ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ҚазҰТЗУ ХАБАРШЫСЫ

ВЕСТНИК КазНИТУ

VESTNIK KazNRTU

№2 (120)

АЛМАТЫ 2017 МАРТ

Главный редактор
И. К. Бейсембетов – ректор

Зам. главного редактора
М.К. Орунханов – проректор по науке

Отв. секретарь
Н.Ф. Федосенко

Редакционная коллегия:

С.Б. Абдыгаппарова, Б.С. Ахметов, З.С. Абишева, Ж.Ж. Байгунчеков-акад. НАНРК, В.И. Волчихин (Россия), К. Дребенштед (Германия), Г.Ж. Жолтаев, С.Е. Кудайбергенов, С.Е. Кумеков, Б. Кенжалиев, В.А. Луганов, С.С. Набойченко – член-корр. РАН, И.Г. Милев (Германия), С. Пежовник (Словения), Б.Р. Ракишев – акад. НАН РК, М.Б. Панфилов (Франция), Н.Т. Сайлаубеков, Н.С. Сеитов - член-корр. НАН РК.

Учредитель:

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева

Регистрация:

Министерство культуры, информации и общественного согласия
Республики Казахстан № 951 – Ж “25” 11. 1999 г.

Основан в августе 1994 г. Выходит 6 раз в год

Адрес редакции:

г. Алматы, ул. Сатпаева, 22,
каб. 502, тел. 292-63-46
n. fedossenko @ ntu. kz

© КазНИТУ имени К.И. Сатпаева, 2017

УДК 553.982.2 (574)

S. Nursultanova, D. Mukanov
(Kazakh National Research Technical University after K.I. Satpaev
Almaty, Republic of Kazakhstan, dauletmuk@mail.ru)

GEODYNAMIC EVALUATION OF SOUTHERN MANGYSHLAK BASIN

Abstract. Oil and Gas generation and formation of petroleum sedimentary basins in many ways depends on the geodynamic nature of the subsoil. Main geological and geophysical data of the deep structure, fault tectonics, sedimentation and physical fields of Mangyshlak show the predominance in Late Paleozoic time of continental rifting process. The consequence of which was the formation of the sedimentary basin, lithologic and stratigraphic complexes and regional oil and gas complexes.

Keywords: geodynamical mode of subsurface, rifting, orogenic belt, Late Paleozoic-Mesozoic stage, oil-and-gas generation, sedimentary basin, oil and gas compexes, Southern Mangyshlak.

In the light of the latest theories on Oil and Gas generation of petroleum provinces oil-and-gas areas in many ways depend on the geodynamic nature of the subsoil. One of the main modes of oil-and-gas formation is rift-driven.

According to most research, rifting develops simultaneously with orogenic cycles which is confirmed by the existence of inland rifting systems that are parallel to boundaries of fold belts. Rift belts and rift zones (extension zones) and fold belts (compression zones) are generally in balance and cover approximately equal areas. According to neo-mobilistic concepts, large-scale rifting gives rise to new geodynamic cycles of lithospheric evolution, in the course of which processes of plate divergence that lead to new ocean development are being replaced by the convergence and collision with the generation of mountain fold systems. Furthermore, rifts that differ by their scale and geotectonics are formed in other phases of their geotectonic cycle.

Rifting had been marked at the very early stages of geological history of the Earth, however, in certain stages such as the Triassic and Late Cenozoic, this process became particularly intensive. Most research has emphasized the connection between the petroleum potential of sedimentary basins and rift structures, especially of Mesozoic and Cenozoic age. This is well illustrated by the North Sea basin, the Sirte basin, Bohai basin, Sunlao basin and other basins characterized by high concentrations of oil and gas reserves. Mesozoic rift structures are located in South Turgay, South Mangyshlak petroleum basins whereas other major petroleum provinces such as Timan-Pechora, Volga-Ural and Dnipro-Donetsk are associated with platform depressions which are in turn underlain by Paleozoic and more ancient rifts.

The influence of rifting on oil and gas formation and accumulation has repeatedly been examined by many scientists in the context of industrial petroleum rift-induced basins in different regions of the world. The generalization of the results of these studies show that one of the most important factors is the accumulation of sediments of substantial thickness in rift basins within a relatively short period of time (5-12 million years), and usually accumulate as saliferous and marine clastic sediments and sometimes carbonate sediments. Internal horsts and the surrounding fringes ("shoulders") of the rift are usually the source of these sediments.

Thick clay strata with a high content of organic matter formed in rift grabens in limited aqueous circulation conditions, form high-quality oil-and-gas source rocks of marine and lacustrine origin. Warming precipitation under high heat flux under the influence of mantle diapirs in the base of the rift structures contributed to an accelerated realization of their petroleum potential. For this reason, it is rift grabens and above-rift depressions that could serve as centers of oil and gas formation in many large rift basins of complex structure [3,4]. Another important feature of rift basins is the close interlayering of oil-and-gas source rocks and reservoir rocks, resulting in hydrocarbon migration with minimal loss. Faults also serve as important migration routes for hydrocarbons.

In many rift basins, it is possible to distinguish three structural floors[2]: lower-pre-rift (pre-rift-valley floor), middle-rift (rift-valley floor) and upper-rift (after-rift-valley floor) all of which greatly exceed the area of the rift. Surfaces of unconformity, separating the structural floors, are often additional hydrocarbon migration pathways. The hydrocarbon reservoirs in each structural floor are characterized by generally a large variety of types and a wide stratigraphic range. The petroleum potential of a floor depends on the history of geological development of the region.

In the rift floor the main areas of oil and gas accumulation gravitate to horst-like uplifted tectonic steps and monoclinal basement blocks or pre-rift complexes that are located along faults or within large grabens. The largest fields are associated with monoclonal blocks in the North Sea (Statford 473 million tons of recoverable reserves, Brent 304 million of recoverable reserves, etc.), the Suez graben (Morgan million tons) and so on. In the Pripyat graben-rift nearly all oil fields - Rechetskoe, Astashkovichskoe and others – are confined to Devonian units.

Many sedimentary basins of the world (nearly 35 %) are variously connected with rifting processes that define not only the specifics of their structure and development, but also the features of oil and gas formation and accumulation conditions.[5].

One of these rifting oil-and-gas bearing basins is the South Mangyshlak basin. The stratigraphic range of deposits, forming the sedimentary cover is quite wide – from the Paleozoic basement to Quaternary sediments.

Three major phases can be distinguished in the geological history of the region: orogenic (Pre-Upper Paleozoic), transitional (Permian-Triassic) and platform (Jurassic-anthropogenic) stages.

The majority of research supports the concept of heterogeneity of the basement, highlighting here the Hercynides zones that “bypass” solid, massive fragments of Pre-Cambrian basement. The basement is predominantly composed of clastic and carbonate-clastic strata, metamorphosed into greenschist facies from regional metamorphism that were ruptured by granitic intrusions.

The transitional complex includes upper Permian and Triassic sediments. The beginning of the transitional stage was accompanied by a revival of the movement caused by the forces of horizontal stretching along regional faults. The result was the inception of large trough faults – The central Mangyshlak and Tuarkyr-Karaaudan fault zones.

The upper sediment was reliably installed within central Mangyshlak, with a high degree of probability they are present within the Zhetybai-Uzen step.

At the end of the Triassic period the area of the central Mangyshlak trough developed as a major linear uplift, therefore the single Mangyshlak-Ustyurt region of subsidence is divided by the area of the central Mangyshlak dislocations into two zones- South Mangyshlak and North Ustyurt.

Within the platform stage of evolution, the area was involved in long-term subsidence, which was interrupted by comparatively short-term uplifting. As a result of the subsidence a considerable layer of platform cover sediments accumulated. The leading role in the formation of the structure of the region was played by differentiated vertical movements of basement blocks along limiting faults. Distribution analysis of thickness of the deposits of different ages makes it possible to trace the evolutionary history of the major tectonic elements of the area.

In early Jurassic times, elements of the platform cover – the Central-Mangyshlak uplift zone and the territory of the South Mangyshlak trough - stand out from present structural elements in the region.

It should be noted that in distribution of thickness, units of the upper Jurassic and Neocomian strata are reflected in all the structural elements of second order, i.e. the beginning of the formation of the structural plan of the region in its present form falls within the stage of the pre-Cretaceous with increased tectonic activity.

In subsequent times the modern structural plan, which was established in pre-Cretaceous times, has not undergone any major rearrangements and by the beginning of the Oligocene along the base of the Jurassic sediments all the structural elements of second order began to take shape within their modern borders. The fundamental importance in shaping the modern image of the structure of the region occurred during the pre-Middle Miocene erosion process.

As a result, by the beginning of the accumulation of Neogene sediments, the structural plan of the territory was almost completely formed. The neotectonic stage of geological history caused minor corrections to the current observed structure of the platform cover.

The concepts of stratigraphy and the lithofacies characteristics of the penetrated section of the region is based on studies of hundreds of exploration wells. From the historical-tectonic aspect, the South Man-

gyshlak basin belongs to the Western part of the Turan Epi-Paleozoic plate, the formation of the continental crust which was completed in pre-Riphean times (Milanovsky E.E., 1987).

In the Riphean – Vendian times tectono-magmatic activation of the asthenosphere and the upper mantle occurred. The area of research was involved in the stretching mode with the occurrence of scattered rifting.

Further evolution of rifting led to the localization of the central Mangyshlak and Tuarkyr-Karaaudan rift systems. The central Mangyshlak rift was formed in early Paleozoic times. In the rift valleys, volcanic-sedimentary rocks, limestones and dolomites accumulated in the early and middle Paleozoic. In the pre-Permian, the rift zone was probably subjected to a short-term contraction, as evidenced by the differences in the degree of metamorphism and folding of the Upper Triassic sediments and complexes. In the late Permian and early Triassic, the crust experienced slight tension, which resulted in minor basaltic volcanism.

In the context of sustainable plunging in the rift zones, different flysch formations have accumulated up to 1.5 km in thickness. Sedimentation was spatially controlled by flanking faults and was accompanied by the intrusion of magmatic melts.

In the early Cimmerian orogeny phase, in the Triassic - Jurassic time, a collision occurred between the Mangyshlak and Ustyurt microcontinents together with the east European continent. Tangential compressive forces caused the formation of the inverted uplift with the development of strike-slip and reverse thrust dislocations. Folds are a system of linearly stretched east-west oriented meganticlines and megasynclines. The Permian-Triassic rocks are heavily dislocated. The southern limbs of the folds are complicated by reverse faults and shear-thrust faults. The angle of dip is up to 70°, with some layers sometimes even overturned. Imbricated overthrusts are also located on the Buzachi peninsula, eastern and southern Mangyshlak. They are widespread on the northern margin of the south Mangyshlak trough, where the suture zone between the Zhetybai Uzen tectonic zone and Beck-Bashkuduk shaft occurs along faults of strike-slip and thrust type. The central Mangyshlak intracontinental rift, passing the initial phase of formation and sedimentation, does not evolve further in its development, and, having experienced a collision and inversion in the early Mesozoic, is transformed into an underdeveloped paleo rift. The rift is expressed by a series of coupled-parallel deep faults, forming a conjugatesystem of horsts and grabens.

The main rift valley is bounded in the north by the north-Mangyshlak fault and by the Zhetibai-Uzen fault in the south. The first of these is reflected as a stress concentration zone in the deep layers of the Earth.

The central zone is complicated by the South Karatau fault, limiting pre-Triassic folding in the south, which is expressed by a scarp with an amplitude of 1-3 km on the Moho discontinuity. The same rift zone is fractured by transverse faults into separate blocks, reflecting the traces of the tangential strain. The width of the crush zone is up to 1.5 km. Perhaps the fault is a suture zone between microcontinents during an early Cimmerian collision. The present rift zone is pronounced by linear positive anomalies of significant intensity in the magnetic field. In the gravitational field two subparallel maximums indicate tectonic zoning of the basic elements. Linear low gravity zones are confined to the Mesozoic trough.

The area of Triassic folding compared to the pre-Triassic covers a wider area. From the South, it is bounded by the Zhetybai-Uzen regional fault where focal points of a minor earthquake have been recorded. At the center of the rift zone the density of Permo-Triassic sediments is higher than around its fringes. At the top of the basement the thermal field is characterized by maximum temperatures of between 350 and 400 °C.

The Tuarkyr-Karaaudan rift was probably formed in the early Paleozoic. Middle Paleozoic sediments accumulated under continental crustal stretching. In the process of further geodynamic evolution the ophiolite association formed ultramafic and mafic rocks of Devonian-early Carboniferous age. The rocks are represented by amphibolites, quartzites and siliceous shales. They are intensively dislocated and ruptured by gabbroid bodies and metasomatically altered. The ophiolite complex in the Tuarkyr suture forms a linear zone and is traced under a slab cover over a considerable distance in a north-west direction. The ophiolite complex of Taurkyr probably represents fragments of ancient oceanic crust or allochthons that are preserved after obduction. They are covered by Permian-Triassic red molasses that are composed of conglomerates, gravelstones, interbedded tufas and lavas of 4 to 5 kms in total thickness. Such sedimentation patterns indicate a continuation through Permian-Triassic times of the continental rifting process, accompanied by volcanic activity. The Tuarkyrskaya suture is divided along the strike by the central fault into two parts.

The western part is lowered and is represented by a synclinorium formed by early Triassic marine sediments, and to the east by a monocline which is composed of Permian conglomerates.

Towards the South-East the Tuarkyr paleo-rift (on a series of step faults) submerges beneath the Predkopetdag foredeep basin. At the turn of the Late Triassic and Early Jurassic the Tuarkyr branch of the rift was transformed into a continental collision orogenic belt around the Kara-Bogaz, Karakum and Man-

gyshlak plates. The Tuarkyr paleo-rift in the magnetic field is expressed by a weak linear minimum. Rift forming faults correspond to positive intensity magnetic highs up to 0.24 A / m. They reflect an intrusion zone along faults of basic and ultrabasic composition.

The development of the Karaaudan rift continued into Late Palezoic time. The rift zone of the Paleozoic basement is lowered to a depth of 6 km along a system of deep faults. The amplitude of the vertical displacement of the surface of basement blocks is 1 to 2 km. The Basement is covered by rudaceous sediments of the Late Permian with a thickness of 1.5 to 2.0 km. The latter clastic and clastic-carbonate deposits lie on the eroded surface of the Early and Middle Triassic. They are paleontologically characterized by well-sections from deep wells. The Karaaudansky rift is welded at the south by the Kara-Bogaz basement arch. In the early Mesozoic it experienced erosion, which then ceased in the Early Jurassic. Rift sediments with an angular unconformity overlap a clastic stratum of Middle Jurassic.

The magnetic field of the Karaaudan rift shows a pronounced zone of elevated horizontal gradient values. In the structure of Jurassic-Cretaceous sediments, it represents a linear swell-like uplift. This is typified by lateral asymmetry: the southern slope of the bar is steep and is cut by a deep fault. According to marine seismic data in the Caspian Sea, rift-related elements, faults and swell-like uplifts can be traced along a Western-Northwesten axis.

The spatial distribution of rift-related sediments in the Tuarkir-Karaaudan rift zone is controlled by the Fetisovo-East Tuarkir and Kangarlinski-West Tuarkir faults. They are clearly manifested by the shift of the Moho with amplitudes of 1.5 and 3.0 kms respectively. Hypocenters of weak earthquakes are also confined to these zones. [1]. In the Western branch of the Tuarkyr, rift intrusions of basic and ultrabasic composition have been traced. Examination of the main geological and geophysical characteristics of deep structure, fault tectonics, sedimentation and physical fields of Mangyshlak indicate the predominance in the Late Paleozoic of continental rifting processes. In the early Jurassic-Late Triassic rifts were transformed by the collision of the Karakum and North Ustyurt plates into an orogenic belt.

The rift-related model of the structure of the region is explained by the fact that the most favorable paleo-geodynamic conditions for oil and gas formation (high sedimentation rates, hard pressure-and-temperature parameters and a high generative potential of sediments) existed in the central and Mangyshlak Karaaudan rift zones. The areas of the modern Zhazgurlinskaya and Sagindykov troughs, oriented along south and north directions and conjugated by rift systems in late Paleozoic times, evolved in the style of paleo uplifts with moderate sedimentation rates. Hydrocarbon migration mainly from paleo-rift zones has led to their concentration in the Zhetybai-Uzen and Aksu-Kengerli oil and gas accumulation zones. Therefore, the main oil and gas complex of the region is Jurassic in age. The oil and gas potential of the Cretaceous and Triassic sediments is of subordinate nature.

Notable oil and gas accumulations are very irregularly located both within the area and in geological section. Practically all explored reserves of the platform cover are concentrated in the Zhetybai-Uzen zone of oil & gas accumulation, where more than 90% of oil and gas reserves are set in the Jurassic producing sections. These large Jurassic and Cretaceous deposits are characterized by a pronounced multilayer character and contain from one to 22 oil pools. They are confined to sandy-silt layers with a thickness of up to 80m. Smaller scale structures are characterized by a small number of oil reservoirs, often they are single-pool reservoirs. Reservoirs are mainly layer-uplifted, undisturbed or only slightly disturbed by fractures. Oil pools of a structural and lithological type also occur, especially in the Bajocian sediments, that are characterized by an abrupt irregularity in lithofacies, and by tectonically screened reservoirs, complicated by disjunctive fault structures.

The petroleum producing horizons of Jurassic and Cretaceous strata are characterized by porous reservoirs and have high filtration-capacity properties with porosity values from 12% to 26% and permeability of up to 1 Darcy.

The regional cap rock of the Jurassic section is made up of Callovian-Oxfordian clay-carbonate strata. In areas of erosion or faulting, Cretaceous sediments are also productive (Uzen).

In the Triassic section, there are two oil and gas complexes: An Upper-Triassic volcano-clastic and a Middle-Triassic volcano-carbonate sequence, including sporadically-developed carbonate-sand strata of the Upper Olenekian layer of the Lower Triassic. In the first of these, a dominant role is played by the clastic reservoir and the second is predominantly carbonate. They are separated by volcanogenic-argillaceous strata of the Middle Triassic age, which acts to a certain extent as a regional cap rock.

The recognition of the rifting model of the structure of Mangyshlak has led to a new direction in oil and gas exploration according to forecasts and prospecting for unconventional types of natural oil and gas reservoirs.

Thus, we can conclude:

In the Riphean – Vendian, tectonic-magmatic activation of the asthenosphere and upper mantle took place. The study area was involved in the extension mode with an emergence of scattered rifting.

The rift valleys accumulated volcanic-sedimentary rocks, limestones and dolomites of the early and middle Paleozoic.

The incipient convergence between the East European and Kazakhstan plates in the Late Carboniferous resulted in the collision of these two plates in the Early Permian, which led to the formation of the ranges of the Urals and the Mugodzhary mountains and changed the tectonic plan and evolutionary mode of the study area. In the area of the Karpinski ridge, with the Bozashinskoy dislocations system compressing strain crushes over a thick complex of Upper Carboniferous-Lower Permian sediments.

In the Late Permian and early Triassic, the crust experienced a slight stretching, which resulted in limited basaltic volcanism.

In the Early Cimmerian era of tectogenesis, a collision of microcontinents (Mangyshlak and Ustyurt with the East European continent) took place. Tangential strain forces in the collision zone resulted in the formation of inversion uplift with the development of strike-slip and thrust fault dislocations.

The development of the study area was influenced by the Ural paleo-ocean, the paleo-Tethys ocean, with the divergence, convergence and collision of different geo-blocks and thrusting of tectonic plates onto the margin of the East European Platform, and by the action of certain types of Paleozoic and Upper-Triassic and Jurassic-Cretaceous formations.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Гурари Ф.Г., Конторович А.Э. Методика оценки перспектив нефтегазоносности крупных территорий – «Труды Сиб. науч.-исслед. ин-та геол., геофиз. и минер. сырья» 1967

[2] Трофимук А.А., Фотиади Э.Э. Гурари Ф.Г. Закономерности размещения и условия формирования залежей нефти и газа в мезозойских отложениях Западно-Сибирской низменности. Недра 1972

[3] Конторович А.Э., Нестеров И.И., Салманов Ф.К. и др. Геология нефти и газа Западной Сибири / Москва. Недра. 1975

[4] Бочкарев В.С., Боярских Г.К., Нестеров И.И. Тектоническое строение Западно-Сибирской равнины. Тр. ВНИГНИ. Москва. Недра. 1980

[5] Милановский Е.Е. Рифтогенез в истории Земли: рифтогенез в подвижных поясах. М.: Недра, 1987. 298 с.

[6] Grunau H.R. Rift systems can point way to hydrocarbon richness // World Oil. - 1990. - Vol.211, № 5.

НұрсұлтановаС. Ғ., Мұқанов Д.Б.

Оңтүстік Маңғышлақ алабын геодинамикалық бағалау

Түйіндеме. Мұнайтүзілу және мұнайгаздылы шөгінді бассейнінің қалыптасуы негізінде жер қойнауының геодинамикалық режиміне байланысты болып келеді. Оңтүстік Маңғышлақтың тереңдік құрылысы, жарылымды тектоникасы, шөгінді түзілуі және физикалық өрістері туралы негізгі геологиялық − геофизикалық мәліметтер рифтогенез процестерінің соңғы палеозой-мезозой уақытын басым болып келуін түсіндіреді. Осының нәтижесінде шөгінді бассейнінің литологиялық − стратиграфиялық кешендердің және аймақтық мұнайгаздылы кешендердің қалыптасуы байқалады.

Түйін сөздер: жер қойнауының геодинамикалық режимі, рифтогенез, орогенез, соңғы палеозой − мезозой кезеңі, мұнай-газ түзілуі, шөгінді бассейн, мұнай-газ кешен, Оңтүстік Маңғышлақ

Нурсултанова С.Г., Муканов Д.Б.

Геодинамическая оценка Южно-Мангышлакского бассейна

Резюме. Нефтегазообразованиие и формирование нефтегазоносных осадочных бассейнов во многом зависит от геодинамического режима недр. Основные геолого-геофизические данные глубинного строения, разрывной тектоники, седиментации и физических полей Южного Мангышлака свидетельствуют о преобладании в позднепалеозойско-мезозойское время процессов рифтогенеза, следствием которых явилось формирование осадочного бассейна, литолого-стратиграфических комплексов и региональных нефтегазоносных комплексов.

Ключевые слова: геодинамический режим недр, рифтогенез, орогенез, позднепалеозойско - мезозойский этап, нефтегазообразование, осадочный бассейн, нефтегазоносные комплексы, Южный Мангышлак.

УДК 528.71

А.С. Шахизат, И. Бекмухамедов
(Казахский национальный исследовательский технический университет К.И.Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, Aikosya_23@mail.ru)

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ

Аннотация. Предложен и обоснован новый подход к прогнозированию условий выполнения аэрокосмической съемки с целью повышения ее результативности.Представленный подход основан на том,что информация об оптических характеристиках атмосферы,освещенности земной поверхности,спектральных коэффициентах отражения, а также исполненная в виде слоев геоинформационной системы может быть использована для решения задач, связанных с планированием аэрокосмической сьемки. Основной идеей работы является формирование высоко динамичного слоя непрерывных явлений геонформационной системы, большая динамика которого обусловлена высокой динамикой изменения метеорологических условий.Геоинформационные системы применяются в Казахстане, для изучения загрязнения атмосферы и селевой обстановки Алматинской области с необходимым разрешением.

Ключевые слова: геоинформационная система, аэрокосмическая сьемка, экологические условия Алматы, атмосфера.

Прогнозирование условий аэрокосмической съемки тесно связано с прогнозом погоды, который несет в себе информацию о количестве, типе и высоте нижнего края облачности, явлениях погоды (атмосферные осадки, туман, дымка, мгла, пыльная и песчаная буря и др.), метеорологической дальности видимости, температуре воздуха, направлении и скорости ветра, а также косвенную информацию об освещенности земной поверхности в заданном спектральном диапазоне оптического излучения, ожидаемые характеристики спектральных отражательной или излучательной способностях земной поверхности и объектов съемки. В условиях динамично меняющейся метеорологической обстановки важной является задача прогноза эффективности применения оптико-электронных систем дистанционного зондирования (ДЗЗ) местности на заданном участке, которая неразрывно связана с прогнозом погоды. Причем для обеспечения оценки эффективности применения ДЗЗ необходимо иметь математический аппарат оценки параметров, характеризующих условия съемки. Организация слоя эффективности применения на географическую база данных (БД) позволит распределять силы и средства при решении задач видеоданных полученных с помощью ДЗЗ местности. В данном случае речь идет о формировании высоко динамичного слоя непрерывных явлений геоинформационной системы [1], большая динамика которого обусловлена высокой динамикой изменения метеорологических условий. Такая постановка задачи рассматривается впервые и требует для ее реализации формирования математического аппарата расчета параметров атмосферы и подстилающей поверхности.

Геоинформационная система (ГИС) – это многофункциональная информационная система, предназначенная для сбора, обработки, моделирования и анализа пространственных данных, их отображения и использования при решении расчетных задач, подготовке и принятии решений. Основное назначение ГИС заключается в формировании знаний о Земле, отдельных территориях, местности, а также своевременном доведении необходимых и достаточных пространственных данных до пользователей с целью достижения наибольшей эффективности их работы.

Так как в ГИС осуществляется комплексная обработка информации (от ее сбора до хранения, обновления и предоставления), их можно рассматривать со следующих разных точек зрения:

• ГИС как система управления – предназначена для обеспечения поддержки принятия решений на основе использования картографических данных;

• ГИС как автоматизированная информационная система – объединяет ряд технологий известных информационных систем;

• ГИС как геосистема – включает технологии фотометрии, картографии;

• ГИС как система, использующая БД – характеризуется широким набором данных, собираемых с помощью разных методов и технологии;

• ГИС как система моделирования, система предоставления информации – является развитием систем документального оборота, систем мультимедии и т.д.

Оценка возможности формирования геоинформационных систем условий аэрокосмической съемки. Современные методы, средства, интеллектуальные системы и вычислительные маши-

ны, используя большие объемы информации (наземные, аэрологические, гидрологические и спутниковые наблюдения), позволяют производить с высокой оправдываемостью краткосрочные (до 3 сут) и с меньшей – долгосрочные (от 3 сут до 12 месяцев) прогнозы погоды. Прогнозирование условий аэрокосмической съемки должно обеспечить получение наилучшего качества изображений аппаратуры наблюдения. В настоящее время съемка одного и того же участка земной поверхности может выполняться многоспектральными оптико-электронными системами, обеспечивающими съемку земной поверхности в различных спектральных диапазонах зондирования космических условии (космическая съемка). При этом отражательные свойства объектов (альбедо) съемки будут различны для указанных диапазонов оптического излучения. Если при выполнении черно- белого аэрофотографирования достаточно знания интегральных коэффициентов отражения, то в случае узких спектральных диапазонов необходима спектральная информация об объектах съемки. Так как спектральные диапазоны могут меняться, то целесообразно иметь систему прогнозирования, адаптирующуюся к аппаратуре аэрокосмической съемки. Речь идет о создании для аппаратуры наблюдения специальной системы прогнозирования условий съемки, что приведёт не только к многообразию аппаратуры съемки, но и к вынужденному многообразию систем прогнозирования. В настоящее время интенсивно развиваются геоинформационные системы (ГИС), представляющие собой – программно методический комплекс, способный вводить, хранить, обновлять, манипулировать, анализировать и выводить все виды географически привязанной информации [2]. На районы съемки, как правило, имеются электронные карты различных масштабов, которые периодически уточняются.

Анализ спектральных характеристик типовых фоноцелевых обстановок В настоящее время имеется достаточно подробная информация о результатах измерения спектральных характеристик отражения объектов и подстилающих поверхностей для различных спектральных диапазонов [3]. На рисунке 1 изображены спектральные коэффициенты отражения различных почв и видов растительности (а), а также индикатрисы отражения потока излучения Ф для сухих и мокрых покровов (б). После наступления темноты и ночью отраженное излучение от земной поверхности практически не наблюдается. С рассветом это излучение интенсивно нарастает и достигает максимума, когда направление солнечных лучей совпадает с направлением визирования. После захода солнца отраженное излучение вновь быстро падает.

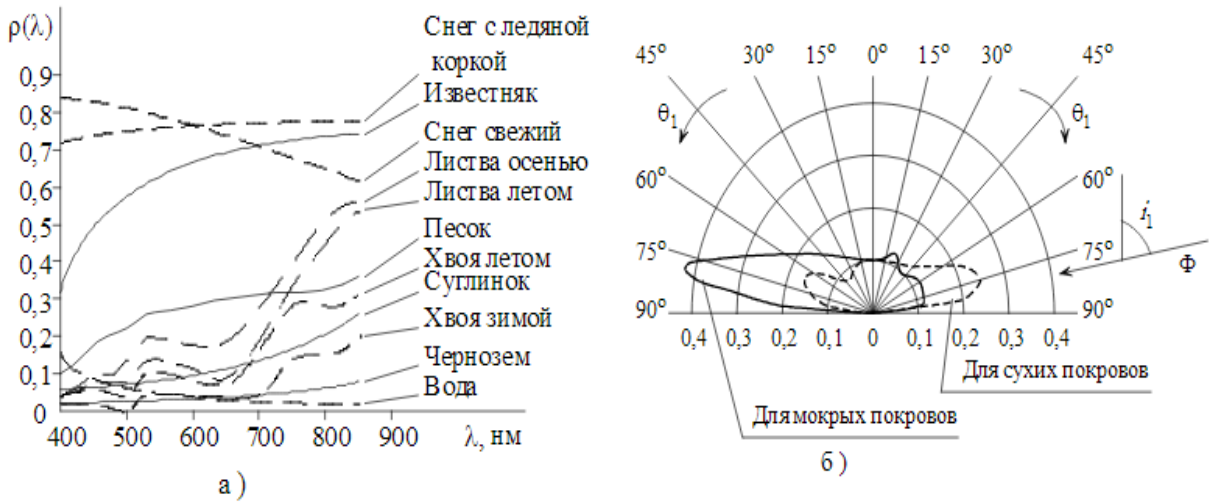


Рис. 1. Спектральные коэффициенты отражения некоторых почв и видов растительности (а) и индикатрисы отражения сухих и мокрых покровов (б)

Типовыми естественными источниками оптического излучения являются, например, Солнце, облака, атмосфера, земная и водная поверхности. Их излучение может обеспечивать наблюдение и ведение аэрофотосъемки объектов, часто оно представляет собой мешающий фон. Спектральное распределение плотности излучения Солнца за пределами атмосферы примерно такое же, как у черного тела с температурой 6000 К (рис. 2.) Часть энергии солнца излучается в инфракрасной области спектра, а часть в видимой области и в ультрафиолетовой и рентгеновской областях спектра оптических излучений.

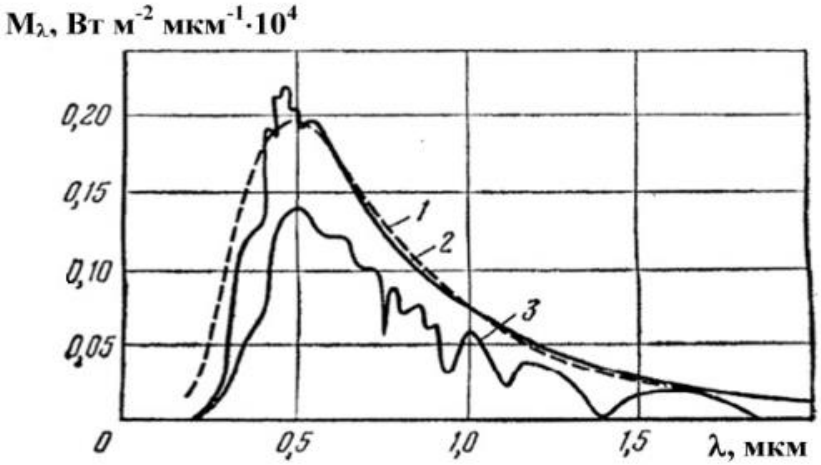


Рис. 2. Спектральная плотность энергетической светимости черного тела при температуре 6000 К (1) и Солнца за пределами атмосферы (2) и на уровне моря (3).

Излучение Солнца при прохождении через атмосферу поглощается и рассеивается компонентами атмосферы, в результате чего до поверхности Земли доходит лишь излучение с длинами волн 0,3...3 мкм (рис. 1.). Мощность и спектральный состав солнечного излучения, дошедшего до поверхности Земли, зависит от высоты Солнца и состояния атмосферы. Освещенность земной поверхности Солнцем изменяется в широких пределах в зависимости от времени года, времени суток, географических координат освещаемого участка местности, облачности и состояния атмосферы.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Филиппов В.Л., Макаров А.С., Иванов В.П. Оптическая погода в нижней тропосфере: науч.-техн. сб. Казань: Дом печати, 1998. С. 65-86.
[2] cyberleninka.ru
[3] epizodsspace.airbase.ru/bibl/ziv/2004/5/dist.html
[4] Арбузов П.А. Геоинформационные системы. М.: ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2008. С. 5-17.
[5] topography.ltsu.org/kartography/k9.html
[6] Зуев В.Е., Креков Г.М. Оптические модели атмосферы. Л.: Гидрометеоиздат, 1986. С. 225-233.

Шахизат А., И. Бекмұхамедов

Аэрағарыштық тсірілімдерді геоақпараттық жүйелер жағдайында болжау

Түйіндеме. Қазақстанда ГАЖ жүйелері колданылады, атап айтқанда аэрағарыш түсірілімі. Негізінде аэрағарыштық түсірілім Алматы облысындагы қажетті рұқсаттармен, зерттеу үшін және атмосфераның ластануында, сел жағдайында қолданылады.

Түйін сөздер: Геоақпараттық жүйе, аэрағарыштық түсірілім, Алматы қаласының экологиялық жағдайлары , атмосфера.

Shakhizat A., Bekmukhamedov I.

The geographic information systems are in the tasks of GPS survey prediction.

Summary. The article proposed a new approach to the forecasting of conditions for carrying out aerospace surveys in order to improve its effectiveness. Submitted approach is based on the fact that the information on the optical characteristics of the atmosphere, the Earth's surface illumination, the spectral reflectance and executed in the form of layers of geographic information system, can it be used for solving problems related to the planning aerospace shooting. The main idea of the work is to create a highly dynamic layer continuous phenomena geoinformationsystem, most of which due to the high dynamics of the dynamics of changes in meteorological of conditions geoinformation. System used in Kazakhstan, in particular the aerospace filming. Aerospace filming used to study air pollution and debris environments of Almaty region, with the necessary permission.

Key words: Geographic Information System, aerospace surveying, geological conditions of Almaty, the atmosphere.

УДК 622.522.578.2

С.Ж. Жолмагамбетова, Г.Ж. Молдабаева
(Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, saulezh007@gmail.com)

МЕТОДЫ ОГРАНИЧЕНИЯ ВОДОПРИТОКОВ И ГИДРОФОБИЗАЦИЯ ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЫ ПЛАСТА

Аннотация. Нефтяные месторождения на последней стадии разработки имеют высокое обводнение продукции скважин. В связи с этим имеется множество технологий ограничения и интенсификации добычи нефти, однако, многие из них являются недостаточно эффективными. Это способствовало дальнейшему проведению исследования в данной области. В последнее время появилось значительное количество технологий ограничения водопритока и интенсификации добычи нефти и газа на основе гидрофобизациипризабойной зоны добывающих скважин.В данной статье рассматривается эффективность и перспективы данного метода. Рассмотрены мероприятия по ограничению притока вод.Выявлено, что технологии и реагенты, использованные ранее для водоизоляции, малоэффективны.Поэтому согласно разнообразию условий и причин обводнения рассмотрены применение разных гидрофобизаторов. Установлены основные причины обводнения, рекомендованы сущность технологии ограничения водопритоков и дополнительные исследования обводненных скважин.

Ключевые слова: водоприток, гидрофобизация, призабойная зона пласта (ПЗП), нефтеотдача, ограничение водопритока, обводненность, коллектор.

Неоднородность пластов по проницаемости - одна из главных причин неравномерного вытеснения нефти водой и преждевременного обводнения высокопроницаемых пропластков при неполной выработке пластов, а в поздней стадии разработки месторождений – образование обширных промытых зон в коллекторе. При этом эксплуатация добывающих скважин сопровождается отбором большого количества попутной воды[2].

В этих условиях для ограничения притока закачиваемых и пластовых вод в скважины предлагается увеличить фильтрационное сопротивление обводненных зон не только в ПЗП, но и удаленных зонах от скважины за счет закачки больших объемов технологической жидкости. Для достижения этой цели разработаны технологии ограничения поступления вод с скважины с использованием полимердисперсных систем (ПДС) со сшивающими агентами (АМГ и др.).

Сущность технологии заключается в закачивании компонентов ПДС со сшивающими агентами. При закачке сшивающий агент внедряется в частички полиакриламид ПАА и глины. Частицы глинистой суспензии также взаимодействуют со свободными функциональными группами ПАА. В обводненных зонах высокопроницаемого пласта происходит процесс флокуляции и сшивки с образованием сшитой полимердисперсной системы. Образующиеся сшитые глино-полимерные комплексы по своим размерам превосходят размеры низкопроницаемых зон и частиц глины до 10 и более раз. Этим ограничивается проникновение частиц глин и образовавшихся флоккул ПДС в низкопроницаемые-нефтенасыщенные зоны коллектора. Избирательному воздействию МПДС на пласт еще способствует отсутствие возможного образования ПДС в углеводородной среде, т.е. в пропластках коллектора с остаточными нефтями[3].

Методы физико-химического ограничения водопритоков с использованием водорастворимых полимеров (не только гипана) имеют один общий недостаток - механизм их взаимодействия с проницаемой средой и пластовыми жидкостями не контролируется, а сам процесс снижения проницаемости обрабатываемого пласта не всегда поддается эффективному управлению.

В настоящее время большинство месторождений углеводородного сырья эксплуатируется при значительном обводнении продукции скважин. Причины и тип обводнения могут быть различными, но независимо от этого в призабойной зоне пласта вода блокирует поступление нефти и газа к забою добывающих скважин. Создание водяной блокады в призабойной зоне продуктивного пласта является одной из самых распространенных причин уменьшения продуктивности нефтяных и газовых скважин, поэтому борьба с водопритоком фактически является одним из методов повышения нефтеотдачи[5].

Снижению обводненности добываемой продукции и интенсификации добычи нефти способствует проведение ремонтно-изоляционных работ (РИР) с использованием полимерных материалов.

Проведение РИР обеспечивает решение следующих проблем:

- продление срока службы скважин;

-регулирование выработки нефтеносных коллекторов неоднородного эксплуатационного объекта за счет отключения или селективной изоляции обводненных, пластов;

- уменьшение добычи попутной воды со снижением энергозатрат;

- обеспечение охраны недр и природных ресурсов.

В зависимости от влияния на показатели разработки извлекаемую попутно с нефтью воду можно разделить на два вида. К первому виду относится закачиваемая вода, отбор которой оказывает двоякое влияние: с одной стороны, результатом этого является увеличение коэффициента нефтеотдачи пластов, а с другой стороны при этом растет себестоимость добываемой нефти. Ко второму виду относится посторонняя и подошвенная вода на участке отбирающей скважины, отбор которой удорожает себестоимость нефти и осложняет выработку пластов[7].

Мероприятия по ограничению притока вод первого вида предусматривают изоляцию промытых пропластков, отключение обводненных пластов из разработки, ограничение притока закачиваемых вод из разработки выравниванием профиля приемистости нагнетательных скважин и нахождение оптимальных величин отбора ее из пласта. Мероприятия по ограничению притока вод второго вида сводятся к улучшению качества цементирования эксплуатационных колонн при строительстве скважин (первичное крепление) и водоизоляционных работ при эксплуатации (вторичное крепление) [4].

На поздней стадии разработки на долю-ремонтно-изоляционных работ приходится существенная часть от общего объема работ, проводимых при капитальном ремонте скважин. В то же время существующие в настоящее время технологии и тампонажные составы недостаточно эффективны [3]. Одной из причин низкой эффективности РИР является широкое использование дисперсных тампонажных составов на основе цемента. Этим составам свойственны невысокая седиментационная устойчивость и высокая вязкость. Они легко разделяются на фазы, взаимодействуют с пластовыми жидкостями, газами и горными породами с ухудшением своих характеристик, обладают высокой вязкостью. О низкой эффективности цементных тампонажных растворов свидетельствует то, что с их применением с первой попытки удается загерметизировать только около 30% скважин с нарушениями эксплуатационных колонн. Многократное повторение тампонирования до достижения герметичности, даже с учетом; доступности, низкой цены и простоты; использования, во многих случаях делает применение минеральных тампонажных материалов экономически нецелесообразным. Применение более совершенных тампонажных составов; часто происходит в условиях, не соответствующих критериям: их использования.

Наличие ряда проблем; связанных, с высокой обводненностью добываемой продукции недостаточной эффективностью, технологий ограничения; водопритока, указывает на актуальность задачи совершенствования; технологий и тампонажных составов для РИР. Эффективность РИР может быть существенно увеличена при определении оптимальных геолого-технических условий; применения известных; технологий, а также за счет разработки; новых тампонажных составов; обладающих более высокими; технологическими; характеристиками и повышенной изолирующей способностью[6].

Применение гидрофобизаторов, пеноцементных и осадкогелеобразующих систем с целью воздействия на пласт для предупреждения и ограничения водопритока к добывающим скважинам.

В промысловой практике широко известны способы ограничения водопритока в скважину посредством обработки пласта гидрофобизирующей поровое пространство эмульсией на углеводородной основе. Однако существенным недостатком известного способа является тот факт, что экранирующий состав под действием напора пластовых вод через некоторое время вытесняется обратно в ствол скважины.

Технический результат предлагаемого способа ограничения водопритока в скважину - повышение эффективности способа за счет дополнительной гидрофобизации порового пространства коллектора и создания более надежного изоляционного экрана[8,9].

Этот результат достигается тем, что способ ограничения водопритока в скважину включает закачку инициатора полимеризации силиката натрия, затем разделителя и раствора силиката натрия, причем в качестве инициатора полимеризации используют гидрофобную инвертную эмульсию следующего состава, об.%: нефть - 20-35; конденсат - 5-40; азотная кислота 20-25% - 58; эмульгатор - 2, а в качестве разделителя применяют газовый конденсат.

Сопоставительный анализ с прототипом показывает, что отличительные признаки нового способа изоляции водопритока являются необходимым и достаточным условием, характеризующим новизну объекта изобретения, а именно последовательность закачки и состав отверждающего силикат натрия реагента[1].

Выводы:Существует множество методов и технологий ограничения водопритока и интенсификации добычи нефти, однако их недостаточная эффективность, а также разнообразие условий и причин обводнения способствуют дальнейшим разработкам в данной области. Одним из направлений снижения обводненности нефтяных скважин и увеличения их продуктивности являются технологии на основе гидрофобизациипризабойной зоны добывающих скважин.

За последнее десятилетие появилось множество технологий, целью которых является гидрофобизацияпризабойной зоны пласта и тем самым снижение обводненности добываемой продукции. Вместе с тем по поводу идей гидрофобизации существуют и другие мнения, отрицательно относящиеся к приданию поверхности пород пласта гидрофобных свойств, что, по их мнению, негативно воздействует на процесс фильтрации флюидов.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Блажевич В.А., Умрихина Е.Н. Новые методы ограничения притока воды в нефтяные скважины. — М.: Недра, 1974.

[2] Иванова М.М. Динамика добычи нефти из залежей. М.: Недра, 1976.

[3] Газизов А.Ш., Баранов Ю.В. Применение водорастворимых полимеров для изоляции притока вод в добывающие скважины. — М.: / /О.И. Сер. Нефтепромысловое дело. 1982.

[4] Блажевич В.А. Изоляция притока пластовых вод в нефтяных скважинах /В. А. Блажевич, Е.Н. Умрихина.М.:Недра,1966.

[5] Галлямов М.И., Рахимкулов Р.Ш. Повышение эффективности эксплуатации нефтяных скважин на поздней стадии разработки месторождений /Под ред. А. Х. Мирзаджанзаде.—М.: Недра, 1978.

[6] Хисамутдинов Н.И. Проблемы сохранения продуктивности скважин нефтенасыщенных коллекторов в заключительной стадии разработки -"Недра", 2007.

[7] Сургучев М.Л. Вторичные и третичные методы увеличения нефтеотдачи пластов. — М.: Недра, 1985.

[8] А.Ш. Газизов, Р.Г. Хананнов, А.А. Газизов, Фэн Фан, М.М. Кабиров/ Гидрофобизация пород ПЗП как метод увеличения дебитов скважин и уменьшения обводненности добываемой жидкости // Нефтегазовое дело, 2005.

[9] С.А. Демахин, А.Г. Демахин, В.Б. Губанов/ О целесообразности дополнительного изучения процессов гидрофобизациипризабойной зоны добывающих скважин // Нефть, газ, бизнес. – 2008. - №5/6.

Жолмағамбетова С.Ж., Молдабаева Г.Ж.

Сукелімді шектеу әдістері және қабаттың кенжар аймағын гидрофобизациялау

Түйіндеме. Игерудің соңғы кезеңінде мұнай кен орындарының ұңғымаларындағы мұнай өнімі судың жоғары көлеміне ие. Осыған орай көптеген шектеу технологиялары және мұнай өндіруін қарқындату әдістері бар. Бірақ олардың көпшілігің тиімділігі жеткіліксіз болып отыр.Бұл осы салада ары қарай зерттеулер жүргізуге септігін тигізді. Соңғы уақытта көптеген сукелімді шектеу технологиялары және мұнай және газ өнімін қарқындату өндіру әдістері ұңғыманың кенжар аймағын гидрофобизациялау негізінде пайда болды. Бұл мақалада осы әдістің тиімділігін және келешегін талқылайды. Сукелімді шектеу шаралары қарастырылған. Суды изоляциялау үшін бұрын қолданылған технологиялар және реагенттер тиімсіз екені анықталды. Сондықтан суландырудың әр түрлі жағдайлары мен себептеріне байланысты әр түрлі гидрофобизаторлардың қолдануы қарастырылған. Суландырудың негзгі себептері орнатылған. Сукелімді шектеу технологиялардың мәні және суланған ұңғымалардың қосымша зерттеулері ұсынылған.

Кілтті сөздер: сукелім, гидрофобизациялау, қабатты кенжар аймағы, мұнайбергіштік, сукелімді шектеу, суландыру, коллектор.

Zholmagambetova S., Moldabaeyva G.

Methods to reduce water and water-repellency of bottomhole formation zone.

Summary. Oil fields have a high water-cut wells production in the last stage of development. Therefore there are many limitations technology and intensification of oil, however, many of them are not sufficiently effective.This has contributed to the further conduct of research in this area. Recently, there was a significant amount of technology to reduce water and intensification of oil and gas by hydrophobicbottomhole zone wells.This article considers the effectiveness and prospects of this method. Considered measures to limit water flow.It was revealed that the technologies and reagents previously used for waterproofing are ineffective. Therefore, according to the diversity of conditions and causes of flooding considered the usage of different repellents.The basic causes of flooding were found out. Technology to reduce water and additional research of watered wells were recommended.

Key words: water influx, water-repellency treatment, bottomhole formation zone (BFZ), oil recovery, water shut-off, water-cutting, collector.

УДК 512.8

А.Т. Ибраев
(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, pok_rk@mail.ru)

ДВУМЕРНЫЕ ВЕКТОРЫ, ДВОЙНЫЕ И КОМПЛЕКСНЫЕ ЧИСЛА

Аннотация. Рассмотрен вопрос об изоморфном представлении двумерных векторов с помощью двумерных чисел и о возможности построения алгебры с делением для двойных чисел. На основе анализа координат по признакам их знаков и направлений показано, что существование алгебры с делением для двойных чисел возможно.

Ключевые слова: вектор, комплексные числа, двойные числа, деление, алгебра, модуль, направление.

В настоящее время в различных областях математики, физики и других наук при решении множества задач широкое применение имеют комплексные числа [1,2]. При этом до сих пор утверждается, что наряду с действительными числами только комплексные числа образуют алгебру с делением над полем действительных чисел. Для двойных чисел, которые также являются двумерными, создание алгебры с делением считается невозможным.

В работе рассматривается связь двумерных векторов с комплексными и двойными числами, а также математическое обоснование возможности существования алгебры двойных чисел с делением над полем действительных чисел.

Как известно, вектором называется направленный отрезок прямой в евклидовом пространстве или на плоскости. Вектор $\vec{R}$ характеризуется модулем $\left|\vec{R}\right|$ и направлением, который описывается единичным вектором $\vec{e}$. Единичный вектор определяется по формуле

$$\vec{e} = \frac{\vec{R}}{\left|\vec{R}\right|}. \tag{1}$$

Из (1) следует

$$\vec{R} = \left|\vec{R}\right| \cdot \vec{e}. \tag{2}$$

Рассмотрим дальше свойства двумерного вектора в плоскости xy, начальная точка которого размещается в начале координат и конец вектора находится в произвольной точке плоскости xy (рисунок 1).

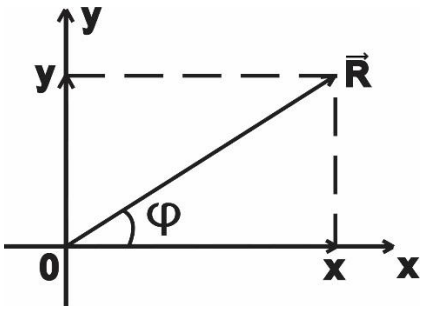


Рис. 1. Вектор и его координаты в плоскости xy.

В заданной двумерной системе координат вектор может быть выражен в виде суммы ортогональных векторов

$$\vec{R} = \vec{R}(x, y) = x\vec{e}_x + y\vec{e}_y, \tag{3}$$

где $\vec{e}_x$ и $\vec{e}_y$ являются единичными векторами, соответственно, направлений x и y.

В соответствии с (3) единичные векторы направлений могут быть представлены в виде

$$\vec{e}_x = \frac{\vec{x}}{x}, \qquad \vec{e}_y = \frac{\vec{y}}{y}. \tag{4}$$

Единичные векторы $\vec{e}_x$ и $\vec{e}_y$, в принципе, могут быть определены через угол вращения (или поворота) φ вектора вокруг начальной точки О, при этом отсчет угла вращения или поворота ведется от оси x. Отметим, переменная φ изменяется в пределах $0 \le |\varphi| \le 2\pi$.

Составляющие вектора $\vec{R}$ по направлениям осей координат (в векторной и скалярной формах) могут быть выражены в следующем виде

$$\vec{x} = \vec{R}\cos\varphi, \qquad \vec{y} = \vec{R}\sin\varphi,$$
$$x = |\vec{R}|\cos|\varphi|, \qquad y = |\vec{R}|\sin|\varphi|. \tag{5}$$

Здесь аргумент φ направляющего косинуса, отсчитываемый относительно оси x, однозначно определяет направление вектора $\vec{R}$. Из (4) и (5) получаем

$$\vec{e}_x = \frac{\cos\varphi}{\cos|\varphi|}\vec{e} = \sigma_{\varphi x}\vec{e}\ , \tag{6}$$

$$\vec{e}_y = \frac{\sin\varphi}{\sin|\varphi|}\vec{e} = \sigma_{\varphi y}\vec{e}\,. \tag{7}$$

Здесь $\sigma_{\varphi x}$ и $\sigma_{\varphi y}$ представляют собой коэффициенты, которые характеризуют знаки, присущие каждой из координат.

Из (6) для любых значений $\varphi = |\varphi|$, включая $\varphi = +\frac{\pi}{2}$ и $\varphi = -\frac{\pi}{2}$, получим

$$\sigma_{\varphi x} = +1, \qquad \vec{e}_x = (+1)\vec{e}\,. \tag{8}$$

Это означает, что при отображении положения произвольной точки плоскости с использованием тригонометрических функций в виде (5), ось x обладает свойством скалярной числовой оси. В общем случае, ось x может обладать отмеченным свойством при описании ее с использованием и других четных функций.

С учетом области изменения угловой координаты $0 \le |\varphi| \le 2\pi$ из (7) следует, что $\vec{e}_y$ характеризуется единичным модулем с двумя двойными противоположными знаками, зависящими от выбора положительного направления угловой координаты и знака φ, т.е. $\vec{e}_y$ имеет, в общем случае, двояко определенный комбинированный знак, самосопряженный относительно числовой оси x

$$\sigma_{\varphi y} = (\pm 1) \wedge (\mp 1), \qquad \vec{e}_y = \left[(\pm 1) \wedge (\mp 1)\right]\vec{e}\,. \tag{9}$$

Здесь $\sigma_{\varphi y}$ представляет собой знаковую характеристику координаты y.

Из (8) и (9) можно получить также выражение для знаковой характеристики координаты y относительно базовой координаты x

$$\sigma_y = \frac{\vec{e}_y}{\vec{e}_x} = \frac{tg\varphi}{tg|\varphi|} = \frac{\left[(\pm 1) \wedge (\mp 1)\right]\vec{e}}{(+1)\vec{e}} = \frac{\sigma_{\varphi y}}{\sigma_{\varphi x}} = (\pm 1) \wedge (\mp 1) = i\,, \tag{10}$$

где

$$i^2 = (\pm 1)\cdot(\mp 1) = -1, \tag{11}$$

то есть $\vec{e}_y$ можно выразить в виде

$$\vec{e}_y = \sigma_y \vec{e}_x = i\vec{e}_x\,. \tag{12}$$

Справедливость условий (11) и (12) была доказана автором раньше другим способом [3,4].

Учитывая (8) и (12), из (3) получаем выражение, связывающее векторы с комплексными числами.

$$\vec{R} = \vec{e}_x z(x, y) = \vec{e}_x (x + iy)\,. \tag{13}$$

Таким образом, ***поле комплексных чисел изоморфно отображает двумерное векторное пространство относительно выбранного основного (базового) направления***.

Рассмотрим дальше представление вектора с помощью гиперболических функций

$$\vec{x} = \vec{R}ch\tau\,, \qquad \vec{y} = \vec{R}sh\tau\,,$$

$$x = \left|\vec{R}\right| ch|\tau|, \qquad y = \left|\vec{R}\right| sh|\tau|. \tag{14}$$

Из (4) и (14) получаем

$$\vec{e}_x = \frac{ch\tau}{ch|\tau|}\vec{e} = \sigma_{\tau x}\vec{e}\ , \tag{15}$$

$$\vec{e}_y = \frac{sh\tau}{sh|\tau|}\vec{e} = \sigma_{\tau y}\vec{e}\,. \tag{16}$$

Из (15) получим соотношения, аналогичные (8), означающие, что ось x здесь также обладает свойством скалярной числовой оси

$$\sigma_{\tau x} = +1, \qquad \vec{e}_x = (+1)\vec{e}\,. \tag{17}$$

Функция $sh\tau$, в отличие от $\sin\varphi$, не является периодической функцией с двумя противоположными знаками внутри одного периода, поэтому,

$$\sigma_{\tau y} = (+1)\vee(-1), \qquad \vec{e}_y = \left[(+1)\vee(-1)\right]\vec{e}\,. \tag{18}$$

Из (17) и (18) имеем

$$\sigma_{\tau y} = \frac{\vec{e}_y}{\vec{e}_x} = \frac{\left[(+1)\vee(-1)\right]\vec{e}}{(+1)\vec{e}} = (+1)\vee(-1) = \pm 1 = \sigma\,. \tag{19}$$

Несложно видеть, что здесь

$$\sigma^2 = (\pm 1)\cdot(\pm 1) = +1. \tag{20}$$

В этом случае, с учетом (19), $\vec{e}_y$ можно выразить в виде

$$\vec{e}_y = \sigma\vec{e}_x\,. \tag{21}$$

Учитывая (17) и (21) можно видеть, что при использовании представления линейных ортогональных координат произвольной точки плоскости с помощью гиперболических функций (14) имеем соотношение (20) и из формы представления вектора в виде (3) получаем выражение, связывающее векторы с двойными числами

$$\vec{R} = \vec{e}_x z(x,y) = \vec{e}_x(x+\sigma y). \tag{22}$$

В настоящее время считается, что на основе двойных чисел

$$z(x,y) = x + \sigma y \tag{23}$$

невозможно получить (построить) алгебру с делением. Например, произведение сопряженных двойных чисел равно

$$z(x,y)\cdot\overline{z}(x,y) = (x+\sigma y)\cdot(x-\sigma y) = x^2 - y^2\,. \tag{24}$$

Попробуем произвести операцию деления двойных чисел аналогично комплексным числам

$$\frac{z_1(x,y)}{z_2(x,y)} = \frac{z_1(x,y)\cdot\overline{z}_2(x,y)}{z_2(x,y)\cdot\overline{z}_2(x,y)} = \frac{1}{x_2^2 - y_2^2}(x_1+\sigma y_1)(x_2-\sigma y_2)\,. \tag{25}$$

Утверждение о невозможности существования алгебры с делением над полем действительных чисел для двойных чисел основано на том, что в (25) равенство

$$x^2 - y^2 = 0 \tag{26}$$

имеет место при всех значениях координат при условии $x = \pm y$, то есть не выполняется условие единственности значения нуля для алгебры с делением, которое должно выражаться в виде

$$x = y = 0\,. \tag{27}$$

Однако, при выполнении условий (14) имеем

$$x^2 - y^2 = \left|\vec{R}\right|^2\left(ch^2\tau - sh^2\tau\right) = \left|\vec{R}\right|^2. \tag{28}$$

Из (28) следует, что для двойных чисел при соблюдении условий (14) равенство (26) выполняется только при условии (27), т.е. ***для двойных чисел рассматриваемого вида также возможно существование алгебры с делением***.

Вместе с тем, возможность существования алгебры с делением для двойных чисел отрицается до сих пор. В качестве доказательства невозможности алгебры с делением для рассматриваемых чисел во многих источниках (например, в [5]) приводится пример

$$(1+\sigma)x=1. \tag{29}$$

Дальшее отмечается, что при умножении обоих частей на $1-\sigma$ получается «неверное равенство» $0=1-\sigma$.

Рассмотрим этот пример подробнее. Учитывая, что вместо (29) можно было привести также уравнение $(1-\sigma)x=1$, заменим уравнение (29) на более общее

$$(1\pm\sigma)x=1. \tag{30}$$

Умножив обе части (30) на $1\mp\sigma$ получим

$$\sigma=\pm 1,$$

что полностью совпадает с (19). Отметим повторно, что σ является коэффициентом, характеризующим комбинированный знак координаты y относительно знака базовой координаты x.

Вернемся к уравнению (29). Умножив обе части этого уравнения на $1+\sigma$ получим $x=\frac{1}{2}$. Этот же результат получаем и для уравнения (30). Это означает, что имеется корректное решение для уравнений (29) и (30).

Таким образом, основной аргумент о невозможности алгебры с делением для двойных чисел является ошибочным.

Кроме того, учитывая соотношения

$$\cos\alpha=ch(i\alpha),\ ch\alpha=\cos(i\alpha),$$

$$\sin\alpha=-i\cdot sh(i\alpha),\ sh\alpha=-i\cdot\sin(i\alpha)$$

несложно видеть, что рассмотренные выше комплексные числа и двойные числа связаны между собой. Отметим также, приведенная выше связь очень часто присутствует во многих случаях, когда комплексные числа используются для решения различных задач, например, в области математической физики.

В заключение отметим, что полученные в настоящей работе результаты дают возможность по-новому рассматривать проблему теории двумерных и многомерных чисел, а также открывают новые возможности для расширения математической инструментальной базы исследования сложных структур и процессов.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Привалов И.И. Введение в теорию функций комплексного переменного. – М., 1977. - 444 с.

[2] Иванов В.И., Попов В.Ю. Конформные отображения и их приложения. – М., 2002.–324 с.

[3] Ибраев А.Т. Векторы и гиперкомплексные числа. // Труды международной научно-практической конференции «Информационные и телекоммуникационные технологии: образование, наука, практика». Алматы, 2012, С. 504-509.

[4] Ибраев А.Т. Многомерные гиперкомплексные и модифицированные комплексные числа. – Вестник Казахского Национального технического университета имени К.И.Сатпаева, 2009, № 6 (76), с. 153-159.

[5] Кантор И.Л., Солодовников А.С. Гиперкомплексные числа. – М., 1973. – С.14.

Ибраев А.Т.

Екі өлшемді векторлар, екі еселік және комплекстік сандар

Аңдатпа. Мақалада екі өлшемді сандарды пайдаланып, векторларды изоморфты негізде сипаттау және екі еселік деп аталатын сандар негізінде бөлу амалы бар алгебраны құру мүмкіндігі туралы мәселелер қарастырылған. Координаттардың бағыттары мен белгілерінің сипаттарын сараптау негізінде екі еселік сандар үшін бөлу амалы бар алгебраның мүмкін екені көрсетілген.

Кілтті сөздер: вектор, комплекстік сандар, екі еселік сандар, бөлу, алгебра, модуль, бағыт.

Ibrayev A.

Two-dimensional vector, double and complex numbers.

Summary. The paper considers the problem of isomorphic representations of two-dimensional vectors with the help of two-dimensional numbers and the possibility of building a division algebra of double numbers. Based on the analysis on the basis of their origin and direction signs show that the existence of a division algebra of double numbers possible.

Key words: vectors, complex numbers, double numbers, division, algebra, module, direction.

УДК 553.98(574.)

S. G. Nursultanova, J. M. Satybaldinov
(Kazakh National Research Technical University after K.I. Satpaev
Almaty, Republic of Kazakhstan,
satybaldinov.zhanbolat@gmail.comg.saida@inbox.ru)

VARIOGRAM CALCULATION OF XXI OBJECT OF PARSUMURUN REGION ON UZEN OIL FIELD

Abstract. The article presents a preliminary analysis of the porosity data for the Parsumurunsky XXI dome. Horizontal experimental and theoretical variograms based on porosity data are built. The factors that influence as the reduction in permeability in this case may make the presence of the major rock-forming components of the sandstones and siltstones, such as fragments of siliceous, mica-siliceous, clay and effusive rocks. The both vertical and lateral lithological variation significantly reduces the permeability and in consequence the formation of precipitation in the challenging environment littoral marine shallow water and high cement content occur. An analysis of reservoir properties of Uzen gas and oil field's productive horizons helps to choose effective methods for enhancing oil recovery.

Key words: reservoir modeling, variogram, spatial correlation, geostatistics, Uzen oil field, productive horizon, rock-forming components, fractions, porosity, permeability, deposits.

Reservoir characterization encompasses all techniques and methods that improve understanding of the geologic, geochemical, and petrophysical controls of fluid flow. It is a continuous process that begins with the field discovery and all the way through to the last phases of production and abandonment. Geostatistics attempts to combine appropriately data that have been measured at different scales, using a calibration method that categorizes covariables as hard data and soft data. These terms often are used informally, their difference generally being relative, tied to the degree of interpretation required to derive the data values and their scale of measurement. In the earlier example regarding core-plug measurements of porosity, the core porosity is the hard datum and the log porosity is the soft datum. Well data, too, are considered hard data, whereas seismic data are soft data. There are two good reasons for calibration: first, it forces the proponent of any piece of information to document its origin and its relevance to the modeling effort, and second, it allows the impact of that information on the final reservoir forecast to be assessed through sensitivity analysis or by using geostatistical stochastic simulation. [1]

Usually, the first step in reservoir modeling requires exploratory analyses of available data. One of the simplest methods to visualize available data is constricting a histogram, which shows distribution of samples. Then other methods could be done. In order to construct geostatistical model with petrophysical parametres methods like kriging or stochastic simulations are usually used, but before executing these methods variogram analysis is done.

The variogram characterizes the spatial continuity or roughness of a data set. Ordinary one dimensional statistics for two data sets may be nearly identical, but the spatial continuity may be quite different. Variogram analysis consists of the experimental variogram calculated from the data and the variogram model fitted to the data. The experimental variogram is calculated by averaging one half the difference squared of the z-values over all pairs of observations with the specified separation distance and direction. It is plotted as a two-dimensional graph. The variogram model is chosen from a set of mathematical functions that describe spatial relationships. The appropriate model is chosen by matching the shape of the curve of the experimental variogram to the shape of the curve of the mathematical function. To account for geometric anisotropy (variable spatial continuity in different directions), separate experimental and model variograms can be calculated for different directions in the data set. [2]

From histogram on figure 1 we can conclude that the most frequent value of porosity for this region is 20%. Generally porosity varies from 14% to 24%.

It is not surprising that the common descriptive statistics and the histograms fail to identify, let alone quantify, the textural difference between these two example data sets. Common descriptive statistics and histograms do not incorporate the spatial locations of data into their defining computations. The variogram is a quantitative descriptive statistic that can be graphically represented in a manner which characterizes the spatial continuity (i.e. roughness) of a data set. [2]

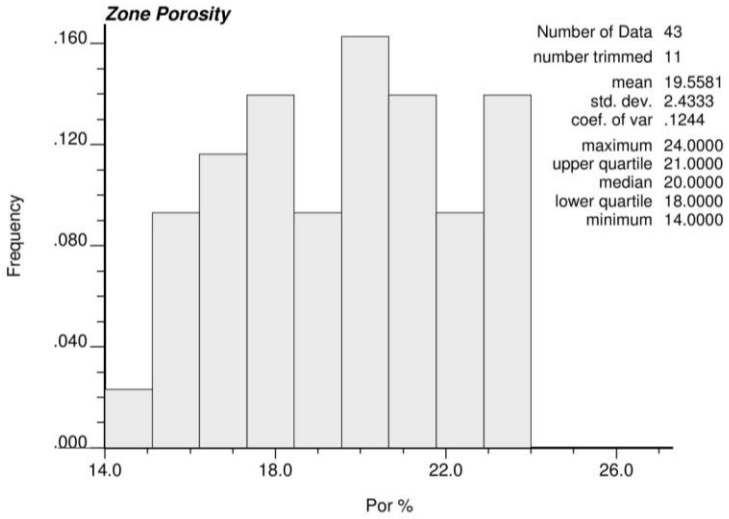


Figure 1. XXI B Parsumurun anticline object

Variogram analysis built on horizontal porosity distribution (fig. 2) shows that spatial correlation of data ends on 250 m distance. Nugget effect indicates the lack of data - 43 available values of porosity out of 54 wells. Sill value reaches its point on 1.1. Horizontal variogram was measured from West-North to East-South location (with azimuth angle of 135°).

Variogram is usually used before kriging. In order to execute kriging theoretical variogram model is necessary. The model that fits experimental result is exponential shown in blue on figure 2.

Reservoir rocks of Uzen field are characterized by sharply varying permeabilities that range from a few millidarcys to 1000 to 1200 md. Permeability strongly depends on the amount of clayey cement, but does not correlate with porosity. The latter is essentially more uniform for different sandstones; porosity can vary from 18 to 23%, but commonly, it is 21 to 22%. Porosity is intergranular; fracturing is minor or absent. Deposition of all Lower to Middle Jurassic rocks occurred in various facies zones of alluvial plains, such as in braided rivers, shallow lakes, and swamps, under generally humid climatic conditions (Aktanova, 1968). The underlying strata (XIX-XXV) contain relatively small reserves. Very few data on their reservoir properties have been published. Generally, they are rather similar to rocks of the main pays, but reportedly are even more variable in reservoir properties. [3]

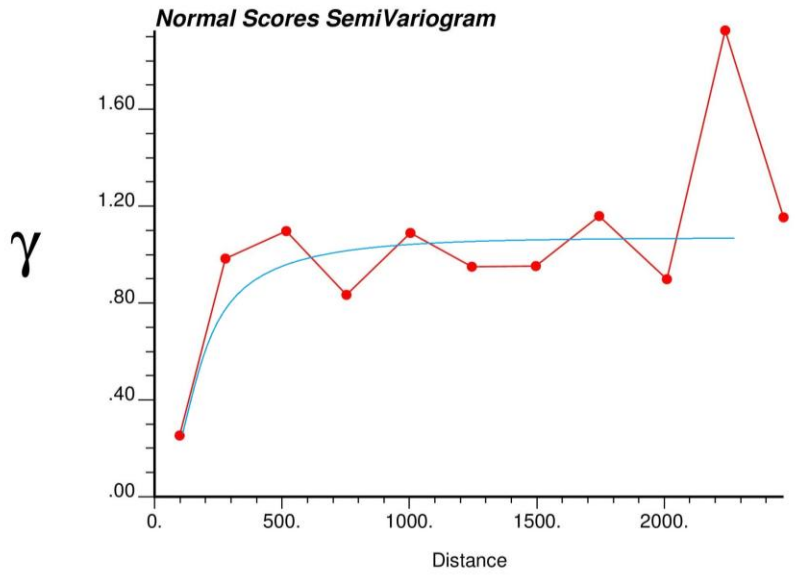


Figure 2. XXI B Uzen field's object porosity horizontal variogram (red) and model variogram built on it (blue)

Deposition of the Middle Jurassic reservoir units occurred in dominantly fluvial environments as aggradational and retrogradational parasequences capped by mudstones that accumulated in lacustrine, swamp and shallow-marine settings (Smale et al., 1997). Mapping of the distributions of medium- and coarse-

grained fluvial channel sandstones within Units XIII and XIV reveals a dominant SW trend, following the palaeoslope between the Mangyshlak Uplift source area to the NE and basin to the SW (Ivanchuk et al., 1979). The presence of thick, multi-storey channel sandstones exhibiting blocky log signatures suggests channel courses were persistent, with channel amalgamation and recurrence of channels in the same belts a common feature. The channel pattern appears to be principally braided in Units XIV-XVIII, giving way to an increase in channel sinuosity in Unit XIII (Fig. 2). This transition probably indicates a change through time from a braided to a meandering channel system, which is consistent with the increasing marine influence in response to a rising base level. [4]

Location map on figure 4 shows no trend. Porosity of the region is randomly distributed without any particular dependency. Average porosity value of 20% prevails.

From exploratory and basic geostatistics analysis (mainly variograms) we can conclude that petrophysical properties of XXI object don't seem to have some obvious distribution. We can conclude that depositional environment of lower objects of Uzen field were affected by same meandering river, which caused high heterogeneity of the geological layer. So, for further subsequent selection it is recommended to choose Gaussian simulation methods instead of kriging in order to take into account local spatial distribution of sand bodies.

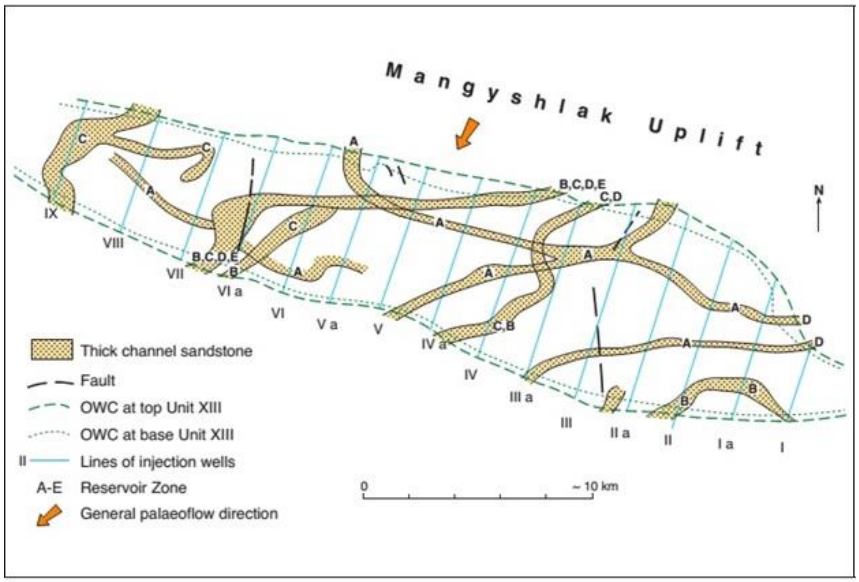


Figure 3. Mapped fluvial channel sands in Callovian Unit XIII of the Uzen Field that indicate a meandering-channel system (Ivanchuk, 1979)

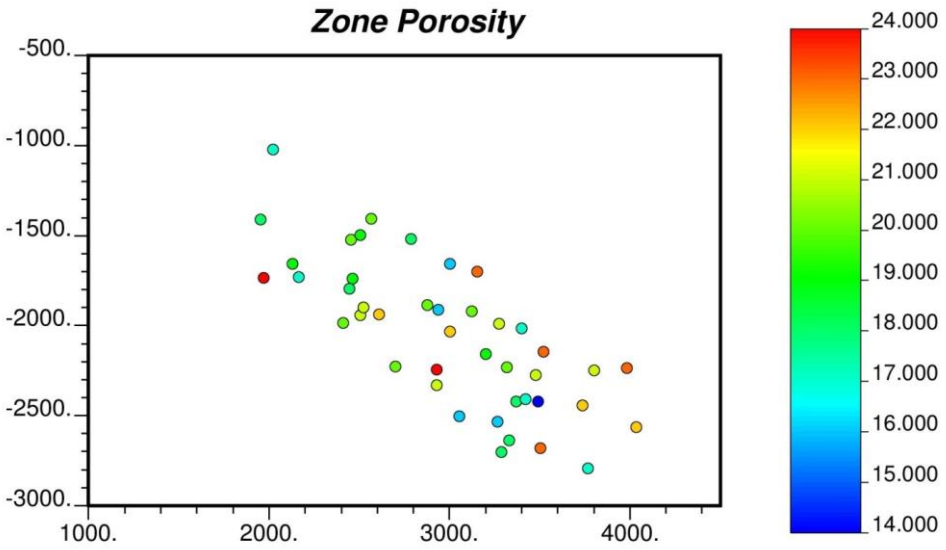


Figure 4. Location map of XXI B Parsumurun region

REFERENCES

[1] Web-resource: http://petrowiki.org/Geostatistical_reservoir_modeling

[2] Variogram Tutorial, Randal Barnes, “Golden Software, Inc”.

[3] Uzen Field-U.S.S.R. Middle Caspian Basin, South Mangyshlak Region, Gregory f. Ulmishek, U. S. Geological Survey, Denver, Colorado.

[4] Field Evaluation Report, August 2010, Uzen Field, South Mangyshlak Basin, Kazakhstan, “C&C Reservoirs: the analog company”.

Нурсултанова С. Г., Сатыбалдинов Ж. М

Өзен кен орнының Парсумурун аумағының XXI объектының вариограмасын құру

Түйіндеме: Мақалада Парсумурун күмбезіндегі XXI объектысының кеуектіліктің алдынала талдауы көрсетілген. Қолда бар мәліметтің негізінде эксперименталды және теориялық вариограммалар салынады, өткізгіштігінің азаюы әсер ететін факторлар, кремний, слюдадан, саз және жанартау тау жыныстарының сынықтары ретінде құмтас және аргиллиттер ірі рок-қалыптастыру компоненттерінің, болуы болып табылады. Литология тік және бүйір вариация айтарлықтай байланысты жағалаудағы-теңіз таяз су және жоғары цемент мазмұны күрделі жағдайда жауын қалыптастыруға өткізгіштігінің азайту. Сондай-ақ, өзен кенорнындағы өнімді қабаттардың коллекторлық қасиеті мұнай беруін арттыру үшін тиімді әдістерін таңдауға көмектеседі.

Кілтті сөздер: резервуарларды модельдеу, вариограмма, алаңдық корреляция, геостатистика, Өзен кен орны тау жынысы-коллектор, өнімді қабат, тау жынысын құрайтын минералдар, фракциялар, кеуектілік, өткізгіштілік, шөгінділер.

Нурсултанова С. Г., Сатыбалдинов Ж. М.

Построение вариограммы XXI объекта Парсумурунского купола месторождения Узень

Резюме. В статье проводится предварительный анализ данных по пористости для XXI объекта Парсумурунского купола. На основе имеющихся данных строятся экспериментальная и теоретическая вариограммы. Построены экспериментальная и теоретическая вариограммы на основе данных пористости. Факторами, которые влияют на снижение проницаемости , являются наличие основных породообразующих компонентов в песчаниках и алевролитах, таких, как фрагменты кремнистых, слюдисто-кремнистых, глинистых и эффузивных пород. Вертикальная и латеральная изменчивости литологии существенно сокращают проницаемость, а также вследствие образования осадков в сложных условиях прибрежно-морского мелководья и высокого содержания цемента. Анализ коллекторских свойств продуктивных горизонтов месторождения Узень помогает выбрать эффективные методы для увеличения нефтеотдачи.

Ключевые слова: моделирование резервуаров, вариограмма, пространственная корреляция, геостатистика, месторождение Узень порода-коллектор, продуктивный горизонт, породообразующие минералы, фракции, пористость, проницаемость, отложения.

ӘОЖ 502:552.578.2(574)

О.Б. Тлеуберлина

(Нархоз университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы, kerei_75@mail.ru)

ҚАЗАҚСТАН ТОПЫРАҒЫНЫҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ТҰРАҚТЫЛЫҚТЫ ҚАЛЫПТАСТЫРУ ЖОЛДАРЫ

Түйіндеме. Топырақ — табиғат компоненттерінің бірі. Қоршаған ортаның ластануы кейде табиғат құбы-лыстары әсерінен, негізінен адам әрекетінен пайда болады. Табиғат құбылыстары мен заңдылықтарына қайшы келетін және оның қалыпты жағдайына нұқсан келтіретін сандық, сапалық және құрамдық өзгерістердің барлы-ғы қоршаған ортаның ластануына алып келеді.Топырақтың ластануы қазірде ең өзекті мәселе.

Кілтті сөздер: топырақ, топырақтың ластануы, денсаулық, бүлінуі, шөлейттену.

Топырақ ресурстары жер бетіндегі тіршілікке қажетті ең маңызды ресурс болып табылады. Алайда оның шын мәніндегі маңызы мен рөлін өз дәрежесінде бағалай алмай келеміз. Топырақ биосфераның компоненттерінің бірі ретінде адам, жануарлар мен өсімдіктер үшін биохимиялық орта болып саналады, ол энергетикалық сыйымдылығы жоғары, топырақ биотасы мен адамдар арасындағы тікелей және жанама әсерлерді тепе – теңдікте сақтап тұра алатын өздігінен тазару процестерінің механизмдерінің аса маңызды резерві болып табылады. Адамдарға азық – түлік пен жануарларға қоректі өндіру үшін қажетті жағыдай тек топырақ арқылы ғана жасалынады.

Қазақстан Республикасындағы қоршаған ортаның жай-күйі және халық денсаулығы - бүгінгі таңда үкімет алдында тұрған маңызды міндеттердің бірі болып табылады. Себебі, қоғамның әлеуметтік-экологиялық және экологиялық дамуы дұрыс әрі тиімді шешім қабылдауға байланысты.

Экологиялық ортаның жай–күйі адам денсаулығының салауаттылығын, мекен ету ортасының тазалығын, санитарлық-эпидемиологиялық талаптардың сәйкестігін анықтайтын бірден-бір факторы.

Топырақтың ластануы — топырақта, әдетте, оған тән емес физикалық, химиялық немесе биологиялық агенттердің пайда болуы және енуі немесе аталған агенттердің концентрациясының қаралған мезгілде табиғи орташа жылдық деңгейінен асып түсуі. Топырақтың ластануының көптеген түрлері, соның ішінде радиоактивтік, микробтық және тағы басқа түрлері сараланады Топырақтың ластануы топырақ түзілу процесінің барысын өзгертеді (кейде оны тежейді), түсімді бірден азайтады, өсімдіктерде ластағыштардың (мысалы, ауыр металдардың) қорлануына себеп болады. Бұл ластағыштар адам организміне тікелей немесе жанама түрде түседі (өсімдіктекті немесе жануартекті азықтар арқылы). Топырақтың ластануы топырақтың ауру тудыратын және де басқа жағымсыз микроорганизмдерден өзін-өзі тазалауын төмендетуге әкеліп соғады. Мұның бәрі ауру қауіптілігін және микробиологиялық ластануды туғызады. Мысалы, ластанбаған топырақта дизентерия, сүзек және қылау қоздырғыштары 2—3 тәулік бойына сақталса, ластағыштармен әлсіреген топырақтың өзін-өзі тазалай алмайтын кезінде дизентерия қоздырғыштары бірнеше ай, сүзек пен қылау қоздырғыштары бір жарым жылға дейін сақталады. Топырақтың ластануы кейде әр дәуір аумаққа жайылады. Топырақтың химиялық ластануы — топырақта тірі организмдерге қауіп туғызатын химиялық заттектердің жиналуы. Топырақтың химиялық ластануының көздеріне өнеркәсіптік кәсіп орындардың шығарындылары, көлік, ауыл шаруашылығында қолданылатын шөп жойғылар мен минерал тыңайтқыштар жатады. Өнеркәсіптік кәсіп орындардың құбырлары арқылы атмосфераға шығарылатын ластағыштар жел арқылы 50 км өңірге таралады. Бірақ ластағыштардың негізгі массасы 8—10 км жердегі топыраққа түседі. Мұнай-химиялық зауыт кешендерінің төңірегіндегі аумақтар қатты ластанады. Көп жағдайда бұл жерлер ауыл шаруашылығына немесе бақ өсіруге пайдалануға жарамайды. Түсті металл кендерін алу және байыту процестерінен де топырақ көп ластанады. Ауыр металдардан топырақтың химиялық ластануының зардабы тұрақты болып келеді. Соңғы кездері мұнайға байланысты ластану жиі кездеседі. Мұнайдан топырақтың химиялық ластануының төменгі деңгейінде топыраққа микрофлора мен өсімдік дамуын реттейтін тыңайтқыш енгізу керек. Үлкен мөлшердегі және ұзақ мерзімдік ластанудан топырақта қайтымсыз өзгерістер жүреді — топырақ асфальтқа ұқсас массаға айналады. Бұл кезде едәуір ластанған қабаттарды алып тастауға тұра келеді.

Қоршаған орта нысандарындағы қауіпті және зиянды уытты заттардың құрамы туралы санитарлық-гигиеналық нормативтерді әзірлеу барысында ғалым-гигиенистер олардың экологиялық жүйелерге ықпал ету мүмкіндігін ескереді (өсімдіктер, жануарлар, су, ауа және т.б.). Мысалы, химиялық заттардың шекті мүмкін шамасы шаруашылық-тұрмыстық және коммуналдық-тұрмыстық мақсатта пайдаланылатын топырақ, су, атмосфералық ауаға ғана емес, балық шаруашылығы мақсатындағы су қоймаларына да әзірленеді. Топырақтың, сумен жабдықтау жүйелерінің ластануын болдырмас үшін және зиянды қалдықтардан қоршаған ортаны қорғау мақсатында генетикалық өзгерген микроағзаларды пайдалана отырып, осындай қалдықтарды зарарсыздандыратын экологиялық қауіпсіз биотехнологияны әзірлеп ендіреді.

Сондықтан да санитарлық-гигиена экологиялық талаптардың орындалуына елеулі ықпал етеді.

Қазақстан Республикасының өңірлері бойынша қоршаған ортаның экологиялық жай-күйі бірнеше бағыттар бойынша талданылады. Атап айтқанда: су көздері, әуе көздері; тамақ өнімдері; жер ресурстары (топырақ әлемі); өсімдіктер және жануарлар әлемі; қоршаған ортаның жай-күйінің адам денсаулығына әсері; қатты қалдықтар және т.б.

Осыған орай, Қазақстан Республикасының қоршаған ортасының гигиенасын сақтау және одан әрі жетілдіру барысында бірқатар басым бағыттарды қарастыру керек. Атап айтқанда:

- топырақтың, судың, ауаның санитарлық-эпидемиологиялық қауіпсіздігін бақылау;
- тағам өнімдерін санитарлық-гигиеналық талаптарға сай болуын қатаң бақылау;
- төтенше қаупі бар өңірлерде, аймақтарда эпидемияға қарсы іс-шараларды ұйымдастыру және жүзеге асырылуын қатаң қадағалау;
- еңбек ортасының санитарлық-гигиеналық талаптарға сай болуын тексеріп, қадағалап, бақылап отыру;

Халықтың санитарлық-гигеналық және эпидемиологиялық сауаттылығын көтеру және халық арасында ол жайындағы ақпараттарды насихаттап отыру.

Қазақстан өңірлерінің басым бөлігі санитарлық-гигиеналық қолайсыздық жағдайында өмір сүріп отыр. Қазақстан Республикасы ұлттық экономиика министрлігінің статистика комитеті ұсынып отырған материалдар бойынша ластанған атмосфералық ауада халықтың 78 %-ға жуығы, ластанған ауыз суды тұтынушылар 45%, сапалы тамақтанбау -68%, топырақтың ластануы жағдайында - 43%, физикалық факторлардың әсерінен -58% жуығы мекен етуде. Халықтың қоршаған ортамен байланысты күрделенген санитарлық-гигиеналық саулығын қамтамасыз ету және жұқпалы және жұқпайтын аурулардың алдын-алу мақсатында бірнеше басым бағыттарды әзірлеп жүзеге асыру керек. Бұл басым бағыттардың барлығы да қоршаған орта сапасының жоғарылауына мүмкіндік береді. Қоршаған ортаның санитарлық-гигиеналық және эпидемиологиялық жағдайының талапқа сәйкес келуі сол өңірді мекендейтін халықтың санитарлық-эпидемиологиялық саулығының жоғарылуына жағдай жасайды.

Қазіргі таңда, ғылым әлі күнге дейін топырақтың орнын баса алатын жасанды материал таба алған жоқ. Өсімдіктерді топыраксыз өсірудің кез келген әдісі топырақтың рөлін дәл өз мәнінде орындай алмайды . Сондықтан адамзат қоғамы алдында тұрған және әлі де маңызды болып қала беретін аса маңызды проблема топырақтың топырақ түзілу процесіндегі өздігінен қалпына келу сақтап қалуға барынша жағдай жасау.

Бүгінгі күні адам баласы 98%-ын астам азық-түлікті жер пайдалану арқылы алады. 21 ғасырдан бастап топырақ, табиғи және антропогендік факторлардың қарым-қатынасының ерекше жүйесі ретінде, қоғам және табиғат өмірінде үлкен орын алады.

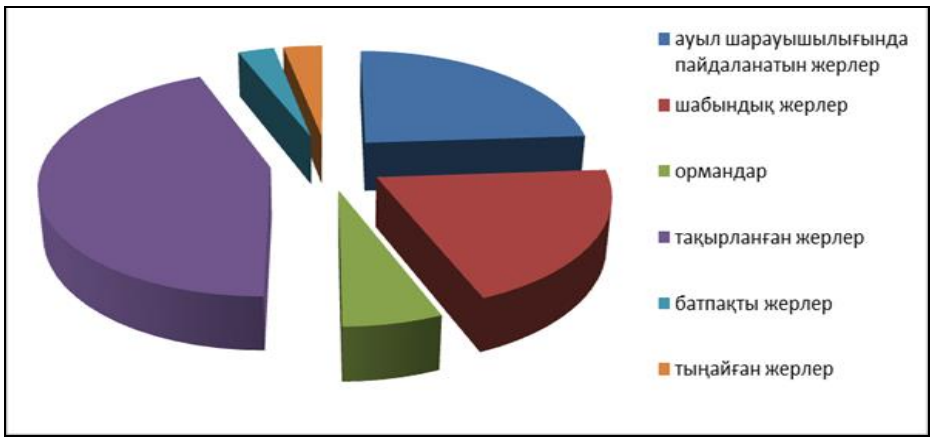
Азық-түліктік қауіпсіздікті орындаудағы басты шарт топырақ құнарлығын көтеру және ауыл шаруашылық мәдениеттер мен жануарлардың өнімділігін арттыру болып табылады. Өткен ғасырдан басталған топырақтың антропогендік деградациялануы топырақты қорғау, құнарлығын көтеру және ұдайы өндірісті жаңарту өзекті мәселе болып отыр. Топырақтың деградациялану процесі әлемдегі гумидті және аридті зоналарда кеңінен таралған .

Техногендік ластанған жерлер барлық табиғат белдеулерінде кездеседі және олар жерлерді ұзақ уақыт пайдалану барысындағы жайылымдардың дегумификациясымен, сор және сортаңдануымен, жел және су эрозиясының дамуымен, топырақтың ластануы мен техногендік бұзылуымен, шамадан тыс жайылымға қолданылғандығымен байланысты.

Жер бедерінің түзілу үрдістері – эрозия және дефляция үрдістерінің әсерінен жерлердің деградациясы жүреді. Халықтың тығыздығы да қоршаған ортаға және шөлденуге әсерін тигізеді.

Топырақ деградациясы шөлейттенуді алып келеді, бұл Қазақстандағы басты өзекті мәселе. Деградация қарқынды жүруде, соңғы жылдары 30 есеге өсті.

Қазақстанда шамамен 180 мың гектер алқап шөлейттену құбылысына ұшырап отыр. Шөлейттену процесіне душар болған алқаптардың көлемі бойынша Орталық Азия республикалары арасында Қазақстан бірінші орын иемденеді, мұнда жалпы аумақтың 66 проценті деградациялана түсуде. (1-сурет)



1-Сурет Қазақстандағы жер қорларының құрлымы, 2012 жыл.

Қазіргі таңда топырақтың бүлінуі, құнарсыздануы үлкен экологиялық мәселеге айналған. Республиканың 30 млн. га жерлерін өнеркәсіп, көлік, байланыс, елді мекендер алып жатыр. Солтүстік облыстарды тың игеру науқанына байланысты және бірегей бидай дақылын егу топырақ қарашірігінің 25-30%-ын жоғалтты.

Батыс Қазақстан аймағында мұнай-газ өнеркәсібінің қарқындап дамуы 1000 га астам жерді қамтыса, топырақтың техногенді бүлінуі 2,5 млн. га, ал тозған жайылым 3 млн. га жерді алып жатыр. Сол сияқты Азғыр мен Тайсойған сынақ полигондарының игілігіне 1,4 млн. га жер бұйырған. Оның үстіне Каспий теңізінің көтерілуі болашақта осы аймақтың шамамен 2,8 млн. га жерін су басады деп болжам жасалуда .

Әсіресе, экологиялық қиын жағдай Орталық Қазақстан жерлерін де қамтып отыр. Мұнда жердің техногенді бүлінуі, өнеркәсіптік қалдықтарымен ластану, ауыр металдардың жинақталуы, радиактивті элементтердің және ракета-ғарыштық қоқыстардың (Бетпақ дала) шоғырлануы тұрақты жағдайға айналған. Кейбір аймақтарда топырақтың тозуы, бүлінуі және шөлге айналуы Ертіс, Әмудария мен Сырдария өзендерінің су бассейнінің азаюы, Арал теңізінің тартылуымен тікелей байланысты болып отыр. Мәселен, Оңтүстік Қазақстанда Арал аймағының экологиясына байланысты 2 млн. га жер шөлейттеніп кеткен және Жаңадария өңіріндегі 3 мың га қара сексеуіл орманы біржола жойылу үстінде. Арал өңірі мен Сырдария өзенінің аңғары бойынша топырақтың химиялық улы заттармен және радионуклидпен ластануы жылдам жүруде .

Балқаш-Алакөл және Шу-Мойынқұм аймақтарындағы өзгерістер, Іле өзеніне Қапшағай су қоймасының салынып, судың жасанды реттелуі табиғатқа көп зардаптар әкелді. Су деңгейінің 1,5-2,0 метрге төмендеуі Іле атырабы бойынша топырақтың құрғап, бүлініп, сорланып, тозып кетуіне жол берді. Әсіресе, Іле-Балқаш бассейіні жер жаннаты аталған Жетісу өңіріне экологиялық апатты да ала келді. Іле бойындағы ит тұмсығы өтпейтін тоғай, тораңғы орманы, Шарын өзенінің қайталанбас сұлу табиғаты мен каньондары тозып, жағалаудағы шұрайлы жайылымдар құлазыған сары далаға, шөлге айналып бара жатыр. Ендігі жерде Іле суының 10-15 процентін Қытай халық республикасының алуы бұл өңірдің табиғатын тұл етері анық .

Қазақстандағы егістікке пайдаланатын жерлердің де экологиялық жағдайы нашар. Ол республика бойынша 26610,7 мың га жерді алып жатыр. Соңғы жылдары байқалып отырған әлемдік климаттың өзгеруі Қазақстанның шөл, шөлейтті белдемдеріне әсерін тигізіп, ондағы егіс алқаптарының сапасын төмендетіп жіберді. Бұл жерлерде топырақтың құнарсыздануы, бүлінуі және шөлге айналуы прогрессивті түрде жүруде. Оның үстіне топырақты қорғаудың агротехникалық шаралары, қар тоқтату, органикалық және минералды тыңайтқыштар беру, гербицидтер мен пестицидтерді қолданбаудан арам шөптердің қаулап өсуі, шегіртке тәрізді зиянкестердің шексіз көбеюіне жолберіліп, жердің сапасын төмендетті. Мәселен, 2006 жылы егістіктерге 1 млн. т минералдық және 33,2 млн. т органикалық тыңайтқыш берілсе, бұл көрсеткіштер 2010-2012 жылдары 16 мың тоннаға қысқарған. Топырақтану институтының мәліметі бойынша Қазақстанның құнарлы топырағы өзінің қарашірігінің 19-22 % жоғалтқан. Мұның өзі болашақта жер ресурстарының сапасы жақсармайтынын аңғартады.

Топырақтың ауыр металдармен және радионуклидтермен ластануы барлық аймақтарды қамтып отыр. БҰҰ мәліметтеріне жүгінсек, Қазақстанда шөлейттену құбылысына түрткі болатын барлық себептер бар : жердің техногендік бүлінуі, өсімдік дүниесінің деградациялануы, тұздану, дегумификация, топырақтың су және желден эрозияға ұшырауы, топырақтың, жер қыртысы мен жер беті суларының химиялық ластануы, гидрологиялық тәртіптің бұзылуы себептер болып табылады . Сонымен қатар шөлейттену процесінің экономикалық-әлеуметтік салдары да бар.

Экожүйелердің өздігінен қалпына келу мүмкіндігін ескере отырып, экологиялық аудандастыру және табиғат ресурстарын ұтымды пайдалану шараларына тақырлануға қарсы күрестің келесі басты бағыттары белгіленді:

- құнарлы жерлерде астық шаруашылығын қарқынды жүргізу; өнімділігі төмен егістіктерде мол азықтық жерлерге ауыстыру; жер өңдеуді топырақты қорғау жүйелерін қолдану;
- жайылымдарды есепке алу, суландыру және жақсарту; қоршалған жайлымдар жүйесін құрып пайдалану;
- орман қорының жерлерінде ағаш өсіру; шөлдегі, таудағы, тоғайлардағы ормандар мониторингін ұйымдастыру, бүлінген жерлерді орман отырғызып, суландырып қалпына келтіру;
- суғарудың су үнемдеуші технологияларын қолдану, су көп қажет ететін өсімдіктердің орнына құрғақшылыққа төзімді дақылдар өсіру.

Қазақстан жерлерінің тақырлануы ұлттық қана емес халықаралық мәселе. Ол жөнінде Орталық Азия елдерінің басшылары бірнеше келісімдер мен мәлімдемелерге қол қойды. Ыстық көл және Нүкіс Мәлімдемелері Арал, Каспий бассейндерінің мәселелерін шешуге және тұрақты дамуының жоспарын жасауға арналған. Бес мемлекеттің басшылары қол қойған Алматы Мәлімдемесі экологиялық қауіпсіздіктің кешенді жоспарын жасау. Онда Алматы қаласында аймақтық экологиялық орталық құру туралы шешімі қабылданған.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Г.В.Мотузова, О.С.Безуглова «Топырақтың экологиялық мониторингі», Алматы, 2013ж.

[2] Асанбаев И.К. Фаизов.К.Ш., Появоведение с основами экологии и географии почв. Учебное пособие., Алматы «Қазақ Университеті» 2007ж

Тлеуберлина О.Б.

Современное состояние почв Казахстана и пути формирования экологической устойчивости

Резюме. Почва – особое природное образование, обладающие рядом свойств, присущих живой и неживой природе. Загрязнение природной среды – сложный процесс, связанный с деятельностью человека. Загрязнение почвы является обычным делом в наши дни, и это происходит из-за наличия искусственных элементов. Поэтому на сегодняшний день улучшение качества почвы является актуальной темой.

Tleuberlina O.

Current state of soils in Kazakhstan and ways formation of environmental sustainability.

Summary. Soil - a special natural formation, have a number of properties inherent in animate and inanimate nature. Contamination of the environment - a complex process associated with the human activity. Soil contamination is commonplace nowadays, and this is due to the presence of artificial elements. Therefore, to date, soil quality improvement is a hot topic.

Key words: soil, soil pollution, health, desertization.

ӘӨЖ 502.4

Г.С. Сатбаева
(Нархоз университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы
satbaeva80@mail.ru)

ЕРЕКШЕ ҚОРҒАЛАТЫН ТАБИҒИ АУМАҚТАРДЫҢ ТАБИҒАТТЫ ҚОРҒАУДАҒЫ РӨЛІ

Түйіндеме: Антропогендік қысымның артуына байланысты, табиғи ортада теріс өзгерістер орын алуда. Табиғат кешендерін сақтаудың тиімді құралы ерекше қорғалатын табиғи аумақтарды құру болып табылады. Осыған байланысты мақалада ерекше қорғалатын табиғи аумақтардың табиғатты қорғаудағы рөлі, сонымен қатар ЕҚТА ресурстарын экологиялық бағалау әдістері қарастырылады.

Кілтті сөздер: ерекше қорғалатын табиғи аумақ, экология, экономика, жасыл экономика, қорық, ресурс.

Тұрақты даму принциптерінен «жасыл экономиканың» элементтерін қоғам дамуының әрбір саласына ендіру табиғи ресурстарды сақтау, ұдайы өндіру және ұтымды пайдалануды қамтамасыз етеді. Әрине, ғылыми-техникалық үдеріс жоғарғы қарқынмен дамып, ақпараттық технология дәуірінде биогеоценоздарды басқару және пайдалану оның заңдылығын тереңнен зерттеуге мүмкіндік беретін ғылыми әдісті талап етеді. Ерекше қорғалатын табиғи аумақ (ары қарай - ЕҚТА) секілді күрделі табиғи нысандарда жұмыс жүргізудің жаңа тәртібін қалыптастыруда тек оның ішкі құрылымы ғана емес, ЕҚТА өнімдерін пайдаланушы сыртқы нысандар да ғылыми әдісті талап етеді.

ЕҚТА өнімдерін пайдаланатын кәсіпорындардың өндірістік іс-әрекеттерінің нәтижесін талдау үшін, табиғи және еңбек шығындарының көрсеткіштері қолданылады, ал құндық көрсеткіштері – шектеулі. Құндық бағалау көрсеткіштерін пайдалану шаруашылық мәні бар тұтыну құнының қалыптасуын тереңнен зерттеу жолымен көпмақсатты шаруашылық механизмін жетілдіруге және ұдайы өндіріс қызметін кеңейтуге мүмкіндік береді. Сондықтан, ЕҚТА өнімдерін пайдаланатын салалардың табиғи және экономикалық жағдайларын сипаттайтын көпжақты көрсеткіштерінің ішінде материалды және еңбек ресурстарымен қамтамасыз ету, оның табиғи-өндірістік базасы т.с.с. қызметтерін жан-жақты салыстырып, талдауға мүмкіндік беретін ең тиімді нұсқаларын таңдап алу шарт. Таңдап алынған көрсеткіштер индексті әдіс көмегімен салыстырмалы түрге келтірілетіндіктен, қатысты шамаларды анықтауға, яғни өндіріс нәтижелілігінің интегралды индексті көрсеткішін алуға мүмкіндік береді [1]:

$$I_i = \sqrt{I_1, I_2 ... I_n}\ , \qquad (1)$$

мұндағы I_i – өндіріс іс-әрекетінің интегралды индексті көрсеткіші;

I_1 I_2 …. $I_{п,}$ – аймақ бойынша орташа шамаға сәйкес келетін әртүрлі көлемдегі нақты көрсеткіштерді есептеу жолымен алынатын жеке қатысты көрсеткіштер.

Статистикалық көрсеткіштер негізінде индекстердің басым көпшілігі орташа геометриялық өлшем түрінде болады. Орташа геометриялық формула негізінде құрылған индекс *(ср. геом=√a_1, a_2.....a_n)* экономикалық зерттеулерде кеңінен қолданылады. Индексті әдісті қолдану экономикалық мәселелерден басталады.

ЕҚТА салаларының нәтижесі бірыңғай табиғи өлшемге түспейтін әртекті және алуан өнімдердің үлкен санын құру болып табылады. Бірақ бұл кәсіпорынның шаруашылық қызметінің нәтижесін аумақ бойынша салыстыруда қиындық туғызады.

Қысқаша айтқанда, қорғалатын аумақ салаларының әртекті өнімдерін келтіру әдістерінің ерекше мәні бар. Е.Я.Судачков жасаған "шартты көлем коэффициентін" тек ТМД мемлекеттері ғана емес, шетелдерде де кеңінен қолданады және ол негізгі өндірістің әртекті өнімдерін – бірыңғай көрсеткіште және өндірілген өнімнің әртүрлі көлемі мен сапасын, өнімділігін салыстыруға мүкіндік береді (мысалы, ЕҚТА-ғы орман ресурстары тұтыну құнының шамасын көрсетеді) [2].

Екінші бір әдіс жұмыстың негізгі түріне "шартты бағаны" қолдану. Бұл баға ЕҚТА-дың орман шаруашылығында кеңінен қолданысқа ие және кәсіпорындардың нәтижесін салыстырмалы талдау үшін қажет. "Жұмыс көлемі шартты бағаға" көрсеткіштері бойынша күрделі шаруашылық жағдайлар, өндірістің жасырын қорлары, өндірістің даму қарқыны т.б. талданады. Дегенмен бұл көрсеткішті ЕҚТА-да қолдану оның сала ретіндегі нәтижелерін анықтауда жеткіліксіз.

Айта кету керек, зерттеудің нақты міндеттеріне сай экологиялық-экономикалық құбылыстардың алуандылығы нақты математикалық формула негізінде индексті әдістің икемділігін көрсетеді. Бұл формула "орташа геометриялық өлшем" деп аталады. Зерттеудің міндеті әртекті болуы мүмкін. Біртекті өнім өндіретін салаларда бұл өнімнің артуы мен өсу қарқыны, еңбек өнімділігі т.с.с. түрде болады. ЕҚТА үшін бұл әдіс өндірістегі уақыт факторы мен табиғи факторлардың үлесі және өндірілген өнімнің алуандылығы мен әртектілігімен ерекшеленетін өндірістің нәтижесін математикалық тұрғыдан бейнелейді.

Кез-келген саланың соңғы нәтижесін бейнелейтін және оның экономикалық тиімділігін көрсететін көрсеткіштер мен критерийлер жүйесін жетілдіру мәселелері осы күнге дейін отандық және шетелдік ғалымдардың арасында пікірталас туғызуда. Бірақ мұндай критерий нарықтық қатынастарға өту жағдайында соңғы өнімнің сапасы мен тиімділігін арттыру, ұлттық табыстың материалдызаттық құрылымын бейнелеу және оның қоғам қажеттіліктеріне сәйкес бөлінуі үшін қажет.

Тиімділіктің ғылыми негізделген теориялық тұжырымдамасын жасау табиғи ресурстарды пайдаланушы салаларда, оның ішінде ЕҚТА саласында үлкен мәнге ие. Бұл бір жағынан, ЕҚТА-дағы экологиялық жағдайлардың нашарлауымен (орман ағаштарын кесу, ағаш сапасының төмендеуі, биоалуандылықтың жойылуы, қасқөйлік іс-әрекеттер), екінші жағынан, орташа тұрақты және әлеуметтік мәні бар ЕҚТА қызметтерінде қоғам қажеттілігінің артуымен тікелей байланысты[3].

ЕҚТА-дың таулы ормандарында кешенді шаруашылықтарды жүргізу оның алуандылығы мен бағалылығын және ауыстырылмайтын пайдалылығын ескере отырып, тұрақты әрі өмірлік пайдалануға бағытталады. Осы саланы дамытуға салынған шығындардан әлеуметтік-экономикалық тиім әртүрлі түрлердің тұтыну құнын көрсетеді, ал оның барлығы әлеуметтік болып табылады. Мұнда бірқатар қызметтері тікелей – экономикалық арқылы – әлеуметтік тиім (шикізат –ағаш, өміршеңдігі-орташа тұрақтандырғыш) түрінде болады, бірақ тікелей әлеуметтік тиім беретін қасиеті де бар (ауа айналымын жақсартатын, санитарлы-гигиеналық, рекреациялық, эстетикалық)[4].

ЕҚТА-дың негізгі қызметтерін интегралды бағалау негізінде 1 га орманның интегралды әлеуметтік-экономикалық тиімін алу үшін, жұмсалған шығындардан экологиялық тиімділікті анықтауға болады, яғни $Э_{сэ}$=Д/С+ЕК формуланың орнына жиынтық өнімнің интегралды таза табыс шамасын және пайдалылығын қойып, одан осы табысты алуға жұмсалған толық шығындарды алып тастай отырып, 1 га орманды пайдаланғандағы әлеуметтік-экономикалық тиімділікті анықтауға болады.

Табиғи кешендерді қалпына келтірумен байланысты қорықты ұйымдастырудың экономикалық бағасы шешім қабылдаудың ажырамас бөлігі болып табылады. Қорықты экономикалық бағалау жоспарлау, ұйымдастыру, басқару, жетілдіру жолдарымен жүзеге асырылады. Қорықтардың мақсаттық қызметтерін жүзеге асыру ресурс әлуетін тереңірек зерттеуге негізделеді. Егер де, ЕҚТА бір түрі ретінде қорықты экономикалық бағалау қажеттілігі туындаған жағдайда, оның барлық қызметтері ескерілетініне назар аудару қажет. Себебі қорықтың барлық қызметтерін ескеру (кейбір көрсеткіштерді анықтау мүмкін емес, себебі ЕҚТА барлық ресурстар экономикалық тұрғыдан бағалауға жатпайды, яғни олардың экономикалық құндылығын есептеу мүмкіндігі аз) қорық аумағындағы өзгерістерді талдауға мүмкіндік береді. ЕҚТА бағалау көрсеткіштерін келесідей топтаймыз:

А) Қорықтың экономикалық бағасы тұқым қорын сақтау шығынын көрсетеді. Ол бағаланатын қорық пен қорықтағы бір шартты түрді сақтау шығындарын салыстыру жолымен анықталады. О.Ф.Балацкий бір шартты түрді сақтауға кететін шығындарды жалпы былай бейнелейді [3]

$$З = \frac{C}{N}, \qquad (2)$$

мұндағы С – сирек және жоғалу қаупіндегі түрлерді сақтау шығындары;

N – сирек және жоғалу қаупіндегі түр саны. Мысал ретінде, Ақсу-Жабағылы қорығында сирек түр саны 14 деп, ал оларды сақтауға кететін орташа шығын көлемі 500 мың тг., деп орташа есеппен алсақ, онда бір түрді сақтау шығыны 35,7 мың тг болады.

Қорық аумағында мекен ететін сирек және жоғалу қаупіндегі түрлерді сақтау барысында қорықтардағы шығындар (C_1, C_2,…C_n,) қажетті барлық шығындардан алдын-ала бөлек есептелінеді. Оны қорықтағы (N_1, N_2 … N_n) сирек және жоғалу қаупіндегі түр санына сәйкес бөле отырып, қорық зонасындағы бір шартты түрді сақтауға (C_1/N_1, C_2/N_2…Cn/N_n) қажетті шығын шамасын анықтаймыз. Олардың арасындағы айырмашылық рентаны, қосымша табысты береді, яғни халықшаруашылық шегімен салыстырғанда тұқым қорын сақтау ресурстары нақты табиғи учаскелерді пайдалану мүмкіндігін көрсетеді. Осы рентаның дисконт коэффициентімен есептегендегі қосындысы нақты ресурстың экономикалық бағасын көрсетеді.

“Шартты түр” көрсеткіші келесідей түсіндіріледі. Түрді сақтауға шығындарды жұмсай отырып, біз мұнда келесі мақсатқа жетуіміз керек – табиғи жағдайда түрді ұдайы өсіру мен қолайлы мекені үшін, оның жоғалуына жол бермеу арқылы популяция санын қауіпсіз жағдайға жеткізу. Барлық биотүрлерді ескере отырып, қоғам жоғалу қаупіндегі түрлер мен оның популяциясын сақтауға қажетті шығындарды алдын-ала есептейді және мұнда қандай жағдайда, қандай түрді сақтау керектігін нақты білу үшін “түрді сақтау бағасы” С/N қолданылады. Бұл баға (C_1/N_1, C_2/N_2…C_n/N_n) қоғам нақты уақыт аралығында қандай түрді сақтауға қанша шығын жұмсайды немесе жұмсау керек C_z/N_z екендігін көрсетеді. Бірақ қорықтың табиғи кешені барлық тірі ағзалар қауымдастығын сақтаса, ал қорықтың ұтымды торабы – жоғалу қаупі төніп тұрған түрлерді қорғауға бағытталуы керек. Сондықтан да, C_z/N_z-C_k/N_k арасындағы айырмашылық қорықтың қорғалатын аумағындағы n_k түр санына көбейтіліп, бағаланатын бөліктегі тұқым қорын сақтау ресурсы ретінде қорықтың табиғат кешенінің экономикалық бағасын білдіреді.

Қарастырылған қызметті толық жүзеге асыру тек қорықтарға ғана тән, ал ұлттық парктер мен заказник да ол сирек қолданылады. Сондықтан ЕҚТА-ды жұмыс істеуін ресурстық бағамен талдау барысында нақты алынған нәтиже пайдаланылады: яғни қызметтерді жүзеге асырудағы нақты (немесе жоспарланған) баға жылда есептелінеді. Ол бағаланатын ЕҚТА-дың жұмыс істеуін қамтамасыз ететін түрді сақтауға жылдық шығындарды үнемдеуді көрсетеді.

Ә) ЕҚТА-дың жүйелер мен үрдістерді өмірлік қолдау қызметін экономикалық бағалау үшін, табиғи ортасы нашар аудандардың шаруашылық дамуы экономикалық тұрғыдан қарастырылады. Табиғи ортаның нашарлауын шектейтін экономикалық нәтиже бұл табиғи ресурстарды пайдалану барысында құрылатын дифференциалды табыс пен рентаның төмендеуін шектеу болып табылады. Рента бойынша табиғи ресурс бағаланады және оның өзгерісі экономикалық баға мәндерінің өскендігін немесе кемігендігін көрсетеді. Дисконттық шама бойынша дифференциалды табыстың төмендеуін алдын-алу қорықтың маңызды қызметін (жүйелер мен үрдістерді өмірлік қолдау қызметі) жүзеге асырудағы экономикалық нәтижені құрайды. Қорық кешеніне әсер ететін ауданның табиғи ортасының нашарлауын алдын-алуда қарастырылып отырған қызмет негіз болады. Экономикалық тұрғыдан оның мазмұны жылдық болдырмайтын экономикалық зиянды көрсетеді. Сондықтан болдырмайтын зиян шамасын ұзақ мерзіммен ресурсты пайдалану кезеңіне қосу керек. Яғни, дисконт есебімен қоса отырып, біз осы қызметтің ресурстық бағасы алынады. Осы жағдайда, мынаны ескеру керек: есепке қосылатын болдырмайтын зиян іргелес аумақтағы ресурстарды жоғарғы шаруашылық пайдалану жағдайында анықталу керек – тек осы кезде ғана үрдістер мен жүйелерді өмірлік қолдау қызметін ресурстық бағалау мүмкіндігі туады.

Б) Қорықтың ғылыми-зерттеу және ақпараттық қызметтерін экономикалық бағалау халық шаруашылығындағы ақпараттық мәліметтерді қолдану мен қолданбалы зерттеулерді жүргізудегі тиім бойынша жүзеге асырылады. Қорықтағы ғылыми-зерттеу мен бақылауға кеткен шығындар экономикалық тұрғыдан, оның нәтижелерін өндірістік тәжірибелерде қолдану барысында жинақталып отырады. Ғылыми-зерттеу жұмыстарын (ҒЖЗ) жүргізуге кеткен шығындар шаруашылық шешімдерді жүзе-

ге асырудағы жиынтық шығынның құрамына кіреді, сондықтан да экономикалық тиімдегі ғылымға қатысты үлес анық болады. Зерттеу жүргізуге қажетті табиғат кешені, ғылыми кадрлар, ғылыми жабдық қоры қорықтың ғылыми әлуетінің ресурстық бағасын анықтайды.

Ғылыми-зерттеу қызметтерінің экономикалық бағалау көрсеткіштерін анықтауда жүргізілген және жоспарланған ғылыми жұмыстарының нәтижесінің тиімі қажет. Жалпы ғылыми-зерттеу жұмыстарын экономикалық бағалау келесі формуламен жүргізіледі[5]:

$$O_н = \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} Э_i + \sum_{j=1}^{m} Э_j\right)}{E}, \qquad (3)$$

мұндағы $Э_i$– тірі табиғатты пайдаланумен байланысты халықшаруашылық салаларына зерттеудің *i* түріндегі зерттеуді енгізудегі жылдық үлестік тиім;

$Э_j$ – тірі табиғатпен байланысты емес, салаларда *j* түріндегі зерттеуді енгізуден алынған жылдық үлестік экономикалық тиім.

Қазіргі таңда, ЕҚТА-дың экономикалық жақтарымен қатар, әлеуметтік қызметтері де зерттелу үстінде, ұлттық парктердегі тұрғындардың демалысын жан-жақты ұйымдастыру мен туризм мүмкіндігін кеңейту шаралары жүзеге асырылуда. Ірі резерваттар мен ұлттық парктердегі демалыс адам өмірінің әдеттегі әлеуметтік-психологиялық ортасын сақтауға, еңбек өнімділігін арттыруға мүмкіндік беретіндігі тәжірибе жүзінде анықталып отыр. Мысалы, Жапонияның ірі машина жасау кәсіпорыны еңбек өнімділігін көтеру және еңбекке деген құлшынысты арттыру мақсатында, жұмысшыларды жұмыс басталардан бір сағат бұрын қала маңындағы паркке демалуға жібереді. Осындай тәжірибелер қоғамның әр саласына ендіру – адам баласының жүйке-психологиялық көңіл-күйінің нығаюына мүмкіндік береді.

Ерекше қорғалатын табиғи аумақтарды экономикалық бағалау сол аумақтың әлеуметтік-экономикалық және экологиялық маңызын көрсетеді. Ал экологиялық-экономикалық шығындарсыз жүргізу барысында алынатын нәтижелер қорық аумағының кез-келген қызметінің тиімділігін бағалауға мүмкіндік береді. Осы жағдайда, қорықты құруға және ғылыми-зерттеу жұмыстарына кететін тұрақты шығындармен байланысты қорықтың табиғи қорының құны жыл сайын артып отырады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Минц А.А. Экономическая оценка естественных ресурсов. – М.: Мысль, 1972.

[2] Соболев Н.А. Предложения к концепции охраны и использования природных территорий // Охрана дикой природы. – 1999. – № 3. – С. 20-24.

[3] ЗБалацкий О.Ф., Панасовский Ю.В., Чупис А.В. Экономика и организация охраняемых природных территорий. – М.: Агропромиздат, 1989. – С. 192.

[4] Мұқаұлы М., Сатбаева Г.С. Алтеева Н.К. Табиғатты пайдалану экономикасы:оқу құралы. Алматы:Экономика,-2015ж.-296б

[5] Тонкопий М.С., Сатбаева Г.С., Ишкулова Н.П., Анисимова Н.М. Экология және тұрақты даму: оқулық. Алматы:Экономика,-2014.-308б

Сатбаева Г.С.

Природоохранная роль особо охраняемых природных территорий

Резюме. Возрастающее антропогенное давление приводит к негативным изменениям природной среды. Одним из эффективных инструментов сохранения природных комплексов является создание особо охраняемых природных территорий (ООПТ). В связи с этим, в статье рассматривается природоохранная роль особо охраняемых природных территорий, а также методы экологической оценки ресурсов.

Ключевые слова: особо охраняемые природные территории, эколого-экономическая оценка, ценность, заповедник, ресурс.

Satpayeva G.

Environmental role of protected areas.

Summary. The increasing human pressure leads to negative changes in the environment. One of the most effective instruments for the conservation of natural systems is the creation of protected areas (PAS). In this regard, the article examines the role of nature protection of protected areas, as well as methods for environmental assessment of protected area resources.

Key words: protected areas, ecologo-economic evaluation, value, resourse

УДК 502.521

А.Е. Оразбаев, А.Т. Үмбетбеков, А.К. Таныбаева,
Г.А. Муқанова, Н.В. Воронова, Г.Б. Танабекова
(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы, orazbaevadilkhan75@gmail.com)

ТЕҢІЗ КЕН ОРНЫНЫҢ АТМОСФЕРАЛЫҚ АУАНЫҢ ӨЗІН-ӨЗІ ТАЗАРТА АЛУ ҚАБІЛЕТІН АНЫҚТАУ

Аңдатпа. Зерттелу жұмысында Теңіз кен орны территориясы, ТШО вахталық селосы және мұнай өндіру ауданына жақын орналасқан Жаңа Қаратон елді мекенінің атмосфералық ауасының өзін-өзі тазарта алу қабіле-тіне әсер ететін табиғи факторлар қарастырылды.

Кілтті сөздер: Шекті рауалы концентрациясы, ластану индексі, гигиеналық нормативтер, анықтаушы коэффициенттер.

Қазіргі таңда қоршаған ортаның басты ластаушы көздері - мұнай және мұнай өнімдері болып табылады. Қазақстан үшін басты мәселелердің бірі болып саналатын табиғи экожүйелерді ластаушы аймақтардың біріне Каспий теңізі жағалауында орналасқан әлемдегі ең терең мұнай кен орыны, Теңіз мұнай кеніші жатады. Мұнай және мұнай өнімдерімен ластану флора мен фаунаның, биоценоз құрамының өзгеруіне ең бірінші себептердің бірі. Мұнайдың улылық дәрежесі олардың химиялық құрамының мөлшерімен, әсіресе ұшқыш ароматты көмірсутектердің (толуол, ксилол, бензол) құрамымен анықталады. Белгілі бір аймақтағы экожүйенің ластануын кешенді зерттеу - біздің жағдайымызда Теңіз өңірі атмосфералық ауасының интенсивті антропогендік ластануға душар болған өндірістік аймақтағы ауаның ластану дәрежесін уақыт және кеңістік бойынша бақылауды, ластануға байланысты қосымша мәліметтерді жинауды қарастыратын, қоршаған ортаның ластануын жан - жақты талдау болып табылады.

Жұмыстың мақсаты - мұнай өңдеу саласының салдарынан интенсивті антропогендік әсерге душар болған Теңіз өңірінің атмосфералық ауасының өзін-өзі тазарту қабілетін анықтау;

Кез келген географиялық ауданның атмосфералық-гигиеналық жағдайы ауаға тасталған ластағыш заттардың мөлшерімен ғана анықталмайды, сонымен қатар атмосфералық ауаның өзін-өзі тазарта алу қабілеті ескерілуі тиіс [1].

Атмосфералық ауаның өзін-өзі тазарту қабілетін анықтаудың бірнеше түрлері бар. Бұлардың барлығы зерттеліп отырған ауданның атмосферасының өзін-өзі тазартуына ықпал жасайтын факторлар (жауын-шашындар, күшті жел, найзағайлар) және атмосфералық ауаның ластануын күшейтетін факторларға (желсіздіктер, әлсіз желдер, инверсиялар,тұмандар) сүйене отырып анықталады. Мөлшерінің аз болуына байланысты жауын-шашындар және найзағайлар атмосфераның өзін-өзі тазарту факторы ретінде өтпелі мезгілдерді санамағанда зерттеліп отырған ауданға байқаларлықтай әсер етпейді.

Желдер ластағыш заттардың атмосферада таралуына және себілуіне айтарлықтай әсер етеді. Ластағыш заттардың жинақталуы желдің әлсіреп желсіз күндерге ауысуында байқалады. Дегенмен, осы уақытта атмосфера қабаттарында жанған шығарындылардың себілуі күшейеді. Егер осы уақытта инверсия байқалса, онда шығарындылардың көтерілуіне кедергі келтіретін «төбе» қалыптасып, жердегі ластағыштардың концентрациясының тез жоғарылауына алып келеді. Сонымен қатар атмосфералық ауаның ластану деңгейіне тұмандардың да әсері бар. Тұман тамшылары атмосфераның жақын қабаттарымен қоса жоғары қабаттағы күшті ластағыштарды да жұтып алады. Бұл өз кезегінде тұман қабаттарындағы химиялық қоспалардың жоғарылауына және тұманның үстіндегі химиялық қоспалардың азаюына алып келеді [2].

Атмосфералық ауаның өзін-өзі тазарту қабілетін климаттық ерекшеліктеріне қарай отырып, АЛП (ПЗА)-атмосфераның ластану потенциалы қолданылады. Қазақстан Республикасының гидрометеорологиялық институтының Қазақстан Республикасының территориялық аудандастыруы бойынша зерттеуінде Теңіз кен орыны 3-ші потенциалды ауа ластану зонасына жатады [3]. Төмендегі 1-ші кестеде климаттық ерекшеліктер, метеорологиялық жағдайлар және ластағыштардың атмосферада таралуын анықтаушы коэффициенттер берілген.

1-Кесте Климаттық ерекшеліктері, метеорологиялық жағдайлары және ластағыштардың атмосферада таралуын анықтаушы коэффициенттер [4].

Коэффициенттер атауы	**Көрсеткіштері**
Атмосфераның стратификациясына байланысты коэффициент, А	200
Ауданның рельеф коэффициенті	1,00
Жаз мезгілінің ең ыстық айының орташа температура көрсеткіші , °С	34,1
Қыс мезгілінің ең суық айының орташа температура көрсеткіші, °С	-9,6
Орташа жылдық жел бағыты, %	
С	5,1
СШ	5,6
Ш	6,6
ОШ	6,5
О	5,7
ОБ	6,2
Б	5,7
СБ	5,4
Орташа жылдық жел соғу жылдамдығы, м/с	5,7
Жел соғу жылдамдығы (ұзақ уақыт байқаулар бойынша орташа), ауытқудың қайталануы 5 %, м/с	13,0

Ауаның температурасы

Жаз мезгілі ыстық, күннің түсуі ұзақ мезгілді және созылмалы болады. Жылы мезгіл орташа есеппен 6 айға созылады: сәуір айының ортасынан қазан айының ортасына дейін.

Теңіз кен орны орналасқан Жылыой ауданының ең ыстық айы- шілде, орташа температура + 34,1 ^{0}С. Күндізгі орташа максимум температура + 35,2 ^{0}С-ға тең. Температураның абсолюттік шамасы -+ 45 – 47 ^{0}С. Түнгі уақытта, күн сәулелері жерге түспей тұрған уақытта, температураның төмендеуі басталады (+ 14 – 18 ^{0}С).

Жауын –шашын көбіне қысқа уақытты найзағайлы нөсерлер түрінде түседі. Қыс мезгілі созылмалы емес, желтоқсан айынан наурыз айына дейін 3 ай көлемінде, тұрақсыз аязды күндерден, күн шуақты күндер және күшті желдерден тұрады.

Жылыой ауданының ең салқын айы- қаңтар, қаңтар айының орташа температурасы -9,6 ^{0}С. . Аномалды суық қыс мезгілінде аяз -36, кейде -40°С, аномалды жылыну кезінде +5 тен +15°С дейін болуы ықтимал.

Көктем мезгілі қысқа және жылыну наурыз айынан сәуір айына дейін байқалады, тұрақты тәуліктік температура наурыз айының соңында 0 ^{0}С деңгейінде тұрақталады.

Күз мезгілі де қысқа, тұрақты температура 0 ^{0}С қараша айының соңына дейін созылады. Күзгі жаңбырлы күндер ашық, жылы күндермен ауысып, күшті желдердің қайталануы байқалады.

Көктем және күз мезгілдері температураның тез ауысымен ерекшеленеді. Көктемде салқын күндердің қайталануы, ал күзде ерте күннің суытуы басымдылық көрсетеді. Ауа райының қолайлы уақыты күз мезгілі болып саналады. Осы уақытта температура және жел жылдамдығы қолайлы аралықта (27 ^{0}С-ден аз және 5 м/с жел жылдамдығы) болады [5].

Атмосфералық ауаның ылғалдылығы

Көп жылдық зерттеулер ылғалдылықтың (мм-мен есептелінгенн) теңізден шығысқа қарай жылжуы басқа бағыттарға қарағанда қарқынды жүретіндігін көрсетіп отыр.

Жылдық жауын-шашын көрсеткіші 191 мм–ден 215 мм аралығында, орташа жылдық жауын-шашын көрсеткіші – 203 мм. Орташа тәуліктік жауын-шашын көрсеткіші -18 мм.

Атмосфералық ауаның ылғалдылық дәрежесін бағалау үшін салыстырмалы ылғалдылық шамасы қолданылады. Бұл үшін гигиеналық қолайсыздық өлшемі әзірленге. Гигиеналық талап бойынша 30 %-дан төмен ылғалдылықта ағзаның сусыздануы, кей жағдайларда денсаулыққа қауіп төнуі мүмкін.

Теңіз мұнай-газ кен орны Каспий теңізіне жақын орналасуына байланысты орташа айлық жауын-шашын көлемі салыстырмалы түрде жоғары болып табылады. Қыс мезгілінде 84 – 85 %, ал жаз айларында 50 – 55 %. Салыстырмалы ылғалдылығы 30 %-дан аз күндер саны 14-16 күн бір айда.

Жауын-шашын

Жылдық жауын-шашын көрсеткіші 191 мм–ден 215 мм аралығында, орташа жылдық жауын-шашын көрсеткіші – 203 мм. Жауын-шашынды күндердің ең көп бөлігі Каспий теңізінің буланауына байланысты жаз мезгілінде түседі. Максималды жауын-шашын мөлшері шілде және тамыз айларында кездеседі.

Теңіз кен орнында минималды жауын-шашын қыс мезгілінде антициклонды ауа райы қалыптасып, Каспийдің булануы азаюына байланысты болады.

Салқын мезгілде қардың түсуі желтоқсан айынан наурыз айына дейін жалғасады. Бұл аралықта тұрақты қар жамылғысы қалыптасады. Қар қалыңдығының биіктігі 10-15 см және қардағы су қоры 25-40 мм-ді құрайды. Тұрақты қар жамылғысы желтоқсан айының екінші жартысында тұрақталады және 65-95 күнге дейін сақталады. Топырақтың қар астында қатуы 100-120 см тереңдікте.

Жауын-шашын әсіресе күшті нөсерлер атмосфералық ауаның өзін-өзі тазартуының ең басты факторларының бірі. Дегенмен, қарастырылып отырған аймақта қарқынды жауын-шашын күндер > 5 мм 8-9 күн жылына, ал қарқындылығы > 30 мм 0,1 – 0,5 күндер жылына. Орташа жылдық максималды жауын-шашын күндері мамыр және шілде айларына келеді [6].

Желдің жылдамдығы және бағыты

Желдің соғуы материктік сипат алады және қыс мезгілінде шығыстан, оңтүстік-шығыстан және жаз мезгілдерінде солтүстік-батыстан соғады. Қыс мезгілінде маңайындағы аумақтарға қарағанда Каспий суының аз ғана салқындауына байланысты, салқын ауаның теңізге ауысуына жағдай жасалып, шығыстан, оңтүстік –шығыстан соққан желдің қайталануын күшейтеді.

Жаз мезгілінде салқын ауа көлемі теңізден құрлыққа ауысып, батыстан, солтүстік-батыстан соққан желдің қайталануын күшейтеді. Түнгі уақыттарда теңіз ағыны желдің теңізден құрлыққа ауысуын тудыра отырып, салқын алып келеді. Күндізгі мезгілде жел құрлықтан теңізге соғады.

Желдің соғуы аумақтың қолайлылығы мен өзін-өзі тазарту қабілетін анықтаудағы ең басты көрсеткіш болып табылады. Ластағыштардың сейілуі мен қолайлы ауа райы үшін 2 – 5 м/с аралығындағы жел жылдамдығы ең дұрыс шама ретінде саналады. Желсіздіктер және әлсіз жел күндер (0 – 1 м/с) өндірістегі төмен көздерден шыққан ластағыштардың атмосферада тұрақтап қалуына алып келетіндіктен қолайсыз болып табылады. Жел жылдамдығы 5 м/с болса, ауданда шаңның пайда болуына, топырақ қабатының бұзылуына және өмір сүруге қолайсыздықтар тудырады.

Зерттеліп отырған аудан желсіз күндердің аздығымен сипатталады. Әлсіз желдердің қайталануы 16 % , ал қолайлы желді күндер 40 %-ды құрайды. Желдің жылдамдығы 5 – 14 м/с аралығында 45 % -ды құрайды. Желдің жылдамдығы ең қарқынды уақыт көктем-жаз мезгілдерінде болады. Бұл мезгілдерде жылдамдығы 15 м/с –ден асатын күштің желдердің қайталануы жоғарылайды. Орташа есеппен күшті желді күндер бір айда 4-5 күннен кездеседі. Осылайша желдің қарқындылығы тұрғындарға ыңғайсыздық тудырғанымен, атмосфераның өзін-өзі тазартуы үшін турбулентті ағын тудыра отырып, ластағыштардың атмосферада тұрақтауына кедергі келтіріп, өндірістік аумақтарда атмосфераның ластануын төмендетеді. Желдің соғу тәртібі шаңды дауылдардың санын анықтайды. Зерттеліп отырған ауданда шаңды дауыл күндер саны 13 күн жылына, яғни көп кездеспейді.

Шаңды дауылдар көктемнің наурыз, сәуір айларында 2-3 күн әр айда қайталанады.

Орташа желдің жылдамдығы Қазақстан территориясы бойынша 3,7 м/с орташа жел жылдамдығынан асады және зерттеліп отырған аудандағы орташа желдің жылдамдығы 5,1 пен 6,6 м/с аралығында, ал жылдық орташа жел жылдамдығы- 5,7 м/с. Орташа желдің жылдамдығы бағыт бойынша 6-шы кестеде, орташа айлық және жылдық жел сипаттамасы 2-ші кестеде көрсетілген.

2- Кесте Орташа айлық және жылдық жел сипаттамасы [7]

Орташа жылдық және айлық жел жылдамдығы, м/с												
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	жыл
5,1	5,5	5,3	4,8	3,6	4,7	2,9	4,0	5,5	4,7	4,1	5,3	5,7
Желсіз күндердің қайталануы,%												
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	жыл
16	4	12	11	9	11	28	35	28	12	15	13	16
Қатты желді күндер саны (15 м/с-тан жоғары)												
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	жыл
1	2	-	2	5	3	4	1	1	1	-	-	20
Шаңды-құйынды күндер саны												
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	жыл
-	-	-	-	3	-	3	5	-	2	-	-	13

Қорыта келгенде аталған зонада жылдың барлық мезгілінде жел жылдамдығы 0-4 м/с 500 м биіктікте 20-30%-ды құрайды. Теңіз кен орыны орналасқан зона өндірістік ластағыштардан атмосфе-

раның өзіндік тазаруына өте ыңғайлы аудан болып табылады. Бұған желдің жоғары жылдамдығы, желсіз күндердің аз болуы атмосферада зиянды ластағыштардың таралуына жағдай жасайды. Талдау жүргізу барысында табиғи коэффициенттер қарастырылып, олардың көрсеткіштері есепке алынды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Многолетние данные аэрологического зондирования атмосферы, Атырау, 2003г.

[2] Новый аэроклиматический справочник пограничного слоя атмосферы над СССР. Статистические характеристики ветра кн. 2-10, Гидрометеоиздат, М., 1986 г.

[3] Безуглая Э.Ю., Завадская Е.К., Зражевский И.М., Нестерова М.Ю. К оценке метеорологических условий загрязнения атмосферы // Тр. ГГО. 1984. Вып. 479. С. 87 - 98.

[4] Климатические характеристики условий распространения примесей в атмосфере. Справочное пособие. Л.: Гидрометеоиздат, 1983. 328 с.

[5] Указания по расчету рассеивания в атмосфере вредных веществ, содержащихся выбросах предприятий. СН 369-74. М.: Стройиздат, 1975. 47 с.

[6] Янковский И.А. Опыт и практика работы службы наблюдения за загрязнением атмосферы/ /Тр. ГГО. 1979. Вып. 417. С. 117 - 120.

[7] Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 1. РД 52.04.107-86. Л.: Гидрометеоиздат, 1987. 181 с.

Оразбаев А.Е., Умбетбеков А.Т., Таныбаева А.К., Муканова Г.А., Воронова Н.В., Танабекова Г.Б.

Определение способности самоочистки атмосферного воздуха месторождения Тенгиз

Резюме. В работе рассматривались природные факторы, которые влияют на самоочистку атмосферного воздуха месторождения Тенгиз, вахтового села ТШО и населенного пункта Жана Каратон, которые близко рас-положены к району производства нефти.

Ключевые слова: Предельно допустимая концентрация, индекс загрязнения, гигиенические нормативы, определительные коэффициенты.

Orazbayev A., Umbetbekov A., Tanybaeva A., Mukanova G., Voronova N., Tanabekova G.

Determine the ability of self-cleaning the Tengiz field air.

Summary. The research work about the natural factors that affect the self-cleaning of the Tengiz field air, shift TCO village and settlement Zhana Karaton, which is located near the area of oil production.

Key words: Maximum allowable concentration, pollution index, hygienic standards, determinative factors.

ОӘЖ 502/504

Ж.Ы. Молдағазиева
(«Нархоз Университеті» АҚ, Алматы, Қазақстан Республикасы,
Алматы, Республика Казахстан, mol_zhan@mail.ru)

МАҢҒЫСТАУ ОБЛЫСЫНЫҢ ӨНДІРІСТІК ҚАЛДЫҚТАРЫНЫҢ ПАЙДА БОЛУЫ МЕН ЖИНАҚТАЛУЫ

Аңдатпа: Маңғыстау облысы бойынша экологиялық жағдай өте қиын. Облыс экономикасының «экология жағынан лас» өндірістері бар болғандықтан, табиғат қорғау қондырғыларының жетіспеушілігінен, табиғи ресурстардың кешенді қолданылуы жөнінен технологиялық шешімдердің жоқтығынан облыстың су, жер ресурстарының, өндірістік аудандардың ауа бассейінің ластануының өте жоғары деңгейіне және кейбір территориялардың деградациясына әкеліп соқты. Осының салдарынан осы облысқа қатысты қалдық шығару көздері, қалдық түрлері, қайта өңдеу жолдары мен кәдеге жарамды қалдықтар жағдайы қарастырылған.

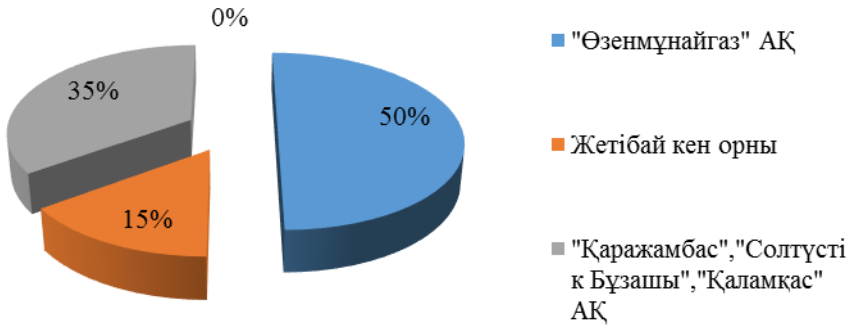
Кілтті сөздер: Манғыстау облысы, өндіріс қалдықтары, мұнай қалдықтары, полигон, жаңа технологиялар, қайта өңдеу, қалдықтарды минимизациялау.

Кіріспе. Бүгінгі күні Қазақстанда көптеген бағалы ресурс ретіндегі өнеркәсіптік қалдықтар (70%-ға жуық) полигондарда орналасқан. Ал қалған қалдықтар бөлігі көбінесе сол өнеркәсіпте қолданылса, тек біраз бөлігі ғана қалдықтарды қайта өңдеудегі өндірістік қуатты мамандандырылған,жоғары өндіріс орындарына жіберіледі. Қазіргі кезеңдегі ғылым мен техниканың даму деңгейіне сәйкес әбден жетілдірілген технологияның жоқтығына байланысты оларды өңдеп, құнды өнімдер алу әзірше жолға қойылмаған, сондықтан бұларды сақтауға, жоюға, тасуға, көмуге, зияңсыз түрге айналдыруға көптеген қаражат, энергия, уақыт жұмсалып отыр. Қалдықтарды қайта өңдеп, қалпына келті-

руде инфрақұрылымның әлсіздігі, қолданбалы технологиялардың төмен деңгейі және қауіпті қалдықтар сияқты бірқатар қиындықтар да осыған сай болып келеді.

Республикамыздың территориясында зияңды заттардың жинақталуы бойынша бес облысты бөліп қарауға болады. Соның бірі Маңғыстау облысы. Маңғыстау облысында ірі өнеркәсіпорындар көп. Сол себепті қалдықтарды өндеу және қайта пайдалану қарастырылған.

Маңғыстауда кен шығарып жатқан 27 кен орны бар. Олар «Өзенмұнайгаз» АҚ, мұнайгаз конденсатты Жетібай кен орны, «Солтүстік Бұзашы» акционерлік қоғамы, «Қаламқас» және «Қаражамбас» акционерлік қоғамдары.



1-Сурет Маңғыстау облысының мұнай-газ өнеркәсіптерінің кен орындарының қоры.

1-ші суреттен Маңғыстау облысының ірі кен орындарын «Өзенмұнайгаз» акционерлік қоғамының қорының мөлшері 500 млн. тоннаға (50%) жуық, Жетібай кен орнының қоры 150 млн. тоннаға (15%) жуық, «Қаражамбас», «Қаламқас», «Солтүстік Бұзашы» акционерлік қоғамының жалпы бастапқы қорлары 350 млн. тоннаға (35%) жететтінін көріп отырмыз [1].

Мұнай-газ кен орындарынан басқа бұл аймақтың аз бөлігінде көмір, марганец, фосфорит, темір және басқа да қорлармен бай.

Маңғыстау облысы бойынша экологиялық жағдай өте қиын. Облыс экономикасының «экология жағынан лас» өндірістері бар болғандықтан, табиғат қорғау қондырғыларының жетіспеушілігінен, табиғи ресурстардың кешенді қолданылуы жөнінен технологиялық шешімдердің жоқтығынан облыстың су, жер ресурстарының, өндірістік аудандардың ауа бассейінің ластануының өте жоғары деңгейіне және кейбір территориялардың деградациясына әкеліп соқты.

Қалдықтардың көлемін азайтудың дәстүрлі тәсілі – олардың түзілу жолын кері қарай бақылаудан тұрады. Қалдықтарды қайта өңдеп, кәдеге жарату жүйесі қызметінің негізгі принциптерінің бірі – мониторингті жүзеге асыру, экологиялық көршеткіштерді бағалау және өлшеу принциптері болып табылады [2].

Маңғыстау облысының табиғи ортаны қорғау басқармасының мәліметтері бойынша облыстағы өндіріс қалдықтарын қайталама шикізат ретінде қолдану 2013 жылы 26,1%-ды құраса, 2014 жылы 45,7%-ды құрайды.

Өндіріс пен тұтыну қалдықтарын қайталама шикізат түрінде қолдану керектігі тек экологиялық жағдайға ғана байланысты емес. Қолдануға болатын шикізаттың көп мөлшерде жиналуы, әсіресе құрылыс материалдары өндірісінде, өндірістік күштердің дамуына кедергі жасайды.

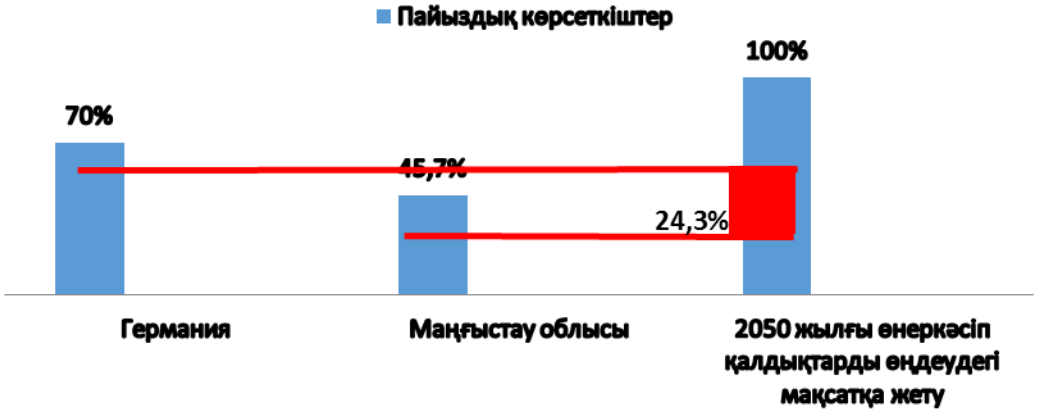
Қазіргі кезде өндірістік қалдықтарды қайта өңдеу әдісі жақсы жүзеге асуда, яғни қалдықтарды өңдеу 1-жыл ішінде 19,6%-ға жоғарылаған.

Мұнай және газ өндірісінің қалдықтарын 2013 жылмен салыстырғанда 2014 жылы 52,3849339 мың тоннаға (29,1%-ға) пайдалану артқан. Бірақ энергетика өндірісі 3,7983 мың тоннаға (1,9%-ға) азайған және де сервистік қызметті пайдалану да 50,16564 мың тоннаға (23,48%-ға) азайғандығы көрсетілген [4].

Табиғи және материалдық ресурстарды толық пайдаланбау қоғамға және табиғатқа әлеуметтік, экологиялық, экономикалық зияндар әкеледі. Өндіріс саласы бойынша шартты түрде, қалдықсыздық коэффициенті 0,8-0,9 аралығында болса, ондай өндіріс аз қалдықты қатарына жатады, ал 0,9-да жоғары болса – қалдықсыз өндіріс болып табылады.

Ұсынылып отырған есептеу әдістемесі өндіріс қалдықтарын толық пайдаланып, өндірістерді экологияландыруға негіз болып табылады.

✓ Халықаралық экологиялық талаптарға негізделе отырып, ластануды болдырмау, қалдықтарды азайту, уытты химиялық заттардың экологиялық қауіпсіз пайдалану, қолда бар ең жақсы технологияларды қолдану. Маңғыстау облысы мен Германияны салыстыра отыра, мынадай тұжырымдам пайда болды (2-сурет).



2-Сурет Германия мен Маңғыстау облысын салыстыру

Маңғыстау облысындағы қалдықтарды басқару бойынша ұсыныс:

✓ Ірі полигондарда берілген қалдықтардың пайдалы құрамын анықтау және экологиялық қауіпсіздік стандартына сай 100 пайызға сәйкестендіру.

✓ Өнеркәсіптік қалдықтарды қайта өңдеу орындылығын айқындау үшін қалдықтар деректермен барлық ірі полигондарға техникалық-экономикалық сауалнама жүргізу, сондай-ақ стандарттарға сәйкес келтіруге қажетті инвестицияларды анықтау.Одан әрі өңдеу және қажетті қаржыландыру көздері мен кәдеге жарату негізінде қалдықтарды 100 пайыз сақтау үшін тиісті ынталандыру жобаларды анықтау, қалдықтардың экономикалық және экологиялық әсері басымдықтарын бағалау .

✓ «Жасыл» экономика қағидаттарына сәйкес өнеркәсіптік қалдықтарды басқару жүйесін жетілдіру. 2030-2050 жылғы «өнеркәсіптік революция» бағдарламасына көшу.

✓ Өнеркәсіптік қалдықтарды минимизациялау бағадрламасын жасау және жүзеге асыру. Қоршаған ортаны қорғау шараларының негізі болатын қалдықтарды минимизациялау бағдарламасын жасау үшін кәсіпорындардағы қоршаған ортаны қорғау бойынша саясатын қайта қарастырып, оған қоршаған орта күйін жақсартудың маңызына механизмі болып табылатын қалдықтарды минимизациялауды енгізу керек. Өнеркәсіптегі қалдықтарды минимизациялау бағдарламасын қалыптастырудың негізгі мақсаттары:

✓ Жаңа техникаларды және алдыңғы технологияларды енгізу;

✓ Бар техникиларды және технологияларды жетілдіру;

✓ Негізгі өндірістік процесті тиімді ұйымдастыру;

✓ Кәсіпорында қалдықтарды басқарудың автоматтандырылған жүйесін жасау;

✓ Аз қалдықты және өндірістік кешендерді құру.

Қалдықтарды минимизациялау процесін енгізу үшін қаражат көздері мыналар болып табылады: ластаушы-кәсіпорын, қоршаған ортаны қорғау қоры, бюджет қаражат құралдары. Қалдықтарды минимизациялау бағдарламасын енгізуді ынталандыру механизмі жұмыс істеулерді ішкі және сыртқы мотивациялау түрлерін дамытуды көздейді.

ӘДЕБИЕТ

[1] ИСО 14001:1996. Системы экологического управления.Требования и руководство по использованию.

[2] Е.М. Үпішев, С.Мұқаұлы Табиғатты пайдалану және қоршаған ортаны қорғау; Оқулық. —Алматы.;Экономика, 2006, С. –141.

[3] Пальгунов П.П ., Сумароков М.В. Утилизация промышленных отходов —М.:.Стройиздат,2015. —352 с .: ил.— (Охрана окружающей природной среды).

[4] Б.Б. Бобович, Переработка промышленных отходов Учебник для вузов.—М.:"СП Интермет Инжиниринг", 2009, 445 с.

Молдагазыева Ж.Ы.

Образование и накопление производственных отходов в Мангистауской области

Резюме. В работе рассмотрены пути переработки производственных отходов по Мангистауской области (платмассы, резины, отходов нефти). Приведены данные расчетов отходов различных производств. А также данные по переработке и утилизации отходов. Предложены программы по минимизации отходов. С использованием зарубежной практики, а именно, Германии и в соответствии с программой «Зеленой» экономики развитие путей управления переработки производственных отходов, и предложены рекомендации по постройке полигона, который соответсвует всем стандартам. Приведен переход к программе, расчитанный на 2030-2050 гг. к «Производсвенной революции».

Ключевые слова: Мангистауская область, производственные отходы, нефтяные отходы, полигон, новые технологии, переработка, минимилизация отходов.

Zh. Moldagazyeva

The formation and accumulation of industrial waste in Mangystau region.

Summary. The article considers the ways of processing industrial waste in the Mangistau region (platmass, rubber, oil waste). There are data of waste calculations of different productions. As well as data on recycling and waste management. Proposed programmes of waste minimization. With the use of foreign practices, Germany and in accordance with the program of “Green” economy the development of ways to control the processing of industrial waste, with recommendations on the construction of the polygon that corresponds to all standards. Given the transition to the application, oriented to 2030 and 2050 to the "Production revolution".

Key words: Mangystau Region, production waste, oil waste, ground, new technologies, conversion, minimilization of waste.

УДК 338.26

С. Дж. Усубалиева
(АО «Университет НАРХОЗ», Алматы, Республика Казахстан,
salta-74@mail.ru)

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ В КАЗАХСТАНЕ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ВНЕДРЕНИЯ

Аннотация. В последние годы интенсивная добыча нефти, газа, угля в Казахстане а также само функционирование и развитие топливно-энергетического комплекса нашей страны оказывают чрезвычайно большое и дестабилизирующее воздействие как на воспроизводство природных ресурсов, так и на окружающую среду. Поэтому с точки зрения природопользования важен поиск альтернативных, природосберегающих вариантов решения энергетических проблем. Альтернативные источники энергии в среднесрочной перспективе рассматриваются как один из прогрессивных рыночных механизмов, который будет способствовать достижению целей экологической политики страны. Исследование потенциальных возможностей альтернативных источников энергии Казахстана является актуальным направлением для Казахстана.

Ключевые слова: альтернативные источники энергии, солнечная энергетика, нефть, газ.

Как известно, степень развития техники и технологии, уровень жизни в любой стране непосредственно связаны с количеством потребляемой энергии. Чем больше потребляется энергии на одного жителя, тем выше уровень жизни и шире использование более совершенных технологии и промышленности.

Выявлена и другая дополнительная закономерность. Уровень жизни прямо пропорционален эффективности и использования энергии. При неэффективном использовании энергии он значительно ниже, так как национальный доход страны уменьшается.

В статье "С. Дж. Усубалиева. К вопросу об оценке выбросов парниковых газов из рассеянных источников выбросов в городах // Вестник КазНИТУ. Науки о земле. — 2017. — № 1. — С. 23–26" по вине автора была пропущена ссылка на работу: "В.С. Дехнич. Методика оценки выбросов парниковых газов из рассеянных источников на примере города Астаны // Сборник материалов международной научно-практической конференции "Современные проблемы географической науки", — 2014. — С. 195–197"

Казахстан имеет все возможности для обеспечения своего устойчивого развития на базе использования возобновляемых ресурсов и не только войти в число 50-ти наиболее конкурентоспособных стран мира, но и сохранить эти позиции за будущими поколениями. Во-первых, у страны имеется значительный нераскрытый потенциал возобновляемых ресурсов, а благоприятная конъюнктура на минерально-сырьевом рынке должна дать возможность инвестировать дополнительные доходы в эффективные технологии воспроизводства и эксплуатации возобновляемых ресурсов в сельском, водном, лесном и рыбном хозяйстве, а также энергетике. Импорт технологий и экспорт капитала для непосредственного изучения опыта в соответствующих отраслях за рубежом, с одной стороны, снизят инфляционное давление внутри страны, с другой стороны, обеспечат Казахстану в долгосрочной перспективе стабильный доход, по оценкам - более 12 млрд. долларов США в год. Во-вторых, благодаря развитию рентабельных, географически диверсифицированных производств на основе возобновляемых ресурсов, будет обеспечена оптимизация структуры занятости и рост благосостояния населения страны, свыше 40 % которого проживает в сельской местности. Более того, будут созданы дополнительные рабочие места для трудовых ресурсов, которые высвободятся из отраслей, потенциально неконкурентоспособных в условиях глобализации. В-третьих, переход к высокоэффективным технологиям безотходной переработки растительного и животного сырья для производства экологически чистой продукции, а также использование возобновляемых источников энергии, обеспечит общее оздоровление нации и окружающей среды. В-четвертых, обеспечив себе устойчивое поступательное развитие, Казахстан сможет внедрять достигнутый опыт в странах-партнерах по ЕЭП, прежде всего в Центральной Азии, тем самым укрепляя экономическую и политическую стабильность в регионе[1].

Потенциал возобновляемой энергии в Казахстане оценивается в следующих объемах: энергия ветра - 1820 МВт.ч\год; энергия солнца – 1300 – 1800кВт.ч\ м² год; гидроэнергия – 170 МВт.ч\год; геотермальная энергия – 520 МВт [1].

Значительная часть территории Казахстана имеет благоприятные климатические условия для использования солнечной энергии. В южных районах продолжительность солнечного излучения составляет от 2000 до 3000 часов в год, а годовой приход солнечной энергии на горизонтальную поверхность - от 1280 до 1870 кВт/ч на 1 кв. м. В наиболее солнечном месяце – июле, количество энергии, приходящейся на 1 кв. м горизонтальной поверхности составляет в среднем от 6,4 до 7,5 кВт/ч в день [2].

Неиссякаемые возможности содержит в себе ветроэнергетика. По оценкам экспертов, Казахстан - одна из стран мира, с наиболее подходящими условиями для развития ветроэнергетики. Разработан ветровой атлас Казахстана и в настоящее время изучено 10 площадок для строительства ВЭС, которые можно использовать для строительства крупных ВЭС общей мощностью до 1000 МВт для коммерческого производства электроэнергии в объеме 2-3 млрд. кВтч электроэнергии [2]. Наиболее известны в этом плане ресурсы Джунгарских ворот и Шелекского комплекса, находящиеся в Алматинской области. Их возможности для использования в генерации электроэнергии воздушных потоков уникальны. Но этим казахстанские ресурсы не исчерпываются, за исключением ряда регионов на юге и юго-западе, в Казахстане практически повсюду имеется хороший ветровой потенциал (рисунок 1).

Рис. 1. План размещения ВИЭ в РК (ветроэлектростанции и солнечные электростанции) [2]

Основные гидроэнергетические ресурсы сосредоточены в Восточном и Юго-Восточном регионах республики. Из общей величины экономического гидропотенциала на малые ГЭС приходится около 7,5 млрд. кВт/ч, из них используется на действующих ГЭС - 0,36 млрд. кВт/ч, что составляет около 5 %. К числу негативных факторов гидроресурсов относятся масштабные экологические последствия, связанные с затоплением огромных территорий, а также деградация экосистем в руслах рек, связанных с зарегулированием попусков водных потоков плотин ГЭС. В свою очередь уровень водотоков в водохранилищах ГЭС напрямую связна с климатическими процессами таяния ледников и формирования водоистоков, большая часть расположены на территориях сопредельных государств [3].

В Казахстане стабильным источником биомассы для производства энергии могут являться наиболее распространенные отходы сельскохозяйственного производства, а также отходы производства и потребления. По примерным оценкам, годовой выход животноводческих и птицеводческих отходов по сухому весу составляет 22,1 млн. тонн, или 8,6 млрд. куб. м газа, растительных остатков – 17,7 млн. тонн (пшеница – 12 млн. тонн, ячмень – 6 млн. тонн или 8,9 млрд. куб. м), что эквивалентно 14-15 млн. тонн условного топлива, или 12,4 млн. тонн мазута. За счет их переработки может быть получено около 2 млн. тонн условного топлива в год биогаза. Теоретически переработка такого объема газа в электрогазогенераторах позволит получать ежегодно до 35 млрд. кВт/ч электрической энергии (половину всего энергопотребления, при потребности для сельского хозяйства 19 млрд. кВт/ч) и одновременно 44 млн. Гкал тепловой энергии [3].

Реальное использование твердых бытовых отходов в качестве получения биогаза ограничено тем, что в массивах бытовых отходов населенных пунктов в настоящее время не налажена современная технология сбора, сортировки и переработки отходов. По этой технической причине нет возможностей масштабного применения биогаза на основе ТБО для энергетических целей. Однако получение биомассы за счет сельскохозяйственных продуктов и ТБО может иметь, куда большее распространение в территориальном плане, поскольку эти источники биотоплива распространены практических во всех регионах и насланных пунктах республики.

В Казахстане имеются обширные территории пустынь и земель, где размещаются пастбищные массивы и месторождения полезных ископаемых, обладающие огромным ресурсом энергии возобновляемых источников, который можно использовать для освоения самих аридных зон [4]. Природные энергетические ресурсы пустынь намного превышают потребности в них не только на современном уровне, но и на перспективу. При таком обилии энергоресурсов задача обеспечения ими автономных потребителей состоит в разработке прогрессивных и экономичных способов энерго- и водоснабжения. Энергия малых рек может использоваться в предгорных районах, геотермальная энергия, энергия морских волн возможна только в отдельных ограниченных районах.

Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) в течение последних лет позиционируются Казахстаном в качестве одного из векторов развития энергетического комплекса. Об этом свидетельствуют и усиление внимания к процессу их внедрения со стороны государства и ряда бизнес структур. Однако формирование устойчивого комплекса ВИЭ в Казахстане обуславливает значительные финансовые и технологические вливания при непосредственном участии государства, без которых возобновляемая энергетика останется на фактически нулевом уровне. В программах по развитию электроэнергии РК отмечено, что главным препятствием к развитию ветроэнергетики являются высокие удельные капитальные затраты на строительство и как следствие, высокий тариф на электроэнергию. Однако, в условиях постоянного роста цен на энергоносители, привлечения инвестиций в модернизацию и обновление генерирующих мощностей, разница между ценой на электроэнергию от традиционных источников и ветроэлектростанций будет сокращаться.

Как отмечают в своих исследованиях специалисты - к 2020 году в республике ожидается введение в эксплуатацию 34 крупных объектов возобновляемых источников энергии. Сюда входят ветро-, гидро- и солнечные электростанции. По предварительным оценкам, общая мощность вырабатываемой энергии составит 1362 мегаватта. Больше всего энергии будут вырабатывать 13 ветроэлектростанций — более 1000 мегаватт. 17 Гидроэлектростанций будут давать 205,45 мегаватта, и 4 солнечные электростанции – 76 мегаватт [4].

ЛИТЕРАТУРА

[1] Алинов М.Ш. Трансформация структуры энергетики Казахстана в контексте глобальной энергоэкологической стратегии. Инновационная школа: АО «Казатомпром», Павлодар, 2015 –312с.

[2] Алияров Б.К. Казахстан: Энергетическая безопасность, энергетическая независимость и устойчивость развития энергетики. Состояние и перспективы. //Аналитическое исследование. ПРООН в Казахстане. –Астана, 2014. –С.118-132.

[3] Бектурганов Н.С. Перспективные направления использования возобновляемой энергии в Казахстане//Научно-технические и социально-экономические аспекты использования возобновляемой энергетики: доклады IV Международной научно-практической конференции. - Алматы, 2007. –С.17- 24.

[4] Казахстан: Энергетическая безопасность, энергетическая независимость и устойчивость развития энергетики. Состояние и перспективы. Аналитическое исследование. //Программа развития ООН в Казахстане. – Астана: Институт энергетических исследований, 2013. –С.27- 41.

Усубалиева С. Дж.

Қазақстандағы баламалы энергия көздерінің әлеуетін бағалау және енгізу мүмкіндіктері

Түйіндеме. Қазақстанның баламалы энергия көздерінің әлеуетін және мүмкіндіктерін зерттеу өзекті бағыты болып табылады. Мақалада күн әлеуеті және жел балама энергетикалары қарастырылған. Қазақстандағы басқа да баламалы энергия түрлері бойынша олардың әлеуеті, мүмкіндіктері мен оларды пайдалану деректер келтірілген.

Кілтті сөздер: балама энергия көздері, күн энергетикасы, мұнай, газ.

Ussubaliyeva S.

The estimation of potential of the use of alternative sources in Kazakhstan and possibility of their introduction

Summary. Research of potential possibilities of alternative energy of Kazakhstan sources is actual direction for Kazakhstan. Potential of proceeded in sunny and wind energy is considered in the article. Cited data on potential of other types of alternative energies in Kazakhstan and possibilities of their use.

Key words: alternative energy sources, sunny energy, oil, gas.

УДК 628.35

А.К. Нурсейтова, М.Н. Мухтарова, С.Д. Ермағанбетова, Д.Асан
(КазНУ им.аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан, e-saule@mail.ru)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ В СИСТЕМЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Аннотация. Интересы экономики и экологии, их взаимодействие выражает ресурсосберегающее и природоохранное развитие общественного производства, его трансформация в эколого-экономическую систему.

Целью экологического менеджмента является достижение экологических результатов, не всегда связанных с получением прибыли или полностью исключающих ее, и так как природоохранная деятельность не замыкается рамками предприятия, а является по своей сути региональной и даже межрегиональной, система экологического менеджмента и система экологического управления могут быть признаны равнозначными.

Ключевые слова: экологический менеджмент, устойчивое развитие, социально-экономическое развитие, окружающая среда.

В условиях перехода к рыночной экономике на смену терминам «управление», «управленческая деятельность», «директор», «руководитель» приходят термины «менеджмент», «менеджер», акцентируя тем самым внимание на новые условия и цивилизованный, высокоэффективный тип хозяйствования, для которого прежде всего характерно:

−правовое устройство государства;

−оптимизация публичных и частных интересов;

−экономические методы хозяйствования;

−ориентация на спрос (потребность) и конъюнктуру рынка;

−производство социально востребуемой и прибыльной продукции и услуг при минимальных затратах;

−мотивация труда.

В широком смысле слова «менеджмент» − это умение (искусство) добиваться поставленных целей, используя труд, интеллект, мотивы поведения людей.

Менеджмент – это профессионально осуществляемое управление любой хозяйственной (социально-экономической) деятельностью предприятия *(*организации*),* направленной на получение прибыли *(*предпринимательского дохода*)* на основе эффективного использования ограниченных ресурсов.

В системном виде основы построения экологического менеджмента восходят к концепции устойчивого развития. Данное обстоятельство еще раз подчеркивает необходимость более широкого

трактования экологического менеджмента как важнейшей подсистемы стратегического управления, способной к реализации новых цивилизационных ценностей и целей.

Впервые концепция устойчивого развития была выдвинута Международной комиссией по окружающей среде и развитию (МКОСР), возглавляемой по инициативе Генерального секретаря ООН (1983 − 1987) премьер-министром Норвегии Брундландтом, которая была позже названа комиссией Брундландт.

Уже к 1990 г. существовало около 60 определений устойчивого развития, однако многие сходятся на том, что определение, данное комиссией Брундландт, является наиболее удачным. Его суть состоит в предоставлении равных возможностей нынешнему и будущим поколениям в удовлетворении своих потребностей. С экологической точки зрения это означает, что социально-экономическое развитие должно протекать таким образом, чтобы минимизировать отрицательные последствия истощения природных ресурсов и загрязнения окружающей среды для будущих поколений.

Проблемы окружающей среды не существует вне социально-экономического развития, направленного на удовлетворение человеческих потребностей. Учитывая возрастающую ограниченность природных (в том числе экологических) ресурсов, а также весьма низкий в мире уровень социального обеспечения основной массы населения, следует переходить к новому качеству экономического роста − роста значительного и в то же время социально и экологически устойчивого. Устойчивое развитие представляет собой процесс изменений, в котором масштабы эксплуатации природных ресурсов, направления инвестиций, ориентация научно-технического развития и институциональные изменения согласуются с нынешними и будущими потребностями. Постоянное и желательно все возрастающее удовлетворение человеческих потребностей определяет основную задачу устойчивого развития. Устойчивое развитие требует удовлетворения основных текущих и долгосрочных потребностей человека; характер этих потребностей обусловлен культурными факторами развития. Учитывая необходимость экономического роста, следует еще раз подчеркнуть, что этот рост “не вправе” ставить под угрозу функционирование природных систем, от которых зависит жизнь на Земле: атмосферы, водных ресурсов, почвы и живых существ, то есть то, что составляет экологоресурсную базу развития. Проблемы устойчивого развития приобрели новое звучание в мире после состоявшейся в Рио-де-Жанейро в июне 1992 г. Конференции ООН по окружающей среде и развитию. В результате работы этой Конференции 179 государствами был принят исторический документ «Повестка дня на XXI век», имеющий статус программы всемирного сотрудничества.

Данная программа направлена на гармоничное достижение двух целей: высокого качества окружающей среды и здоровой экономики для всех стран мира. Речь, таким образом, идет о кардинальном пересмотре ценностных установок современного общества, под влиянием которых должна произойти основательная экологизация производства и человека.

В аспекте формирования новых ценностей для Казахстана наиболее актуальная проблема – это становление и развитие гражданского общества. Становление и развитие гражданского общества − сложный и противоречивый естественный, политический и социальный процесс. Формирование гражданского общества в Республике Казахстан обусловлено как внутренними, так и внешними причинами политического и социально-экономического развития суверенного государства. В качестве основной внутренней причины выступает необходимость утверждения безусловного приоритета прав и свобод личности перед государственными, конфессиональными, корпоративными и иными интересами. Внутренней причиной является также необходимость реструктуризации экономической и социальной жизни общества на основе утверждения экономической самостоятельности (самодостаточности) граждан, развития их домашних хозяйств, а также выход на достойный цивилизованного человека материальный и духовный уровень жизни. Обращаясь к опыту гражданского устройства развитых стран Запада, а также внутренним истокам и основам собственного бытия и развития, нельзя не заметить, что ценностные ориентации поведения человека определяют не столько политические идеи, сколько идеи здоровой и разумной жизни.

Основными ориентирами гражданского общества являются ценности индивидуальной жизнедеятельности. Именно осознание и реализация самоценности человеческого существования укореняет чувство свободы и политической ответственности, чувство гражданского долга и человеческой совести, чувство достоинства личности и патриотизма, чувство причастности к окружающему цивилизованному миру. Вместе с тем основополагающие тенденции развития мировой цивилизации свидетельствуют о том, что под угрозой оказалась фундаментальная ценность человека − его право на жизнь.

Учитывая логику цивилизационного процесса и его основные проблемы, можно полагать, что важнейшим системообразующим элементом формирования гражданского общества Казахстана может стать экологическая идея. Последняя теснейшим образом связывает статус человека, среду его обитания и социальные условия жизни, формируя новую систему социально-экономических интересов общества. Сути экологической идеи в прикладном аспекте отвечает концепция «собственного дома». «Собственный (родной) дом» воедино вбирает в себя и частный, и глобальный аспекты человеческой жизни. Социально-эколого-экономическое обустройство человека, в котором ведущее положение отводится добротному очагу жизни, «отчему дому» с его духовно-нравственными устоями и обычаями, основанными на богатстве мировой и национальной культуры, любви к космосу и родной природе, должно выражать главную линию экологической концепции становления государственности и гражданского общества в Казахстане. Определяющим условием успешного реформирования социально-экономической жизни государства с позиции формирования «собственного дома» является устойчивая тенденция обеспечения материальной достаточности и роста интеллектуально-образовательного уровня человека.

В условиях невысокого дохода на душу населения проблема качества жизни была и остается для казахстанского общества наиболее актуальной. Это обстоятельство определяет приоритет материальных интересов человека над его другими интересами, но вовсе не свидетельствует о второстепенности его духовных и экологических потребностей. Строительство собственного дома не только символизирует органическую взаимосвязь экологии и экономики, но и гармонизирует разнообразные интересы человека даже при незначительном уровне его материального достатка. Гармонизация этих интересов возможна только на основе утверждения фундаментальных ценностей гражданского общества.

Организационной основой решения социально-экологических проблем выступает экологическая политика государства. Процесс формирования экологической политики находится в неразрывном единстве с политическим устройством и социальными целями государства, выражает менталитет нации, ее географические и исторические особенности развития. В то же время сформированная и принятая на вооружение экологическая политика оказывает активное влияние на политическую линию государства и все стороны его жизни. В широком понимании экологическая политика государства означает «искусство управления экологической сферой». В прикладном аспекте экологическая политика государства − это система природоохранных и ресурсосберегающих мероприятий общенационального характера, направленная на решение проблем экологии человека и экологизацию народного хозяйства на основе утверждения в материально-духовной жизни общества новых ценностных отношений природопользования. В качестве основных направлений экологической политики республики в переходный период следует выделить:

− достижение определенного (критического) уровня удовлетворения элементарных потребностей людей, без которого невозможно изменение мотивации экономической деятельности;

− наличие институциональных структур, социальных слоев и групп, заинтересованных в сохранении окружающей среды; сильное и независимое экологическое движение;

− разработка действенного природоохранного законодательства, механизмов его реализации;

- аккумулирование средств для реализации национальной и региональных природоохранных программ;

− подготовка высококвалифицированных специалистов в области природопользования.

Действенные шаги по реализации концепции устойчивого развития необходимо связывать, прежде всего, с функционированием эколого-экономического механизма природопользования. Создание такого механизма требует:

− согласования долгосрочных и текущих целей социально-экономического развития;

− совершенствования макро- и микроэкономических подходов;

− совершенствования эколого-экономического инструментария инновационной деятельности;

− разработки и согласования системы межгосударственных отношений по глобальному воздействию на окружающую среду;

− формирования системы экономических воздействий на экологизацию производства;

− стимулирования создания рынков экологических услуг, продукции, технологии и образования (экобизнес);

− учета факторов экологического риска.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Искакова Н., Друзь Н., Борисова Н., Корчевский А. Возобновляемые источники энергии и энергосбережений (путеводитель по современным технологиям) под ред. – Астана, 2008. – 354 б.

[2] Искаков Н., Корчевский А. «Устойчивое развитие Республики Казахстан: Экономические, социальные, экологические аспекты» /Монография. Астана, 2007.–172 б.

[3] Концепция перехода Республики Казахстан к устойчивому развитию на 2007-2024 гг. 2006.

[4] «Обзор Центральной Азии о прогрессе в области образования в интересах устойчивого развития». 2007.

[5] Еркаева Н.Ф, Ган О.Ф, Дымова Ю.А. Базовые принципы Устойчивого развития и преодоление социального неравенства в добывающих регионах. 2010.

[6] Алинов М.Ш. Экология и устойчивое развитие. –Алматы: «Бастау», 2012. – 268 б.

Мухтарова М.Н., Ермағанбетова С.Д., Нурсейтова А.К., Асан Д.

Тұрақты даму жүйесіндегі экологиялық менеджмент

Түйіндеме. Экономика мен экологияның қызығушылықтары, оның бір-бірімен қарым-қатынасы жалпы өнеркәсіптегі табиғатты қорғау мен ресурстарды үнемдеуді сипаттайды, ал оның тасымалдануы эколого-экономикалық жүйені қарастырады.

Экологиялық менеджменттің мақсаты–экологиялық мәселелердің алдын-алу мен нақты нәтижеге қол жеткізу, экологиялық менеджмент жүйесі мен экологиялық басқару жүйесінің мағынасы осы ретте бірмағыналы болатыны байқалады.

Кілтті сөздер: экологиялық менеджмент, тұрақты даму, әлеуметтік-экономикалық даму, қоршаған орта.

Mukhtarova M. N., Ermaganbetova S. D., Nurseitova A. K., Asan D.

Environmental management system for sustainable development

Summary. Economic and environmental interests and their interaction expresses resource and ecology development of social production, its transformation into ecological and economic system.

The purpose of environmental management is to achieve the environmental outcomes are not always associated with obtaining profits or completely exclude it, and since environmental activities is not confined within the enterprise, and is inherently regional and even inter-regional, environmental management system and environmental management system may be considered equivalent .

Keyw words: environmental management, sustainable development, economic and social development, environment.

УДК 519.684.4

R. Zhantekin, O. Salykova
(Kostanay, Kostanay state university named after A.Baitursynov)

MACHINE VISION SYSTEM FOR MOBILE ROBOTS

Аннотация. In modern robotics, the problem of developing systems of spatial orientation and navigation of mobile robots remains one of the most actual tasks. In information-measuring and control system of the robot with remote control or autonomous operation, data analysis and formation of the control purpose is based on information, and up to 80% of this information is delivered through vision [1].* The aim of this work is to create several hardware and software options for building computer vision systems (CVS) for their further use as individual embeddable modules in other projects focused on different applications and control tasks.In this case, CVS should solve the problem of identifying obstacles, measuring distances, creating terrain maps and the formation of movement route of the robot to specified goal.Computational capability of onboard control system and characteristics of touch cameras (TV, webcams, cameras in IR range) set the main constraints in the solution of navigation tasks of the robot.We examined several structures of CVS designed to solve different problems according to their complexity of mobile robot (MR) management. Conventionally, they can be related to three types of tasks: remote control with CVS, autonomous behavior of the robot and the simplest tasks of game robots control.

Computer vision system for MR remote control

Vision system was built on iMX-233 debugging board, and Atmel ARM926EJ-S microcontroller operating at a frequency of 454 MHz is based on this board.The board includes the following: DDR dynamic RAM with a capacity of 64 MB; flash memory with a capacity of 256 MB; interfaces I/O, USB 2.0, SD/MMC card, audio, video (analog), I2C and SPI, and Ethernet 100 M. Two Logitech C270 webcams are used in the system, the webcams are conntected to the motherboard via USB interface. The developed algorithms use libraries and functions of computer vision system OpenCV. The algorithm determining the distance to points in space in front of the stereo camera and building an approximate map of distances was developed [2,3]. The developed algorithm compares the key points obtained using the method of SURF on the left and right image.Real distance from the stereo cameras to the point is calculated for all found pairs of points. For this purpose, two webcams are rigidly fixed with respect to each other in the way that their central rays are parallel, and the cameras are calibrated by OpenCV. It is required to know the edges of things in order to create the map of distances, so, approximation of the calculated distance with filling the area in countor is carried out. Borders are highlighted on the left image with use of Canny edge detector [4]. Then,the image with edges is subtracted from the original image and several subsequent reforms, clarifying the edges of the images, are carried out. The points obtained after the comparison are passed to cvTriangulate Points() function, which also takes the matrix parameters of the stereo cameras asinput parameters. At the output, the matrix of distances to points is generated. The views from the left and right cameras are showed on Fig.1. Edges of things are marked on the image from the left camera.

Fig. 1. Image from the left (a) and the right (b) cameras with the marked edges of objects

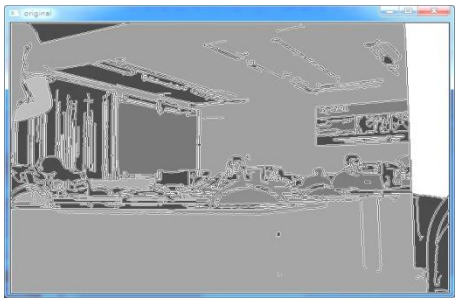


Fig. 2. Map of distances

After finding key points and calculating distances, filling of map of distances (Fig.2) is carried out. A lighter shade means the nearest contour, and darker shade means the furthest one. No key points are found in black contours. A program was created for spatial visualization of distance map, and it uses OpenGL and OpenCV facilities. Visualizationof distance map is showed on Fig.3.

More red area means the nearest contour, and bluer area means the furthest one. Some advantages of the developed algorithm are ability to detect obstacles, sufficiently accurate determination of distances to nearby objects and good separation of objects with contrasting borders from the background.

USB-N10 Wi-Fi transceiver is connected to the controller board via USB port. For encryption of transmitted data WPA2 standard is used with software support of wpa_supplicant package, and eponymous process is launched in the service mode. The video data processing is performed on the remote computer.

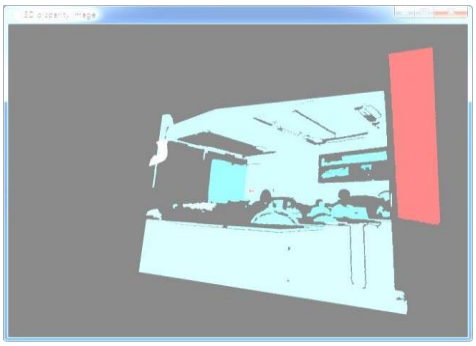


Fig. 3. Spatial visualization of distance map

Like many algorithms which process stereo image from webcams, the implemented algorithm has significant drawbacks: edges between objects of similar brightness are poorly detected; the contours are located along the plane, so there is no three-dimensional image of objects, and a number of otherdisadvantages that aretypical for video cameras.

Computer vision system based on structured light cameras

New opportunities in the processing of images appeared in CVS based structured light cameras [5, 6]. Cameras of this type include MS Kinect and ASUS Xtion Pro live touch cameras. The cameras work based on technology developed by Prime Sense company [7]. The camera switches a projector that emits light in the IR range in the form of a pseudo-random pattern, and specially calibrated monochrome CMOS sensor, which takes the resulting picture and color RGB camera and microphone array. IR camera is used for receiving data about distance, and RGB camerais used to telecontrol a robot.The distance is determined by distortion of known radiated pattern on the resulting picture. The distance calculation is happening on controller which is built in camera.

At the same time, a three-dimensional array of points represents the initial data which should be transformed for some purposes, for example, object recognition or reconstruction of the surfaces.

Most of the methods used at various stages of the transformation, have a computational complexity, which is rapidly increasing with the increase in the number of points in processed data. To ensure the execution of navigation tasks in a reasonable time, the data received from the structured light camera must be prefiltered to reduce the number of points without loss of information about the obstacles. In the developed al-

gorithm [8] of image processing for obstacle identification, the following order of basic operations is suggested: delete of unnecessary points, noise reduction, reducing the density of a cloud, allocation of the principal planes, construction of the descriptors of point clouds, classification of objects, estimation of the distance to the object. Layout of CVS is developed on the basis of suggested method, the layout is consisting of the MS Kinect camera and a laptop with Intel SU7300 processor at a clock frequency of 1.3 GHz [8]. Experimental studies were carried out in order to recognize the following types of typical obstacles: three-dimensional objects of simple geometric shapes, doorway, stairs, the purpose of which was to measure the speed and accuracy of recognition of various objects. Time spent on individual stages of the algorithm when processing each image was measured during experiments. The total processing time per image did not exceed 0.7 s, and the accuracy of recognition was not less than 0.65.

Structured light camera is a powerful software and hardware complex of optical spatial perception, which is the most effective to use for small mobile robots, where physical sizes of the touch cameras and onboard control units are highly important.

Currently, low-power computing units include systems with single-core processors with frequency up to 1 GHz, low volume RAM (512 MB) and the lack of a discrete graphics accelerator. Based on these restrictive parameters, components of CVS for small robots were selected; in particular, the structure of the system included ASUS Xtion Pro Live camera which is smaller than MS Kinect, Raspberry Pi Model B single-board computer and a Wi-Fi radio module. All devices are connected via USB interface.The computer operates via Debian Linux OS.

Open-source libraries were used for image processing: ROS Groovy Galapagos libraryfor solving typical robotic tasks and PCL library for working with point clouds.

Algorithms of obstacle detection were developed, and a sequence of operations with a three-dimensional point cloud is used in it, the sequence is like in the CVS layout on the basis of the MS Kinect camera.However, in this case, all transformation stagesare performed on Raspberry Pi board computer. The stage is showed on Fig.4 in order to illustrate one of transformation stages.

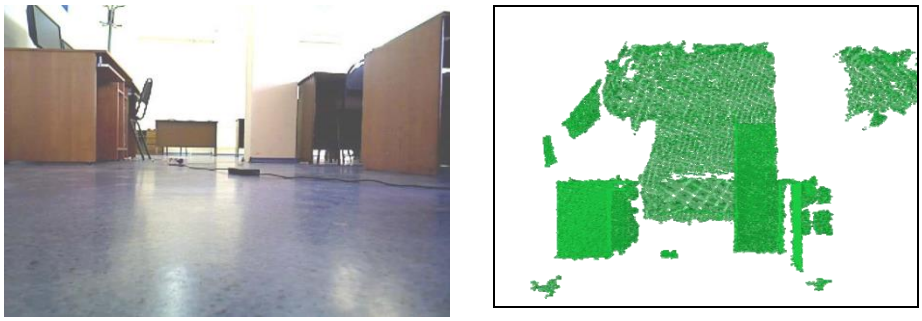


Fig. 4. The camera image (a) and its corresponding point cloud (b)

Density is reduced at the first stage of transformation of the initial point cloud. A voxel grid is used in order to reduce the number of points without distortion of objects. The voxel grid is built on the cloud and all points within each cell are approximated by their centroid. This method is slightly slower than the approximation by the cell center, but it helps to avoid distortion.

The following stagesof transformation of the point cloud depends on the set goal. Two options of algorithms were implemented. In the first algorithm the problem of obtacle detection were solved. Possibilities of a depth map were used to measure the distance to nearby objects with consideration of restrictions on height, distance of objects, the volume of the classifier. In the second algorithm, the map of surrounding terrain and route of robot movement was developed according to data of pre-reduced point cloud.Work with camera was supported by OpenNI2freely distributed driver.

Computer vision system for small mobile robots

Hardware base of the CVS has a minimum set of technical facilities: Raspberry Pi Model B single-board microcomputer and Raspberry Pi Camera (a specialized video camera for Raspberry Pi).

In addition to standard sofware, vision system includes as follows:

Raspbian (a free operating system for Raspberry built on the basis of Debian) and the OpenCV libraries; the following software was used:

- MMAL (a framework that provides an interface to interact with the camera module);
- raspicam (library for C++ programming language that allows to control the camera programmatically and use it in conjunction with OpenCV).

Working principle of CVS is based on recognition of patterns in images obtained from video camera in real-time. The system allows the robot to follow a marker and control the distance to it. The marker is highlightedfrom the imageon the basis of color and shape. Ball which is painted with one color is used as the marker in order to simplify the algorithm. The use of such tool guarantees the invariance of contour and the square of marker on received image in any projection, provided that the distance to the marker is invariable.

The algorithm of control of robot movementto marker consists of three main sequentially executed stages, and the most time-consuming subtasksare reading shot from the camera and further processing of the received shot in order to search marker on it. The third subtaskis formation of commands to control motors, and it does not require complex calculations.

Reading a shot from the camera. Speed and accuracy of reaction of the robot to change the marker position, and volume of resources of the video stream processing depend on the frequency of shots in video stream.

Initially, a simple Logitech C270 webcam was used instead of a specialized camera for Raspberry. However, during image processing load on the processor never dropped below 95% at the resolution of the input video stream of 320x240 pixels and at frequency of 24 shots per second. The high loading was due to the fact that the video stream was decoded and processed only by processor of Raspberry microcomputer. Motion JPEG compression format was usedin Logitech C270 camera, and the format was not supported by co-processor of GPU microcomputer.

This problem is solved when you connect Raspberry Pi Camera [10]. Raspberry video accelerator supports hardware acceleration of decoding of video stream in H264, MPEG-1 and MPEG-2 formats. The use of hardware acceleration allowed to reduce load on the central processor significantly as well as to increase the speed: video decoding with a resolution of 640x480 points and a frequency of 29 shots per second; and load of the processor is less than 70%.

Processing of the received shot- search ofmarker. Image processing can be divided into several stages: the conversion of the shot in easily recognizible color model; overlaying a color filter on the shot, highlighting the contour ofthe marker, and clipping of objects with the same coloranddifferent form.

The marker on the shot is seachedvia facilities of OpenCV library. In accordance with the proposed algorithm, firstly,color filtering of the processed shot happens;then, contours on the shot are searched.The contour that meets the definition of a marker, that is, a circle, is highlighted. The ratio of the perimeter and area of a circle is usedto check the shape of the contours and the detection of circles:

$$\frac{S}{P^2} = \frac{1}{4\pi}$$

S is the area of the contour in pixels, and P is the perimeter of the contour in pixels.

Each found contour is checked for compliance with this condition. There are other more flexible and accurate algorithms for finding figuresaccording to their form, but they require high computing power, which will affect the reaction time of the robot. Also at this stage, the coordinates of center of the found contour are calculated in order to determine the direction of motion of the robot.

A choice of the color model deserves a special attention, based on this model, marker recognition will be performed. Selection of the optimal color model becomes crucial when the primary criterion of object search is color. The use of RGB color space is inefficient for such type of search.When subject may be illuminated with varying degrees of intensity, it is impossible to identify the ranges for components of RGB space in the way that each component is limited by integral interval. The nonlinearity of this color space does not allow to allocate a certain color intervals by inseparable components R, G and B. This RGB feature allows using of definition of the marker according to the color – if illumination changes, the object is no longer tracked by CVS. In addition, the color represented in the RGB space depends on the shooting devices, and this leads to the impossibility of synchronization of ranges of color space components in different cameras. Similar problems were identified when using the HSV color space.

It was established experimentally that the optimal color spaces for the given task are Luv, Lab, and YCbCr, which does not have the above disadvantages of RGB and HSV color spaces.At the same time, these spaces are not universal and different tasks require different approaches. In the working version of CVS the

Lab space is used, this space showed the best results in the number of practice tests. Fig. 5. illustrates shots obtained after processing of the shot when using the Lab color space. The original shot is shown in Fig. 7, b) As a result of color filtering of the shot, it is shown on Fig.5. The shot has a depth of 1bit;regions relating to required range of colors are indicated by white pixels. After a search of closed areas on the shot Fig. 5, container of regions is formed.

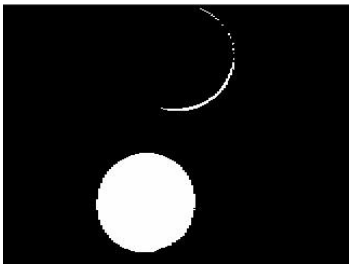


Fig.5. Colow filtering of the shot

To search for closed areas, function of search edges in the image is used; it called Canny edge detector and was implemented in the OpenCV library. The result is an array of contours, among the contours a search of requied things in specific task is carried out. It is possible to seach for several contours and to analyze their position against each other.

The formation of the control commands of engines. This subtask contains the algorithm of formation of control commands on motors ofrobot,it affects an adequacy of the device response to detection of the object. A block diagram of the algorithm is shown on Fig.6.

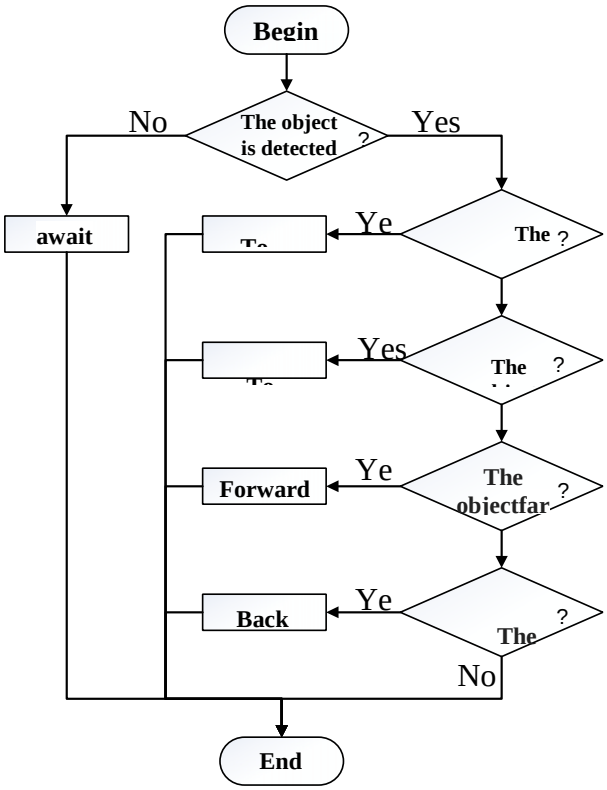


Fig. 6. Block diagram of motion control of the robot

The algorithm described above runs on the Raspberry Pi, which transmits control commands using a serial UART port to the drive control unit.

Conditions are based on the analysis of the visible area of the marker (number of pixels), which is calculated in the previous step. Motion of the robot is directed toward the center of the object. The robot stops rotating to the direction of the object only when the center of object is located in window of the shot set in advance (Fig. 7, a). The smaller the window, the more precise is the positioning of the robot. The minimum possible size of this window depends on many factors, but mainly from the smooth motion of the robot and quality of the image received from camera.

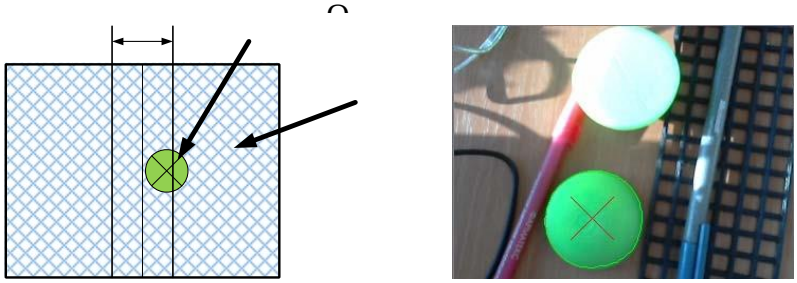


Fig. 7. The analysis of the position of the marker (a) and object detection (b)

Conclusion

A prototype of a mobile robot on a wheeled platform with an installed computer vision system was created, the platform has different hardware and software options. Video cameras and infrared cameras of structured light were examined as sensor elements of CVS. The hardware platform is also implemented in several variants: based on 32-bit controllers with architecture of ARM 9, Cortex – M4F and a single-board computer Raspberry Pi Model B. The experiments showed that the limited computational power of board system, in most cases, they allow only remote or supervisory control of the robot. Complex tasks of navigation and route planning of robot motion in a nondeterministic environment in real time can be solved by multicore processors, including graphics accelerators, DSP processors.

Layouts of CVS were developed for experimental verification of developed algorithms of image recognition, distance measurement, route planning. Developed vision systemswill allow to develop and test new algorithms of navigation and control of mobile robot with the most promising touch controllers.

REFERENCES

[1] Mobile technological robots and simulators: integrative software of group interaction / V.P.Andreyev, K.B.Kirsanov, A.V.Kostin, etc. // Information-measuring and control systems. №4.-M. 2013.-pp. 74 – 79.

[2] Adaptation of computer vision algorithms to control systems of walking machines / S.A.Bykov, A.V.Yeremenko, A.V.Gavrilov, V.N.Skakunov // The news of Volgograd State Technical University. Actual problems of control, computer science and informatics in technical systems: interuniversity collection of scientific articles / VolgSTU – Volgograd, 2011. – Edition. 10, № 3. pp. 52-56.

[3] G. Bradski, A. Kaehler. Learning OpenCV. − 1005 Gravenstein Highway North, Sebastopol, CA, USA: O'Reilly, 2008. 555 p,

[4] The Control System of the Eight-Legged Mobile Walking Robot, Andrey Andreev, Victor Zhoga, Valeriy Serov, Vladimir Skakunov, 11th Joint Conference on KnowledgeBased software Engineering JCKBSE, 2014,17th-20th, September, Volgograd, Russia, Knowledge-Based Software Engineering Communications in Computer and Information Science Volume 466, 2014, pp. 383-392.

[5] Walking Mobile Robot with Manipulator-Tripod / V. Zhoga, A. Gavrilov, V. Gerasun, I. Nesmianov, V. Pavlovsky, V. Skakunov, V. Bogatyrev, D. Golubev,V. Dyashkin-Titov, N. Vorobieva // Proceedings of Romansy 2014 XX CISMIFToMM Symposium on Theory and Practice of Robots and Manipulators.- Series: Mechanisms and Machine Science. - Springer International Publishing Switzerland.- Volume 22, 2014, pp 463-471.

[6] Sanmartín G. et al. PrimeSense sensors as a low-cost method for motion capture on clinical tests //Spanish Computer Graphics Conference. – The Eurographics Association, 2012. – pp. 133-136.

[7] S.A.BykovApplication of method of analysis of three-dimensional point clouds in computer vision systems of robots / S.A.Bykov, V.G.Leontev, V.N.Skakunov // Thenews of Volgograd State Technical University. 2012. T.4, №13. pp. 37-41.

[8] Hardware implementation of the onboard control system of walking robot with orthogonal thrusters / V.V.Zhoga, V.N.Skakunov, A.V.Yeremenko, A.A. Kravchuk // The news of Volgograd State Technical University. 2013. T.19. № 24 (127).pp. 29-35.

[9] RaspiCam: C++ API for using Raspberry camera with/without OpenCv: [Online resource] // Aplicaciones de la Visión Artificial. URL: http://www.uco.es/investiga/ grupos/ava/node/40/.

Жантекин Р.Е., Салыкова О.С.

Системы технического зрения мобильных роботов.

Резюме. Разработан ряд схемотехнических решений для создания систем машинного зрения мобильных роботов, программное обеспечение для навигации роботов и поиска объектов с заданными параметрами. Проведены экспериментальные испытания робототехнических устройств при дистанционном управлении и в автономном режиме.

Ключевые слова: мобильный робот, система технического зрения, компьютер RaspberryPi, трехмерные облака точек, цветовая модель, поиск маркера.

Жантекин Р.Е., Салыкова О.С.

Мобильді роботтардың техникалық көру жүйесі.

Түйіндеме. Мобильді роботтардың машиналық көру жүйесін жасау үшін сұлбалы техникалық шешімдер қатары, роботтардың навигациясы мен берілген параметрлерімен нысандарды іздеу үшін бағдарламалық қамсыздардыруы әзірленді. Дистанциондық басқарумен және автономды тәртібінде робототехникалық құрылғыларының эксперименталдық сынаулары өткізілді.

Түйін сөз. Негізгі сөздер: мобильді робот, техникалық көру жүйесі, RaspberryPi компьютері, нүктелердің үшөлшемді сенімді сақтау орны, түрлі түсті модель, маркерді іздеу.

УДК 620.93

Н.Е. Балгаев, С.У. Джангабаев

(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, dzhangabaev.s@gmail.com)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АККУМУЛИРОВАНИЯ ЭНЕРГИИ

Аннотация. Приведены существующие способы аккумулирования энергии и сделан анализ их применения в разных отраслях промышленности. Рассмотрены основные процессы в накопителях энергии, их рабочие характеристики и технологические особенности. Статья содержит основные сведения о механических, тепловых, электрических и химических накопителях энергии различного типа. А также выполнена классификация способов накопления различных видов энергии.

Ключевые слова: виды энергии, аккумулирование энергии, накопители энергии, механический накопитель, кинетический накопитель, супермаховик, суперконденсатор, сверхпроводящий индуктивный накопитель.

ВВЕДЕНИЕ

Под аккумулированием (накоплением) энергии понимается ввод какого-либо вида энергии в устройство, оборудование, установку или сооружение – в накопитель энергии – для того, чтобы эту энергию оттуда затем в удобное для потребления время снова в том же или в преобразованном виде получить обратно.

В наше время, все больше развитых стран начинают диверсифицировать свою электроэнергетику посредством альтернативных источников энергии. Например, в Германии уже на сегодняшний день около 20% всей вырабатываемой электроэнергии приходится на долю возобновляемых генерирующих мощностей, а к 2020 году планируется довести этот показатель до 30%. Основной же проблемой таких источников, помимо высокой стоимости, является нестабильность вырабатываемых мощностей, а так же рассоглассованность между пиками в потреблении и выработки этой самой электроэнергии. И тут встает вопрос системы её наиболее эффективной аккумуляции.

Проблема эффективного аккумулирования энергии, вырабатываемой из возобновляемых источников энергии, является одной из важнейших и наиболее сложных задач современной энергетики.

Выбор типа и емкости аккумулирующего устройства по своему существу относится к области оптимизации надежности энергоснабжения путем резервирования.

Рассмотрим существующие способы аккумулирования энергии [1].

1 Аккумулирование механической энергии.

Механическая энергия проявляется при взаимодействии, движении отдельных тел или их частиц. К механической энергии относятсяпотенциальная энергия груза,кинетическая энергия движения или вращения тела, энергия деформации при сгибании, растяжении, закручивании, сжатии упругих тел.

Самым простым механическим накопителем энергии являются гравитационные накопители, в которых используется гравитационная сила земли. На этапе накопления энергии грузподнимается вверх, накапливая потенциальную энергию, а в нужный момент опускается обратно, возвращая эту энергию с пользой. В качестве груза применяются твёрдые тела или жидкости.При этом время хранения однажды запасённой энергии практически неограниченно, если только груз и элементы конструкции с течением времени не рассыплются от старости или коррозии. Также можно использовать сыпучие веществакак песок, свинцовый дробь, мелкие стальные шарики и т.п. [2].

В кинетических накопителях энергия запасается в движении рабочего тела. Возможны два типа движения — колебательное и поступательное.

В колебательных накопителях кинетическая энергия накапливается в возвратно-поступательном движении груза за счёт резонанса. При этом энергия должна как подаваться, так и расходоваться порциями, попадая «в такт» с движением груза. Такие накопители уже много веков используются во всех механических часах с пружинным или гравитационным маятником.

Основная цель подобных устройств — не собственно накопление энергии, а стабилизация во времени работы каких-либо приборов, поскольку абсолютные значения запасаемой энергии обычно весьма малы и годятся только для «внутреннего потребления» при работе самого устройства.

В гироскопических накопителях энергия запасается в виде кинетической энергии быстро вращающегося маховика. Удельная энергия, запасаемая на каждый килограмм веса маховика, значительно больше той, что можно запасти в килограмме статического груза, даже подняв его на большую высоту, а последние высокотехнологичные разработки обещают плотность накопленной энергии, сравнимую с запасом химической энергии в единице массы наиболее эффективных видов химического топлива. Другой огромный плюс маховика — это возможность быстрой отдачи или приёма очень большой мощности, ограниченной лишь пределом прочности материалов в случае механической передачи или «пропускной способностью» электрической, пневматической либо гидравлической передач.

Гирорезонансные накопители энергиипредставляют собой тот же самый маховик, но выполненный из эластичного материала. В результате у него появляются принципиально новые свойства. По мере нарастания оборотов на таком маховике начинают образовываться «выросты»-«лепестки» — сначала он превращается в эллипс, затем в «цветок» с тремя, четырьмя и более «лепестками»... При этом после начала образования «лепестков» скорость вращения маховика уже практически не меняется, а энергия запасается в резонансной волне упругой деформации материала маховика, формирующей эти «лепестки» [3].

Механические накопители с использованием сил упругости обладают очень большой удельной ёмкостью запасаемой энергии. При необходимости соблюдения небольших габаритов его энергоёмкость — наибольшая среди механических накопителей. Если требования к массогабаритным характеристикам не столь жёсткие, то большие сверхскоростные маховики превосходят его по энергоёмкости, но они гораздо более чувствительны к внешним факторам и обладают намного меньшим временем хранения энергии.

Сжатие и распрямление пружины способно обеспечить очень большой расход и поступление энергии в единицу времени — пожалуй, наибольшую механическую мощность среди всех типов накопителей энергии. Как и в маховиках, она ограничена лишь пределом прочности материалов, но пружины обычно реализуют рабочее поступательное движение непосредственно, а в маховиках без довольно сложной передачи не обойтись.

Срок хранения накопленной энергии в сжатой пружине может составлять многие годы.

В газовых механических накопителях энергия накапливается за счёт упругости сжатого газа. При избытке энергии компрессор закачивает газ в баллон. Когда требуется использовать запасённую энергию, сжатый газ подаётся в турбину, непосредственно выполняющую необходимую механическую работу или вращающую электрогенератор. Вместо турбины можно использовать поршневой двигатель, который более эффективен при небольших мощностях.

Газ, сжатый до давления в десятки и сотни атмосфер, может обеспечить достаточно высокую удельную плотность запасённой энергии в течение практически неограниченного времени. Однако входящие в состав установки компрессор с турбиной или поршневой двигатель, — устройства достаточно сложные, капризные и имеющие весьма ограниченный ресурс [2].

2 Тепловые накопители энергии.

Существуют тепловые аккумуляторы с твёрдым либо плавящимся теплоаккумулирующим материалом; жидкостные; паровые; термохимические; с электронагревательным элементом. Тепловые аккумуляторы могут подключаться в систему с твердотопливным котлом, в гелиосистему или комбинированную систему.

В энергии за счёт теплоёмкостинакопителяхаккумулирование тепла осуществляется за счет теплоемкости вещества, служащего рабочим телом.

Существуют теплоаккумуляторы на основе твердых теплоносителей, например, в керамических кирпичах. В качестве жидких теплоносителей можно использовать воду– еётеплоёмкость в жидкой фазе составляет примерно 4,2 кДж/(кг·К), а также литий, который имеет самую большую теплоемкость – 4,4 кДж/(кг·К).

Плавление и кристаллизация

Наиболее подходящими веществами являются парафины, температура плавления большинства которых в зависимости от сорта лежит в диапазоне 40..65°С (правда, существуют и «жидкие» парафины с температурой плавления 27°С и менее, а также родственный парафинам природный озокерит, температура плавления которого лежит в пределах 58..100°С).

Примером накопителя тепловой энергии на основе эффекта плавления и кристаллизации может служить система хранения тепловой энергии TESS на основе кремния рис.1 , которую разработала австралийская компания LatentHeatStorage [8].

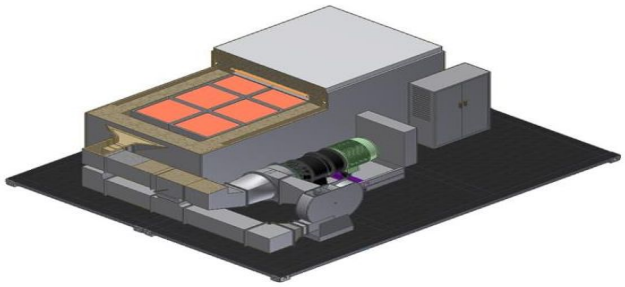


Рис.1. Система хранения тепловой энергии TESS

Испарение и конденсация

Теплота испарения-конденсации, как правило, в несколько раз превышает теплоту плавления-кристаллизации. И вроде бы есть не так уж мало веществ, испаряющихся в нужном диапазоне температур. Помимо откровенно ядовитых сероуглерода, ацетона, этилового эфира и т.п., есть и этиловый спирт .В нормальных условиях спирт кипит при 78°С, а его теплота испарения в 2.5 раза больше теплоты плавления воды (льда) и эквивалентна нагреву того же количества жидкой воды на 200°. Однако в отличии от плавления, когда изменения объёма вещества редко превышают несколько процентов, при испарении пар занимает весь предоставленный ему объём.

Накопление энергии с помощью термохимических реакций

Давно и широко известна большая группа химических реакций, которые в закрытом сосуде при нагревании идут в одну сторону с поглощением энергии, а при охлаждении — в обратную с выделением энергии. Такие реакции часто называют термохимическими. Энергетическая эффективность

таких реакций, как правило, меньше, чем при смене агрегатного состояния вещества, однако тоже весьма заметна.

Подобные термохимические реакции можно рассматривать как своего рода смену фазового состояния смеси реагентов, и проблемы здесь возникают примерно те же — трудно найти дешёвую, безопасную и эффективную смесь веществ, успешно действующую подобным образом в диапазоне температур от +20°C до +70°C. Впрочем, один подобный состав известен уже давно — это глауберова соль [1].

3 Электрические накопители энергии

Электричество — наиболее удобная и универсальная форма энергии в современном мире. Не удивительно, что именно накопители электрической энергии развиваются наиболее быстро. К сожалению, в большинстве случаев удельная ёмкость недорогих устройств невелика, а устройства с высокой удельной ёмкостью пока слишком дороги для хранения больших запасов энергии при массовом применении и весьма недолговечны.

Самые массовые «электрические» накопители энергии — это обычные радиотехнические конденсаторы. Они обладают огромной скоростью накопления и отдачи энергии — как правило, от нескольких тысяч до многих миллиардов полных циклов в секунду, и способны так работать в широком диапазоне температур многие годы, а то и десятилетия. Объединяя несколько конденсаторов параллельно, легко можно увеличить их суммарную ёмкость до нужной величины.

Однако у конденсаторов есть два основных недостатка. Во-первых, это весьма малая удельная плотность запасаемой энергии и потому небольшая (относительно других видов накопителей) ёмкость. Во-вторых, это малое время хранения, которое обычно исчисляется минутами и секундами и редко превышает несколько часов, а в некоторых случаях составляет лишь малые доли секунды. В результате область применения конденсаторов ограничивается различными электронными схемами и кратковременным накоплением, достаточным для выпрямления, коррекции и фильтрации тока в силовой электротехнике — на большее их пока не хватает [4].

Большую емкость могут иметь ультраконденсаторы (суперконденсаторы, ионисторы), обкладками которых служит двойной электрический слой толщиной в несколько десятых долей нанометра на границе раздела электрода, изготовленного из микропористого графита, и электролита.Эффективная площадь обкладок таких конденсаторов достигает, благодаря пористости, до 10 000 $м^2$ на каждый грамм массы электродов, что позволяет достигать очень большой емкости при очень малых размерах конденсатора. В настоящее время ультраконденсаторы выпускаются на напряжение до 2,7 V и емкостью до 3 кФ. Их удельная аккумулирующая способность находится обычно в пределах от 0,5 Вт·ч/кг до 50 Вт·ч/кг и имеются опытные образцы с удельной аккумулирующей способностью до 300 Вт·ч/кг [5].

Технология изготовления суперконденсаторов весьма сложна, и стоимость на единицу сохраняемой в них энергии поэтому намного выше, чем у других конденсаторов, доходя до 50 000 €/кВт·ч. Несмотря на это, благодаря простоте конструкции, малым размерам, надежности, высокому кпд (95 % и более) и долговечности (несколько миллионов циклов заряда-разряда), они стали применяться как в транспортных средствах, так и в промышленных силовых установках взамен электрохимических аккумуляторов и других средств аккумулирования энергии. Особо выгодны они тогда, когда энергия потребляется в виде коротких импульсов (например, для питания стартера двигателей внутреннего сгорания) или когда требуется быстрая *(секундная)* зарядка аккумулирующего устройства [8].

Электрохимические аккумуляторы были изобретены ещё на заре развития электротехники, и сейчас их можно встретить повсюду — от мобильного телефона до самолётов и кораблей.

Как правило, при необходимости запасать достаточно большую энергию — от нескольких сотен килоджоулей и более — используются свинцово-кислотные аккумуляторы (пример — любой автомобиль). Однако они имеют немалые габариты и, главное, вес. Если же требуется малый вес и мобильность устройства, то используются более современные типы аккумуляторов — никель-кадмиевые, металл-гидридные, литий-ионные, полимер-ионные и др. Они имеют гораздо более высокую удельную ёмкость, однако и удельная стоимость хранения энергии у них заметно выше, поэтому их применение обычно ограничивается относительно небольшими и экономичными устройствами, такими как мобильные телефоны, фото- и видеокамеры, ноутбуки и т.п [7].

4 Химические накопители энергии

Этот способ накопления энергии стоит рассмотреть отдельно, поскольку такие процессы часто позволяют получать энергию как в том виде, из которого она запасалась, так и в любом другом. Можно выделить «топливные» и «безтопливные» разновидности. В отличии от низко температурных термохимических накопителей, которые могут запасти энергию, просто будучи помещёнными в достаточно тёплое место, здесь не обойтись без специальных технологий и высокотехнологичного оборудования, иногда весьма громоздкого. В частности, если в случае низкотемпературных термохимических реакций смесь реагентов обычно не разделяется и всегда находится в одной и той же ёмкости, реагенты для высокотемпературных реакций хранятся отдельно друг от друга и соединяются лишь тогда, когда нужно получить энергию [1].

Накопление энергии наработкой топлива

На этапе накопления энергии происходит химическая реакция, в результате которой восстанавливается топливо, например, из воды выделяется водород — прямым электролизом, в электрохимических ячейках с использованием катализатора или с помощью термического разложения, скажем, электрической дугой или сильно сконцентрированным солнечным светом. «Освободившийся» окислитель может быть собран отдельно либо за ненадобностью «выброшен», поскольку в момент использования топлива этого окислителя будет вполне достаточно в окружающей среде и нет необходимости тратить место и средства на его организованное хранение.

Безтопливное химическое накопление энергии

В данном случае на этапе «зарядки» из одних химических веществ образуются другие, и в ходе этого процесса в образующихся новых химических связях запасается энергия.

При «разрядке» происходит обратная реакция, сопровождаемая выделением ранее запасённой энергии— в частности, именно это имеет место при «гашении» извести водой. В отличие от топливных методов, для начала реакции обычно достаточно просто соединить реагенты друг с другом — дополнительная инициация процесса (поджиг) не требуется [6].

5 Классификация накопителей энергии

Существует много различных классификаций накопителей электрической энергии. Наиболее удобной с практической точки зрения представлены на рисунке–3 [6].

Рис. 2. Классификация накопителей энергии

ЛИТЕРАТУРА

[1] Бут Д.А, Алиевский Б.Л. и др. Накопители энергии. - М: Энергоатомиздат, 1991. - 400с.

[2] Гулиа Н.В. "Маховичные двигатели". М.: Машиностроение,1976.

[3] Джента Д. "Накопление кинетической энергии"/Пер, с англ. под ред. Г.Г. Портнова. М.: Мир, 1988. *Гулиа Н. В.* Супермаховики — из суперкарбона!// Изобретатель — рационализатор : журнал. — 2005. — № 12 (672).

[4] Веников В.А., Зуев Э.Н., Околотин В.С. "Сверхпроводники в энергетике". М.:Энергия, 1972.

[5] Деньщиков К.К., Измайлова М.Ю., *Пути повышения энергетических ха-рактеристик суперконденсаторов,* Конференция ОИВТ РАН «Результаты фундаментальных исследований в области энергетики и их практическое значение», Москва, 24 -26 марта 2008г.

[6] Гулиа Н.В. "Накопители энергии". М.: Наука, 1980.

[7] Иванов А.М., Герасимов А.Ф. Молекулярные накопители электрической энергии на основе двойного электрического слоя. Электричество, №8, 1991г., с. 16 -19.

[8] http://eef.misis.ru/

Балгаев Н.Е., Джангабаев С.У.

Энергияны жинақтауды салыстырмалы талдау

Түйіндеме. Мақалада қазіргі кезде қолданылатын энергияны жинақтау (аккумулирова-ние) әдістері келтірілген және оларды өнеркәсіптің әр түрлі салаларында қолданылуына талдау жасалған. Энергия жинақтағыштардағы болатын негізгі үрдістер, олардың жұмыс сипаттамалары және технологиялық ерекшеліктері қарастырылған. Механикалық, жылулық, электрлік және химиялық энергия жиақтаушылар туралы негізгі мәліметтер берілген. Және де әр түрлі энергияларды жинақтау әдістері классификация-ланған.

Түйін сөздер: энергия түрлері, энергияны жинақтау, энергия жинақтағыш, механикалық жинақтағыш, кинетикалық жинақтағыш, супер сермер (супермаховик), супер сыйымдылық (суперконденсатор), өте өткізгішті индуктивтік жинақтағыш.

Balgaev N.E., Dzhangabaev S.U.

Comparative analysis of energy accumulation

Summary. The article presents the current methods of energy storage. Made the analysis of the application in various industries. The main processes in the energy storage device, the performance and technological features. This article contains basic information about the mechanical, thermal, electrical and chemical energy storage devices of various types. And also made a classification of different types of ways to accumulate energy.

Key words: forms of energy, energy accumulation, energy storage, mechanical drive, the kinetic drive supermahovik, supercapacitor, a superconducting inductive storage.

ӘОЖ378:625.162.22

З.А. Маханова, Ұ. Нұрғалиқызы, С.Б. Ботаева, А. Бекжигитова
(М.Әуезов атындағы ОҚМУ Шымкент, Қазақстан Республикасы, mahanova_zliha@mail.ru)

МУЛЬТИМЕДИА ҚҰРАЛДАРЫН ПАЙДАЛАНЫП ОҚЫТУДЫ ЖҮЗЕГЕ АСЫРУ

Андатпа. Бүгінгі күні ақпараттық технологиялар өндірісте, кәсіпорында, құжат өңдеу іс-әрекеттерде кеңінен қолданылуда, оның қамтитын іс-әрекет саласы зор қарқынмен өріс алуда. Өндірістік ақпараттың көлемі мен күрделілігінің тұрақты өсуіне орай қоғамда оны бейнелеудің жаңа түрлері талап етілуде.

Ақпараттық қоғамға өз бетінше дербес, сыни тұрғыда ойлайтын, туындаған проблемаларды көре білетін және оларды шығармашылықпен шеше білетін адам қажет. Ал оның азаматтары өз бетінше белсенді қимылдауға, шешім қабылдауға, өмірдің өзгермелі жағдайларына икемділікпен бейімделуге қабілетті болуына мүдделі. Сондықтан қазіргі қоғамдағы білім берудің мақсаты – адамның интеллектуалдық және адамгершілік тұрғыда дамуы. Ал ондай азаматтарды дайындауда мультимедиа құралдарын пайдаланып оқытуды жүзеге асыру өзекті мәселе.

Кілттік сөздер: ақпараттық технологиялар, мультимедиа құралдары, жаңа ақпараттық-білім технологиясы, электронды оқулықтар.

Бәсекеге қабілетті тұлғаны тәрбиелеу мен оқытуда жоғары мектептің алатын орны ерекше. Оның қызметі үнемі дамуда. Жаңа заман талаптарына сәйкес жоғары мектептің дамуы көптеген қо-

ғамдық-әлеуметтік мәселелерді шешуді қамтамасыз етуі керек. Жоғарғы мектептің алдына қойған ең бірінші мақсаты - қоғамға қажетті жоғары білімді мамандарды даярлау.

Осындай мәселелерді шешуде Ресей ғалымдары В.Е.Шукшунов, В.Ф.Взятышев және тағы да басқа ғалымдар құрастырған тұжырымдамаға назар аударайық. Олардың пікірлері бойынша жаңаша білім саясатының ғылыми бастауларын үш сферадан іздеуге болады: білім философиясынан, адам және қоғам туралы ғылымдардан және тәжірибе теориясынан.

Білім беру жүйесін дамытудың алғашқы негіздері: жаңа білім философиясы; қоғам және адам туралы ғылымдар (білім психологиясы, әлеуметтану және тағы басқалар); тәжірибе теориясы (педагогика білімі менеджменті және жобалау).

Білім философиясы адамзат проблемасын шешуде қазіргі қоғамдағы адамның орны, тұрмысының мәні туралы білімнің әрекеттік рөлі мен жаңа көзқарастарын қалыптастыруы керек.

Еліміздің жоғары оқу орындары, қоғамда болып жатқан өзгерістерді ой елегінен өткізіп, сол қоғамдағы қозғаушы, жетекші күш болу үшін интеграциялық үдерістерді, яғни бөлшектелген дүниені біріктіру үшін және бір мақсатқа жұмыс істеу үшін біршама шараларды жүзеге асыруда.

Жоғарыда айтқандармен қатар, қазіргі ақпараттық технологиялардың қарқынды дамуы қоғамдағы барлық салада үлкен өзгерістер жасалу керек екенін көрсетіп отыр. Ол көптеген қалыптасқан түсініктердің тұрақты бола алмауын, олардың жаңа ұғымдардың аясында қайта қаралуын талап етеді. Сондай-ақ ақпараттық технологияларды қолдану әсерінен қоғамда қалыптасқан жүйелерді үлкен өзгеріске ұшыратындай жүйені ақпараттандыру мәселелері де туындайды.

Бүгінгі таңда білім жүйесін жаңа технологиялармен қамтамасыздандыру мәселесі бойынша елеулі қадамдар жасалып жатқаны белгілі. 1997 жылы Білім беру жүйесін ақпараттандырудың Мемлекеттік программасы қабылданып, оның негізгі бағыттары анықталған болатын: білім беру мекемелерін компьютерлендіру; интернетпен қамтамасыз ету; білім беру жүйесін басқарудың ақпараттық жүйесін енгізу; заманауи коммуникациялық технологиялар мен объектілі-бағдарлы программалар негізінде оқыту бағытындағы отандық программалық құралдарды жасау; оқыту телекөріністерін құру және мектептегі телевизиялық техникалық құралдарды дамыту; қашықтан оқыту формасын енгізу және дамыту [1].

Аталған бағыттар бойынша жасалып жатқан жұмыстардың да, бөлініп жатқан қаржылардың да көлемі орасан зор екені баспасөзден де, күнделікті тіршіліктен де жұртшылыққа мәлім. Дәлел ретінде 2001 жылдан бері жұмыс атқарып келе жатқан Республикалық білім беруді ақпараттандыру орталығының (РЦИО) ұйымдастыруымен «Қазақстанның білім беру жүйесін ақпараттандыру: XXI ғасырға қадам», «Қазақстанда және ТМД елдерінде білім беруді ақпараттандыру» сияқты атпен өткізіліп жатқан Халықаралық форумдарда, көрмелерде көрсетіліп жүрген еңбектердің нәтижелерін атап өтуге болады. Бұл бағытта қаншалықты қарқынды жұмыс жүргізіліп жатса да, оның әліге дейін білім дариясының жиегінде тұрғаны белгілі. Сондықтан да оқу үдерісінде ақпараттық технологияларды енгізуді жоғары қарқынмен жүргізу үшін заманауи оқыту технологиясына негізделген білім беру жүйесінің жаңа моделін құру қажеттілігі бүгінгі күннің өзекті мәселесі.

Көптеген ғалымдардың еңбектеріндегі зерттеулері көрсеткендей желілік курс өзара байланысқан төрт компоненттен тұрады: нұсқаулық, ақпараттық, коммуникативтік, және бақылау.

Нұсқаулық компонент курс мақсаттарын сипаттау мәселесі мен оны оқытуды ұйымдастыру жақтарын қарастырады. Оның мазмұнды бөлігінде оқытушылардың нұсқауларынан тұратын пәнді оқыту нұсқаулығы беріледі.

Ақпараттық компоненттің негізгі функциялары дәстүрлі оқулықтың функциялары сияқты болады. Онда құрылымдық оқу ақпараттары нақты түрде көрсетіледі.

Коммуникативті компонентте мәтіндік алмасу арқылы дидактикалық қатынастың мәселелері қарастырылады. Ол электронды семинарлар мен консультациялар және т.с.с. формалар, сондай-ақ қашықтықтан өткізілетін практикумдар мен лабораториялық жұмыстар түрінде іске асырылады. Дидактикалық қатынастарда телеконференциялар мен электронды пошталар пайдаланылады.

Бақылау компоненті білімгерлердің оқу материалдарын шығармашылық және практикалық меңгеру нәтижелерін және оны жүргізуді тексеруді қарастырады. Оның мазмұнды бөлігін аралық және қорытынды тестер құрайды. Желілік бақылау кезінде де өзін-өзі бақылау үшін бақылаудың кең тараған түрі – тестік бақылау қолданылады.

И.В.Роберттің анықтауы бойынша жаңа ақпараттық технологиялардың құралдарына микропроцессорлық есептеуіш техникасының базасында жұмыс істеуші программалы-аппараттық құралдар мен құрылғылар, сонымен қатар ақпаратты жинау, жинақтау, сақтау, өңдеу және беру операцияларын қамтамасыз ететін ақпараттық алмасудың заманауи құралдары және жүйелері жатады[2].

ЮНЕСКО қабылдаған анықтамаға сай ақпараттық технология – ақпараттарды өңдеу және сақтаумен айналысатын адамдардың еңбектерін тиімді ұйымдастыру әдістерін, есептеу техникаларын, адамдармен және өндірістік жабдықтармен өзара әрекеттесуді ұйымдастыру әдістерін, олардың практикалық қолданылуын, сондай-ақ осылардың бәрінің әлеуметтік, экономикалық және мәдениеттік проблемаларын зерттейтін өзара байланысқан ғылыми, технологиялық және инженерлік пәндердің кешені.

Ақпараттық технологиялар күрделі дайындықты, үлкен алғашқы шығындарды және ғылыми негізделген техникаларды талап етеді. Мұндай жұмыстар математикалық жабдықтауды құру мен мамандарды дайындау жүйесінде ақпараттық ағындарды қалыптастырудан басталуы тиіс.

Ақпараттық технологияның элементтерін оқу үдерісінде қолдану арқылы жаңа ақпараттық-білім технологиясы (ЖАБТ) пайда болды. ЖАБТ – оқытушылармен тікелей қарым-қатынас жасамайақ, компьютерлік, аудио және видео техникалық құралдарды пайдалануға негізделген жаңа әдістер мен тәсілдерді қолданып білім алуға болатын үдеріс. Оның мәні таңдалған мамандықтың мемлекеттік стандартына кіретін барлық пәндер бойынша электрондық оқулықтардың толық жиынтығымен қамтамасыз етіліп, тьютордың жетекшілігімен студент үйінде отырып-ақ компьютер арқылы өз бетінше оқитын XXI ғасырдың білім технологиясын құру.

Бүгінгі таңда отандық электронды оқулықтар көптеп жарыққа шығып жатыр. Электронды оқулық белгілі бір авторлық топ жұмыстарының нәтижесі болуы қажет. Алайда, бізде жалғыз ғана оқытушының өз бетінше даярлаған электрондық оқулықтарын көптеп кездестіруге болады. Әрине, мұның өзі білім жүйесін ақпараттандыру бағытындағы атқарылып жатқан жұмыстарға өз үлесін қосады деп те айтуға болады. Бірақ та, кейде жоспарсыз, бірін-бірі қайталап жатқан еңбектерді көргенде, неге осы күшті белгілі бір орталықтан басқара отырып үлкен нәтиже алынатындай бір бағытта жұмсамасқа? - деген ой туады.

Заманның жаңа даму сатысында білім беру жүйесі қоғамның жаңа экономикалық саясат, әлеуметтік және интеллектуалдық деңгейіне сай келуі тиіс. Осыған орай білімнің мақсаты, мазмұны және оны оқыту тәсілдері қайта қаралып, оқу жүйесін реттеу, ұйымдастыру мәселелері зерттеліп, өз шешімін табуды қажет етеді.

Жаңа адамды тәрбиелеу мен оқытуда жоғары мектептің алатын орны ерекше. Оның қызметі үнемі дамуда. Жаңа заман талаптарына сәйкес жоғары мектептің дамуы көптеген қоғамдық-әлеуметтік мәселелерді шешуді қамтамасыз етуі керек. Жоғарғы мектептің алдына қойған ең бірінші мақсаты- қоғамға қажетті жоғары білімді мамандарды даярлау.

Білім беру жүйесін ақпараттандырудың негізгі бағыттары бойынша Республикалық білім беруді ақпараттандыру орталығының атқарып жатқан еңбектері орасан зор. Біздің ойымызша, бұл Орталық ЖОО-ның басымды бағытына қарай оларға жоспарлы түрде арнайы тапсырмалар беру арқылы тығыз байланыста бола отырып, білім беру жүйесінің ең жоғары деңгейдегі желілік оқу-әдістемелік кешендермен жабдықталған ЖАБТ-сын ұсыну керек сияқты. Яғни ЖАБТ-мен білім беру жүйесі – соңғы үлгідегі коммуникациялық құрылғылармен жабдықталған және оқыту материалдары эксперттік бақылаудан өткізілген, ал оның мазмұны ең соңғы жаңа материалдармен толықтырылып отыратындай ашық жүйе болуы қажет.

Қорыта айтқанда, шын мәніндегі ЖАБТ пайдаланып оқыту үшін біз электронды оқулықтың айналасында қалып қоймай бір саты жоғары жылжып, желілік оқу-әдістемелік кешен жасауға бағытталуымыз керек. Сондықтан да біз ЖОӘК жасауға ниеттенетін әріптестерге осы мақалада көрсетілген төрт компонентті жетік меңгеруді ұсынамыз. Қандай да бір мамандықты таңдаған білімгерді ЖАБТ пайдаланып оқыту үшін сол мамандықтың мемлекеттік стандартына кіретін барлық пәндері бойынша жасалған ЖОӘК жиынтығымен қамтамасыз етуге міндеттіміз. Сонда ғана, білімгер үйінде отырып өз бетінше оқитын, XXI ғасырдың білім технологиясы құрылады.

Ақпараттық қоғамға өз бетінше дербес, сыни тұрғыда ойлайтын, туындаған проблемаларды көре білетін және оларды шығармашылықпен шеше білетін адам қажет. Ал оның азаматтары өз бетінше белсенді қимылдауға, шешім қабылдауға, өмірдің өзгермелі жағдайларына икемділікпен бейімделуге қабі-

летті болуына мүдделі. Сондықтан қазіргі қоғамдағы білім берудің мақсаты – адамның интеллектуалдық және адамгершілік тұрғыда дамуы. Осы мақсатты жүзеге асыру үшін болашақ мұғалімге, мектепте қызмет ететін маман ретінде, білім беру жүйесінің стратегиялық бағыты айқын көрсетілуі тиіс. Оған оқу үрдісінің тиімділігі, сабақтардың жүйелілігі мен сапасы, бағдарламаның орындалу барысы, білімнің тереңдігі және бүкіл оқу тәрбие жұмысының дұрыс жоспарлануы игі ықпал етеді [3].

Қазіргі кезде қоғамның ақпараттық сипатқа ие болуы негізінде ғаламдық ақпараттық үдерістерге ілесуінің мәні өте зор болып отыр. Қоғамды ақпараттандырудың басты мақсаты – білім беру саласы арқылы ақпараттық үдерістерді, құбылыстарды, олардың арасындағы өзара байланыстарды модельдеу негізінде қабылданған шешімдердің нәтижелерін талдау және болжау, оқу мен практикалық міндеттерді шешудің стратегиясын жасау, мамандардың кәсіптік біліктілігін қалыптастыру, олардың жеке және альтернативті ойлау қабілеттерін дамыту, қазіргі заманғы ақпараттық технологиялардың теориясы мен практикасын тереңірек меңгеру. Жоғары оқу орнын бітрушілердің сапасына қойылатын талаптардың өсуі білім беру үдерісіне өзгерістер енгізуге әкелетін ғылыми-техникалық дамудың негізі болып табылады. Қазіргі кезде іс-әрекетте жоғары сапаға жетуді, өз бетінше негізделген және ықпалды шешім қабылдай алуды ақпараттық технологияларды қолдану әдістерін меңгермей жүзеге асыру мүмкін емес.

Бүгінгі күні ақпараттық технологиялар өндірісте, кәсіпорында, құжат өңдеу іс-әрекеттерде кеңінен қолданылуда, оның қамтитын іс-әрекет саласы зор қарқынмен өріс алуда. Өндірістік ақпараттың көлемі мен күрделілігінің тұрақты өсуіне орай қоғамда оны бейнелеудің жаңа түрлері талап етілуде.

Компьютерді жоғары білім беру үдерісінде қолдану, алғашында, баспа машикасының қызметін атқара отырып, кітаптарды, оқулықтарды және оқу құралдарын электрондық тасымалдаушыларға қарапайым ауыстырудан басталды. Кейіннен, мәліметтерді көшірудің, сақтаудың, анықтамалық ақпаратты іздеудің жеңілдігі, жазбаның жоғары тығыздығына байланысты кіші габаритті мәліметтер қорын жасау сияқты компьютердің тиімді қызметтері жолға қойылды. Ал бүгінгі таңда гипер-мәтін, мәліметтер қоры, білім банкі, интернет ресурстары және т.б. электрондық қорлар арқылы ақпараттық кеңістіке шығу мүмкіндіктері іске асып жатыр. Бұл, әрине, компьютердің оқу үдерісіне жай еніп қана қоймай, өзінің дамуына да, өзін қолданатын үдерістің дамуына да жол ашқанын көрсетеді.

Сонымен, компьютердің арқасында педагогикалық технологиялардың қатарында компьютерлік технология, ақпараттық технология, интернет технология және ақпараттық-коммуникациялық технология сияқты жаңа технологиялар бар.

Сонымен, көптеген зерттеулердің нәтижелері жаңа ақпараттық-коммуникациялық технологиялар оқу процесінің тиімділігі мен сапасын жоғарылатады деп көрсеткенімен, оны жеке пәндерге пайдаланудағы нақты әдістемелер мен компьютердің психологиялық әсері туралы нақты теория қалыптасты деп айту қиын.

Қорыта айтқанда, мультимедиа құралдарын пайдаланып оқыту технологиясы – бұл оқытудың негізгі қызметтерін орындайтын және педагогтың қатысуынсыз жүзеге асыратын екінші реттегі оқыту құралы. Ол дидактикалық мүмкіндіктерді кеңейте отырып, оқытуға мүлдем жаңа сапалы сипат береді және білім алушының жеке қажеттіліктерін толығырақ қанағаттандыруға һәм жеке қабілеттерін дамытуға елеулі септігін тигізеді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Назарбаев Н.Ә. «Әлеуметтік-экономикалық жаңғырту - Қазақстан дамуының басты бағыты» Ел президентінің халыққа жолдауы, 2012 ж.

[2] Халықова К.З., Абдулкәрімова Г.А. Педагогикалық инфороматика /білім беруді ақпараттандыру. –Алматы, 2007.

[3] Мұхамбетжанова С.Т., Мелдебекова М.Т. Педагогтардың ақпараттық – коммуникациялық технологияларды қолдану бойынша құзырлылықтарын қалыптастыру әдістемесі. Алматы: ЖШС «Дайыр Баспа», 2010 ж.

Маханова З.А., Нургаликызы Ұ., Ботаева С.Б., Бекжигитова А.

Обучение с использованием мультимедийных средств

Резюме. В настоящее время информационные технологии широко используются и развиваются быстрыми темпами на производстве, на предприятиях, при обработке документов. По мере роста производственной информации общество нуждается в новых видах представления информации.

Информационному обществу нужен человек критическим мышлением, умеющий творчески решать возникающие проблемы. А его граждане должны быть заинтересованы и самостоятельно принимать решения,

адаптироваться к меняющимся условиям жизни. Поэтому цель образования в современном обществе – интеллектуальное и нравственное развитие человека. А подготовка таких граждан, обучение с использованием средств мультимедиа – актуальная проблема.

Ключевые слова: информационные технологии, средства мультимедии, новая информационно-образовательная технология обучения, электронные книги.

Makhanova Z.A., Nurgalikyzy U., Botayeva S.B., Bekzhigitova

A. **Learning with the use of multimedia tools**

Summary. In our days information technology is widely used and developed in the production, enterprises and processing of documents. As the growth of the production of information society requires new forms of presentation.

Information Society needs people critical thinking, able to creatively solve problems. And its citizens should be interested and make their own decisions, to adapt to the changing conditions of life. Therefore, the purpose of education in today's society – the intellectual and moral development of the person. A preparation of such individuals, learning with the use of multimedia – the actual problem.

Key words: information technology, multimedia tools, new information and educational technology training, e-books.

УДК 691.4.67

Д.К. Құндызбай, А.А. Куйкабаева, Э.М. Зульбухарова,
А.З. Нурмуханова, А.К. Данлыбаева

КЕРАМИКАЛЫҚ КІРПІШТІ СЫНАУ НӘТИЖЕЛЕРІН ӨҢДЕУ

Аңдатпа. ГОСТ 530-95 стандарт талаптары талданды, сығу және иілу кезіндегі беріктілік шектері, су өтімділігінің массалық үлгісі, пористсіз қуыссыз көлем есептелді.Сығу және иілу кезіндегі беріктілік шегін гидравликалық пресс,металды өлшеуіш сызғышы,торлы елеуіш,техникалық войлок,металды резеңкелі пластина осы аспаптар мен құрылғылар қолданылды

Түйін сөз: Сынау бағдарламасы, қысу және иілу кезіндегі беріктілік шегі, аязға төзімділік, тығыздық, су өтімілігі.

Кірпіш бір қабаттық, бір жарым қабаттық, екі қабаттық және стандартты емес (еуропалық көлемдегі, реставрациялық, төрттік, сегіздік және т.б.) болып келеді. Бір қабаттық кірпіштің көлемі: ұзындығы - 250 мм, ені - 120 мм, биіктігі - 65 мм. Мықтылығы жағынан кірпіш мынадай маркаларға бөлінеді: 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250 және 300. Аз қабатты үйлерді қалау үшін кірпіштің мықтылығы аса жоғары болмаса болады (М100 - М150). Әзірлеуші кірпіштің сәнді суретті немесе онсыз сыртқы қабаты ақ түстен қара қоңыр түске дейінгі диапазондағы түстердің кең гаммасымен сипатталады. Жылтыратылған болуы мүмкін. Керамикалық кірпіштер кәсіпорынның әзірлеушімен бекітілген техникалық регламент бойынша ГОСТ 530-95 стандарт талаптарына сәйкес әзірлеуі тиіс. Жұмыс істейтін нормативтік құжаттардың талаптарға сәйкестігіне тиісті бұйымдардың жасауына тиісті қолданылатын сазды шикізат қолданады.

Кірпіш - кеңінен таралған құрылыс материалдарының бірі. Сынау жұмыстары бірнеше кезеңдерден тұрады. Кірпішті сынау келесі әдістермен анықталады:

- қысу және иілу кезіндегі беріктілік шегін анықтау;
- нағыз радионуклидтердің активтілік эффектілігінің салмағын анықтау;
- аязға төзімділігін, тығыздықты және су өтімілігін анықтау;
- қоршау конструкциясының жылу өткізгіштік кедергісін анықтау;
- сорбциондық ылғалдылықты анықтау.

Кірпіштің осы сынау әдістерін ГОСТ 8462-85, ГОСТ 7025-91, ГОСТ 26254-84, ГОСТ 24816-81, ГОСТ 30108-94 стандарттары бойынша анықтайды. Сығу және иілу кезіндегі беріктілік шегін келесі аспаптар және материалдарды қолданады: гидравликалық пресс, металды өлшеуіш сызғышы, штангенциркуль, торлы елеуіш, техникалық войлок, металды-резеңкелі пластина, қаптау қағазы, су, кварцтық құм, портландцемент, гипстік Г16 маркасы.

Нағыз радионуклидтердің активтілік эффектілігінің салмағын анықтау кезіндегі сынау құрылғылары: гамма-спектрометрлік өлшеу әдісін қолданатын ЕРН эффектілі активті радиометрлер және қолданатын радиометрлік аппаратура мемлекеттік метрологиялық сынауға міндетті түрде қатысты ГОСТ 8.326 және ГОСТ 8.513 сәйкес болуы керек.

Су өтімділігін кептіргіш электрлік шкаф, таразы және электрлі плитка арқылы анықтайды. Тығыздықты сынауға арналған құрылғылар мен материалдар: кептіргіш электрлік шкаф, таразы, металды өлшеуіш сызғыш, вакуумэксикатор, эксикатор, күкірт қышқылы, хлор кальций, пикнометр, конус, шынылы блюкс, фарфорлы ыдыс, торлы елеуіш, дистилденген су. Аязға төзімділігін анықтау кезінде қолданатын аспаптар: термостат, кептіргіш электрлі шкаф, таразы, ОМБ 5 немесе ОМБ 10 резеңкелі пластина, кептіргіш электрлік шкаф, таразы. Қоршау конструкциясының жылу өкізгіштік кедергісін анықтау үшін зертханалық шарттарда жылуөткізгіштік климаттық камераны қолданады. Осы камера сыналатын бөлек конструкциялардан құралатын жылы және суық бөліктерінен тұрады. Климаттық камераларды жинақтау үшін келесі аспаптар мен құрылғыларды қолданады: компрессорлар, маймен толтырылған электрлі радиаторлар, электрлі жылу винтиляторлар, электрлі конвекторлар, температура реттеуіштері, бірқалыпты бақылау автоматтық аспаптар, температура сигнализаторлары, тығыздықты анықтау үшін қолданатын аспаптар, термоэлектрлік аспаптар, хромель, копель және алюмель құймалардан жасалған құмдар, терморезисторлар, потенциометрлер, кедергі термометрлер, шынылы термометрлер, термографтар, микроманометрлер, СВ немесе СН түрдегі стақандар, кептіргіш электрлі шкаф, төлшеу шегі 200 г таразы, эксикаторлар, анесометр. Материалдардың сорбциондық ылғалдылығын анықтау үшін қолданады: кептіргіш электрлі шкаф, таразы, эксикаторлар, СБ немесе СН түрдегі шынылы стақандар, ареометрлер, күкірт қышқылы, дистилденген су. Сынауға үлгілерді партиялардан алып қояды. Үлгілер, беріктік шектерінің анықтауға арналған сынауларды партияның өлшемі, сан қысу және айналмада, қабырғалық материалдардың тиісті түрлеріне, бекітілген анықтаған ретімен нормативтік-техникалық құжат бойынша орнатады.

Бейнелі сынауды алдында дымқыл күй тартып алған (20±5)˚С температурасы кезінде жабулы бөлмелерінде кемінде 3 тәулік шыдайды немесе гипс болатын үлгілерді (105±5)˚С температурасы кезінде – 4 сағат кептіреді 50˚С артық емес температураның кезінде – 8 сағат кептіреді. Сырт пішіні және өлшемдер бойынша кірпіш, тастар және сынауға алынған блоктар, бекітілген анықталған ретімен бұған нормативтік-техникалық құжаттар талаптарына қанағаттандыруға тиісті.

Олардың ішінен құрылыс бұйымдары бақылаудың өткізуінде 1,2 х 1,2м кем емес және 0, 5 м биіктікпен негізімен тік төртбұрышты призмаларға қалыптастырады немесе кемінде өлшемдерімен емес және бұйымдардың жоғарғы жазықтығының орталығында бақылау нүктелерін таңдауға көрсетілген жатқызылған бұйымдардың поддондарын таңдайды. Судың өтімділігін 3-тен кем емес үлгіде анықтайды. Керамикалық бұйымның үлгілерін тұрақты салмаққа келгенше дейін алдын ала кептіреді. Силикаттық бұйымдардың үлгілерін су өтімділігін алдын ала кептірусіз анықтайды. Орташа тығыздықты 3 үлгіден кем емес анықтайды. Нағыз тығыздықты бұйымның материалының сынауында анықтайды, 3 үлгіден кемірек емес алынған. Үлгіні сынау үшін салмағы 100 г кем емес ішінен және ортасына 2 кесектен қалдырады және 5 мм шамасына дейін ұсақтайды. Кварттау мен массасы 100 гр кем емес асыпқоюмен жиыстырады және оны фарфорлы немесе агаттық келіде толық №1 илеуіштен өткенге дейін ұсақтайды. Сосын массасы 30 гр кем емес кварттық асып қоюмен жиыстырады және № 0,063 илеуіштен өткенге дейін толық ұсақтайды. Үлгілер 1 ммге дейін қателікпен өлшейді. Үлгінің әрбір сызықты өлшемі үлгінің жатқа қарсы беттерінің екі орташа сызықтарының өлшеу нәтижелерін мәннің орташа арифметикалық мәндері сияқты есептейді. Цилиндрдың диаметрі төрт өлшемдердің нәтижелерінің мәннің орташа арифметикалықтарын сияқты есептейді: бағыттарға өзара перпендикулярларды екі-екіден әрбір шетте. Үлгінің бүйірлеу беттерінде тік білікті сызықтар келтіреді. Үлгі пресстің тақтасын орталықтарда орнатады және пресстің жоғарғы тақталарымен үлгі және тақтаның геометриялық өстері қоса атқара қысады. Кейін оның қиратуы 20-60 сынау бастауға қамтамасыз ететін жылдамдықпен үздіксіз және бір қалыпты өсу тиісті үлгіге жүктеме үздіксіз және бір қалыпты өсу тиісті.

Қысу кезіндегі беріктілік шегін $R_{сж}$, МПа (кгс/см^2) үлгімен мына формула бойынша шығарады:

$$R_{сж} = \frac{P}{F}$$

мұндағы P - үлгіні сынау кезінде орнатылған ең үлкен жүктеме, МН (ктс), F -алаңдардың үстіңгі және астыңғы беттерінің орташа арифметикалық мәні ретінде есептелетін үлгінің кесік көлденең алаңы. Үлгі пресс екі тіректерінде орнатады. Жүктемені аралықты орталарда қоса тіркейді және сызбаға сәйкес үлгі бойынша бір қалыпты үлестіреді. Үлгіге жүктеме арқылы кейін оның қиратуы 20-60 сынаулар бастауға қамтамасыз ететін жылдамдықпенмен үздіксіз өсуі керек. Иілу кезіндегі беріктік шегін $R_{иілу}$, МПа (кгс/см^2) үлгімен мына формула бойынша шығарады:

$$R_{иілу} = \frac{3Pl}{2bh^2}$$

мұндағы P - үлгіні сынау кезінде орнатылған ең үлкен жүктеме, МН (кгс), l - тіреуіш осьтерінің арасындағы аралық, м (см); b - үлгінің ені, м (см); h – орташа ұшу кезінде тегістеу қабатынсыз үлгінің биіктігі, м (см).

Коэффициенттің анықтаулары үшін кірпіштің он партиялары немесе майысқақ құрастырудың тас тартып алған үлгілерді тарттырады. Коэффициентті технологияның өзгеруі кезінде анықтайды, бірақ жылында бір реттен сирек болмау керек. Үлгілерді вакуумды эксикаторды тұғырыққа жиыстырып қояды және суды құяды, оның деңгейі үлгі деңгейінен 2 см кем емес жоғарырақ болу керек. Сыйымдылықты қолданар кезінде үлгіні бір қатар биіктікке саңылаудың арасы 2 см кем емес етіп жиыстырып қояды.

1-кесте. **Су өтімділігін есептеу.**

Көрсеткіш, өлшем бірлігі		Үлгілердің көрсеткіш мәндері				
		I	II	III	IV	V
Құрғақ үлгі массасы m, кг		1,7	1,8	1,7	1,8	2
Қаныққан үлгі массасы m_1, кг		1,9	2	1,87	1,95	2,25
Үлгі өлшемдері	Ұзындығы a, мм	250	250	250	250	250
	Ені b, мм	120	120	120	120	120
	Биіктігі a, мм	65	65	65	65	65
Үлгі көлемі V, см^3		1950	1950	1950	1950	1950
Су жұту	Массалық $W_м$, %	11,7	11,11	10	8,3	12,5

Эксикатордың сыйымдылығын қақпақпен жабады және судың сұйытылған бөлігін вакуумды насоспен жасайды (0,05±0,01) МПа (0,5±0,1) кгс/$см^2$, үлгіні манометрмен бекітеді. Уақытты белгілей отырып қысымның төмендеуіне сүйенеді, үлгілерді ауа бөлестері тоқтатылғанша дейін бөлінеді, 30 минуттан аспауы керек. Атмосфералық қысым қалпына келгенше дейін үлгілерді суда қанша уақыт қажетітінше ұстап тұрады, вакуумды судың астындағыдай, судың көлемін толтыру үшін, алысталынған ауаны алды. Суға қанған үлгілерді судан суырып алады, дымқыл матамен сүртіп және өлшейді. Судың массасы, үлгілерденүлгілерден ағып кеткен таразы ыдысына, үлгілер массасын қоса отырып, қанаған суды. Өлшеуді әрбір үлгіден аяқтағаннан кейін 2 мин кешіктірмей оны судан алып тастау керек. Силикаттық бұйымдардың үлгілерін өлшегеннен кейін тұрақты салмаққа келгенше дейін өлшейді. Геометриялық өлшемдер бойынша үлгілердің көлемін анықтайды, 1 мм аспайтын қателіктермен өлшейді. Үлгілердің сызықтық өлшемдерін анықтау үшін 3 жерден өлшейді - қабырғаларынан, ортасынан және шекараларынан. Үш өлшеудің орташа арифметикалық ақырғы нәтижесін алады. Үлгілерді шаңдардан тазартады және қалыпты салмаққа келгенге дейін кетіреді.

Су өтімділігін массалық үлгісі келесідей формуламен есептейді:

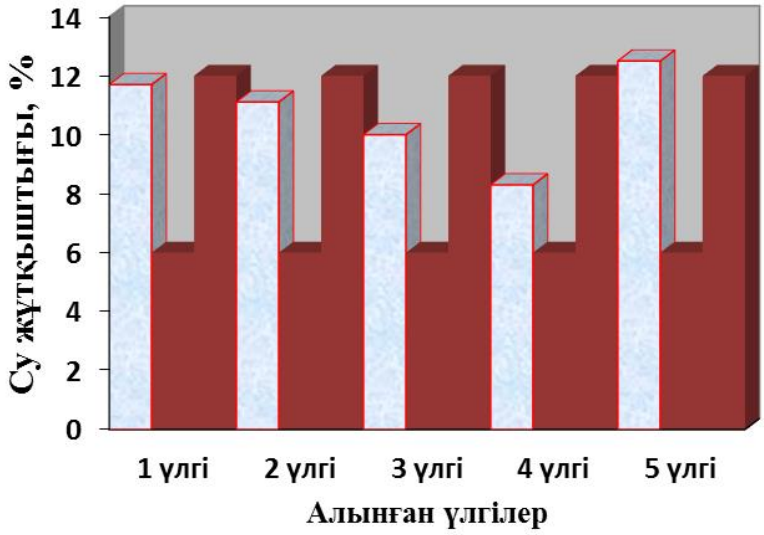
$$W = \frac{m_1 - m}{m} \cdot 100\,\%$$

мұнда: m – тұрақты массаға дейін кептірілген үлгі массасы, г, m_1 - су сіңірген үлгі массасы, г.

$$W_M = \frac{1{,}9-1{,}7}{1{,}7} \quad 100\% = 11{,}7\%$$

Осы формуланы қолдана отырып 5 үлгінің су өтімділігі есептелініп 3 кестеге енгізілді.

ГОСТ 530-2007 бойынша кірпіштің дымқылжұтуы 6-12% арасында болуы керек. 1 суреттен алдыңғы үлгілер сыналғандағы есептеу нәтижелері талапқа сай келіп, тек бесінші үлгі нәтижесі талап қойған аумақтан асып кеткені байқалады.



1 сурет. Үлгілердің су жұтқыштығы

Сонымен, зерттелген үлгілердің су жұтқыштығы талапқа сай болды. Су жұтқыштық өте маңызды көрсеткіштердің бірі. Құрылыста қолданылатын кірпіштер талапқа сай болмай көп мөлшерде су жұтатын болса, жұтылған су кірпіштің бұзылуына әкеледі. Үш үлгінің пористсіз қуыссыз көлемі есептелінді:

$$V = \frac{m_4 - (m_3 - m)}{\rho}$$

Бұл жердегі $V_a = V\text{-}V_n$, $м^3$ абсолютті толық көлем.

2 сурет. Қуыссыз көлеміді және тығыздықты анықтау

Осы формулла қолданылап алынған үш үлгінің пористсіз қуыссыз көлемі есептелініп 2 кестеге енгізілді.

2-кесте. **Үш үлгінің пористсіз қуыссыз көлемі**

Көрсеткіш, өлшем бірлігі		Тәсіл нөмірі		
		I	II	III
Пикнометр массасы, кг	Бос ыдыс массасы m_1, г	7	7	7
	Үлгісі бар ыдыс массасы m_2, г	20	25	26
	Үлгі және сулы ыдыс массасы m_3, г	127	132	133
	Суы бар ыдыс массасы m_4, г	120	125	126
Материал массасы $m=m_2-m_1$, г		17	18	19
Қуыс көлемі V_a, м^3 $V=\frac{m_4-(m_3-m)}{\rho}$		0,0103	0,011	0,012
Тығыздық $\rho=\frac{m}{V_a}$, кг/м^3		1650	1636	1583

Әрі қарай тығыздық анықталады:

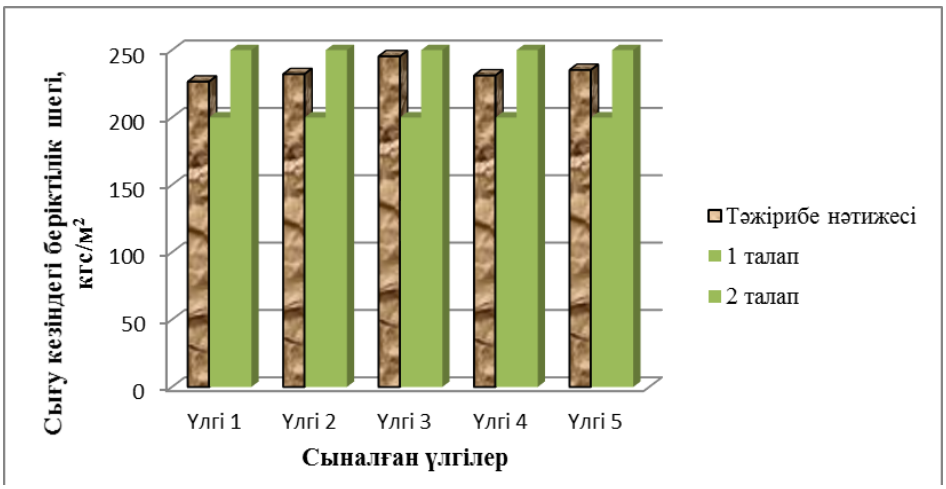
$$\rho=\frac{m}{V_a}$$

Барлық үлгілердің су өтімділігін анықтайды. Су өтімділік бұйымдардың мәндерін орта арифметикалық нәтижесі бойынша қабылдайды. 1 % дәлдікке дейін есептелгенде. Осылай шамалары анықталғаннан кейін 5 үлгі таңдалып алынды. Осы үлгілердің сығу кезіндегі беріктілік шегін анықтауға арналған тәжірибе жүргізілді.

3-кесте. **Сығу кезіндегі беріктілік шегін анықтауға арналған тәжірибе нәтижесі**

Үлгі №	Беріктілік шегі, кгс/м^2			Орта мәні
1	220,9	227,8	231	226,6
2	221	235,5	240	232,2
3	250	245,5	240,6	245,4
4	230	231,5	232	231,2
5	235	235,2	234,6	235,3

Маркасы 250-лік кірпіш алынған. Бұл кірпішке қойылған талап бойынша сығу кезіндегі беріктілік шегі 200-250 кгс/м^2 аралығында болуы керек. Сыналған үлгілердегі беріктілік шегі осы аумақтан аспады. Оны суреттегі тұрғызылған графиктен анық көруге болады.



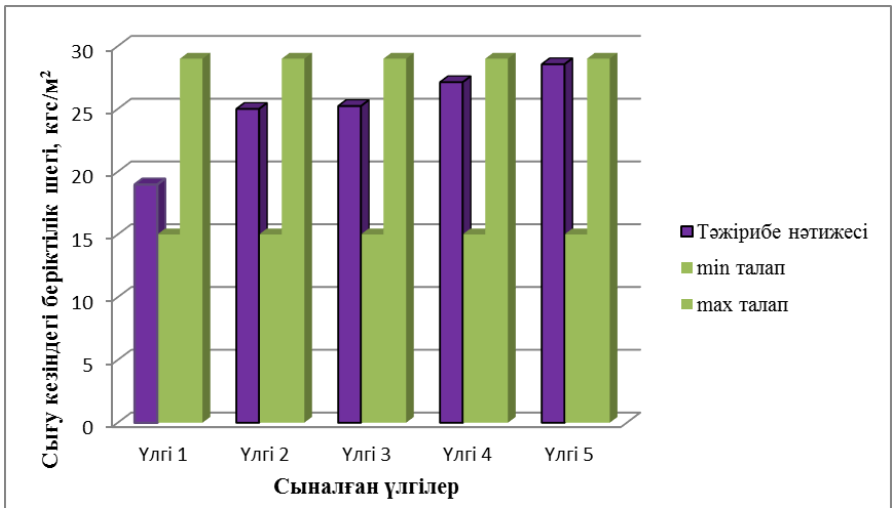
3-сурет. Беріктілікке сынау нәтижесі

Келесі сынау да механикалық сырттан әсер ету түріне жататын, кірпішті майысуға сынау. Майысуға жүргізілген сынау нәтижелері кестеге енгізіді.

4-кесте. **Майысуға жүргізілген сынау нәтижелері**

Үлгі №	Майысуға беріктілік шегі, кгс/м^2			Орта мәні
1	18,5	19,8	18,6	18,97
2	25,5	25,5	24	25
3	25,6	25,5	24,6	25,23
4	26	27	28,4	27,13
5	28,5	28,2	29	28,56

Маркасы 250-лік кірпіш алынған. Бұл кірпішке қойылған талап бойынша майысуға сынау кезіндегі беріктілік шегі 15-29 кгс/м^2 аралығында болуы керек. Сыналған үлгілердегі беріктілік шегі осы аумақтан аспады. Оны 10 суреттегі тұрғызылған графиктен анық көруге болады.



4 сурет. Майысуға сынау нәтижелері

Осы жасалынған жұмыстардың нәтижесіне сүйене отырып жоғары сапалы керамикалық кірпіштер келесідей техникалық талаптарға сәйкес болуы керек. Сығу кезіндегі беріктілік шегі 200-250 кгс/м^2 аралығында болуы керек. Беріктікті сипаттау кезінде беріктік дәрежесіне (М300, М250, М200 және т.б.) байланысты «М» әрпімен белгілейді. Құрылыс кезінде осы шамаларды ескерген, яғни 2-3 қабатты коттеджерді қалаған кезде М250 маркісін қолдануға болады, ал көп қабатты үйлерді салғанда М300 және одан да жоғары маркілерді қолдану керек. Кірпіштің орташа тығыздығы 1600-2000 кг/м^3 болуы керек. Керамикалық кірпіштің суға төзімділігі силикаттық кірпішке қарағанда жоғары екендігін есте сақтау керек. Сондықтан жалпылай қолдану кезінде силикаттық кірпіштер керамикалық кірпішке суға төзімділік жағынан жол береді. Құрылыс материалдардың ішінде керамикалық кірпіш экологиялық таза өнім болып келеді.

Құндызбай Д.К., Куйкабаева А.А., Зульбухарова Э.М., Нурмуханова А.З., Данлыбаева А.К.

Обработка результатов испытаний керамического кирпича

Резюме: Опираясь на требования стандарта ГОСТ 530-95, были вычислены предел прочности при сжатии и изгибе, массовая доля водопроницаемости, беспористая масса.

Ключевые слова: Программа испытаний, предел прочности при сжатии и изгибе, морозостойкость, плотность, водопроницаемость **.**

Kundyzbay D.K., Kuykabaeva A.A., Zulbuharova E.M., Nurmuhanova A.Z., Danlybaeva A.K.

Processing the test results for the ceramic bricks

Abstract. Calculated the compressive resistance and bending strength, water permeability mass fraction, pore free mass base on GOST 530-95 standard requirements.

Keywords: The test program, the compressive resistance and bending strength, frost resistance, density, water permeability

УДК 621.391

А. Заурбек, Б.С. Ахметов, Н.А. Сейлова, Д.З. Джурунтаев
(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан, juruntae@rambler.ru)

СОЗДАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ СХЕМЫ РЕГИСТРА СДВИГА С ОБРАТНЫМИ СВЯЗЯМИ НА ПЛИС FPGA XILINX С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ САПР VIVODO 2016.2

Аннотация. Рассмотрены особенности создания и проектирования цифрового генератора псевдослучайных импульсов на основе регистра сдвига с обратными связями с использованием САПР Vivado 2016.2 и языка описания аппаратуры Verilog. Синтезирована и смоделирована работа схемы восьмиразрядного регистра сдвига с обратными связями с помощью системы САПР Vivado 2016.2 и языка описания аппаратуры Verilog. Построены временные диаграммы работы схемы регистра сдвига с обратными связями, реализованного на базе платы FPGA Basis3 Xilinx.

Данная работа относится к области создания проектов цифровых устройств на базе ПЛИС семейств FPGA фирмы Xilinx с использованием систем автоматизированного проектирования и языков описания высокого уровня и может быть использована для разработки проектов различных цифровых устройств.

Ключевые слова: система автоматизированного проектирования, языки описания аппаратуры, программируемые логические интегральные схемы, программируемые логические матрицы, программируемая матричная логика, базовые матричные кристаллы, синтезирование, симуляция, схемотехническое моделирование, псевдослучайная последовательность импульсов.

Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС) являются одними из самых быстроразвивающихся и перспективных элементов цифровой схемотехники. Современные, широко применяемые в настоящее время, микросхемы программируемой логики ПЛИС представляют собой кристаллы, на которых расположены сотни тысяч и более простых логических элементов и триггеров, что позволяет получить макет (прототип) цифрового устройства практически любой сложности.

Программируемые логические интегральные схемы предоставляют возможность относительно быстрого создания цифровых устройств с внутренней структурой, задаваемой пользователем, то есть быстрое преобразование одной конфигурации цифровой схемы в другую. Другими словами, изменение принципиальной электрической схемы цифрового устройства в кристалле ПЛИС выполняется путем перепрограммирования. В результате цикл создания сложных цифровых устройств значительно сокращается и уменьшается стоимость всего проекта в целом [1-3].

В настоящее время наиболее широко распространены ПЛИС со следующими архитектурами:

- CPLD (Complex Programmable Logic Device - Сложные программируемые интегральные схемы);
- FPGA (Field Programmable Gate Array - Программируемые пользователем вентильные матрицы).

Сложные ПЛИС CPLD, использующие для хранения конфигурации энергонезависимую память (Flash или EEPROM), архитектурно являются дальнейшим развитием микросхем программируемых логических матриц (ПЛМ) и программируемой матричной логики (ПМЛ).

Программируемые логические интегральные схемы с архитектурой FPGA являются дальнейшим развитием технологической линии базовых матричных кристаллов (БМК). Они более просты в изготовлении: начальные этапы их технологии являются общими, различны они лишь на заключительных стадиях их производства. ПЛИС с архитектурой FPGA предоставляют более широкие функциональные возможности и наибольшее количество аппаратных ресурсов, поэтому представляют наибольший интерес при разработке цифровых устройств. Микросхемы FPGA используют для хранения конфигурации энергозависимую статическую память, и каждый раз в начале работы требуют

процедуры загрузки конфигурационной информации. Конфигурационная информация может быть неограниченно перезаписана в статическую память. Таким образом, одна и та же микросхема FPGA может быть использована для разработки большого количества цифровых устройств.

Микросхемы ПЛИС широко применяются в системе цифровой обработки сигналов, а также в задачах защиты информации, в частности для генерации псевдослучайной последовательности импульсов [4,5]. Наиболее широкое распространение в этой сфере получили ПЛИС с архитектурой типа FPGA. Достоинством ПЛИС FPGA является их способность обеспечивать не только высокую скорость обработки, но еще и непрерывную обработку и стабильную скорость.

Интегральные схемы специального назначения ASIC (аббревиатура от англ. application-specific integrated circuit) работают быстрее ПЛИС FPGA, но практически не используются в системах защиты информации. ASIC программируются при изготовлении и не имеют возможности перепрограммирования.

Как отмечено выше, ПЛИС широко применяются в задачах генерации случайных и псевдослучайных чисел. Необходимость использования генератора псевдослучайных чисел возникает во многих задачах. Аппаратные генераторы случайных чисел главным образом применяются для проведения статистических испытаний и в криптографии, где они используются для создания криптографических ключей для зашифрованной передачи данных [4,5].

Для эффективного использования микросхем ПЛИС FPGA необходимо знать и понимать различные подходы и аспекты моделирования и синтеза схем цифровых устройств, что практически невозможно без использования системы автоматизированного проектирования. Наиболее широко используются специальные средства САПР Vivado компании Xilinx, производителя FPGA ПЛИС [6,7]. Процесс проектирования цифровых устройств в САПР Vivado включает следующие этапы: создание модулей исходного описания проектируемого устройства, синтез и реализацию проекта на базе ПЛИС семейств FPGA фирмы Xilinx и моделирование цифровых устройств.

В настоящее время для создания цифровых устройств в приемлемые сроки и с высоким качеством на основе микросхем ПЛИС, содержащих на кристалле сотни тысяч и миллионы логических вентилей, эффективно используются САПР Vivado 2016.2 и язык описания аппаратуры, например Verilog или VHDL[6-8]. Языки высокого уровня VHDL, Verilog и Verilog System в САПР Vivado используются, как для моделирования, так и для создания синтезируемых описаний. Важным свойством Vivado является возможность управления всем циклом разработки с помощью скриптового языка Tcl, который лежит в основе нового формата описания проектных ограничений xdc (Xilinx Design Constraints). Формат xdc обладает по сравнению с форматом ucf, ранее использовавшимся, более гибкими возможностями описания проектных ограничений, облегчающих построение масштабируемых проектов.

Рассмотрим процесс создания нового проекта с помощью САПР Vivado 2016.2 и языка высокого уровня Verilog, связанную с описанием проектируемого устройства, синтезом, моделированием, построением временных диаграмм работы и реализацией схемы цифрового генератора псевдослучайных импульсов на основе регистра сдвига с обратными связями. Запуск программы осуществляем с помощью ярлыка (значка) САПР Vivado 2016.2 на рабочем столе. Открывается стартовый экран САПР Vivado Quick Start (Рисунок 1). Как видно, на экране Quick Start можно создать новый проект, открыть существующий и ознакомиться с готовыми примерами проектов или документацией по САПР Vivado 2016.2.

Рис. 1. Стартовый экран САПР Vivado 2016.2

Для создания нового проекта на экране Quick Start выбираем команду Greate New Project и открываем окно Project Name (рисунок 2).

В поле Project Name вводим название (имя) проекта, а в поле Project location указываем директорию размещения (местоположение) проекта, где будет храниться проект. Таким образом, в поле Project location появится путь к предварительно созданной на рабочем столе папке.

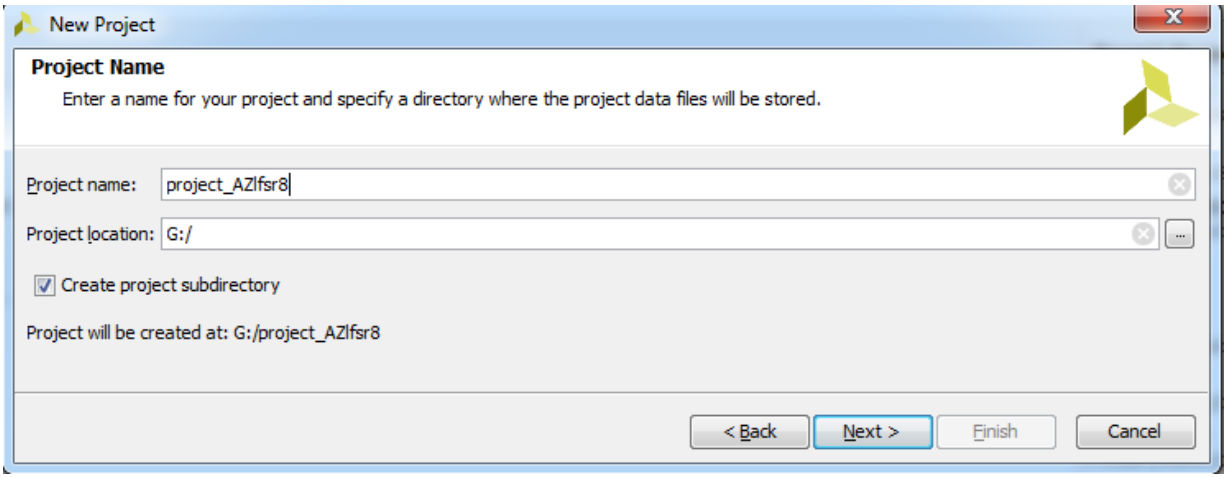


Рис. 2. Диалоговое окно Project Name для создания нового проекта

Открываем окно Project Type и для создания проекта на уровне регистровых обменов, используя языки описания аппаратуры, например, Verilog, выбираем тип проекта RTL (Register Transfer Level) Project. Уровень регистровых передач (RTL) – это способ описания работы (поведения) синхронных цифровых схем на уровне регистров, логических сигналов и логических операций над сигналами. Ввод схемы или описания проектируемого устройства может осуществляться различными методами, в том числе схемотехническими. В данной работе для описания проектируемого устройства используем язык высокого уровня Verilog. Открываем окно Add Sources и далее с помощью кнопки Greate File открываем панель Greate Source File (Рисунок 3). В поле File type выбираем Verilog, в поле File Name указываем имя файла (модуля) AZregoc8, а в поле File location указываем путь, где будет храниться файл.

Далее с помощью USB кабеля подключаем к компьютеру плату BASYS 3 DIGILENT.

В папке FPGA выбираем файл Basys3_Master.xdc, который позволяет добавить заранее подготовленные правила и ограничения. Указываем местоположение файла Basys3_Master.xdc.

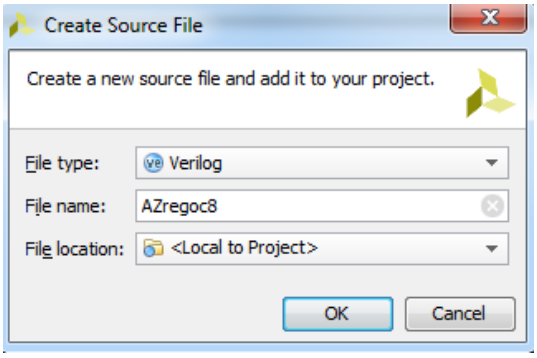


Рис. 3. Панель Greate Source File

Открываем окно Default Part (рисунок 4). Из таблицы Part, где приводятся списки различных моделей микросхем платы BASYS DIGILENT, выбираем модель xc7a35tcpg236-1 и вводим ее в поле Search (поиск) для реализации проекта.

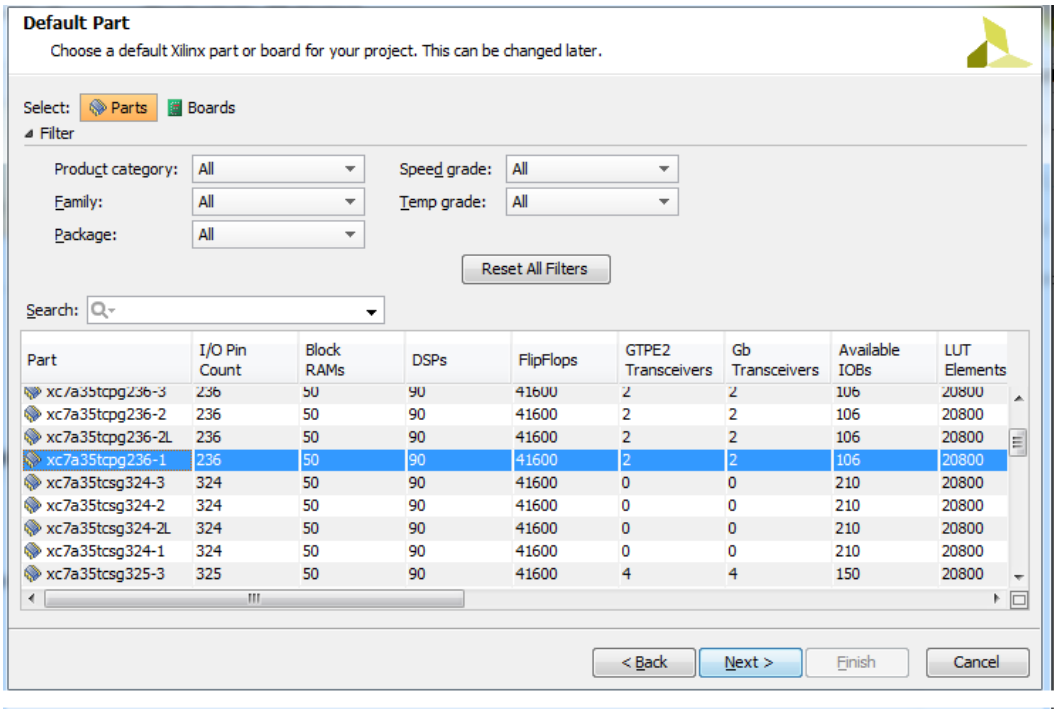


Рис. 4. Окно Default Part

Открывается окно New Project Summary, нажимаем на клавишу Finish. В окне Define Module (Определить модуль) в поле Port Name указываем имена портов ввода и вывода в соответствии со схемой или программой на языке Verilog проектируемого восьмиразрядного регистра сдвига с обратными связями с синхронным импульсом clk, сигналом сброса rst, сигналом разрешения(включения) enable и выходными сигналами reg [7:0] Q (рисунок 5).

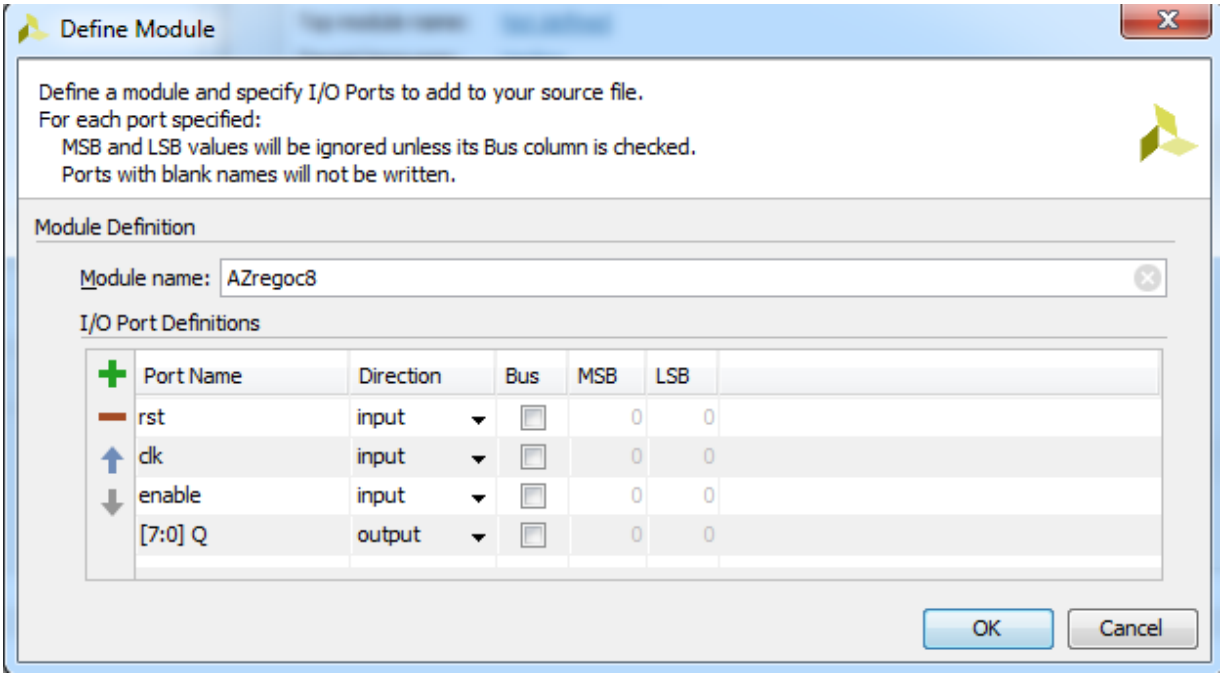


Рис. 5. Окно Define Modules

Открываем окно Project Manager(Руководитель - Менеджер проекта). В этом окне открываем папку Constraints (ограничения) и в папке costrs_1 выбираем файл Basys3_Master.xdc(Рисунок 6). Открываем его с помощью Open Selected Source Files.

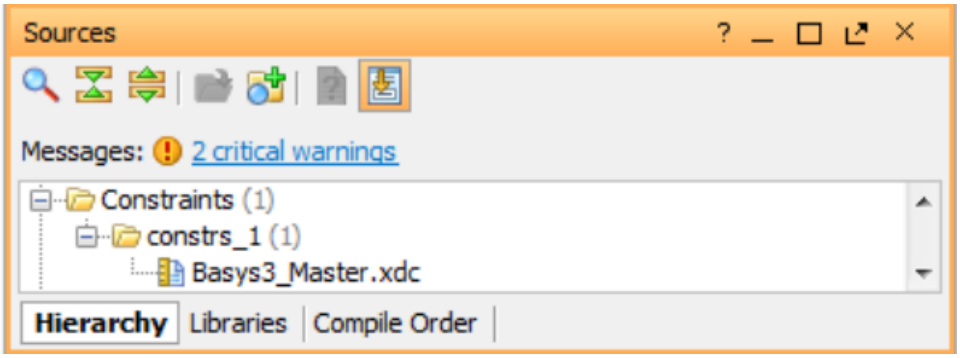


Рис. 6. Окно Project Manager

Из набора описания сигналов Basys3_Master.xdc, где также указаны выводы платы BASYS 3 DIGILENT, выбираем и активизируем входные и выходные сигналы, необходимые для нашего проекта.

Файл Basys3_Master.xdc содержит информацию для среды разработки о том, как связаны логические вводы и выводы главного модуля AZregoc8 с местонахождением (location, LOC) физических ножек микросхемы FPGA, которые именуются PIN W5, PIN V17, PIN V14 и т.д. Ниже приводится урезанная версия файла Basys3_Master.xdc для данной платы, загруженная с сайта компании Xilinx (Рисунок 7):

Project Summary | Basys3_Master.xdc

C:/Users/Admin/Desktop/FPGA/Basys3_Master.xdc

```
6 ## Clock signal
7 set_property PACKAGE_PIN W5 [get_ports clk]
8     set_property IOSTANDARD LVCMOS33 [get_ports clk]
9     create_clock -add -name sys_clk_pin -period 10.00 -waveform {0 5} [get_ports clk]
10
11 ## Switches
12 set_property PACKAGE_PIN V17 [get_ports {rst}]
13     set_property IOSTANDARD LVCMOS33 [get_ports {rst}]
14 set_property PACKAGE_PIN V16 [get_ports {enable}]
15     set_property IOSTANDARD LVCMOS33 [get_ports {enable}]
46 ## LEDs
47 set_property PACKAGE_PIN U16 [get_ports {Q[0]}]
48     set_property IOSTANDARD LVCMOS33 [get_ports {Q[0]}]
49 set_property PACKAGE_PIN E19 [get_ports {Q[1]}]
50     set_property IOSTANDARD LVCMOS33 [get_ports {Q[1]}]
51 set_property PACKAGE_PIN U19 [get_ports {Q[2]}]
52     set_property IOSTANDARD LVCMOS33 [get_ports {Q[2]}]
53 set_property PACKAGE_PIN V19 [get_ports {Q[3]}]
54     set_property IOSTANDARD LVCMOS33 [get_ports {Q[3]}]
55 set_property PACKAGE_PIN W18 [get_ports {Q[4]}]
56     set_property IOSTANDARD LVCMOS33 [get_ports {Q[4]}]
57 set_property PACKAGE_PIN U15 [get_ports {Q[5]}]
58     set_property IOSTANDARD LVCMOS33 [get_ports {Q[5]}]
59 set_property PACKAGE_PIN U14 [get_ports {Q[6]}]
60     set_property IOSTANDARD LVCMOS33 [get_ports {Q[6]}]
61 set_property PACKAGE_PIN V14 [get_ports {Q[7]}]
62     set_property IOSTANDARD LVCMOS33 [get_ports {Q[7]}]
```

Рис. 7. Файл Basis3_Master.xdc

Закрываем файл Basys3_Master.xdc. Далее в папке Desing Sources открываем файл AZregoc8.v и в этот файл добавляем текст кода программы на языке Verilog, которая описывает работу регистра сдвига с обратными связями. Закрываем файл AZregoc8.v. Ниже на рисунке 8 приводится модуль файла AZregoc8.v.

Project Summary | Basys3_Master.xdc | AZregoc8.v *

G:/project_AZlfsr8/project_AZlfsr8.srcs/sources_1/new/AZregoc8.v

```
23 module AZregoc8(
24     input rst,
25     input clk,
26     input enable,
27     output [7:0] Q
28     );
29     reg [7:0]shift_reg;
30     assign Q = shift_reg;
31     wire next_bit;
32     assign next_bit =
33       shift_reg[7] ^
34       shift_reg[6] ^
35       shift_reg[5] ^
36       shift_reg[ 0];
37     always @(posedge clk or posedge rst)
38       if(rst)
39         shift_reg <= 8'h01;
40       else
41       if(enable)
42         shift_reg <= { next_bit, shift_reg[7:1] };
43
44 endmodule
```

Рис. 8. Модуль программы AZregoc8.v

Закрываем файл AZregoc8.v. Итак, проект создан. Далее с помощью Project Settings и последовательности битов Bitstream – bin_file осуществляем настройку проекта.

Для того, чтобы открыть синтезированную схему в папке Synthesis нажимаем на команду Run Synthesis. По завершении синтеза с помощью команды Open Synthesized Design получаем схему восьмиразрядного регистра сдвига с обратными связями, описанную на языке Verilog и синтезированную софтвером (рисунок 9).

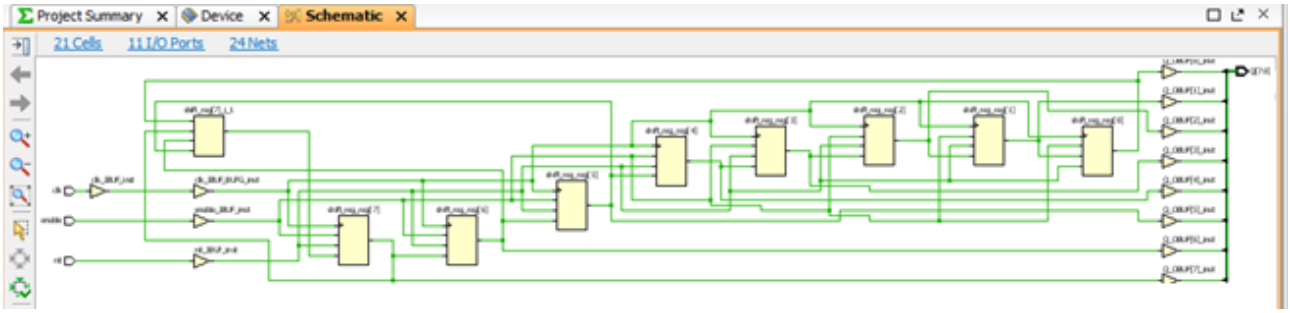


Рис. 9. Схема восьмиразрядного регистра сдвига с обратными связями после синтеза

Для получения схемы восьмиразрядного регистра сдвига с обратными связями на уровне RTL - регистровых передач запускаем команду Open Elaborated Design. В окне Schematic появляется абстрактная схема восьмиразрядного регистра сдвига с обратными связями с входами clk, rst, enable и выходами Q[7:0] (рисунок 10).

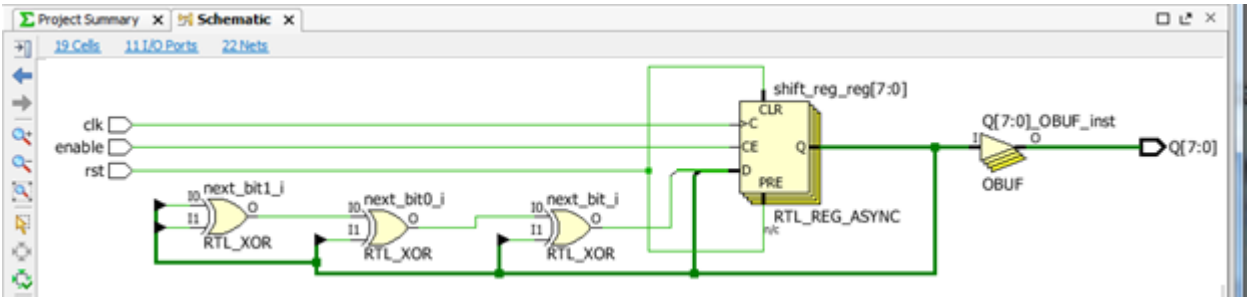


Рис. 10. Абстрактная схема восьмиразрядного регистра сдвига с обратными связями

Одним из основных этапов при разработке схем цифровых устройств на ПЛИС является моделирование (симуляция) разработанных устройств. Для выполнения поведенческого моделирования схемы восьмиразрядного регистра сдвига с обратными связями запускаем команду Run Behavioral Simulation. Открывается панель Behavioral Simulation. В окне Objects или Untitled 1 указываем необходимые параметры моделирования схемы, т. е. нужные значения тактовых импульсов clk, сигнала сброса rst и сигнала разрешения enable регистра сдвига с обратными связями.

В начале с помощью команды Force Constant осуществляем сброс регистра сдвига в “0”. Для построения временных диаграмм работы регистра сдвига с обратными связями выбираем команду Force Clock и указываем порог срабатывания сигналов, указываем порог отключения сигналов. Далее указываем значения времени для начала и завершения работы регистра. Выбираем длительность тактовых импульсов clk. Указываем коэффициент заполнения (отношение длительности импульса к интервалу между импульсами). Запускаем схему регистра сдвига с обратными связями, который по каждому тактовому импульсу clk сдвигается вправо, а новый вычисленный бит задвигается в регистр слева. Вычисление нового бита ведется операцией исключающего ИЛИ (XOR). Вычисление нового значения регистра сдвига происходит в строке shift_reg<= { next_bit, shift_reg[7:1] }. Следующий задвигаемый бит next_bit вычисляется

операцией присваивания: assign next_bit =... (см. рисунок 8). Таким образом, регистр сдвига с обратными связями работает как цифровой генератор псевдослучайных импульсов с псевдослучайными интервалами между ними. Периодичность генерируемой последовательности импульсов регистра сдвига с обратными связями позволяет использовать его в качестве цифрового счётчика. Цифровой счётчик на основе такого генератора имеет упрощенную схему обратной связи, в отличие от обычных двоичных счётчиков, и, следовательно, может работать на высоких тактовых частотах. Однако необходимо убедиться, чтобы такой цифровой счётчик никогда не входил в нулевое состояние. Для этого в регистре имеется сигнал enable. В отличие от обычного цифрового счётчика, регистр сдвига с обратными связями переходит из одного состояния в другое не в порядке двоичного счёта, что позволяет его использовать для генерации тестового сигнала при обнаружении ошибок в логических схемах. Регистр сдвига с линейной обратной связью в англоязычной литературе называется linear feedback shift register (LFSR). LFSR очень часто используется для потоковых шифров в криптографии. Большие случайные числа, сгенерированные из последовательных битов LFSR, сильно коррелированы и иногда даже не совсем случайны. Тем не менее, LFSR достаточно часто используется как базовый алгоритм шифрования [4,5].

На рисунке 11 приведены временные диаграммы работы восьмиразрядного регистра сдвига с обратными связями, который генерирует псевдослучайные импульсы.

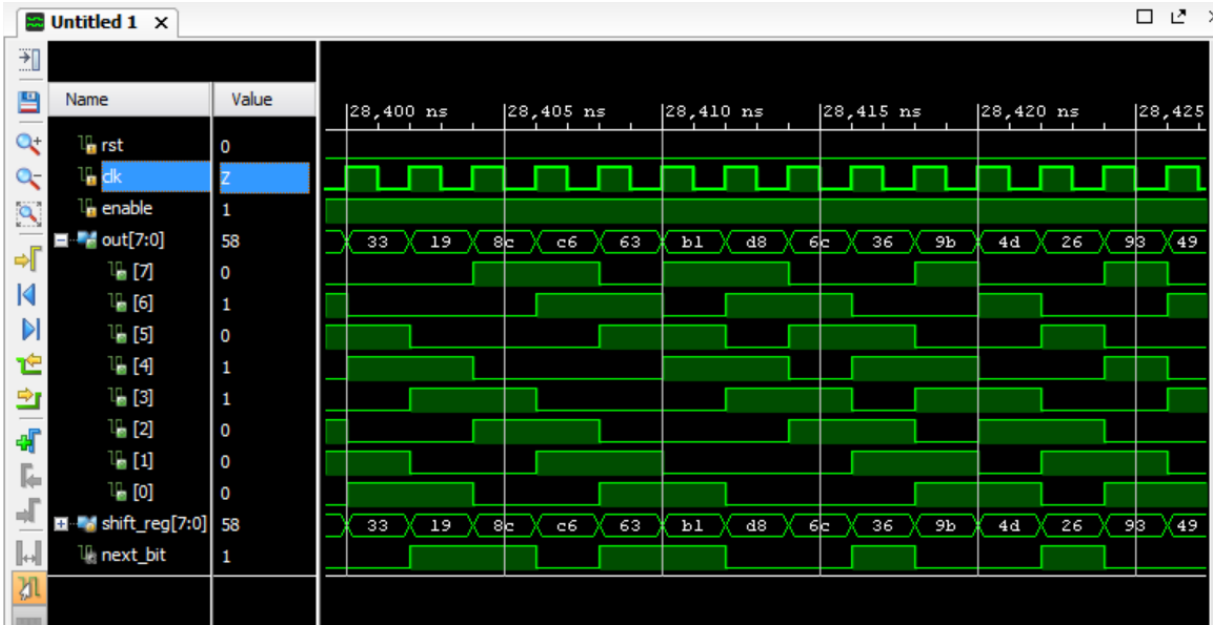


Рис. 11. Временные диаграммы работы схемы восьмиразрядного регистра сдвига с обратными связями

Для реализации схемы восьмиразрядного регистра сдвига с обратными связями (для программирования ПЛИС) на плате FPGA BASYS 3 DIGLENT активизируем (выполняем) команду Run Implementation и запускаем Program and Debug Generate Bitstream. Если плата подключена USB кабелем к компьютеру, то лампочки на плате начинают мигать в соответствии с импульсами, генерируемыми регистром сдвига (Рисунок 12).

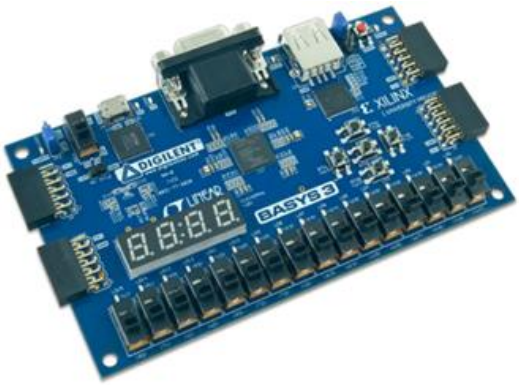


Рис. 12. Плата ПЛИС FPGA BASYS 3 DIGILENT

С помощью САПР Vivado и языка Verilog были еще разработаны проекты различных цифровых устройств (дешифратора, мультиплексора, D-триггера, сумматора, регистра, цифрового счетчика и др.), связанные с созданием модулей описания микросхемы xc7a35tcpg236-1 семейства Basys 3, синтезом, симуляцией и реализацией проекта на базе ПЛИС семейств FPGA фирмы Xilinx.

Заключение

Практически все цифровые микросхемы и устройства могут быть синтезированы из простейших логических элементов. В то же время существует немало задач, где простые логические схемы выглядят гораздо логичнее, понятнее и работают быстрее каких-либо сложных микропроцессорных структур. Кроме того, современные, широко применяемые в настоящее время микросхемы программируемой логики ПЛИС представляют собой «набор» различных логических элементов и триггеров. Для полноценного использования таких микросхем необходимо чётко знать и понимать различные подходы и аспекты моделирования и синтеза цифровых схем с применением системы автоматизированного проектирования (САПР).

В работе синтезирована и смоделирована работа схемы цифрового генератора псевдослучайных импульсов на основе восьмиразрядного регистра сдвига с обратными связями с помощью системы САПР Vivado 2016.2 и языка описания аппаратуры Verilog. Построены временные диаграммы работы схемы цифрового генератора псевдослучайных импульсов на основе восьмиразрядного регистра сдвига с обратными связями, реализованного на базе платы FPGA Basis3 Xilinx.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Харрис Д., Харрис С. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера. – Morgan Kaufman, 2013. – 1619 с.

[2] Тарасов И. Разработка цифровых устройств на основе ПЛИС Xilinx с применением языка VHDL. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – 256 с.

[3] Зотов В.Ю. Проектирование цифровых устройств на основе ПЛИС фирмы Xilinx в САПР WebPACK ISE. – М.: Горячая линия – Телеком, 2003. – 624 с.

[4] Кузнецов В. М. Генераторы случайных и псевдослучайных последовательностей на цифровых элементах задержки. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. – Казань: КАИ, 2011.

[5] Габидулин Э. М., Кшевецкий А. С., Колыбельников А. И. Защита информации: учебное пособие — М.: МФТИ, 2011. — 225 с. — ISBN 978-5-7417-0377-9.

[6] VIVADO – новое средство разработки Inline Group // Электронная версия на сайте // plis.ru/docum/sredstva razrabotki_i_ip/vivado_-_novoe_sredstvo_razrabotki.

[7] Новая версия САПР Vivado Design Suite 2016.1 // Электронная версия на сайте // www.komponenta.ru/about/news/novaya-versiya-sapr-vivado-design-suite

[8] Поляков, А.К. Языки VHDL и VERILOG в проектировании цифровой аппаратуры. – М.: СОЛОН-Пресс, 2003. – 320 с.

Заурбек А., Ахметов Б.С., Сейлова Н.А., Джурунтаев Д.З.

FPGA Xilinx бойынша 2016.2 видесын пайдаланып, кері байланыс ауысым тізілімін құру және модельдеу схемасы

Түйіндеме. Жұмыста Verilog аппаратураны бейнелеу тілін және Vivado 2016.2 автоматтандыру жүйесін қолданып кері байланыстары бар жылжыту регистрі негізіндегі псевдокездейсоқ импульстердің цифрлық генераторын жобалау және жасау ерекшеліктері қарастырылған. Verilog аппаратураны бейнелеу тілі және Vivado 2016.2 жобалауды автоматтандыру жүйесі көмегімен сегізразрядты кері байланыстары бар жылжыту регистрі схемасының жұмысы синтезделген және модельденген. FPGA Basis3 Xilinx платасы негізінде жасалынған кері байланыстары бар жылжыту регистрі схемасының жұмысын бейнелейтін уақыт диаграммасы құрастырылған. Бұл жұмыс Xilinx фирмасының FPGA ПЛИС негізінде жасалынатын цифрлық құрылғыларды аппаратураны бейнелеу тілін және автоматтандыру жүйесін қолданып жобалауға жатады және оны әртүрлі цифрлық құрылғылардың жобаларын жасауға пайдалануға болады.

Түйінді сөздер: жобалауды автоматтандыру жүйесі, аппаратураны бейнелеу тілі, программаланатын логикалық интегралды схемалар, программаланатын логикалық матрицалар, программаланатын матрицалық логика, базалық матрицалық кристаллдар, синтездеу, симуляциялау, схемотехникалық модельдеу, псевдокездейсоқ импульстер тізбегі.

Zaurbek A., Akhmetov., Seilova N.A., Dzhuruntayev D.Z.

Creation and modeling of feedback shift register to fpga xilinx with the use of vivodo 2016.2

Summary. Considered the features of creation and planning of digital generator of pseudorandom impulses are in-process on the basis of shift register with feed-backs with the use CADD Vivado 2016.2 and language of description of apparatus of Verilog. Work of chart of eight-bit shift register is synthesized and designed with feed-backs by means of the system CADD Vivado 2016.2 and language of description of apparatus of Verilog. The temporal diagrams of work of chart of shift with feed-backs, realized on the base of pay of FPGA Basis3 Xilinx, register are built. Hired behaves to the area of projects creation of digital devices on a base PLIS of families of FPGA of firm Xilinx with the use of computer-aided and languages of description of high level designs and can be used for development of projects of different digital devices.

Key words: computer-aided design, languages of description of apparatus, programmable logical integrated circuits, programmable logical matrices, programmable matrix logic, matrix masterslices, synthesis, simulation, circuit technology design, pseudorandom pulse string.

УДК 621.315.1-192

М.А. Джаманбаев, Р.Ш. Абитаева, А.Касымов
(КазНИТУ им. К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан)

ОЦЕНКА БЛАГОПРИЯТНОГО ДИАПАЗОНА СКОРОСТИ ВЕТРОВОГО ПОТОКА ДЛЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПЛЯСКИ ПРОВОДОВ

Аннотация. Причины, вызывающие пляску проводов и ее дальнейшее развитие, зависят от ряда внешних факторов. К этим факторам относят - скорость ветра и его направление к воздушной линии электропередачи (угла атаки ветра к ЛЭП); рельеф местности, по которой проходит ЛЭП; механические свойства колебательной системы, состоящей из проводов, опор и других элементов ЛЭП и т.д. В зависимости от тех или иных сочетаний отмеченных условий предопределяется интенсивность пляски проводов, ее дальнейшее развитие или затухание и прекращение. В статье на основе обработки статистических материалов наблюдений по пляске проводов установлены эмпирические и теоретические законы распределения повторяемости пляски проводов в зависимости от скорости ветра. Анализировано влияние угла атаки ветра на повторяемость пляски проводов. Эти статистические данные могут быть использованы для определения статистических характеристик профилей гололедообразования и скоростей ветра при пляске проводов (для конкретных районов). Эта информация очень полезна и может быть использована в практике проектирования при оценке возникновения пляски проводов, так как учитывается целый ряд параметров ВЛЭП. В конце даются соответствующие выводы.

Ключевые слова: линия электропередачи, пляска проводов, гололедные образования, скорость ветра, повторяемость пляски проводов, статистический ряд, гистограмма, плотность распределения.

Воздушные линии электропередачи являются основным средством передачи и распределения электрической энергии. В этой связи вполне естественным является постоянный интерес к их усовершенствованию и повышению надежности их работы. Одним из факторов снижающей надежность воздушных ЛЭП является влияние окружающей среды, в особенности гололедно-ветровые воздействия, которые приводят к массовым отключениям воздушных линий всех классов напряжения и нарушениям энергоснабжения потребителей. Одним из гололедно-ветровых воздействий являются низкочастотные колебания при ветре и отложении на проводах гололеда. Низкочастотные колебания на проводах в целом играют важнейшую роль в выборе габаритов воздушной линии. Они могут служить причиной КЗ с перекрытиями и термическими перегрузками, приводящими в результате к пережогу провода. Низкочастотные колебания при их длительном воздействии могут быть причиной перерывов электроснабжения. Кроме того, они могут вызывать недоотпуск энергии при необходимости выполнения ремонта. Такие колебания создают также дополнительные динамические нагрузки на элементы конструкции ВЛ, которые ухудшают их механические свойства. Известно, что низкочастотные колебания способствуют износу проводов и разрушению распорок. Устойчивые низкочастотные колебания, вызванные давлением ветра и подъёмной силой, возникающей из-за несимметричности профиля, принято называть "пляской" (в странах ближнего зарубежья) или "галопированием" (за рубежом). Обычно пляска представляет собой колебания провода низкой частоты 0,2 - 1,5 Гц. При этом в пролёте как правило образуются 1, 2, или 3 полуволны синусоиды. В зависимости от длины волны амплитуда колебаний может стать соизмеримой со стрелой провеса провода. Климатические условия, вызывающие пляску, могут быть определены почти точно. Опыт показал, что основные условия - это температура около точки замерзания и скорость ветра более 5-6 м/с, т. е. условия, когда гололёд и снег могут осесть на проводах, образуя крыловидный аэродинамический профиль [1,2].

Как известно, использование понятия надежности в инженерной практике имеет смысл только тогда, когда ее можно измерить и дать ей количественную оценку, удобную для расчетов. Многие показатели надежности понятнее определяются в вероятностных терминах, а не в статистических, что делает их очень полезными в инженерной практике. Кроме того, все априорные расчеты надежности на стадии проектирования воздушных ЛЭП приходятся делать в виде вероятностных расчетов. С этой целью, ниже рассматриваются вопросы, связанные с распределением повторяемости пляски в зависимости от скорости ветрового потока в вероятностной форме.

Для предотвращения снижения надежности ВЛ из-за воздействия гололедно-ветровых нагрузок в нашей стране и за рубежом уже давно ведутся интенсивные разработки и внедряются различные системы предотвращения гололедно-ветровых аварий на воздушных линиях электропередачи. В соответствии с этим, в данной работе приводится анализ возникновения пляски и ее интенсивность в зависимости от скорости ветра V (м/сек). Как правило, образование отложения на проводах сочетается с действием ветра. Однако в процессе формирования отложений или после его завершения скорость и направление ветра могут меняться, вызывая усиление, ослабление или прекращение пляски. Для установления вероятностной зависимости между скоростью ветра и частотой случаев пляски, были обработаны случаи пляски проводов, имевшие место в энергосистемах нашей страны и Российской Федерации [3,4,5]. В результате этой обработки построена гистограмма и выведен дифференциальный закон распределения. Данные для построения гистограммы приведены в таблице 1. Через $V_\perp$ обозначена вертикальная составляющая скорости ветра, определяемая по формуле

$$V_\perp = V Sin\alpha, \tag{1}$$

где V – модуль скорости ветра, α – угол атаки к линии (угол между вектором скорости и ЛЭП).

Таблица 1. **Интервальный ряд распределения**

	Интервал скоростей, $V_\perp$ (м/с)					Сумма
	3 ÷ 6	6 ÷ 9	9 ÷ 12	12 ÷ 15	15 ÷ 18	
Частота, n_i	17	34	36	28	6	121
Относительная частота f_i^*	0,14	0,28	0,3	0,23	0,05	1

Относительные частоты определены по формуле

$$f_i^* = \frac{n_i}{n}, \tag{2}$$

где n - общее число наблюдений (n = 121).
Статистический ряд представлен в виде гистограммы (рисунок 1).

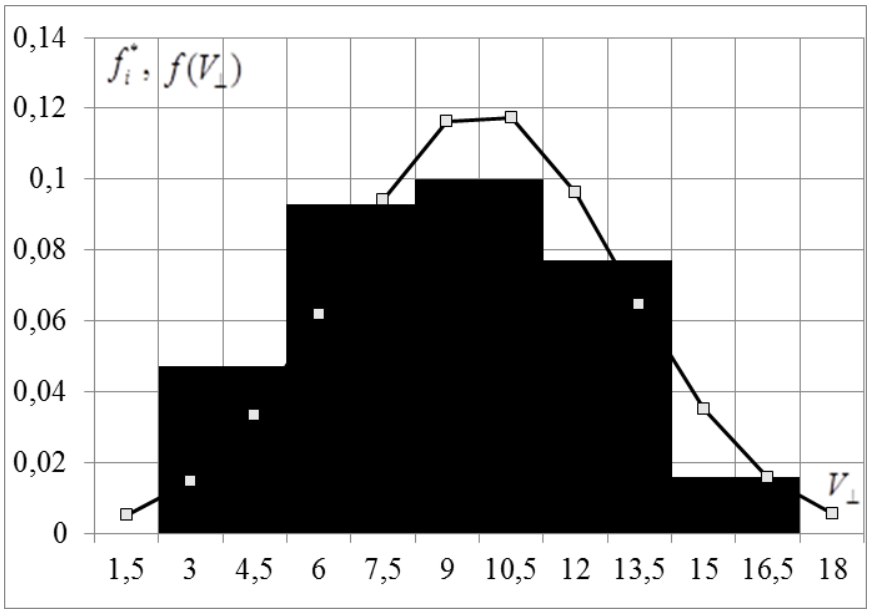


Рис. 1. Гистограмма и выравнивающая ее кривая

Далее, по виду гистограммы подобрана аппроксимирующая кривая, характеризующая лишь существенные черты статистических данных. Как видно из рисунка, выравнивание статистического ряда можно выполнить с помощью нормального закона. Плотность распределения в этом случае

$$f(V_\perp) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(V_\perp - m)^2}{2\sigma^2}}, \tag{3}$$

где m - математическое ожидание, σ - среднеквадратическое отклонение.

При оценке параметров распределения используется статистическое среднее m^* и статистическая дисперсия D^*

$$m^* = \sum_1^k V_{\perp i} f_i^*, \tag{4}$$

$$D^* = \sum_1^k (V_{\perp i} - m^*)^2 \cdot f_i^*, \tag{5}$$

где k число интервалов (k=5), $V_{\perp i}$ - представитель i–го разряда (принимается значение, соответствующее середине интервала).

После вычисления, получили: $m^* = 9{,}81$, $D^* = 10{,}95$.

Выбираем параметры нормального закона так, чтобы выполнялись условия

$$m = m^* = 9{,}81, \sigma = \sqrt{D^*} = 3{,}31 \quad (6)$$

Таким образом, плотность распределения можно представить следующим образом

$$f(V_\perp) = 0{,}12\, e^{-\frac{(V_\perp - 9{,}81)^2}{21{,}9}} \quad (7)$$

На рисунке-1 также представлена выравнивающая гистограмму аналитическая кривая, построенная по формуле (7).

Согласованность аналитического и эмпирического распределения проверялась по критерию χ^2 (Пирсона)

$$\chi^2 = \sum_1^k \frac{(n_i - nF_i)^2}{nF_i}, \quad (8)$$

где F_i - теоретическая вероятность попадания в *i*–й интервал, определяется с помощью нормированной функции нормального распределения

$$F_i = \Phi\left(\frac{V_{\perp(i+1)} - m}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{V_{\perp i} - m}{\sigma}\right),$$

где Ф(x) – нормированная функция нормального распределения.

В результате вычисления получены: расчетное $\chi^2 = 2{,}74$ и табличное значение «хи» квадрата $\chi_\alpha^2 = 5{,}991$ для уровня значимости $\alpha = 0{,}05$ и степени свободы равным двум. Поскольку $\chi_\alpha^2 > \chi^2$, то можно считать, что эмпирическое распределение, в общем, хорошо согласуется с нормальным распределением.

Полученные результаты позволяют определить вероятность, с которой наблюдается пляска проводов в определенном диапазоне скоростей ветра. Средняя скорость ветрового потока при пляске составляет около 10 м/сек. Среднеквадратичное отклонение σ указывает на диапазон скорости, благоприятный для возникновения пляски проводов. В нашем случае этот диапазон лежит примерно в пределах от $m - \sigma \approx 6$ м/сек до $m + \sigma \approx 13$ м/сек. Согласно статистике, внутри этих границ лежат 84 из 121 наблюдении, то есть около 70%. Увеличение или уменьшение скорости ветра за этими пределами сопровождается уменьшением вероятности появления пляски проводов.

Следует отметить, что аэродинамическая неустойчивость гололедного отложения относительно ветрового потока должна зависеть одновременно от величины скорости ветра и его направления относительно к ЛЭП (угла атаки). Результаты анализа показывают, что в подавляющем большинстве случаев (около 70 %) пляска проводов наблюдалась в интервале углов от 30^0 до 60^0. О случаях пляски при угле атаки к линии под углом до 30^0 в литературе не упоминаются. При дальнейшем увеличении угла атаки (в диапазоне от 60 до 90^0) число случаев пляски как одно полуволновых, так и много полуволновых несколько уменьшаются. При этом вероятность появления много полуволновой пляски уменьшается при перпендикулярном (или близкой к перпендикулярной) направлении ветра к ЛЭП.

Кроме того, следует отметить, что чаще всего одна полуволновая пляска возникает при короткой длине пролета. С увеличением длины пролета возрастает вероятность появления много полуволновой пляски.

ЛИТЕРАТУРА

[1]Бекметьев Р.М., Жакаев А.Ш., Ширинских Н.В. Пляска проводов воздушных линий электропередачи.- Алма-ата, «Наука», 1979, 152 с.

[2]Яковлев Л.В. Пляска проводов на воздушных линиях электропередачи и способы борьбы с нею.- М.:Энергопрогресс, 2002, 96 с.

[3]Глебов Э.С. Пляска проводов на воздушных линиях электропередачи 500 кВ.- М.: БТИ ОРГРЭС, 1965. 72 стр.

[4]Ржевский С.С., Хволес Е.А. Пляска проводов на ВЛ 500 кВ Бугульма-Бекетово //Науч.тр.всес.проект.-изыскат.НИИ Энергосетьпроект.1977.-Вып.9.-С.197-202.

[5]Либерман А.Я. Колебания на участках между распорками и пляска проводов линий высокого напряжения //материалы СИГРЭ – Сессия 1974 г. – Доклад 22-09/. - ВНИИЭ, Москва.

Джаманбаев М.А., Абитаева Р.Ш., Касымов А.

Сымдардың билеуін қоздыратың жел ағынының жылдамдығының қолайлы ауқымын бағалау

Түйіндеме. Сымдар билеуінің пайда болуы және оның қарқындылығы желдің жылдамдығы және электр беріліс желілеріне (ЭБЖ) жел шабуыл бұрыштарымен тығыз байланысты. Сымдар билеуінің бақылау туралы статистикалық деректерді өңдеу негізінде желдің жылдамдығына байланысты билеу қайталану таралуының эмпирикалық және теориялық заңдар құрылды. Жел шабуыл бұрышының (электр желілері үшін желдің бағыты) сымдар билеу қайталануына әсері қаралды. Мақаланың соңында тиісті қорытындылар берілді. **Кілттік сөздер**: электр тораптар, электр беріліс желілері, мұзқату, желдің жылдамдығы, сымдардың билеуі, статистикалық қатар, гистограмма, тарату тығыздығы.

Dzhamanbaev M.A., AbitaevaR.Sh., KasymovA.

Evaluation of favourable speed range of wind flow, the excitingdancing wires

Summary. Appearances dance wires and its intensity is closely related to the wind speed and wind angle of attack to the transmission line (TL). On the basis of processing of statistical data on the dance wires observations established empirical and theoretical distribution laws repeatability dances depending on wind speeds. It analyzes the impact of the wind angle of attack (direction of the wind to power lines) repeatability dancing wires. At the end of the article are given the appropriate conclusions.

Key words: power line, dancing wires glaze formation, wind speed, repeatability dancing wires, statistical series, histogram, the distribution density.

УДК 004; 621.398

Z.M. Abdiakhmetova, S.T. Mukhambetzhanov
(al-Farabi Kazakh National University,
Almaty, Kazakhstan)

SOLUTION OF A PROBLEM SIGNAL PROCESSING IN MATLAB

Annotation. Wavelet signal transformation, the theory which is founded in the early 90, is no less common on areas of their applications than the classical Fourier transform. Wavelets are a special function in the form of short waves (wavelets) with zero integral value and the localization of the independent variable axis (t or x), able to shift along this axis and scaling (expansion/ compression).

The article presents the implementation of wavelet transform in Matlab environment using the matrix method to function. Application of wavelet analysis of the most suitable for the study of local signals change (identifying the fine structure of signals containing jumps, sharp transitions through zero of derivatives, etc.).

The first WT was used by the Hungarian mathematician Alfréd Haar. For an input represented by a list of 2 numbers, the Haar wavelet transform may be considered to simply pair up input values, storing the difference and passing the sum. This process is repeated recursively, pairing up the sums to provide the next scale: finally resulting in 2n-1 differences and one final sum.

Keywords: wavelet transformation, digital signal processing, filter, Haar wavelets, Matlab.

Introduction

Currently, digital processing of signals is undergoing rapid development. It is used everywhere, radios, seismographs, medical electronics, communications, radio, astronomy, and others are actively being devel-

oped and are market demand digital processors – specialized digital signal processing computers. Such widespread use generates an even wider demand for digital processors used in some cases on a massive scale.

One way to meet these needs is a reasonable choice of these algorithms. Rather than improve the performance of processor one million multiplications per second, up to five million per second, it is possible for some problems to try to organize the calculations to the speed of one million multiplications per second was enough.

In the analysis apparatus, or separate physical processes of data processing procedures (in circuit theory) is convenient to use the concept of the signaling system. It is assumed that the system is some kind of "black box" having an input and an output. The input signal is applied to the system input and output have changed, i.e., output. How is the signal change, that there is inside the "black box" - nobody cares. It is believed that the system has some of the characteristics (properties), which lead to the observed at the output of the input signal changes. Knowing these characteristics of the systems can easily predict the impact that would have on the system signals passing there through.

For example, as the system can be considered the propagation of seismic waves in real environments. In this case, the input signal acts as a short time impulse arising in the explosion. The output signal will gather (the set of seismic records recorded at different points of the surface of observation). The whole process of changing amplitudes, phases and frequencies of the individual components of the original signal, occurring during the propagation (reflection, refraction, diffraction and so forth.) And registration, education and the imposition of an initial impetus to a different class of waves, interference, etc. All of these processes and characterize the operation of the system at the initial momentum.

One of the basic requirements, which are often imposed on the signaling system, - a linear system. Otherwise - the system perform linear conversion of signals passing through them. Transformations (the system) will be linear if the following two basic conditions: additivity and homogeneity. If we denote the signal at the input of the system x(t), and the output signal at the system output y(t), the passage of x (t) of the signal L through the process system can be written by the formula

$$y(t) = L\{x(t)\}.$$

Here, under the symbol L - need to understand the law, according to which any input signal x (t) is associated with the signal y (t).

Setting of the problem

Let these functions is for the sake of simplicity are integral, i.e. type

$$\phi(t) \to \phi\left(2^j t + k\right). \tag{1}$$

Thus, we can cover the entire real axis defined system functions. If the basis function

$$\phi(t) \in L_2(R) \tag{2}$$

it has unit norm, then all functions

$$\phi^{jk}(t) = 2^{j/2}\phi\left(2^j t + k\right) \tag{3}$$

are normalized to unity, i.e.,

$$\left\|\phi^{jk}\right\| = \sqrt{\int_{-\infty}^{+\infty} \phi^{jk}\phi^{jk}dt} = 1 \tag{4}$$

If a family of functions $\phi^{jk}(t)$ is an orthonormal basis of $L_2(R)$, space, i.e.,

$$\left(\phi^{jk}(t)\phi^{lm}(t)\right) = \int_{-\infty}^{+\infty} \phi^{jk}(t)\phi^{*lm}(t)dt = \delta_{jl}\delta_{km} \tag{5}$$

and each function can be represented as a series (in a basis decomposition)

$$f(t) = \sum_{j.k=-\infty}^{\infty} c_{jk}\phi^{jk}(t) \tag{6}$$

which is uniformly convergent in $L_2(R)$, that is,

$$\lim\left\| f - \sum_{-M}^{M}\sum_{-N}^{N} c_{jk}\phi^{jk} \right\| = 0 \text{ , where } M,N \to \infty, \tag{7}$$

then the basic conversion function $\phi(t)$ is called orthogonal wavelet.

Orthogonal systems of functions $\phi^{jk}(t)$ can be tested directly. Proof of completeness and closure of the base for each specific system should be carried out separately. As a rule, they are very complex and cumbersome. Links to these can be found in reviews.

The simplest example of an orthogonal system of this type is the transformation of the Haar functions. Basic function of this conversion is given by

$$\phi^{H} = \begin{cases} 1, & 0 < t < 1/2 \\ -1, & 1/2 < t < 1 \\ 0, & t < 0, t > 1. \end{cases}$$

It is easy to check that any two functions obtained with the help of this base by wavelet scale transformations and transfers, have unit norm and orthogonal.

Solution

Formula integral wavelet transform based on it is written in the form

$$\left[W_{\phi}f\right](a,b) = \frac{1}{\sqrt{|a|}}\int_{-\infty}^{+\infty} f(t)\phi^{*}\left(\frac{t-b}{a}\right)dt = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t)\phi^{*ab}(t)dt \tag{8}$$

.

With the help of this relationship we can formally express the discrete wavelet transform coefficients:

$$c_{jk} = \left[W_{\phi} f\right]\left(\frac{1}{2^j}, \frac{k}{2^j}\right) \tag{9}$$

Further, for brevity, instead of the expression $\left[W_{\phi} f\right]$ we use the $W(a,b)\, W_{\phi} f$ notation, or simply $W\left[f\right]$.

The inverse transform for continuous wavelet transform (15) is written in the same form as the direct

$$f(t) = \frac{1}{C_{\phi}} \iint W(a,b) \phi_{ab}(t) \frac{dadb}{a^2} \tag{10}$$

On the basis of this formula is the basis of reconstruction built:

$$f(t) = \sum_{j,k=-\infty}^{+\infty} \left(f, \phi_{jk}\right) \phi^{jk}(t) \tag{11}$$

If $\phi^{jk}(t)$ - orthonormal basis and $\phi(t)$ - orthogonal wavelet, then the bases $\left\{\phi_{ik}\right\}$ and $\left\{\phi^{ik}\right\}$ the same, and the formula (23) is an exact inversion formula.

Conclusion

In this paper one dimensional matrix algorithm based on discrete wavelet decomposition was presented. The scaling signal and multi-scale wavelet signals are simulated jointly by borrowing information from the example signal. The main advantage of the proposed technique is that the simulations are performed jointly across all scales at wavelet domain. Therefore, computational time can be easily reduced for large domain. The practical advantages of the proposed method are demonstrated through an unconditional simulation. Although the simulation was performed in the wavelet domain, the statistics of the space-domain data were well reproduced.

The comparative study reveals that the proposed algorithm generates equally good realisations while reducing the computational time of the filtersim algorithm. This helps the proposed algorithm be applicable for spatial modeling of large mining deposits and oil reservoirs.

For example, trigonometric function was adopted on figure 1. With the application of the Haar wavelet, it was transformed into the matrix method. The wavelet transformation of the signal using Matlab program is described below on 2-9 figures.

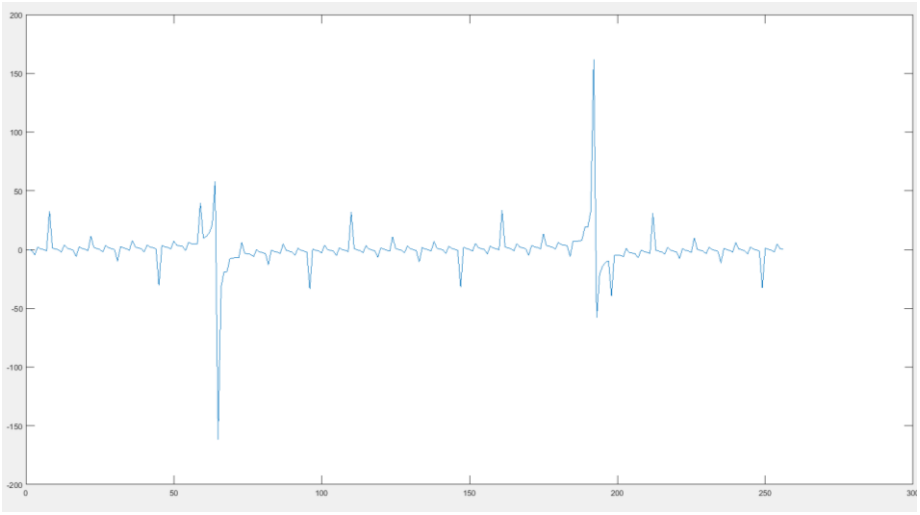


Figure 1. Initial signal

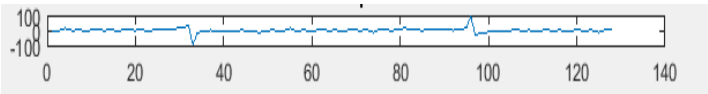


Figure 2. 1-step of processing

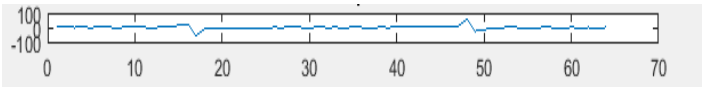


Figure 3. 2-step of processing

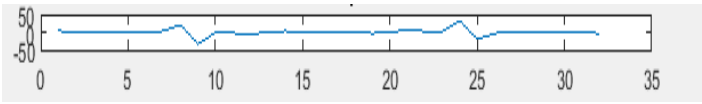


Figure 4. 3-step of processing

Figure 5. 4-step of processing

Figure 6. 5-step of processing

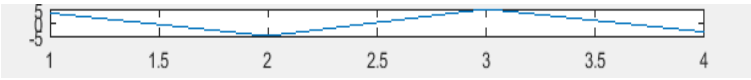


Figure 7. 6-step of processing

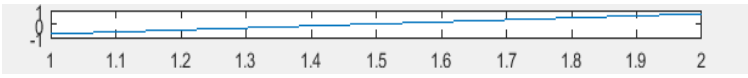


Figure 8. 7-step of processing

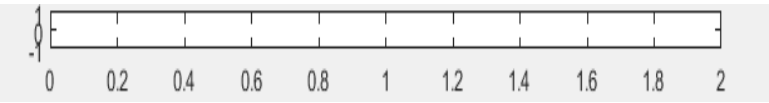


Figure 9. 8-step of processing

REFERENCES

[1] Yu.K.Demyanovich, V.A.Hodakovsky Introduction to the theory of wavelets, St. Petersburg, 2007, 50 p.

[2] E.I. Bovbel, D.V. Tishkov; O. Kotov; A.M. Lukashevich, Study of acoustic signal processing algorithms using continuous wavelet transform at an arbitrary scale, Mn .: BSU, 2003. - 70 p.

[3] V.I.Vorobev, V.G.Gribunin, Theory and practice of wavelet transformation S.Pb., 1999

[4] L. Lewkowicz-Maslyuk, A. Perebrin. Wavelet analysis and its applications. Moscow, 1997.

[5] Astafieva N.M. Wavelet - analysis. Basic theory and application. Advances of Physical Sciences, t.166, vol. 11, November 1996.

[6] Kolmogorov A.N., Fomin S.V. Elements of functional analysis. Moscow: Nauka, 1968.

[7] Peng J., Topeka M.V. Wavelets and their applications to linear and non-linear problems of electromagnetism. "Foreign radio electronics. The success of modern electronics," 1998, vol. 12 p.71.

[8] Zhang, T., Switzer, P. and Journel, A. [2006] Filter-based classification of training image patterns for spatial simulation. Mathematical Geology, 38(1), 63-80.

[9] Dalabaev S., Mukhambetzhanov S.T., Abdiakhmetova Z.M. Simulation-based adaptive filter matlab. Алматы. Вестник 4(79) 2013.

Абдиахметова З.М., Мухамбетжанов С.Т.

Матлабта сигналдарды өңдеу мәселесін шешу

Түйіндеме. Негізі 90-жылдардың басында қаланған вейвлет түрлендіру теориясы классикалық Фурье түрлендіруге қарағанда қолданылу аясы еш кем емес. Вейвлеттер қысқа толқындар болып табылатын ерекше функциялар болып табылады, олардың интегралды мәні нөл емес және (t немесе x) бойынша тәуелсіз айнымалы болып табылады, әрі осы осьтер бойынша жылжып, масштабталуға (созылу/жиырылу) бейім.

Мақалада Matlab ортасында вейвлет түрлендіруі матрицалық әдісті қолдану арқылы жүзеге асырылған. Вейвлет түрлендіруді қолдану сигналдардың локалды өзгерулерін зерттеуде (секірістері бар сигналдардың құрылымын, туындылардың нөлден лезде өтулері және т.б.) пайдалы.

Алғашқы ВТ атақты венгр ғалымы Альфред Хаармен қолданылған болатын. 2 нөмірден тұратын тізім кіріс ақпараты ретінде қабылданған, Хаар вейвлет-түрлендіруін сақталған айырым мен берілетін қосындыдан тұратын жұп деуге болады. Бұл үрдіс рекурсивті түрде 2n-1 айырым және 1 қосынды болғанша қайталана береді.

Түйін сөздер: вейвлет түрлендіру, сандық сигналдарды өңдеу, фильтр, Хаар вейвлеттері, Matlab.

Абдиахметова З.М., Мухамбетжанов С.Т.

Решение проблем обработки сигналов в Матлабе

Резюме. Вейвлет- преобразование сигналов, теория которого основана в начале 90-х годов, является не менее общим по областям своих применений, чем классическое преобразование Фурье. В статье приводится реализация вейвлет преобразования в среде Matlab с использованием матричного метода для функции. Применение вейвлет-анализа наиболее целесообразно для изучения локальных изменений сигналов (выявления тонкой структуры сигналов, содержащих скачки, резкие переходы производных через нуль и т.п.).

Первым фунцию Вейвлет преобразования использовал известный венгерский ученый Альфред Хаар. Для ввода, представленного списка из двух номеров, хааровское вейвлет-преобразование можно рассматривать просто на пары входных значений, сохраненной разности и передачи полученной суммы. Этот процесс повторяется рекурсивно, генерирование продолжается до суммы, что в конце концов, приводит к 2n-1 разности и одной конечной суммы.

Ключевые слова: вейвлет преобразование, обработка цифровых сигналов, фильтр, вейвлеты Хаара, Matlab.

ОӘК 677.11.518.4

К.Е. Сарыбаева, М.Ш. Шардарбек, Э.Е. Сарыбаева, К.Т. Маханбеталиева
(Таразский государственный университет имени М.Х. Дулати,
Тараз, Қазақстан Республикасы, elvira-ermek-@mail.ru)

ҚОС ҚАБАТТЫ ТРИКОТАЖ КЕЗДЕМЕСІН ТОҚУ КЕЗІНДЕ ШИКІЗАТТЫ ТИІМДІ ТАҢДАУ

Аннотация. Мақалада ілмектер ұзындығының оңтайлы қатынастары экспериментті түрде анықтау трикотаждың үш құрылымы үшін орындалды: әрбір қатарда және бағанада негізгі жіптерден түзілген нобайлармен екі жатық өрімдерін біріктіру, жатық өрім жіптерінен түзілген нобайлармен жатық өрімді туынды жатық өрімдерімен пресстік біріктіру, екі туынды жатық өрімін қатардағы екі жіптерден түзілген нобайлармен инелереге кезекпен біріктіру. Әртүрлі құрылымды қос қабатты трикотаждың қабаттарындағы ілмектердің ұзындығының оңтайлы қатынастарын біле отырып, тоқу тығыздығын сақтай отырып, шикізат шығының төмендетуге болады және сонымен бірге осындай трикотаждан жасалған бұйымдардың өзіндік құнын төмендетуге болады.

Түйін сөздер: трикотаж жаймалары, қос қабатты трикотаж, қиыстырылған өрім, ілмектің ұзындығы, трикотаж құрылымы.

Иілмелі өрімді немесе негіздеп тоқылған трикотаждың қалыпты құрылымдары үшін шикізаттың шығынын келесі формула бойынша анықтауға болады:

$$Q = lT/AB$$

мұндағы

Q — 1 м^2 кездемеге кететін шикізат шығыны, г;

ℓ — AB ауданына келетін, иірімжіптің ұзындығы, мм;

T — иірімжіптің сызықтық тығыздығы, текс;

A — ілмекті қадам, мм;

B — ілмекті қатардың биіктігі, мм.

Нақты бір өрімді трикотаж үшін ілмектің ұзындығының оның ауданына белгілі тәуелділігі болады. Бұл тәуелділік мынандай, әрбір АВ мәніне трикотаждың тепе-теңдік күйде болған жағдайда тек бір ғана *l* мәні сәйкес келеді [1].

Кез-келген қос қабатты трикотаждың жағдайы басқаша болады, оның *l* мәні әртүрлі болады, демек, тоқудың тығыздығы бірдей болған жағдайда 1 м^2 кездемеге кететін шикізат шығыны да әртүрлі. Және, керісінше, тоқу тығыздығы әртүрлі болған кезде салмағы бірдей болады.

Қос қабатты трикотаж екі дербес бірдей өрімдерден тұрады. Олар тоқу процесінде ілмекті құрылымның қандай-да бір элементтері арқылы біріктірілген, мысалы, негізгі жіптерден түзілген нобайлардың көмегімен [2]. Трикотаждың бір қабатының ілмектердің тұрақты ұзындығында басқа қабаттағы ілмектердің ұзындығы кең ауқымда өзгеруі мүмкін.

Ілмектерінің ұзындығы төмен қабат тірек болып табылады және кездеменің тығыздығын анықтайды. Екінші қаббаттағы ілмектің ұзындығын арттырған кезде артық жіптер пайда болады, ол салмақтың артуына алып келеді. Белгілі-бір мәннен өткеннен кейін екінші қабаттағы ілмектердің ұзындығын азайту бірінші қабаттағы ілмектің ауданының қысқаруына алып келеді. Екінші қабаты тірек болады, ілмектің ұзындығымен анықталатын, трикотаждың тығыздығы ілмектің ұзындығы азайған сайын жоғарылайды, ол трикотаждың салмағының жоғарылауына алып келеді.

Мұндай салыстырмалы күрделі тәуелділік оптимумы болатын және кез-келген құрылымды қос қабатты трикотажға тән. Беткі және ішкі қабаттарға арналған иірімжіптің белгілі-бір құраушы өрімдерінде, талшықты құрамында және қалыңдығында, салмағы минималды болған кезде, қос қабатты трикотаждың беткі және ішкі жақтарындағы ілмектер ұзындығының нақтылы қатынасы болады. Бұл қатынастарды анықтау әрекеті аналитикалық тұрғыдан оң нәтижелер берген жоқ. Бұл бір қабаттың екінші қабатқа әсер етуін ескеру, құрылымды геометриялық талдау әдісінің көмегімен ілмектер ұзындығының қатынасын және тоқу тығыздығының өзгеруі кезінде ілмектердің жеке бөлшектерінің орналасуы мен пішінінің өзгеруін ескеру мүмкін еместігімен түсіндіріледі.

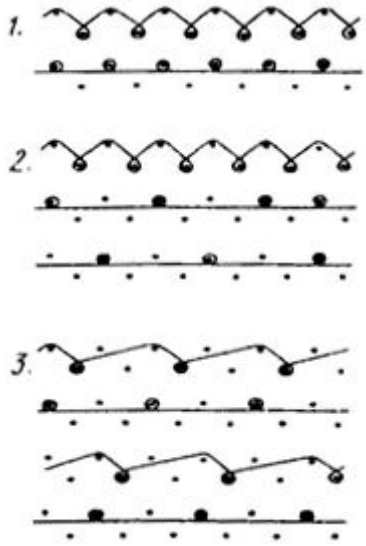
Ілмектер ұзындығының оңтайлы қатынастарын эксперименттi түрде анықтау трикотаждың үш құрылымы үшін орындалды:

- әрбір қатарда және бағанада негізгі жіптерден түзілген нобайлармен екі жатық өрімдерін біріктіру;
- жатық өрім жіптерінен түзілген нобайлармен жатық өрімді туынды жатық өрімдерімен пресстік біріктіру;
- екі туынды жатық өрімін қатардағы екі жіптерден түзілген нобайлармен инелереге кезекпен біріктіру.

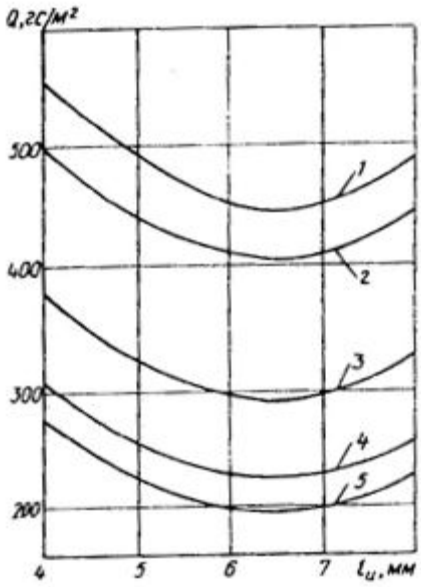
1-суретте аталған өрімдердің графикалық жазбалары берілген. Кездеменің беткі жағы *T*= 31,3текс таза жүн иірімжібінен тоқылған, ал ішкі жағына орталық композициялық ротатабельді жоспарлау шарттарына сәйкес қалыңдығы әртүрлі мақта иірімжібі пайдаланылды.

Беткі қабаттың иірімжібінің қалыңдығы және ілмектердің ұзындығы тұрақты болып қалды, тәуелсіз ауыспалылар ретінде келесілер таңдалынып алынды: X_1 – ішкі қабаттағы ілмектердің ұзындығы, мм; X_2 – ішкі қабаттағы иірімжіптің сызықтық тығыздығы, текс. Беткі қабаттағы ілмектің ұзындығы трикотаждың құрылымын ескере отырып, прессtік біріктіру тәсілі кезінде ілмектердің ұзындығы артуы мен құраушы өрімдердің модульдері бойынша таңдалды (құрылымның I нұсқасы - σ = 26, II нұсқасы - σ = 36, III нұсқасы - σ=36). Кездемелерді өндіру PROTTI -242 жазық тоқитын автоматында жүзеге асырылған.

1-кестеде түрлендіру интервалдары берілген, олардың көмегімен табиғи ауыспалылардан X_1, X_2 интервалдың соңында +1 және -1 мәндерін қабылдайтын кодты ауыспалыларға $x1$ мен $x2$ аралық беріледі.



1-сурет. Қос қабатты трикотаждың графикалық жазбалары



2-сурет. x_2 = Т = *const:1-Т=62,5текс;2-55,5; 3-37;4-18,5;5-10* болған кезде полиномиальды теңдікпен (2) алынған, жатық өрімнің жіптерінің нобайларының жатық өрімімен туынды жатық өрімінің пресстік біріктірілген қос қабатты трикотажға арналған шикізат шығынының тәуелділігі.

1-кесте. **Түрлендіру интервалдары**

Нұсқалар	**I-нұсқа**		**II-нұсқа**		**III-нұсқа**	
Тәуелсіз ауыспалылар	X_1	X_2	X_1	X_2	X_1	X_2
Негізгі деңгей (x_i = 0)	4,6	37	6,19	37	6,4	37
Түрлендіру интервалы	0,8	18,5	1,1	18,5	0,9	18,5
Жоғарғы деңгей (x_i = +1)	5,4	55,5	7,25	55,5	7,3	55,5
Төменгі деңгей (x_i = -1)	3,8	18,5	5,05	18,5	5,5	18,5

Эксперименттердің нәтижелері мен жоспарлау матрицасы, мысалы I үлгі үшін 2-кестеде берілген.

Тоқу процесінің өтуінің оңтайлы жағдайларын эмпирикалық іздеу кезінде стационарлық аймағы регрессия теңсіздіктерімен сайма-сай дерлік сипаттама берілген.

«Жұлдызды» иілісті a= ± 1,414өлшемді ротатабельді жоспарлау пайдаланылды.

2-кесте. **Эксперименттердің нәтижелері**

Нүктелер	**Эксперименталды нүктенің нөмірі**	X_0	**Жоспарлау**		X_1^2	X_2^2	$X_1 X_2$	У
			X_1	X_2				
ПФЭ	1	+	-	-	+	+	+	271
	2	+	+	-	+	+	-	168
	3	+	-	+	+	+	-	468
	4	+	+	+	+	+	+	376

Жұлдызды	5	+	— 1,414	0	2	0	0	386
	6	+	+1,41 4	0	2	0	0	258
	7	+	0	- 1,414	0	2	0	165
	8	+	0	+ 1,414	0	2	0	474
Орталық	9	+	0	0	0	0	0	309
	10	+	0	0	0	0	0	314
	11	+	0	0	0	0	0	315
	12	+	0	0	0	0	0	315
	13	+	0	0	0	0	0	307

Туынды жатық өрімді x_2 = T = const болған кезіндегі полиномиальды теңсіздікпен алынған жатық өрімді жіптерден түзілген нобайлардың жатық өрімімен пресс арқылы біріктірілген қос қабатты трикотажға арналған шикізат шығынының тәуелділігі 2-суретте көрсетілген. Қалған теңсіздіктер ұқсас графиктер береді.

Беткі және ішкі қабаттардың ілмектер ұзындығының оңтайлы қатынасы әртүрлі құрылымдар үшін әртүрлі және I нұсқа үшін = 0,57-ге, II нұсқа үшін = 0,97-ге және III нұсқа үшін = 0,74-ке тең. Бұл қатынастар ішкі қабаттардағы иірімжітің әртүрлі нөмірлері үшін бірдей және, тіпті қабаттардың өрімдері бірдей болған кезінде әрдайым бірден төмен болады.

Тәуелділік көрсеткіштері келесі тәсілмен түсіндіріледі. Ішкі ілмектің ұзындығы артқан сайын беткі қабаттағы ілмектің ауданы артады. Бұл арту баяу жүреді және оптимум болған жағдайда трикотаждың салмағының төмендеуі болмайды. Ішкі қабаттағы ілмектің ұзындығының ары қарай артуы тығыздықтың төмендеуіне алып келмейді, және беткі қабаттағы ілмектерімен жиналатын, ішкі қабаттағы артық жіптердің арқасында аудан бірлігіне кететін шикізат шығыны артады. Тәжірибе көрсеткендей, беткі қабаттағы ілмектердің ұзындығының өзгерісі трикотаждың нақты құрылына арналған оңтайлы қатынастың маңызды өзгеруіне алып келмейді.

Алынған қорытындыларды тексеру үшін қосымша сынақтар жүргізілді.

Туынды жатық өрім жатық өрімді жіптерден түзілген нобайлардың жатық өрімімен пресс арқылы біріктірілген қос қабатты трикотаж, беткі қабатындағы ілмектің ұзындығы 4,6 мм Silver ReedSK 840 / SRP 60 N екі фонтурлы электронды тоқу машинасында өндірілген. Ілмектер ұзындығының қатынасының үш нұсқасы дайындалды 4,6/4,73 = 0,97, 4,6/3,73=1,23 и 4,6/5,73 = 0,804. Ең жақсы нәтиже, ілмектер ұзындығының қатынасы оңтайлығы – 0,97 сәйкес келетін трикотаж үшін алынған. Оның 1 м^2-де массасы I нұсқада – 229, II нұсқада – 246 және III нұсқада – 240 г.

Сол немесе басқа құрылымды қос қабатты трикотаждың қабаттарындағы ілмектердің ұзындығының оңтайлы қатынастарын біле отырып, тоқу тығыздығын сақтау кезінде шикізат шығының төмендетуге болады және сонымен бірге осындай трикотаждан жасалған бұйымдардың өзіндік құнын төмендетуге болады.

ӘДЕБИЕТ

[1] Шалов И.И., Далидович А.С., Кудрявин Л.А. Технология трикотажного производства: учебник для вузов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 296 с.

[2] Варламов А.Р., Цитович И.Г. Об оптимизации соотношения длин нитей в петлях при выработке полотен комбинированных переплетений // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 1991. – № 5. – Стр. 119-122.

Сарыбаева К.Е., Шардарбек М.Ш., Сарыбаева Э.Е., Маханбеталиева К.Т.

Рациональный выбор сырья при вязании двухслойного трикотажа

Резюме. В статье рассмотрены способы снижения расхода сырья для двухслойного трикотажа с прессовым соединением переплетения производная гладь с гладью набросками из нитей глади, при сохранении плотности вязания и таким образом снизить себестоимость изделии из такого трикотажа. Экспериментально исследованы оптимальные соотношения длин петель слоев двухслойного трикотажа той или иной структуры.

Ключевые слова: трикотажные полотна, двухслойный трикотаж, комбинированное переплетение, длина петли, структура трикотажа.

Sarybaeva K.E., Shardarbek M.Sh., Sarybaeva E.E. Mahanbetalieva K.T.

Rational choice of raw material in knitting double-layer jersey

Summary. The article discusses ways to reduce the consumption of raw materials for the double layer jersey with press connection with the intertwining of derivative surface of the smooth surface of the outline of the surface of yarns, knitting while maintaining the density and thus reduce the cost of the product of such a knitted . Experimentally investigated the optimum ratio of the lengths of loops layers of a two-layer knitwear of a structure.

Key words: knit fabric, double layer knitted fabric, combined weave, loop length, of the knitted structure.

УДК 622.831

Э.К. Абдылдаев, Т.Ш. Миркасимова
(АО «Университет Нархоз», Алматы, Республика Казахстан)

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ЧИСЛЕННОМ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ГЕОМЕХАНИКИ

Аннотация. Приведены математические модели и результаты расчета задачи геомеханики на основе Ринформационной технологии и численного метода конечных элементов. Разработанные процедуры и программы позволяют решать с помощью современных компьютеров широкий класс задач горного производства, в которых требуется определять напряженно-деформированное состояние породного массива, ослабленного выработками в разных горнотехнических и горно-геологических условиях.

Ключевые слова: горные породы, прочность, деформация, модель.

Деформации горных пород около выработок на современных глубинах разработки в основном протекают за пределами прочности. При этом при решении задач геомеханики большое значение имеет учет таких запредельных свойств горных пород, как разрыхление и разупрочнение (снижение сопротивляемости). Результаты экспериментальных исследований поведения горных пород на жестком прессе стимулировали интенсивное развитие теоретических методов расчета проявлений горного давления в выработках. Обобщение закономерностей запредельного деформирования и введение их в условие прочности привело к статически неопределимым задачам. Математические модели, отражающие основные закономерности поведения разупрочняющихся материалов, рассмотрены в работе [1,2]. Эти модели в условиях плоской деформации реализованы на ЭВМ в виде численных процедур, обеспечивающих выполнение заданных законов состояния с помощью метода конечных элементов (МКЭ).

Запишем закон Гука для условий плоской деформации ($\varepsilon_2 = 0$) в следующем виде:

$$\sigma_1 = \boldsymbol{E}_{\text{п}}(\boldsymbol{\varepsilon}_1 + \boldsymbol{\nu}_{\text{п}}\boldsymbol{\varepsilon}_3)/(1-\boldsymbol{\nu}^2_{\text{п}})$$
$$\sigma_3 = \boldsymbol{E}_{\text{п}}(\boldsymbol{\varepsilon}_3 + \boldsymbol{\nu}_{\text{п}}\boldsymbol{\varepsilon}_1)/(1-\boldsymbol{\nu}^2_{\text{п}}) \quad (1)$$

где $\mathrm{E_П}$, $v_\text{П}$ – «плоские» аналоги модуля Юнга Е и коэфициента Пауссона v, связанные с ними соотношениями: $\mathrm{E_П}$ =E/(1- $\boldsymbol{\nu}^2$), $v_\text{П}$=$\boldsymbol{\nu}$/(1-$\boldsymbol{\nu}$).

Считая, что предел прочности рассматриваемой среды в области сжатия описывается критерием Кулона:

$$\sigma_1 = \mathrm{S} + \sigma_3 \mathrm{ctg}\delta \quad (2)$$

где $S = 2c\ \mathrm{ctg}(\pi/4 - \varphi/2)$ - прочность на одноосное сжатие; ctgδ= (1+sin φ)/(1-sin φ); c, φ - сцепление и угол внутреннего трения.

В области растяжения дополним критерием σ_3 = T, T – прочность на растяжение. После несложных преобразований, получим описания границ прочности через главные деформации - сжатия считаются положительными:

$$[(\boldsymbol{E}_{\text{п}}\,\boldsymbol{\varepsilon}_1 - S)\,(1 - \boldsymbol{\nu}_{\text{п}}\text{ctg}\delta)/(\,\text{ctg}\delta - \boldsymbol{\nu}_{\text{п}}) - \boldsymbol{\nu}_{\text{п}}S] / \boldsymbol{E}_{\text{п}} - \boldsymbol{\varepsilon}_3 = 0 \quad (3)$$

$$T(1 - \boldsymbol{\nu}^2_{\text{п}})/\,\boldsymbol{E}_{\text{п}} - \boldsymbol{\nu}_{\text{п}}\,\boldsymbol{\varepsilon}_1 - \boldsymbol{\varepsilon}_3 = 0 \quad (4)$$

В координатах ε_1 и ε_3 уравнения (3) и (4) имеют вид соответственно прямых A'B' и D'A ' рисунок 1,а. Таким образом, в области 1 в пределах контура D'A'B' по известным деформациям ε_1 и ε_3 напряжения σ_1 и σ_3 могут быть найдены по формулам (1). За пределами контура A'B'C' действуют иные уравнения связи деформаций и напряжений.

Пусть в процессе нагружения деформированное состояние элемента среды вышло в некоторую точку E′ на границе зоны упругости (рис. 1,а). Рассмотрим закономерности дальнейшего пластического деформирования, протекающего при постоянном минимальном главном напряжении. Увеличение деформации ε_1 (т.е. укорочение элемента среды в направлении ε_1) сопровождается уменьшением деформации ε_3 (расширением в перпендикулярном направлении). Полный вектор пластических деформаций $\boldsymbol{\varepsilon}_{\text{p}}$ (E'F' на рисунке 1,а) состоит из двух компонентов: ε_{1p} и ε_{3p}, а взаимосвязь этих компонентов определяется принятым законом течения.

Если принять $\varepsilon_{3p} = -\ \varepsilon_{1p}$, то укорочение в направлении ε_1 будет равно удлинению в направлении ε_3, а объем элемента среды при пластическом деформировании будет оставаться неизменным. Такое пластическое течение может быть названо равнообъемным. В более общем случае связь компонентов пластических деформаций может быть охарактеризована соотношением вида

$$\varepsilon_{3p} = -ctg\beta\ \varepsilon_{1p}. \quad (5)$$

Угол β на рисунке 1,а определяет степень разрыхления при пластическом течении; величина $ctg\beta$ может быть названа коэффициентом дилатации. При $\beta = \delta$ формула (5) соответствует принципу нормальности (ассоциированному закону течения).

При этом, если деформации элемента среды ε_1 и ε_3 характеризуют точку F' на рисунке 1а, то они могут быть представлены в виде суммы упругих и пластических компонентов:

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_{1_e} + \varepsilon_{1_p};\ \ \varepsilon_3 = \varepsilon_{3_e} + \varepsilon_{3_p}. \quad (6)$$

Упругие компоненты ε_{1_e} и ε_{3_e} являются координатами точки E' и определяются из формул упругости (1) при подстановке в них значения σ_1 на границе упругости по формуле Кулона (2). Подставив полученные таким образом значения ε_{1_e} и ε_{3_e} и величину ε_{3_p} из формулы (5) в уравнения (6), получим систему двух уравнений, решив которые относительно σ_3 и ε_{1_p}, найдем величину напряжения σ_3 соответствующую данному деформированному состоянию:

$$\sigma_3 = [E_{\text{П}}(\varepsilon_1 + \varepsilon_3) + S\,(\nu_{\text{П}} - 1)]/(1 - \nu_{\text{п}}\,\text{ctg}\,\delta + \text{ctg}\,\delta - \nu_{\text{П}}) \quad (7)$$

Для определения величины σ_1 должно быть задано семейство графиков связи σ_1 и $\boldsymbol{\varepsilon}_1$ при пластическом деформировании в условиях $\sigma_3 = const$ рисунок 1,б. Если в процессе деформирования сопротивляемость остается постоянной (идеальная пластичность), то графики σ_1 - $\boldsymbol{\varepsilon}_1$ имеют вид горизонтальных прямых (сплошные линии на рисунке 1,б), а сама величина σ_1 может быть рассчитана по ранее определенной величине σ_3 с помощью формулы (2).

Для пород, разупрочняющихся в процессе запредельного деформирования, может быть предложено [3], например, семейство графиков, изображенных на рисунке 1,б штриховыми линиями. Эти графики характеризуют среду, сопротивляемость которой в процессе пластического деформирования снижается от исходной величины, определяемой по формуле (2), до остаточной величины

$$\sigma_1 = \min\,[(S + \sigma_3\text{ctg}\delta),\ (S' + {}_3\text{ctg}\delta')], \quad (8)$$

где S' и δ' – характеристики остаточной прочности ($S' < S$, $\delta' < \delta$). Разработанные модели реализованы в виде численных процедур для случаев плоской деформации в деформационном варианте теории пластичности на основе метода конечных элементов.

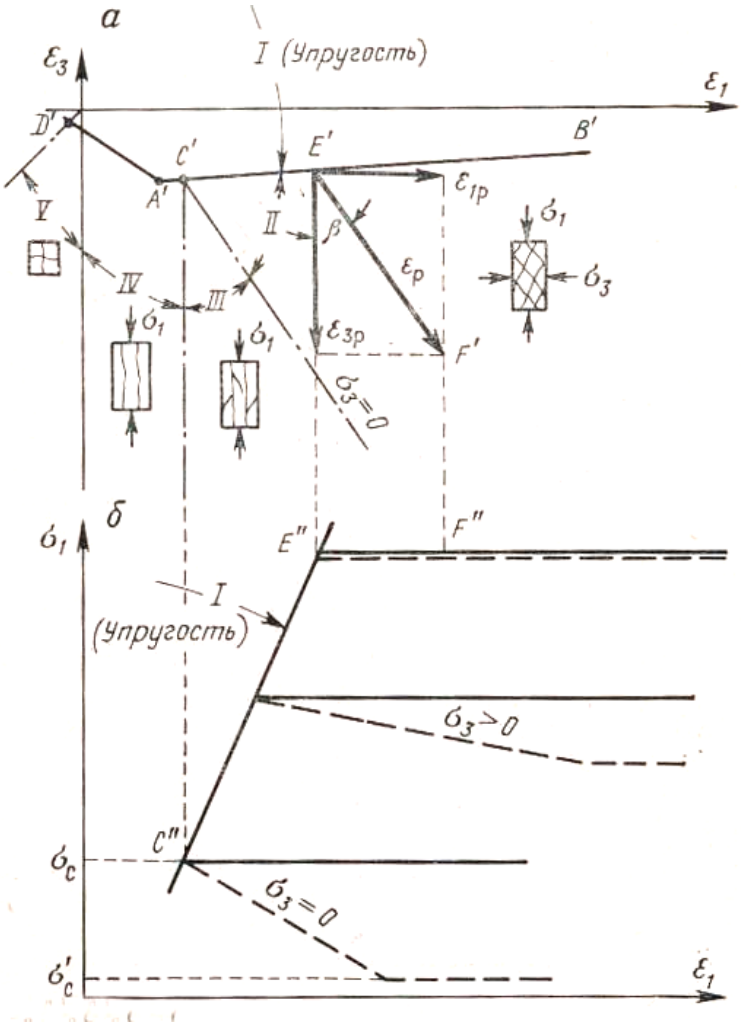


Рис. 1. Закон состояния среды

Основная процедура метода конечных элементов рассматривает среду как упругую и сводится к решению системы линейных алгебраических уравнений относительно неизвестных перемещений $\{u\}$:

$$\{F\} = [K]\{u\}, \tag{9}$$

где $[K]$ - матрица жесткости системы; $\{F\}$- вектор узловых сил.

Поскольку исследование напряженно - деформированного состояния породного массива с учетом запредельной деформируемости представляет собой нелинейную задачу, в работе нами получены новые разработки в области комбинированной процедуры применительно к общему случаю, когда закон состояния среды задается на основе предложенной модели.

Для количественной и качественной оценки решения МКЭ по разработанной программе, проведено решение тестовой задача одноосного сжатия образца с трением на торцах. Ввиду наличия двух осей симметрии рассматривается только четверть области (рис.2а). Оси симметрии в процессе деформирования не искривляются и вдоль осей симметрии отсутствуют касательные напряжения. Трем верхним узлам заданы перемещения вниз равные 0.018. Свойства элементов: E=100 МПа, ν=0.3, γ=0 , c= 0.1 МПа , φ =30^0.

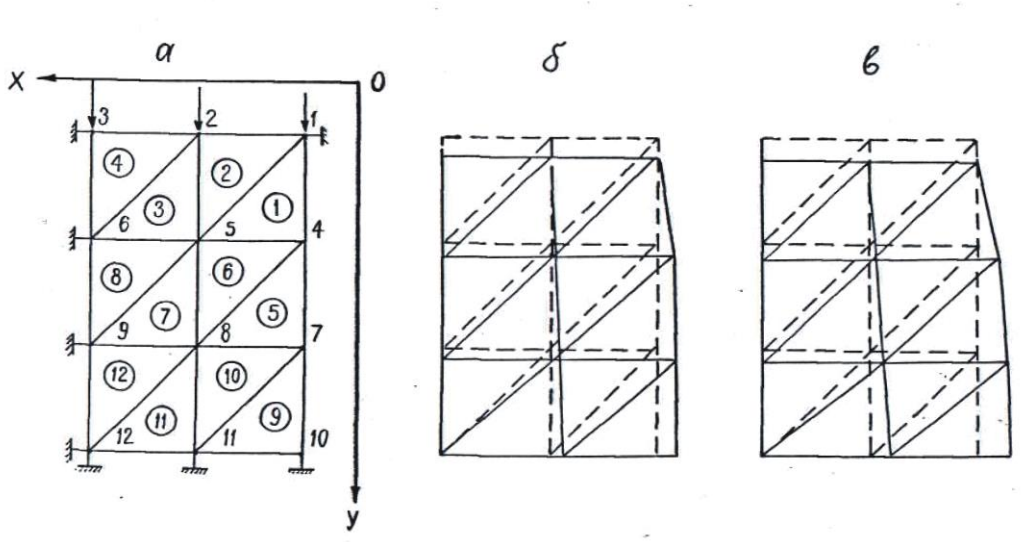


Рис.2. Тестовая задача: а- расчетная схема; б-форма образца после нагружения при ассоциированном законе течения; в-форма образца в разупрочняющейся среде.

Задача решена по разработанной программе в двух вариантах: в первом варианте закон состояния подчиняется ассоциированному закону течения; во втором – рассматривается разупрочняющаяся среда с коэффициентом дилатации λ=3. На рис. 2б и 21в показаны формы деформированного образца полученные в результате расчета на ПК. Для обеспечения равновесия эти силы должны быть равны по величине и противоположны по направлению заданным внешним силам, а в тех узлах, где внешних сил не задано – равны нулю. В целом сумма узловых сил, приложенных к области, в направлениях x и y для обеспечения равновесия должно быть равна нулю. При решении каждой конкретной задачи проверкой было установлено выполнения условия равновесия.

Для проверки выполнения закона состояния нами предусмотрен вывод на печать не только найденных фактических напряжений в элементах, но и “ теоретических” напряжений, вычисляемых по формулам для принятого закона состояния и найденным деформациям. Качество решения может быть оценено по близости значений фактических и теоретических напряжений по рис.3а и 3б где изображены паспорта прочности среды и фактические напряжения в элементах (точки). В элементах 2 и 4 вычисленные деформации ε_1 и ε_3 меньше, чем предельная упругая деформация для данного напряжения σ_3 , поэтому они находятся в упругом состоянии. Остальные элементы находятся в неупругом состоянии. Из рис. 3а, б и из результатов расчета следует, что закон состояния удовлетворяется по заданной точности, соосность главных напряжений и деформаций выдерживаются. Далее проверим выполнения заданного закона течения, например, на элементе № 10. Напряжения в элементе равны: σ_1=4.9, σ_3 =0.39, а деформации: ε_1=0.0070, ε_3= -0.0097. При плоской деформации по закону Гука упругие составляющие деформаций при таких напряжениях составляют: ε_1^y= 0.0043, ε_3^y= - 0.0016. Соответственно, пластические компоненты равны:

$$\varepsilon_1^p = \varepsilon_1 - \varepsilon_1^y = 0.0027; \qquad \varepsilon_3^p = \varepsilon_3 - \varepsilon_3^y = -0.0081 \tag{10}$$

Как видим, соотношение пластических компонент деформации

$$\lambda = |\varepsilon_3^p / \varepsilon_1^p| = (0.0081/0.0021) = 3 \tag{11}$$

точно равно к заданному (ассоциированному) закону течения, характеризуемому λ =3. В рассмотренных задачах найденное решение является единственным. В принципе решение пластической задачи может быть не единственным: например, растяжение идеально–пластического стержня нагрузкой, равной пределу текучести материала, не будет иметь единственного решения. В то же время растяжения этого стержня до заданной деформации будет иметь единственное решение.

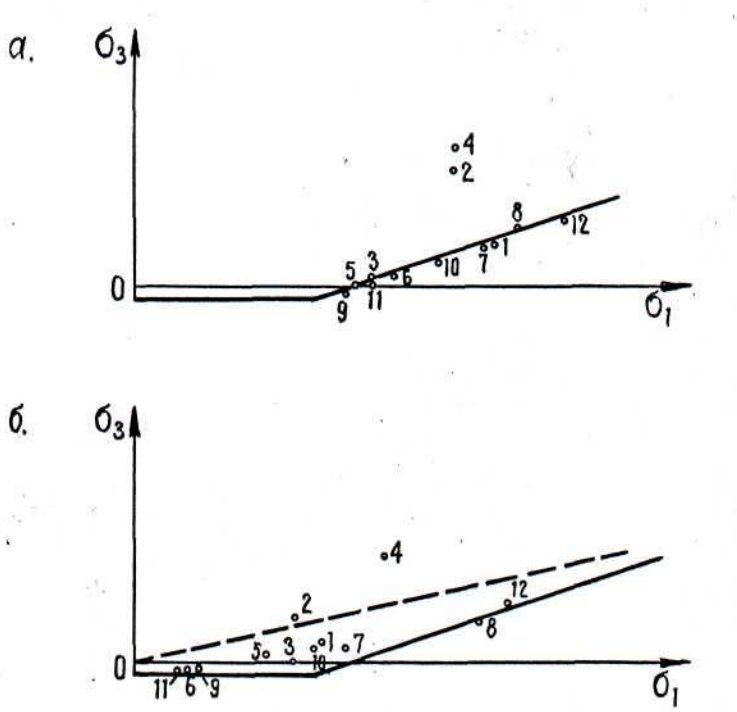


Рис. 3. Напряженное состояние в элементах: а- при ассоциированном законе течения; б- в разупрочняющейся среде.

В заключение необходимо отметить, что разработанные процедуры и программы позволяют решать с помощью современных компьютеров широкий класс задач горного производства, в которых требуется определять напряженно-деформированное состояние породного массива, ослабленного выработками в разных горнотехнических и горно-геологических условиях. Компоненты естественного поля напряжений представляются в виде зависящих от геомеханических структур месторождения, и в программе учитываются с помощью граничных условий. Неоднородность массива учитываются по моделям путем введения различных прочностных и деформационных характеристик E, v, γ, c, φ (модуль упругости, коэффициент Пуассона, плотность, сцепление и угол внутреннего трения). Поверхности ослабления и нарушения в массиве имитируются слоями элементов с соответствующими пониженными прочностными свойствами.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Ракишев Б.Р., Машанов А.А., Абдылдаев Э.К. Структура массива и деформируемость горных пород», Алматы, 2011, 281 с.

[2] 2.Абдылдаев Э.К. Метод конечных элементов при решении прикладных задач. – Алматы.: Полиграфия-сервис, 2011, - 111 с.

Абдылдаев Э.К., Миркасимова Т.Ш.

Геомеханика есептерін сандық шешу кезіндегі компьютерлік модельдеу

Түйіндеме. Осы мақалада информациялық технологиялар мен сандық шекті элементтер әдісі негізіндегі математикалық модельдеу мен есептеу нәтижелері келтірілген

Abdyldaev E.K., Mirkasimova T.S.

Computer modeling in the numerical solution of problems of geomechanics

Summary: The article presents the results of mathematical models and calculation tasks of geomechanics based on information technology and numerical finite element method.

УДК 669.01.1

А.Б. Телешева, Е.В. Чумаков, А.Б. Бақытбек
(Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
telesheva_a@kazntu.kz)

ҚАҚТАУ КЕЗІНДЕГІ ДЕМОРМАЦИЯ ЖЫЛДАМДЫҚТАРЫНЫҢ БІРТЕКСІЗДІГІ

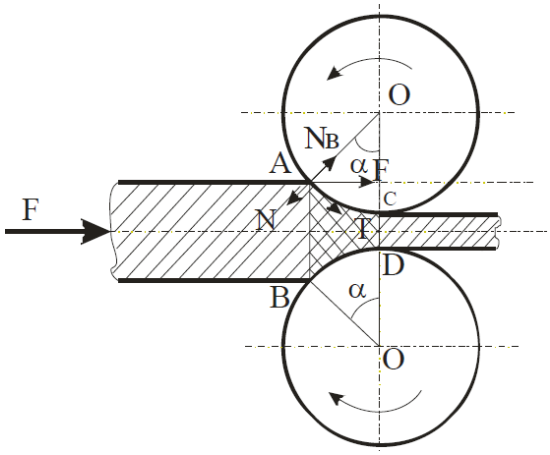
Аңдатпа. Қазіргі таңда алюминий қорытпалары қолданылуына байланысты темір негізіндегі қорытпалардан кейінгі екінші орынға шықты. Сол себепті олардың физико- механикалық қасиеттерін температуралар, жүктемелер және басқа да арнайы шарттар негізінде кең ауқымда зерттеу аса маңызды болып табылады.

Кілттік сөздер: алюминий қорытпалары, механикалық қасиеттер, құю.

Алюминий қорытпаларынан жасалған бұйымдардың бірегей қасиеттерінің жиынтығы арқасында өндірістің әр түрлі аумағында кеңінен қолданылады, сыған орай жартылай фабрикаттардың үлкен үлесі престелген өнімге келеді. Құрылымды балқыту процесінде алынған «сапа» материалдың одан кейінгі металл бұйым жасау мен оның эксплуатация процесіндегі барлық іс әрекеттерін анықтайды. Сол себепті өндіріске және эксплутацияға тиімді физико-механикалық қасиеттерімен қорытпалар алу жолдарын іздеу маңызды тапсырма болып табылады.

Қақтау металды қысыммен өңдеудің ең көп тараған түріне жатады [1-3]. Сондықтан қақтау кезіндегі негізгі зерттеу құралы болып 1-суретте ABCDA сызықтарымен шектелген деформация ошағы болып табылады.

Қақтауды өткізудің мүмкіндігі 1- суретте түсіндірілген.



1-сурет. Қақтау схемасы

Мұндағы F- бастапқы берілген күш, ол А нүктесінде екі құралғышқа бөлінеді: біліктің радиусы бойынша қозғалатын нормальды N_b және А нүктесі арқылы жүргізілген жанама қозғалатын тангенциальды Т. Бірақ бұл жағдайда бізді N_b шамасына тең , әрі қарсы бағытталған N күші қызықтырады. Күштердің абсолютті мәндері (1) теңдеу былай өлщенеді:

$$N = F\sin\alpha; T = F\cos\alpha \qquad (1)$$

Материалды ұстау және қақтау N және Т күштерінің проекциясы (2), (3), (4) теңдеу көлденең оське, қақтау бағытымен сәйкес келсе, мына шартты қанағаттандырады :

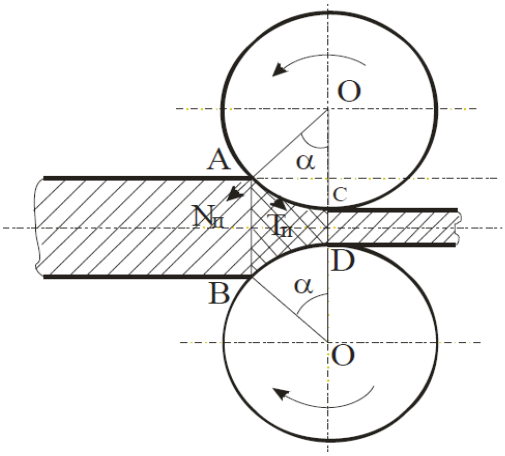
$$N\sin\alpha < T\cos\alpha \qquad (2)$$

$$F\sin^2\alpha < F\cos^2\alpha \tag{3}$$

$$\sin^2\alpha < \cos^2\alpha \text{ немесе } \sin\alpha < \cos\alpha$$

Жоғарыда алынған ұстау бұрышымен алынған шектеу қақтаудың бастапқы уақытына жатады. Материалды біліктермен ұстаудан кейін қақтау шарты өзгереді.

Берілетін күш F нөлге айналады. Нормальды құрамдас N білік жақтан $N_п$ реакцияға ауысады, ал жанама құрамдас $T_п$ үйкеліс күшіне (5) теңдеу ауысады. Мұндағы берілген «п» индексі ұстаудан кейін қақтау процесінің қаралғанын айтады. Схема 2 - суретте көрсетілген.



2-сурет. Ұстаудан кейінгі қақтаудың схемасы

Жоғарыда қарастырылған ұстау шарттарында қақтау төмендегідей жағдайда жүзеге асады:

$$N_n\sin\alpha < T_n\cos\alpha \tag{5}$$

Үйкеліс коэффициентін f (6) ескере отырып , келесідей жазамыз

$$T_n = fN_n, \sin\alpha < f\cos\alpha \tag{6}$$

Осыдан ұстау шарты шығады : қақтау біліктер мен дайындамалардың арасындағы үйкеліс коэффициенті ұстау бұрышының тангенсінен артық болған жағдайда мүмкін. Зауыттық шарттарда ұстау бұрышы 2 ден 30-ға дейінгі жеткілікті аралықта және градустарда өзгеріп отырады.

Қақтау кезіндегі деформация

Қақтау кезіндегі деформация дәрежесі процестің негізгі көрсеткіштерін сипаттайды.

Салыстырмалы қысқартуды мына формула бойынша анықтайды :

$$\frac{\Delta H}{H_0} = \left(H_0 - H_k\right) / \mathrm{H}_0 = \varepsilon \tag{7}$$

мұндағы:H_0 - бастапқы қалыңдық; $H_к$- дайындаманың соңғы қалыңдығы.

Сорып тарту коэффициенті (8) теңдеу мынаған тең:

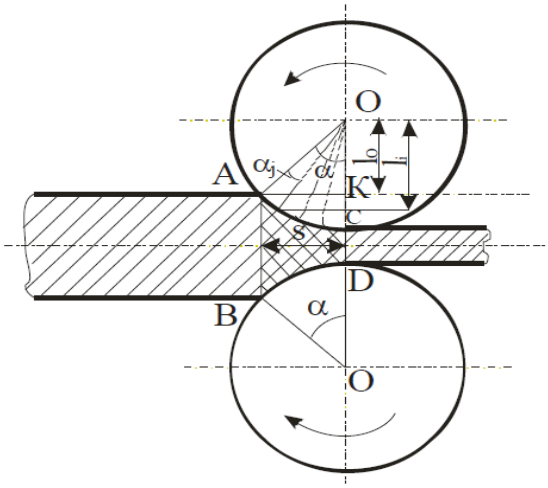
$$\mu = \frac{l_k}{l_0} = \frac{S_0}{S_k} \tag{8}$$

мұндағы l_k - дайындаманың соңғы ұзындығы; l_0- бастапқы ұзындық; S_0 - бастапқы және S_k- дайындаманың қима ауданы. Дайындаманың қимасының ауданы қақтау кезінде кішірейеді, сондықтан сорып тарту коэффициенті әрқашан 1-ден артық болады.

Салыстырмалы қысқарту мен сорып тарту коэффициенті (7) және (8) теңдеулерге сәйкес дайындаманың бастапқы және соңғы өлшемдерін салыстыруға бейімделген. Қақтауда орын алатын үш ерекшелікті қарастырайық.

Деформациялау жылдамдығының өзгерісі

3- суретте көрсетілген схеманы қарастырайық.



3- сурет. Қақтау кезіндегі деформациялау схемасы

Біліктің біреуіне келетін жалпы (9) деформацияның жартысына тең шама ,яғни 3- суреттің схемасында көрсетілген шама тең болады:

$$\varepsilon = OC - OK \tag{9}$$

OC=R, мұнда R- біліктің радиусы,

Онда

$$\varepsilon = R - R\cos\alpha = \mathrm{R}\left(1-\cos\alpha\right) \tag{10}$$

(10) теңдеу деформациялар, біліктің радиусы мен ұстау бұрышы арсында өзара байланысты орнатады. Бірақ (10) теңдеу толық деформацияның шамасын біліктерге береді, яғни дайындама қозғалыс кезінде s қашықтыққа ұстау бұрышымен тең бұрышқа айналғанда алатын деформациялар. Деформацияның жиналуы туралы мәлімет көрсетілмеген. Нақты өндірісте қақтаудағы біліктердің бұрыштық айналу жылдамдықтары тұрақты. Деформация процессін 3- суреттегі схема бойынша қарау мүмкіндігі беріледі. Бұл үшін ұстау бұрышын α_j қадамына тең болатын сегменттерге теңдей бөлеміз. Сонда α_j айналу бұрышына сәйкес келетін деформацияны анықтау теңдеуін жазамыз :

$$\alpha_\varphi = \alpha - \alpha_1$$

$$l_0 = OK = l_i = R\cos\alpha_i \tag{11}$$

Онда жиналған пластикалық деформация мынаған тең:

$$\varepsilon = l_i - l_0 = R\left(\cos\alpha_i - \cos\alpha\right) \tag{12}$$

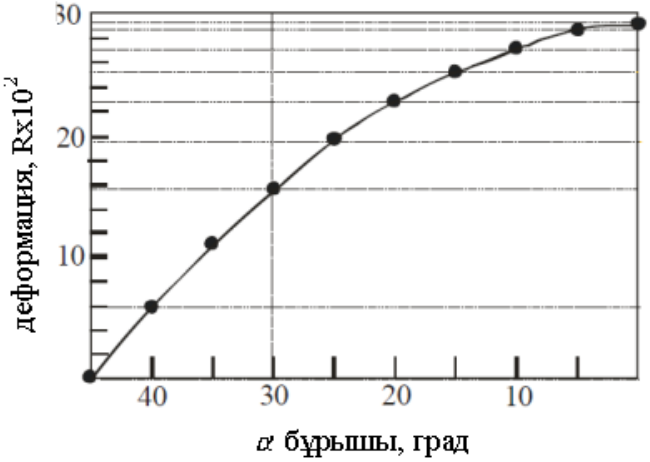
Төменде 1-кестеде деформация өлшеуінің нәтижелері берілген.

1- кесте . **Деформация өлшеуінің нәтижелері**

α_i	40	35	30	25	20	15	10	5
$\varepsilon_i R$	0.0589	0.1120	0.1589	0.1992	0.2326	0.2588	0.2777	0.2891
$\Delta\varepsilon_i R$	0.0589	0.0531	0.0469	0.0403	0.0334	0.02662	0.0189	0.0114
ε_i, %	20.11	18.13	16.01	13.76	11.40	8.94	6.45	3.89

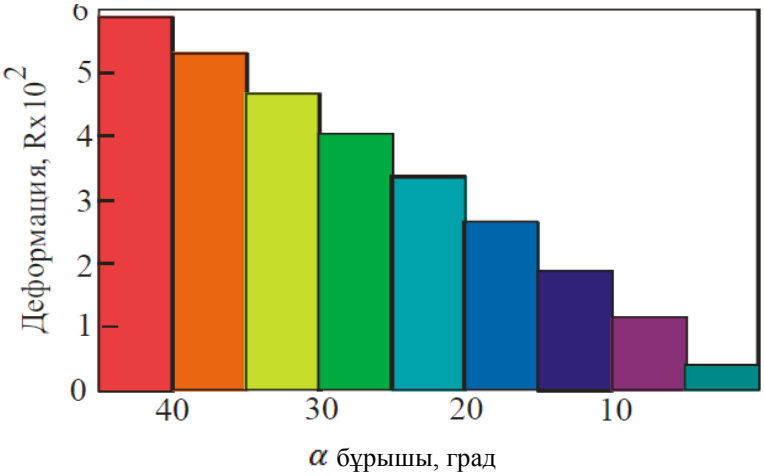
ε_i - *бір қадам бұрышқа айналғандағы деформация*

1-кестедегі нәтижелер бойынша график тұрғызылды, ол 4- суретте көрсетілген.

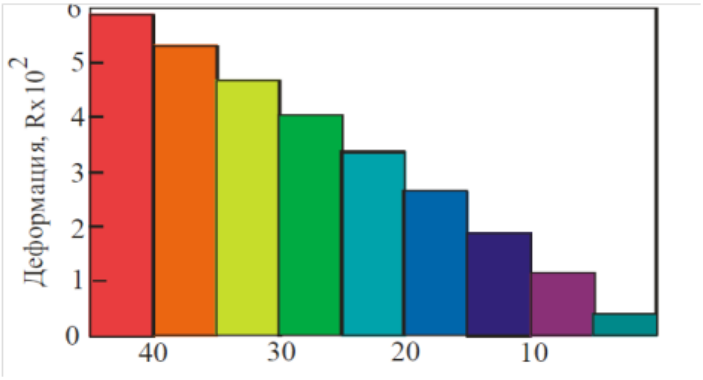


4-сурет. Қақтау процесінде ұстау бұрышына тең біліктің айналу бұрышында жиналған деформация

4-суретте теориялық рұқсат етілген ұстау уақыты 45° – *қа* тең деп қабылданды, бірақ заводтық практикада олар 30°-тан аспайтындығы туралы жоғарыда айтылды. Көлденең пунктік сызық практикада қолданылатын ұстау бұрышы орналасқан шекараны білдіреді. Келтірілген график бойынша деформацияның айналу бұрышымен бір қадамға өсуі тұрақты шама болмайды. Айналу бұрышының өсуімен деформация өсуі төмендейді. Бұл айтылғандарды 5 және 6- суреттердегі графиктер түсіндіреді.



5-сурет. Қақтау кезіндегі біліктердің әр 5 °сайын айналуымен деформацияның өсуі. Деформация біліктің радиусына нормаланған



6-сурет. Қақтау кезіндегі біліктердің әр 5°сайын айналуымен деформацияның өсуі.
Деформация процентпен көрсетілген.

1-кестедегі мәндер суреттерде гистограмма түрінде берілген. Олар қақтау кезінде деформацияда біртексіздік эффектісінің бар екеніне көз жеткізеді.

Жасалған эксперименттік жұмыс келесідей қортытынды жасауға мүмкіндік береді:

Металдарды қысыммен өңдеу үрдісінде құрал-сайман және дайындама арасындағы түйіспелі үйкеліс басты қызметін атқарады, ол дайындамадағы кернеулі-деформация күйіне, илемділік деформациялануынын үрдіс тұрақтылығына және үрдістің энергокүштік параметрлеріне әсер етеді.

ӘДЕБИЕТ

[1] Чумаков Е.В., Удербаева А.Е.,Смагулова Н.К.Комплексные исследования алюминиевого сплава АД31 для производства профилей различного назначения// Труды первой Международной научно-технической конференции «Новое в станкостроении, материаловедении и автоматизированном проектировании машиностроительного производства», 1 Том, Алматы, 2010. - С.293-297.

[2] Орлова Е.П., Удербаева А.Е., Чумаков Е.В. Особенности производства профилей из алюминиевых сплавов// Труды первой Международной научно-технической конференции «Новое в станкостроении, материаловедении и автоматизированном проектировании машиностроительного производства», 1 Том, Алматы, 2010. - С.290-293.

[3] Удербаева А.Е. Влияние температуры перегрева и времени выдержки на механические свойства литых заготовок из алюминиевого сплава АД31// Труды первой Международной научно-технической конференции «Новое в станкостроении, материаловедении и автоматизированном проектировании машиностроительного производства», 1 Том, Алматы, 2010. - С.300-304.

[4] Елагин В:И. и др. Справочник по алюминевым сплавам. - М.: ВИЛС, 1978. 132 с.

Телешева А.Б., Чумаков Е.В., Бақытбек А.

Неравномерность скоростей деформирования при прокатке

Аннотация. Неравномерность деформирования по длине образца ведет к тому, что регистрируемое усилие (предполагаем, что усилие регистрируется без искажения) характеризует не поведение определенного объема материала под нагрузкой (в соответствии с основным условием получения корректных результатов при квазистатических испытаниях), а сопротивление деформированию конкретного образца как конструктивного элемента. Полученная при испытании информация должна быть проанализирована с учетом влияния относительной длины образца

Ключевые слова: алюминиевые сплавы, механические свойства, литье.

Telesheva A.B., Chumakov E.V., Bakyitbek A.

Unevenness of speeds of deformation when rolling

Summary. Unevenness of deformation on length of a sample conducts to the fact that the registered effort (we assume that the effort is registered without distortion) characterizes not behavior of a certain volume of material under loading (according to the main condition of obtaining correct results at quasistatic tests), and resistance to deformation of a concrete sample as a structural element. Information obtained at test has to be analysed taking into account influence of relative length of a sample

Key words: aluminum alloys, mechanical properties, casting.

УДК 621.38

А.Т. Ибраев, А.Е. Куттыбаева, А. Сагындык, В.И. Чернецов, М.В. Чернецов, П.Г. Михайлов
(Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева,
pok_rk@mail.ru, ainur_k_75@mail.ru
ПКИ филиал МГУТУ им. К.Г. Разумовского, г. Пенза)

ИНВАРИАНТНОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ В ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ С ПАРАМЕТРИЧЕСКИМИ ДАТЧИКАМИ

Аннотация. Исследованы и определены условия, при выполнении которых обеспечивается независимое преобразование информативного параметра датчика со сложной многоэлементной схемой замещения. Представлены аналитические выражения, описывающие алгоритмы инвариантного преобразования, основанные на селекции информативной составляющей сигнала измерительной цепи за счет выбора вида энергетического воздействия и характера опорного элемента и доопределения исходно неразрешимого уравнения сигнала измерительной цепи системой уравнений. Приведены примеры реализации данных алгоритмов.

Ключевые слова: Инвариантное преобразование, параметрический датчик, схема замещения, канал преобразования, исходно неразрешимое уравнение, энергетическое воздействие, опорный элемент.

Современные требования по достоверности и точности измерения физических величин вынуждают рассматривать параметрический датчик (ПД) как сложный объект исследования, описываемый многоэлементной электрической схемой замещения из *RLC* элементов [1]. Причем, во многих случаях измеряемая физическая величина определяется однозначно величиной только одного из этих элементов, в нашем случае информативным. Остальные элементы схемы замещения являются паразитными, но они тоже входят в передаточную функцию ПД. Кроме того, приходится учитывать влияние паразитных параметров линии связи соединяющей ПД с измерительной цепью (ИЦ), а также влияние условий эксплуатации ПД, вносящих дополнительную погрешность. Поэтому обеспечение инвариантности результата измерения информативного параметра, т.е. измерения значения информативного параметра не зависимо от значений остальных, в данном эксперименте паразитных параметров, является, несомненно, актуальной задачей.

Для получения информации о значениях пассивных параметров ПД необходимо промежуточное преобразование их в ИЦ в электрический сигнал. Это определяет наличие в измерительном преобразователе (ИП) помимо ИЦ и линий связи еще и источника электрической энергии (ИЭ), а для реализации требуемого алгоритма преобразования сигнала ИЦ устройство обработки (УО). Поскольку ИП в большинстве практических случаев представляет собой распределенную в пространстве систему, то УУ осуществляет синхронизацию и управление алгоритмом работы УО, а также управление изменениями параметров ИЭ и структуры ИЦ.

Схема замещения одинарного ПД представляется двухполюсной электрической цепью (ДЭЦ), элементы и топология которой определяются требуемой точностью идентификации. Более высокая точность измерения требует более высокой степени идентификации топологии схемы замещения ПД и, как правило, более сложного алгоритма обработки сигнала ИЦ. Очевидно, для дифференциальных ПД схема замещения будет еще и, как минимум, трехполюсной.

Для удобства формализации алгоритмов инвариантного преобразования используем понятие оператора воздействия $F(p)$ на ИЦ, как функции описывающей закон изменения активного воздействия $U_0(p)$ и тип опорного элемента $X_0(p)$, включенного в ИЦ, т.е. принимаем [2]

$$F(p) = F\left[U_0(p), X_0(p)\right]. \qquad (1)$$

Полагая, что электрическая схема замещения одинарного ПД удовлетворяет условиям линейности [3], сигнал ИЦ может быть описан выражением

$$U_{\text{ИЦ}}(p) = \Phi\left[U_0(p), X_0(p), X_{\text{ПД}}(p)\right] = \Phi\left\{F(p), X_{\text{ПД}}(p)\right\}, \qquad (2)$$

где $X_{\text{ПД}}(p) = f_x(p, X_1, X_2, \ldots, X_n)$ – функция, описывающая по схеме замещения сопротивление (проводимость) ПД, $k = \overline{1,n}$ -число элементов по схеме замещения ПД.

В уравнении (2) *n* неизвестных и оно принципиально неразрешимо относительно информативного параметра X_i.

Однако при известной топологии схемы замещения ПД можно выбрать оптимальное воздействие *F*(*p*), т.е. структурную схему ИЦ, упрощающую алгоритм обработки сигнала ИЦ для получения на выходе ИП величины *Y*, однозначно определяемой информативным параметром

$$Y = N_{\text{ИП}} = N\{U_{\text{ИС}}(t)\} = K \cdot X_i, \qquad (3)$$

где *N* - оператор обработки в ИП сигнала ИЦ; *K* – коэффициент пропорциональности.

Условие (3) может быть реализовано либо методами прямого, либо уравновешивающего преобразования. Методы прямого преобразования реализуются, например, способами временной или частотной селекции информативной составляющей сигнала ИЦ в одноканальных структурах ИЦ, либо способами доопределения путем получения дополнительной информации, доопределяющей исходно неразрешимое уравнение, описывающее сигнал ИЦ с несколькими неизвестными с целью формирования системы уравнений, разрешимую однозначно относительно информативного параметра X_i ПД [2].

Селективные способы реализуются, как правило, в ограниченном частотном или временном интервале наблюдения, когда влияние паразитных параметров ПД и элементов связи в результате обработки отсутствует или пренебрежимо мало. При этом возможны два случая.

1) При аддитивном влиянии неинформативных параметров X_j следует обеспечить выполнение условия

$$G\{\Phi[F(p) \cdot f(p, X_1, X_2, \ldots X_{i-1}, X_{i+1}, \ldots, X_n)]\} = A = \text{const}, \qquad (4)$$

где *G* – оператор обработки сигнала ИЦ в УО, $f(X_1, X_2, \ldots X_{i-1}, X_{i+1}, \ldots, X_n)$ - функция, описывающая влияние неинформативных параметров.

При этом, если *A*=0, смещение нуля функции преобразования ИС отсутствует, а при *A*≠0 имеется смещение, для устранения которого следует знать величину *A*.

2) При мультипликативном характере влияния неинформативных параметров инвариантность преобразования достигается, если

$$G\{\Phi[F(p) \cdot f(p, X_1, X_2, \ldots X_{i-1}, X_{i+1}, \ldots, X_n)]\} = M, \qquad (5)$$

где *M*≠0.

При этом если *M*=1, неинформативные параметры ПД не влияют на результат преобразования, а при $1 \neq M = \text{const}$, для обеспечения инвариантности, достаточно определить значение (закон изменения) величины *M*.

Для фиксированных по длительности интервалов преобразования [0,*T*] условие (3) инвариантного определения параметров X_i можно сформулировать как условие обеспечения ортогональности, т. е.

$$\begin{cases} \int_0^T U_{X_i}(t) \cdot U_{X_j}(t) \cdot dt \equiv 0, & \text{при } i \neq j; \\ \int_0^T U_{X_i}(t) \cdot U_{X_j}(t) \cdot dt = \text{const} \neq 0, & \text{при } i = j. \end{cases}, \qquad (6)$$

Это условие, в сущности, является необходимым для обеспечения измерения информативного параметра ПД независимо от неинформативных.

Соответственно, достаточное условие для инвариантного преобразования определяется возможностью выбора алгоритма преобразования, обеспечивающего выполнение в интервале наблюдения условия (4 или 5).

Способы доопределения реализуются [3], если оператор преобразования по неинформативному *j*-му параметру ПД описывается уравнением

$$W(p)=\frac{Det_{ji}(p)}{Det(p)}=\frac{D'_{ji}(p)-D''_{ji}(p)}{Det(p)}=W'(p)-W''(p)\equiv 0, \quad (7)$$

где *Det*(*p*) – главный определитель системы уравнений, получаемых в цикле доопределения сигнала ИЦ; $Det_{ij}(p)$ – определитель, характеризующий воздействие *j*-го параметра ПД на результат определения *i*-того параметра, тождественно равный нулю и представляемый в виде разности двух не равных нулю полиномов $Det'_{ij}(p)-Det''_{ij}(p)$.

Таким образом, дополнительным условием физической реализуемости методов доопределения является наличие в ИП не менее двух каналов передачи сигнала ИЦ в интервале измерения [5]

При проектировании СИ для определения структуры ИЦ и оптимального алгоритма (4, 5 или 7) обработки сигнала ИЦ (по точности, быстродействию и простоте реализации и т.п.) целесообразно использовать рекомендации по выбору оператора *F*(*p*) воздействия на ИЦ, изложенные в [2].

Для аппаратной реализации описанных математических моделей двухполюсников используется методика включения исследуемой структуры в цепь обратной связи операционного усилителя (рис. 1, 2) [6].

В качестве примера рассмотрим преобразование в напряжение емкости C_1 датчика, включенного в ИЦ, реализованную на операционном усилителе (ОУ), на вход которого включен опорный элемент-конденсатор C_0. При подаче на ИЦ импульса напряжения U_0 постоянной амплитуды (рис. 1) выходное напряжение ИЦ описывается уравнением

$$U_{\text{ИЦ}}=U_0\cdot\left(\frac{C_0}{C_1}+\frac{C_0}{C_2}\cdot e^{-\frac{t}{RC_2}}\right). \quad (8)$$

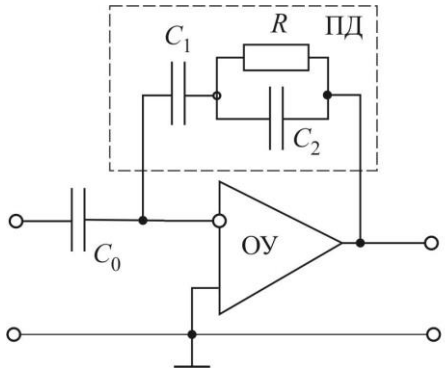


Рис. 1. Схемотехническая реализация инвариантности в ИЦ

Очевидно, что при $t\geq(5\div 6)\cdot RC_2$ выполняется условие (4), т.е. будет *A*=0. Соответственно

$$U_{\text{ИЦ}}=U_0\cdot\frac{C_0}{C_1}. \quad (9)$$

Отметим, что при одинаковой зависимости элементов C_0 и C_1 от возмущающего фактора (например, от температуры) будет выполняться условие (5), т.е. *M*=1 и влияние этого фактора устраняется.

Аналогично, для ИЦ (рис. 2) при подаче такого же напряжения имеем

$$U_{\text{ИЦ}}=U_0\cdot\left(\frac{R_1}{R_0}+\frac{t}{R_0C}\right). \quad (10)$$

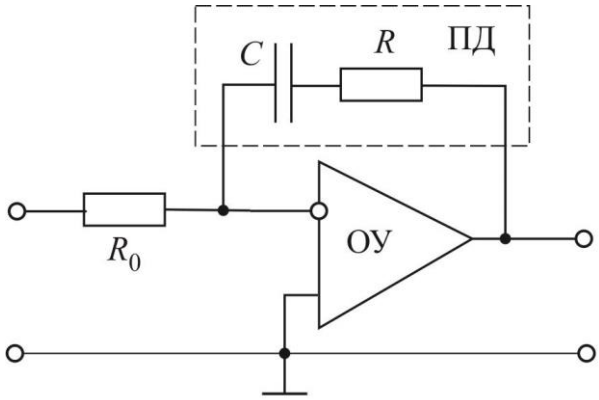


Рис. 2. Схемотехническая реализация ИЦ с двухканальным преобразованием

Если измерить мгновенные значения напряжения ИЦ U_1 и U_2 в моменты времени T_1 и T_2, то, согласно условию (7), получим два канала преобразования, которые описываются системой из двух уравнений. Решение данной системы находится в виде

$$C = \frac{(T_2 - T_1)\cdot U_0}{R_0 \cdot (U_2 - U_1)} \tag{11}$$

$$R = \frac{\left(U_2 - U_1 \cdot \frac{T_2}{T_1}\right)\cdot R_0}{\left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right)\cdot U_0} \tag{12}$$

Таким образом, рассмотренные условия физической реализуемости методов инвариантного преобразования существенно упрощают выбор вида энергетического воздействия на ИЦ и опорного элемента, а также алгоритмов обработки сигнала ИЦ.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Михайлов П.Г., Ожикенов К.А., Касимов А.О., Аналиева А.У. Узлы и компоненты микроэлектронных датчиков // Известия Южного федерального университета. Технические науки. № 3(164) 2015 С. 184-193.

[2] Эйкхофф П. Основы идентификации систем управления. – М.: Мир, 1975 – 681 с.

[3] Грищенко Ю.В., Соломенцов А.В. Обоснование применения принципа инвариантности при анализе процессов в системах человек-машина неклассическими методами. – Кибернетика и вычислительная техника, вып. 156, 2009 – с. 71-76.

[4] Кутлуяров Г.Х., Идрисова Э.Р. К вопросу применения принципа инвариантности для построения универсальной малопроводной системы измерения параметров, преобразуемых в сопротивление резистивных датчиков. – Электронный научный журнал Нефтегазовое дело, №5, 2012, – с.12-22.

[5] Петров Б.Н., Викторов В.А., Лункин Б.В., Совлуков А.С. Принцип инвариантности в измерительной технике. – М.: Наука, 1976.– 244 с.

[6] Гутников В. С. Интегральная электроника в измерительных устройствах. 2-е изд., перераб. и доп. Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отделение, 1988.

Ибраев А.Т., Куттыбаева А.Е., Сагындык А., Чернецов В.И., Чернецов М.В., Михайлов П.Г.

Параметрлік датчикті ақпараттық-өлшеу жүйелерінде инвариантты түрлендіру

Түйіндеме. Мақалада инвариантты түрлендіру алгоритмін суреттейтін аналитикалық түрі көрсетілген. Өлшеу тізбегі сигналы құрамы селекциясына негізделген.

Күрделі көпэлементті ауыстыру сызбасы бар датчик информативті параметр тәуелсіз түрлендіруі қамтамасыз етілген.

Кілт сөздер: Инвариантты түрлендіру, параметрлік датчик, ауыстыру сызбасы, түрлендіру арнасы, берілген шешілмейтін теңдеу, энергетикалық ісері, тіреу элементі.

Ibrayev A.T., Kuttybaeva A.E.,Sagyndyk A., Chernecov V.I., Chernecov M.V., Mihailov P.G.
Invariant transformation in information-measuring systems with parametric sensors
Summary: We investigated and determined the conditions under which ensures the independence of the transformation of informative parameter sensor with a complex multi-element equivalent circuit.
The analytical expressions describing the invariant transformation algorithms.
Key words: Invariant transformation, parametric sensor, equivalent circuit, the conversion channel is initially insoluble equation, energy impact, the support member.

УДК 621.793

[1] В.М. Юров, [2] Е.С. Платонова, [2]В.А. Юдакова
([1]Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова,
[2]Карагандинский государственный технический университет,
Караганда, Республика Казахстан, danilina1969@list.ru)

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Аннотация. Представлены результаты экспериментальных исследований структуры и свойств покрытий Cr–Zn–Si–Cu–Fe–Al и Cr–Zn–Si–Cu–Fe–Al–Ti, нанесенных ионно-плазменным методом на модельные образцы из стали 35 в газовых средах аргона и азота. Использовались современные методы и аппаратура оптической и электронной микроскопии. Проведены исследования трибологических, механических и коррозионных свойств покрытий. Из приведенных экспериментальных исследований следует, что покрытия, получаемые вакуумными плазменными методами, существенно улучшают эксплуатационные характеристики деталей, изготовленных из дешевых марок сталей, что приводит к экономии дорогих специальных сталей.
Ключевые слова: ионно-плазменное напыление, покрытие, структура, микротвердость, коррозионная стойкость, эксплуатационные характеристики

В настоящее время в условиях ограниченности материальных средств в промышленном комплексе особое значение приобретают технологии, увеличивающие долговечность деталей и узлов машин.

Наиболее актуальны и перспективны для получения наноструктурированных упрочняющих, износостойких, коррозионно- и жаростойких покрытий являются вакуумные ионно-плазменные методы: магнетронного распыления, ионного и вакуумно-дугового осаждения. Инновационные технологии ионно-пучковой обработки придают изделиям из простых марок сталей, которые производятся в Казахстане, эксплуатационные характеристики, не уступающие изделиям из спецсталей, что определяет потребность в разработке новых составов и технологических решений для получения коррозионно-стойких наноструктурированных покрытий.

Плазменные методы химико-термической обработки являются наиболее эффективными при нанесении защитных покрытий на изделия и получения диффузионных слоев [1-3]. Данные методы, по сравнению с традиционными, такими как газовая диффузионная обработка (цементация, азотирование, силицирование и др.) или электродуговая металлизации и плазменная наплавка, имеют более высокие технологические и энергетические характеристики. Например, ионное азотирование по сравнению с газовым позволяет сократить время обработки в 10 раз, снизить расход технологического газа в 15-20 раз и увеличить глубину диффузионного слоя на 50%. Ионно-плазменные методы нанесения покрытий позволяют получать высокую прочность сцепления покрытия с основой, повысить его плотность и равномерность, а также снизить пористость.

О пригодности конструкционных материалов к конкретным условиям работы судят по комплексу свойств, полученных при исследовании образцов, а также по результатам натурных испытаний. Например, пригодность сталей и сплавов для работы в составе тепловых энергетических установок оценивают по комплексу характеристик, полученных при исследовании ползучести, длительной прочности и пластичности, а также релаксации напряжений в интервале возможных рабочих температур, коррозионной стойкости и жаростойкости в рабочих средах, усталости в условиях циклических нагрузок или теплосмен [4].

Как известно, свойства металлов, длительно работающих при высоких температурах, значительно изменяются:

- обычно снижаются прочность и твердость;
- часто металл становится хрупким;
- интенсивнее протекают коррозионные процессы;
- возникают и развиваются ползучесть, релаксация и т.п.

Основные виды эксплуатационной повреждаемости могут быть представлены [4]:

- изменением структуры;
- исчерпанием долговечности и длительной пластичности;
- изменением механических свойств;
- изменением вида кривых ползучести;
- коррозионными повреждениями;
- изменением электропроводности;
- появлением трещин и изменением скорости их распространения;
- изменением декремента затуханий колебаний;
- изменением усталостной выносливости;
- коррозионной усталостью.

С целью стабилизации эксплуатационных свойств стальных изделий в настоящей работе предлагается нанесение многокомпонентных покрытий систем Cr–Zn–Si–Cu–Fe–Al и Cr–Zn–Si–Cu–Fe–Al–Ti.

Покрытие Cr–Zn–Si–Cu–Fe–Al было нанесено на подложку из стали 35 в газовой среде азота в течение 40 мин. На рисунке 1 показано электронно-микроскопическое изображение этого покрытия. Для измерения толщины покрытия Cr–Zn–Si–Cu–Fe–Al на его поверхности была вырезана площадка сфокусированным ионным пучком. Толщина слоя составляет 1 мкм.

Покрытие системы Cr–Zn–Si–Cu–Fe–Al–Ti было получено одновременным распылением катода Cr–Zn–Si–Cu–Fe–Al и титанового катода марки ВТ–1–00 в среде азота. Структура образца представлена на рисунке 2.

Исследование элементного состава покрытий проводилось РФЭС – анализом (рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия). Концентрация элементов в покрытии и стехометрия самих покрытий определялась путем математической обработки энергодисперсионных спектров по специальной программе PHI-RHO-Z. Для исследования элементного состава были сделаны пробы на разных участках выбранных площадок покрытий Cr–Zn–Si–Cu–Fe–Al и Cr–Zn–Si–Cu–Fe–Al–Ti. На рисунках 3,4 показан элементный состав покрытий (соответственно) в одной точке выбранной площадки.

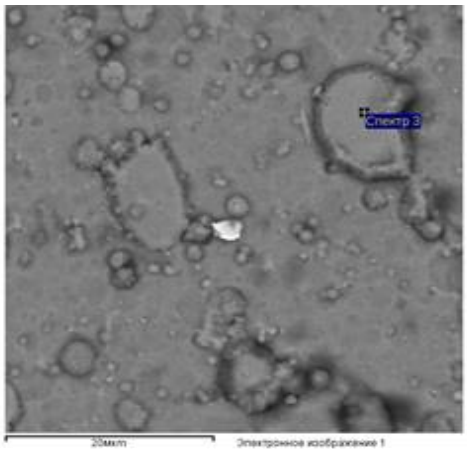


Рис.1. Электронно-микроскопическое изображение покрытия Cr–Zn–Si–Cu–Fe–Al

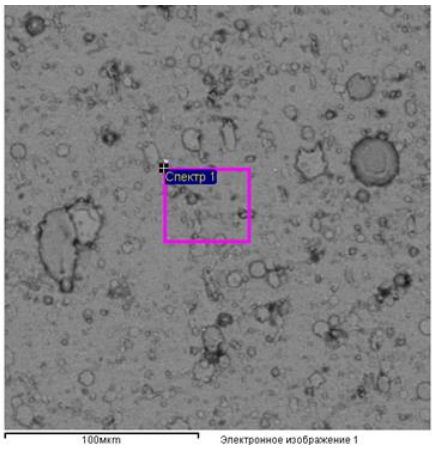


Рис.2. Снимок контрольного образца с покрытием системы Cr–Zn–Si–Cu–Fe–Al–Ti

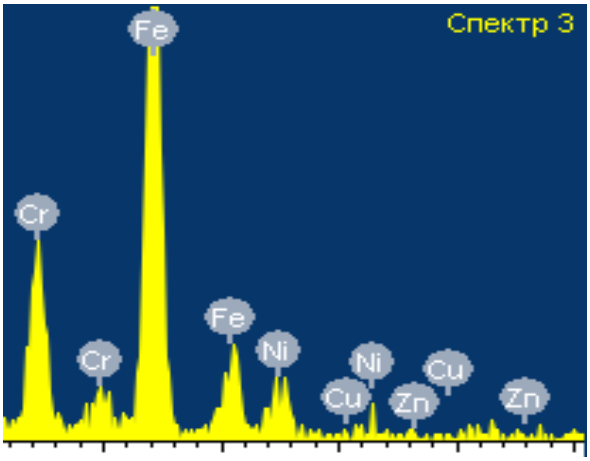


Рис.3. РФЭС покрытия Cr–Zn–Si–Cu–Fe–Al

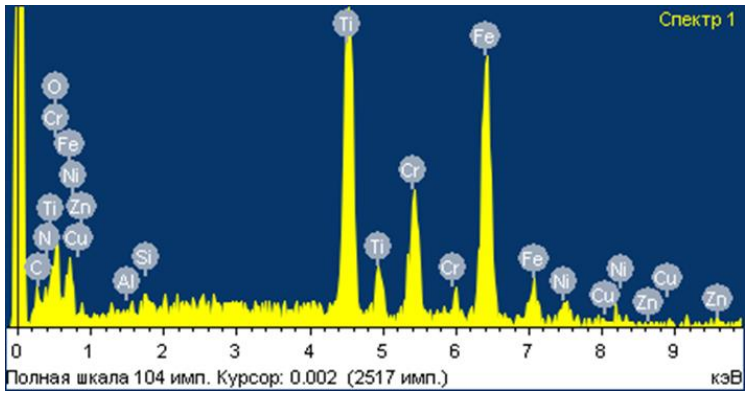


Рис. 4. РФЭС покрытия Cr–Zn–Si–Cu–Fe–Al–Ti

Одним из основных эксплуатационных свойств материала является его твердость, которая в тонких слоях была определена путем измерения микротвердости. Микротвердость для покрытия Cr–Zn–Si–Cu–Fe–Al в среде аргона составляет 335,8 HV, в среде азота - 449,6 HV, а для покрытия Cr–Zn–Si–Cu–Fe–Al–Ti - 358,2 и 567,7 соответственно (таблица 1) , т.е. твердость покрытия, полученного в среде азота возрастает почти в 1,5 раза.

Таблица 1. **Микротвердость покрытий**

Номер испытания	Микротвердость покрытий, HV			
	Cr–Zn–Si–Cu–Fe–Al до азотирования	Cr–Zn–Si–Cu–Fe–Al после азотирования	Cr–Zn–Si–Cu–Fe–Al–Ti до азотирования	Cr–Zn–Si–Cu–Fe–Al–Ti после азотирования
1	341,6	445,8	355,5	575,2
2	338,4	453,5	352,9	563,3
3	329,5	446,6	357,6	566,9
4	343,2	450,1	360,1	572,7
5	346,6	447,9	366,7	567,9
6	340,7	456,0	357,7	578,6
7	326,1	450,4	356,9	553,3
8	331,9	448,6	354,2	562,2
9	330,6	454,6	360,8	574,7
10	329,3	442,3	359,4	562,6
Среднее	**335,8**	**449,6**	**358,2**	**567,7**

Резкое возрастание микротвердости покрытия Cr–Zn–Si–Cu–Fe–Al–Ti, нанесенного в среде азота, связано с образованием нитридных фаз. В основном, это нитриды титана и хрома.

С целью определения трибологических свойств покрытий были проведены испытания по определению коэффициента трения, значения которых приведены в таблице 2.

Таблица 2. **Коэффициенты трения многоэлементных покрытий**

Покрытие	Коэффициент трения		
	Пластина с покрытием	Алюминиевая пластина	Медная пластина
Cr–Zn–Si–Cu–Fe–Al (нанесенное в среде аргона)	0,403	0,302	0,269
Cr–Zn–Si–Cu–Fe–Al (нанесенное в среде азота)	0,380	0,287	0,254
Cr–Zn–Si–Cu–Fe–Al–Ti (нанесенное в среде азота)	0,431	0,344	0,243
Cr–Zn–Si–Cu–Fe–Al–Ti (нанесенное в среде аргона)	0,497	0,395	0,260

На основании полученных данных можно сделать вывод, у одноименных пар покрытий коэффициент трения больше [5-6], чем разноименных, что связано с увеличением удельной нагрузки.

Характеристики коррозионной стойкости покрытий определялись по методу АПИД [7]. В таблице 3 приведены значения коэффициентов коррозионной стойкости исследуемых покрытий.

Введение в состав покрытий таких компонентов, как хром, цинк, алюминий, титан, кремний и медь позволяет расширить диапазон их использования. Прослеживается взаимосвязь между химическим составом покрытий и их свойствами. Так, после легирования покрытий титаном с одновременным азотированием их микротвердость и коррозионная стойкость увеличились, коэффициент трения уменьшился (таблицы 1,2,3).

Таблица 3. **Характеристика коррозионной стойкости покрытий**

Антикоррозионное покрытие	Коэффициент, К
Cr–Zn–Si–Cu–Fe–Al	0,72
Cr–Zn–Si–Cu–Fe–Al–Ti	0,75

По полученным данным исследований свойств покрытий можно резюмировать, что наряду с многокомпонентным покрытием состава Cr–Zn–Si–Cu–Fe–Al–Ti, обладающего более высокими показателями, покрытие Cr–Zn–Si–Cu–Fe–Al также обладает комплексом необходимых свойств для нанесения их на стальные изделия с целью повышения эксплуатационных характеристик.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Михайлов А.Н., Михайлов В.А., Михайлова Е.А. Ионно-плазменные вакуумные покрытия - основа широкого повышения качества изделий машиностроения // Прогрессивные технологии и системы машиностроения: междунар. сб. науч. трудов. - Донецк: ДонНТУ, 2004. - Вып. 28. - С. 108–115.

[2] Берлин Е.В., Двинин С., Шейдман Л.А. Вакуумная технология и оборудование для нанесения и травления тонких пленок. - М.: Техносфера, 2007. – 472 с.

[3] Zhetessova G., Zharkevich O., Pleshakova Ye., Yurchenko V., Platonova Ye., Buzauova T. Building mathematical model for gas-thermal process of coating evaporation // Časopis Metalurgija. - 2016. - №1. - P. 63-66.

[4] Теплухин Г.Н., Гропянов А.В., Жукова М.Н. Высокотемпературные материалы в энергетике. – СПб.: СПбГТУРП, 2011. - 125 с.

[5] Платонова Е.С., Бучинскас В., Юров В.М., Гученко С.А. Механические свойства многоэлементных покрытий // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – №12, ч. 2. – С. 175-178.

[6] Ролдугин В.И. Физикохимия поверхности. - Долгопрудный: Изд-во Интеллект, 2008. - 508 с.

[7] Платонова Е.С., Жетесова Г.С., Юров В.М., Гученко С.А. Коррозионная стойкость деталей горношахтного оборудования // Труды Университета. – 2015. - №2. – С. 24-27.

Yurov V.M., Platonova E.S., Yudakova V.A.

Improving operational performance of steel products

Summary. The results of the experimental studies of the structure and properties of coatings Cr–Zn–Si–Cu–Fe–Al and Cr–Zn–Si–Cu–Fe–Al–Ti, deposited by ion-plasma method on the model samples of steel 35 in gases argon and nitrogen. The use of modern methods and instruments of optical and electron microscopy. The investigations of tribological, mechanical and corrosion properties of the coating. From the experimental studies that the coating produced by vacuum plasma methods, significantly improve the performance of parts made of the cheaper grades, resulting in a saving of expensive special steels.

Key words: sputter coating, structure, micro-hardness, corrosion resistance, performance

Юров В.М., Платонова Е.С., Юдакова В.А.

Болат өнімдерінің қолдану сипаттамаларын арттыру

Түйіндеме. Жұмыста аргон және азот газды орталарында сталь 35 болаттан жасалған модельдік үлгілерге ионды – плазмалық әдіспен жүргізілген Cr–Zn–Si–Cu–Fe–Al және Cr–Zn–Si–Cu–Fe–Al–Ti жабындарының құрылымдары мен қасиеттеріне эксперименталдық зерттеулер нәтижелері келтірілген. Оптикалық және электрондық микроскопияның заманауи әдістері мен аппаратура пайдаланылды. Жабындардың трибологиялық, механикалық және коррозиялық қасиетеріне зерттеулер жүргізілді. Келтірілілген эксперименталдық зерттеулерден, вакумды-плазмалық әдіспен алынған жабындардың болаттардың арзан маркаларынан жасалған бөлшектерінің эксплуатациялық сипаттамаларын біршама жақсартады, бұл қымбат тұратын арнайы болаттарды үнемдеуге алып келеді.

Түйінді сөздер: ионды-плазмалы тозаңдандыру, қаптама, құрылым, микро қаттылық, коррозияға төзімділігі, қолдану сипаттамалары

УДК 669.017.3:536.421.4

А.С. Дегтярева, Э.К. Тундыбаева, Т.А. Джанысбаева, С.Ж. Иманкулова
(НАО Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан, imankulova_sara@mail.ru)

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРВИЧНЫХ ФАЗ В СПЛАВАХ ЭВТЕКТИЧЕСКОГО ТИПА

Аннотация. Сформулировано новое представление о гетерогенном дальнеупорядоченном строении металлических расплавов, состоящих из смеси «жидких» и «твердых» атомов компонентов. Обнаружены элементы структуры сверхвысокого уровня, которые непосредственно связаны со строением жидкой фазы. По аналогии с твердым телом они возникают при нарушении дальнего порядка в ее «квазирешетке», сформированной «жидкими» атомами компонентов при температурах, выше точки их плавления. При кристаллизации эти элементы структуры организуют дендриты избыточных фаз в макроскопические образования сферической конфигурации, отражающие «полизеренное» строение расплава, его топологию и своеобразный «генетический код», считанный при передаче наследственной информации от расплава твердому телу.

Ключевые слова: пространственная организация, эвтектическая кристаллизация, дальний порядок, «жидкие» и «твердые» атомы, «квазирешетка», элементы структуры сферической конфигурации, топология, наследственность.

Известно большое количество работ об аномальном характере температурной зависимости структурно-чувствительных свойств жидких металлов и сплавов [1–11 и др.]. Авторами [8] показано, что величина отклонений в изменении свойств расплавов и при полиморфных превращениях в твердом теле, которые сопровождаются изменением дальнего порядка, сопоставимы между собой. Более того, такие отклонения проявляются не только в расплавах чистых металлов, но примерно при этих же температурах в сплавах на их основе [12].

Данные факты свидетельствуют о глобальном характере процессов в жидкой фазе и расходятся с общепринятой концепцией о ее микрогетерогенной природе и ближнем порядке. В этой связи, требуется принципиально новый подход к рассмотрению структуры жидкостей, основанный не только на теоретических соображениях, но и на результатах научно-практического эксперимента. Сложность самого объекта исследования, а также чисто методические трудности (недостаточная чувствитель-

ность большинства применяемых методов), привели к тому, что до сих пор эта проблема полностью не решена.

Работа посвящена исследованию строения металлических расплавов и вопросам взаимосвязи между структурой жидкого и твердого металлов. Ее теоретической основой является разработанная авторами [13, 14] концепция гетерогенной природы жидкостей с наличием структурных элементов дальнего порядка, размерные параметры которого значительно превышают кристаллографические соотношения в твердом теле.

Основные положения данной концепции состоят в следующем:

1. Атомы, находящиеся в жидкой и твердой фазе вещества, кардинально отличаются между собой, что проявляется в существовании дендритной структуры чистых металлов.

2. Наличие в структуре собственно осей дендритов и междендритных промежутков, прямо свидетельствует о гетерогенном строении металлических расплавов, состоящих из смеси «жидких» и «твердых» атомов.

3. Дендритная (и колониальная) структура, характерная для литых материалов определяется (кодируется) и закрепляется дальним порядком жидкостей, так как информационная емкость ближнего порядка для этого недостаточна.

4. Только дальний порядок может сохранить полную информацию о структуре жидкостей при фазовом переходе «жидкое → твердое» и ее воспроизводство – «считку» при обратном переходе «твердое → жидкое» с изменением агрегатного состояния вещества.

Дальний порядок в твердом теле определяется (генетически закреплен) типом кристаллической решетки и обусловлен ее периодичностью. Нарушение правильного чередования кристаллографических плоскостей (порядка их расположения) приводит к формированию поликристаллической «зеренной» структуры. Признавая существование дальнего порядка в жидкости, и проводя аналогию с твердым телом, можно говорить о «квазирешетке» и «зеренной» структуре жидкостей. Наиболее удобным объектом для подтверждения данной точки зрения являются эвтектики и близэвтектические сплавы, имеющие самую протяженную область существования жидкой фазы.

В чистых эвтектиках фазовый переход «жидкое → твердое» состояния и последующая кристаллизация часто развиваются с высокими скоростями, в результате чего может «стереться» вся или большая часть информации о структуре жидкой фазы. Использование близэвтектических композиций с протяженной областью одновременного сосуществования жидкой и твердой фаз позволяет более надежно «закрепить» структуру жидкости и зафиксировать *(закодировать)* эту информацию.

Известно, что фазовые превращения в твердом состоянии, например, эвтектоидное и мартенситное, преимущественно развиваются с границ зерен высокотемпературных фаз. Поскольку кристаллизация – это вид фазового превращения, ее реализация (образование твердой фазы) также облегчена на границах структурных элементов расплава, следы или признаки которых можно обнаружить в структуре закристаллизованных металлов (по типу бывших границ зерен аустенита). В соответствии с этими представлениями, первичные кристаллы близэвтектических сплавов способны вскрыть – обозначить «зеренную» структуру *дальне-упорядоченной жидкой фазы* (металлического расплава), декорируя тем самым места облегченного (предпочтительного) зарождения твердой фазы. Эти положения составляют основное содержание работы.

Объектами исследования являются близэвтектические сплавы систем Al-Zn и Al-Cu. Выбранные составы соответствуют доэвтектическим Al-97%Zn и Al-30%Cu концентрациям с первичными фазами на основе цинкового и алюминиевого твердых растворов, соответственно. В качестве металлошихты использованы алюминий марки А99, медь марки М0 и цинк марки ЦВ. Плавка производилась в лабораторной шахтной печи в корундизированных тиглях под слоем флюса. После полного расплавления компонентов расплав выдерживался в печи в течение 30 минут. Перед заливкой шлак скачивался, расплав активно перемешивался и отливался в металлические цилиндрические литейные формы, дном которых служила массивная полированная стальная плита. Для усиления теплоотвода в вертикальном направлении боковые стенки литейной формы покрыты теплоизолирующей керамикой. Температура перегрева над линией ликвидус в обоих случаях составляла 200°С.

Полученные образцы имели цилиндрическую форму диаметром 15 и высотой 20 мм. Торцевой, контактирующий со стальной плитой, слой удалялся на глубину 1,0 мм, после чего приготавливался металлографический шлиф. На одну температурную точку приходилось по три образца. Травление

обоих сплавов осуществлялось реактивом, состоящим из смеси равных пропорций азотной и плавиковой кислот в глицерине. Металлографический анализ проводился на оптическом микроскопе марки «Neophot 21» при увеличениях 200, 500 и 2000.

На рисунке 1 приведена микроструктура близэвтектических сплавов систем алюминий-цинк и алюминий-медь. Она состоит из колоний эвтектической смеси и первичных дендритов цинковой (система Al-Zn) и алюминиевой (система Al-Cu) фаз (рисунки а-в и г-е), соответственно. Поскольку дендриты выделяются в гомогенной (или микрогетерогенной), как принято считать, жидкой фазе первыми, то не совсем понятно, почему расположены не беспорядочно (хаотично), а в определенном порядке – по гигантским поверхностям, конфигурация которых, по данным работы [15], в объеме близка к сферической. Размеры этих образований на порядок превышают размеры других элементов структуры сплавов, в том числе эвтектических колоний и дендритов. Тем самым, в иерархии структур они имеют самое высокотемпературное происхождение и по размерным параметрам напрямую не связаны с твердым телом.

Аналогичные элементы структуры обнаружены в заэвтектическом сплаве системы Al-Si [14], т.е. они универсальны и присущи эвтектическим композициям независимо от типа составляющих их вторых фаз – твердые растворы (Al-Zn), химические соединения (Al-Cu), практически чистые компоненты (Al-Si).

Известно, что сферическая форма свойственна природе жидкостей и проявляется в условиях невесомости или микрогравитации. Интересным является другой факт – поверхности сфер являются «прозрачными», пересекаются и взаимно проникают друг в друга, существуя одновременно и совместно, и самостоятельно. При контакте их форма остается практически неизменной, т.е. до начала выделения на них первичных дендритов, эти поверхности находились *в принципиально ином состоянии, чем границы зерен в твердом металле*. Скорее всего, они присущи жидкой фазе и представляют собой гигантские (с точки зрения атомно-кристаллического строения твердого тела) пространственные образования сферической конфигурации, возникающие при нарушении дальнего порядка *в «квазирешетке» жидкости (расплава)*. Потенциальными носителями дальнего порядка в такой решетке являются «жидкие» атомы компонентов, находящихся при температурах, выше их точки плавления. При его нарушении формируется «полизеренная» структура расплава в виде практически правильных сфер, которые отражают «надкристаллическое» состояние вещества и его топологию.

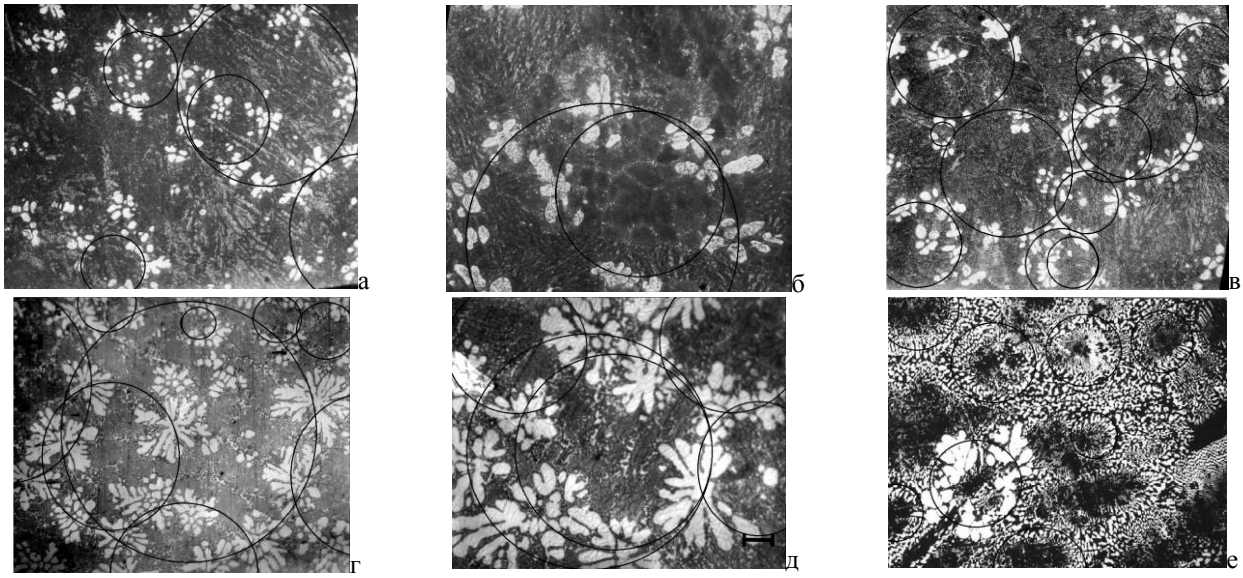


Рис.1. Микроструктура заэвтектического и доэвтектического сплавов систем Al-Zn (а-в) и Al-Cu (г-е); ×500 и 2000

На рисунках 2 и 3 показаны микроструктуры высокопрочного и ковкого чугунов, приведенные в работах [16, 17]. В результате проведенной реконструкции распределения графитовых включений установлено, что они также расположены по сферическим поверхностям разного диаметра, сложным образом взаимодействующих между собой. Ранее в работе [15], показано, что распределение графита также не является случайным и беспорядочным, а соответствует квазисферическим пространствен-

ным конфигурациям, на поверхности которых его включения могут быть разделены металлической основой или иметь точечный контакт. Однако, автор не связывает их происхождение с дальним порядком в расплавах, оставаясь на позициях классической теории коллоидно-дисперсных систем и электрохимической теории металлических жидкостей.

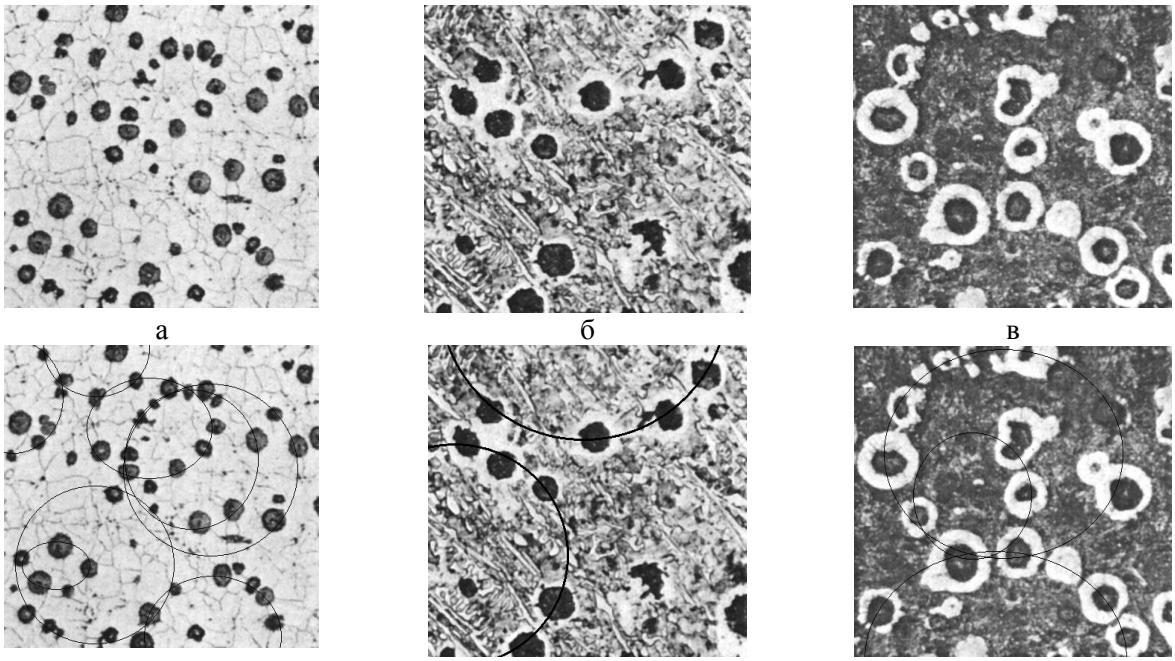


Рис. 2. Микроструктура высокопрочного чугуна и распределение выделений графита (реконструкция): (а, г) – ферритная, (б, д) – перлитоцементитоферритная, (в, е) - перлитоферритная основы [16]

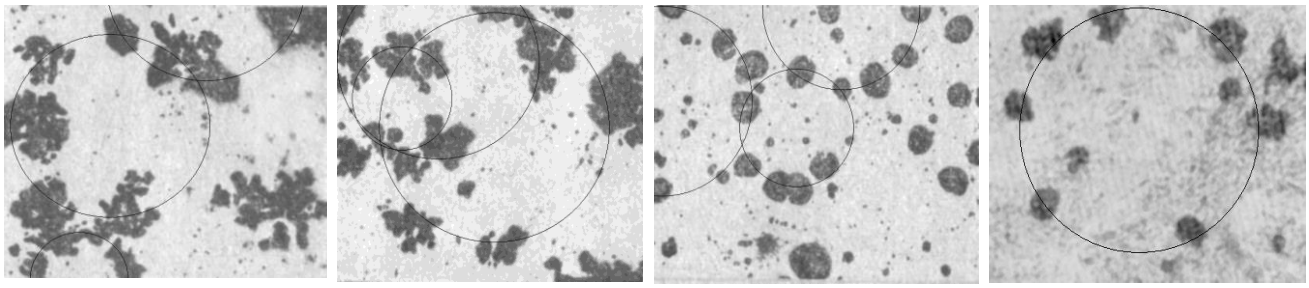


Рис. 3. Микроструктура и распределение выделений графита (реконструкция) в ковком (а, б) и высокопрочном (в, г) чугунах [17]

На основе анализа собственного экспериментального материала по микроструктуре близэвтектических сплавов систем Al-Zn, Al-Cu (рисунок 1) и Al-Si [14], можно выделить три основных иерархических уровня структуры. Микроскопический уровень отражает «зеренную» структуру твердого тела в виде эвтектических фаз и первичных дендритов, образующихся непосредственно при кристаллизации. Промежуточный, представленный эвтектическими колониями, который характеризует процесс одновременного выделения фаз эвтектики, пересыщенной обоими компонентами, при поэтапном распаде жидкого химического соединения [13, 18]. Сверхмакроскопический уровень — в виде сферических образований, который отражает некоторую виртуальную реальность, напрямую не связанную с твердой эвтектикой. Скорее всего, именно в них закодирована информация о топологии жидкой эвтектики, её «зеренном» строении и дальнем порядке.

В этой связи логично отметить еще один класс сферических образований в жидкой фазе – ячейки Бенара. Согласно [19, 20], они представляют собой области «дальней» упорядоченности, которые на поверхности подогреваемой жидкости регистрируются в виде конвективных ячеек. Как правило, в сечении они имеют форму цилиндрических валов или правильных шестигранных структур.

Вопрос об их объемной конфигурации остается открытым. Не исключено, что в действительности они представляют собой термически выявляемые (вытравливаемые) «зерна» жидкости, конвекция только позволяет проявиться заложенной (закодированной) в них информации о структуре жидкой фазы.

Анализ научных публикаций за последнее время [10, 11, 21-26] показывает, что интерес к исследованию строения металлических расплавов не ослабевает и до настоящего времени остается дискуссионным. Такое положение имеет место как в вопросах существования аномальных эффектов на температурных зависимостях изменения структурно-чувствительных свойств жидких металлов и сплавов [10, 11], так и наличия определенного типа структурной упорядоченности [21-24] и наследственности [25-26].

По мнению автора [21], металлические расплавы представляют собой наноструктурированные системы на 97% состоящие из нанокристаллов и только на 3% – из атомизированной разупорядоченной зоны. В одной из работ, опубликованных в последнее время [22, рисунок 1], на микрофотографиях, демонстрирующих внешний вид включений различных фаз в системе Ag-Zn, четко просматривается сферическая конфигурация их распределения в матричном твердом растворе. Однако полученный результат в работе не обсуждается и остается не замеченным. О существовании массивного ободка из кремниевой фазы на границе эвтектической колонии в системе Al-Si также указывается в работе [23, рисунки 1 в, г и 2 б, д, е]. Создается впечатление, что данному экспериментальному факту на протяжении достаточного долгого времени не уделяется должного внимания и, соответственно, не дается никакого объяснения.

В работе [24] прямо говорится о существовании разных видов атомов в зависимости от концентрации компонентов в расплаве. По мнению автора, геометрические параметры атома и «…состояние «остова» атома, а также валентных электронов не является стабильным и претерпевает изменения, связанные с влиянием температуры, концентрации и других внешних воздействий, что влияет на волновые свойства электронов и соответственно на радиусы атомов». На основании полученных результатов делается вывод о том, что «…при охлаждении расплава ниже линии ликвидус атомы компонентов переходят из ионизированного состояния (Me^{n+}) в металлическое (Me^{0}) с нулевым уровнем ионизации, а затем в ковалентное состояние ($Me^{к-}$)…» с формированием ковалентных связей различной прочности.

Авторами [25] при исследовании влияния исходной микроструктуры шихты (мелко- и крупнозернистой) на наследственную структуру затвердевшего металла разработана концепция существования «генов» кристаллизации, которые представлены квазикристаллами, существующими в расплаве. При этом в начальный момент времени расплав неоднороден (гетерогенен) и состоит из 13% квазикристаллов, 79% кластеров и 8% газоподобной жидкости

В работе [26] сформированы представления о том, что химико-структурированными единицами наследственности при фазовом переходе «расплав→твердое тело» являются гены в виде с тетраэдрических и октаэдрических многогранников с определенной координацией s-, p- и d- электронов, которые управляют процессами кристаллизации и структурообразования металлических расплавов. По их мнению, наследственность в неорганической природе является объективной реальностью, «…которая может возникать и передаваться в зависимости от температуры и вне зависимости от агрегатного состояния вещества».

В порядке обсуждения приведенных в работе материалов предлагаются следующие представления о структуре металлических расплавов:

- металлические расплавы являются дальне-упорядоченными гетерогенными системами, состоящими из смеси «жидких» и «твердых» атомов компонентов;

- «жидкие» атомы организованы в «квазирешетку» с размерными параметрами, намного превышающими межплоскостные расстояния в кристаллической решетке твердого тела;

- носителями дальнего порядка в металлических расплавах являются «жидкие» атомы (ионы) компонента, находящегося при температурах выше точки его плавления;

- при нарушении дальнего порядка формируется «полизеренная» структура расплава в виде гигантских образований – «зерен» сферической конфигурации, которые являются носителями наследственной информации о структуре и топологии жидкой фазы;

- сферическая форма «зерен» жидкости и «прозрачность» их границ обеспечивают ей высокую

подвижность и способность принимать форму сосуда, в котором находится.

Таким образом, «надзеренные» элементы структуры сферической конфигурации, обнаруженные в близэвтектических сплавах, непосредственно связаны с жидкой фазой вещества и определяют её пространственную организацию. Именно они декорируют при кристаллизации зерна избыточных фаз и отражают дальне-упорядоченное «зеренное» строение расплава, его своеобразный генетический код. В этих элементах структуры проявляется «генетическая память» жидкостей о своей природной топологии, что в виде передачи наследственной информации фиксируется в закристаллизованном сплаве.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Островский О. И., Григорян В. А. О структурных превращениях в металлических расплавах. //Известия ВУЗов. Черная металлургия, 1985, №5. - С. 1-12.

[2] Jones W.R., Bartlett W.L. The viscosity of aluminium alloys //Journal of the Institute of Metals, 1952-53, v. 81, №3. P. 145-152.

[3] Cay W., Mateer R.S. Density of Molten Aluminium by Maximum Buttle Pressure Method. //American Society Metals. Transactions of ASM, 1965, v. 58. P. 99-102.

[4] Morita Z., Origo Y., Adarchi A. On the structural change of liquid iron detected from density measurement. //Journal Japan of Metals, 1970, v. 34, №2. P. 248-253.

[5] Pamies A., Garcia C., Louice E. The measurement of surface tension of liquid aluminium by means of the maximum buttle pressure method: the effect of surface oxidation. //Scripta metallurgica, 1984, v. 8, №9. P. 869-862.

[6] Кисунько В.З., Новохатский И.А., Погорелов А.И., Ладьянов В.И., Бычков Ю.Б. Термоскоростное модифицирование алюминиевых расплавов. //Металлы, 1980, №1. С. 124-130.

[7] Клименков Е. А., Баум Б. А. О возможности скачкообразных изменений структуры расплавов железа. //Известия ВУЗов. Черная металлургия. 1985., №5. С. 12-17.

[8] Новохатский И. А., Кисунько В. З., Ладьянов В. И. Особенности проявления различных типов структурных превращений в металлических расплавах. //Известия ВУЗов. Черная металлургия, 1985, № 9. С. 1-9.

[9] Базин Ю.А., Замятин В.М., Насыйров Я.А., Емельянов А.В. О структурных превращениях в жидком алюминии. //Известия ВУЗов. Черная металлургия, 1985, №5. С. 28-33.

[10] Цепелев В.С., Давыдов Ю.С., Латыпова А.И., Таушканова А.И., Лихтенштейн В.И. Некоторые особенности политерм вязкости промышленных расплавов: аномалии, гистерезис, критические температуры. //ВестникПНИПУ. Машиностроение, материаловедение, 2015, т. 17, №4. С. 139-150.

[11] Мальцев И.В., Мирзоев А.А. Вязкость жидкого железа: Молекулярно-динамический расчет с потенциалом погруженного атома. //Вестник ЮУрГУ. Серия «Математика. Механика. Физика. 2009, вып.1, №22. С. 7983

[12] Кисунько В.З., Новохатский И.А., Погорелов А.И. Влияние структурных превращений в алюминиевых расплавах на их свойства. //Литейное производство, 1986, №11. С. 11-12.

[13] Пресняков А. А., Дегтярева А. С, Аубакирова Р. К., Жумартбаева Т. В. Металлические расплавы, их затвердевание и кристаллизация. — Алматы: Гылым, 1994. 208 с.

[14] Дегтярева А.С., Джанысбаева Т.А., Аубакиров Е.Г., Хафизов Е.Б., Ходарева Т.А. Структурные уровни металлических расплавов. //Цветные металлы, 2006, №1. С. 83-87.

[15] Соценко О. В. Пространственное распределение графита в отливках из ВЧШГ. //Литейное производство. 1983, № 11. С. 4-6.

[16] Энциклопедия неорганических материалов. Киев: ГРУСЭ, 1977, т.1. С. 256-257.

[17] Гиршович Н.Г. Кристаллизация и свойства чугуна в отливках. М.-Л.: Машиностроение, 1986. С. 132, 141, 235.

[18] Гевелинг М.В. О природе эвтектики. //Известия АН СССР. Серия физ.-хим. анализа, 1936, №9. С. 63-70.

[19] Хакен Г. Информация и самоорганизация. Макроскопический подход к сложным системам. М.: Мир, 1991. 240 с.

[20] Принципы самоорганизации. М.: Мир. 1996. 622 с.

[21] Стеценко В.Ю. Металлические расплавы – наноструктурные системы. //Литье и металлургия, №1(74), 2014. С. 48-49.

[22] Трофимов Е.А., Михайлов Г.Г. Исследование составов фаз, образующихся в системе Bi-Ag-Zn. //Вестник ЮУрГУ, №14, 2011. С. 811.

[23] Мазур В.И., Капустникова С.В., Шпортько А.Ю., Бондарев С.В. Структурообразование в сложнолегированных заэвтектических силуминах при центробежном литье. //Нові матеріали і технології в металлургії та машинобудуванні, 2013, №1. С. 8-12.

[24] Евдокимов Е.Г. Конфигурация атомов и электронное взаимодействие в сплавах системы «Fe-Cr, Fe-Ni, Fe-V». //Известия ТулГу. Технические науки, 2014, в ып. 11, ч. 1. С. 85-98.

[25] Иванова Г.А., Алексеева В.А., Семеренко А.А. Влияние исходной микроструктуры шихты алюминиевого сплава после ее расплавления на наследственную структуру затвердевшего металла. //Вестник Приазовського Державного техничного университету. Серия: технические науки, 2015, Вип. 31. С. 72-79.

[26] Джураев Т.Д., Газизова Э.Р., Тошев М.Т. К проблеме микронеоднородного состояния расплава. //Доклады Академии Наук Республики Таджикистан. Материаловедение, 2013, т.56, №10. С. 811-814.

Дегтярева А.С., Тұндыбаева Э.К., Джанысбаева Т.А., Иманқұлова С.Ж.

Эвтектика қорытпаларындағы бастапқы фазалардың кеңістіктік орналасуы

Түйіндеме. Мақалада «сұйық» және «қатты» атомдар компоненттерінің қоспасынан тұратын, металл балқымаларының гетерогенді құрылымының жаңа идеясы баяндалған. Сұйық фаза құрылымына тікелей байланысты аса жоғары деңгейдегі құрылым элементтері анықталды. Олар, қатты денеге ұқсас, балқу нүктесі жоғары температурада пайда болған «сұйық» атомдардан құрылған «квази-тордың» алыс-орналасуының бұзылу салдарынан пайда болады. Кристалдану барысында бұл құрылымдық элеменнтер ағаштәріздес артық фазарды сфералық конфигурациясының макраскопиялық өспелеріне қалыптастырады, олар балқыманың «политүйірлі» құрылымын, оның топологиясын және өзіне тән, балқымадан қатты денеге тұқым қуалайтын ақпараттарды беру барысында анықталған «генетикалық кодын» көрсетеді.

Түйін сөздер: кеңістіктік ұйымдасу, эвтектикалық кристалдану, алыс орналасу тәртібі, «сұйық» және «қатты» атомдар, «квазитор», сфералық конфигурация құрылымының элементтері, топология, тұқым қуалаушылық.

Degtyareva A.S., Tundybaeva E.K., Dzhanysbayeva T.A., Imankulova S.Zh.

Spatial distribution of the primary phases in eutectic alloys

Summary. The article set forth a new idea of heterogeneous far-ordered structure of metal melts, consisting of "liquid" and "solid" atoms. Detected items EHV level structures that are directly related to the structure of the liquid phase. By analogy with the solid they arise in violation of long-range order in its "quasi-lattice" formed "liquid" components of atoms at temperatures above their melting point. During the crystallization of these elements of the structure will organize dendrites excess phases in the formation of macroscopic spherical configuration, reflecting "poly grains" structure of the melt, its topology and a kind of "genetic code", retrieved when the transfer of genetic information from the melt solid.

UDK 622.236.3

V.V. Povetkin[1], A.V. Khandozhko[2], A.Z. Bukayeva[1], Y.K. Nurymov[1]

([1]Kazakh National Research Technical University after K.I. Satpayev, Department of Standardization, Certification and Technology of Machine Tool Building, Almaty, Kazakhstan;

[2]Bryansk State Technical University, Department of Metal-Cutting Machine Tools and Instruments, Bryansk, Russia; e-mail: amina_bukaeva@mail.ru)

THE ORETICAL BASICS OF FLAME-JET ROCK DESTRUCTION

Summary. This article describes the features of heat exchange types when using the supersonic gas jets, as well as the basic thermodynamic parameters of high-speed gas coolant at the thermal rock destructions. The model and calculation of parameters for the gas jets and rocks are presented. The stress-strain state of rock is described under the impact of heat flow of the gas jets. Analysis shows the practical application of high-speed supersonic gas jets for different processes of rock destruction, and other synthetic materials, and discusses different classes thermodynamic tools for flame spraying of metals, which provide intensive development of technologies based on the thermal supersonic flows.

Key words: supersonic jets, intrachamber pressure, coolant, flame-jet destruction, rocks.

Analysis of the practical application of high-speed supersonic gas jets for various engineering processes of rock destruction and other man-made materials, as well as establishment of an entire class of thermodynamic tools for gas-flame spraying of metals give the grounds to consider the development of intensive technologies based on the supersonic heat flows as relevant.

A high-temperature gas jet moving at a high speed is a coolant in the process of the thermal and combined destruction of rocks. A flame jet burner is usually a heat generator [1-3]. Supersonic gas jet flowing out the flame jet burner nozzle forms a complex structure with shock waves and changeable cross-sectional area. Static jet pressure is equated to ambient pressure after the compression shocks; periodic parameter

changes are terminated and the main jet section begins.

Jet off-design parameter n characterizes its behaviour in the initial section. At $n>1$ the jet is underexpanded, and at $n<1$ - overexpanded. Upon exiting the nozzle, the jet sectional area is increased. Total pressure loss value in the initial jet section (barrel section) is mainly determined by off-design parameter n. At $n=1$ (design jet), approximately 12-14 barrels are observed, and gas-dynamic jet parameters are reserved at a relatively large distance from the nozzle exit. At n=3-5 (high off-design degree), the losses reach a large value almost in the covergent section of the first 'barrel', whereby the static pressure is equated to ambient pressure. Range capability of such jets is significantly reduced. In cases when the jet is overexpanded, ($n<1$), gas compression begins immediately after the nozzle exit section. And the system of oblique shock waves occurs with heavy decrease in the total pressure. In this case, range capability of jet is also sharply reduced [1].

Experimental measurements have shown that the detached compression shock is formed when the supersonic gas flow runs on a destructible rock surface (at impact angle of 90 to 15°). And then, an abrupt change occurs in the gas flow parameters. In case of the orthogonal flow impact on the rock surface at the central jet point (critical point), the velocity drops to zero. Formation of the boundary layer which thickness is gradually increased in the radial direction begins from the critical point.

The basic operating condition which determines the heat-exchange efficiency of jet with rock is intrachamber pressure $P_к$ of flame jet burner. With increase of $P_к$, the gas density/pressure/temperature are firstly increased in a linear fashion at the place of its impact on the rock, and then (at $P_к>20\div25$ kgf/cm^2) they are practically unchanged (Figure 1) [1].

Gas flow velocity in the boundary layer grows at the increase of $P_к$ up to 3-7 kgf/cm^2, further increase in intrachamber pressure reduces the flow velocity in the boundary layer.

From a physical point of view, the heat exchange parameters depend on the coolant density and its speed, as well as on the rock surface temperature/state. The product of density by velocity is called a mass jet velocity. This indicator is the most important, as it allows managing the heat exchange parameters at its change.

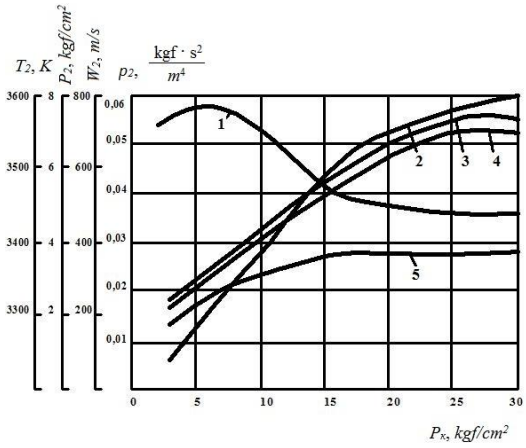


Figure 1. Diagram of Dependence for Velocity W_2,Temperature T_2, Density ρ_2, Pressure P_2 and Mass Velocity $\rho_2 W_2$ of Inhibited Jet After Compression Shock on Chamber Pressure $P_к$($\alpha_{0k}=1, P_0=1$ kgf/cm^2): 1 - W_2; 2 - T_2; 3 - ρ_2; 4 - P_2; 5 - $\rho_2 W_2$

The gas jet heat-transfer properties are varied subject to changes in its thermodynamic parameters along the length. It finally has an impact on the velocity of thermal brittle destruction of rocks. Therefore, the distance from the burner nozzle exit to the rock surface should be strictly determined and meets the conditions to ensure a maximum linear speed of destruction.

The complexity of heat exchange process in the presence of chemical reactions, as well as the lack of necessary data on their flow velocity under the thermal drilling conditions do not allow using the calculation and theoretical techniques to determine heat transfer properties for the gas jets with sufficient accuracy.

For example, the convective heat-transfer coefficient may be approximately estimated by the formula

$$\alpha = StC_p\rho W_g, \qquad (1)$$

where *St* - Stanton number, which is a combination of Reynolds and Prandtl numbers, *St* = $0.0296/Re^{0.2}Pr^{2/3}$; C_p- gas specific heat at constant pressure; ρ and *W* - gas density and velocity at the upper limit of boundary layer; *g* - free fall acceleration.

As seen from the formula (1), experimental data on the gas flow velocity/density/heat capacity at the place of its impact on the rock is required to determine the convective heat-transfer α.

Special heat receivers were developed with the tailor-made thermophysical properties that allow simulating a heat exchange process to a certain degree with respect to the thermal rock destruction for experimental evaluation of supersonic gas jet parameters such as specific heat flow, heat-exchange coefficient and effective temperature [4,5].

Geometric and thermal models should be selected integrally in view of the spatial rock interaction with the coolant and its heat-transfer parameters.

Elastic half-space with the rock properties and external high-temperature medium with a certain law of temperature distribution on the heated surface may be taken as a process model (Fig.2). Heat exchange of external high-temperature medium with elastic half-space occurs under the law of convection.

Allowances to be taken in the process description are the following: rock is considered as an isotropic and elastic solid; rock properties do not depend on the temperature and are taken as equal to those average in the range from initial to destruction temperature; high-temperature medium (coolant) is a chemically inactive [4,5].

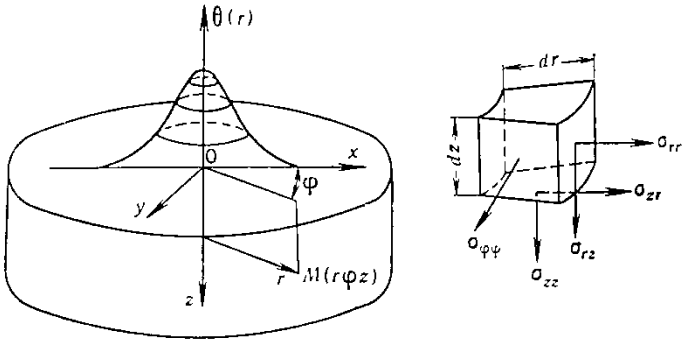


Figure 2. Thermodynamic Coolant/Rock System Model

For the model adopted and in view of the allowances stated, the equations describing the movements and stress state are known [6] and have the form:

$$\left.\begin{aligned}
\frac{\partial\sigma_{xx}}{\partial x}+\frac{\partial\sigma_{xy}}{\partial y}+\frac{\partial\sigma_{xz}}{\partial z}&=\rho\frac{\partial^2U_x}{\partial r^2};\\
\frac{\partial\sigma_{xy}}{\partial x}+\frac{\partial\sigma_{yy}}{\partial y}+\frac{\partial\sigma_{yz}}{\partial z}&=\rho\frac{\partial^2U_y}{\partial r^2};\\
\frac{\partial\sigma_{zx}}{\partial x}+\frac{\partial\sigma_{zy}}{\partial y}+\frac{\partial\sigma_{zz}}{\partial z}&=\rho\frac{\partial^2U_z}{\partial r^2};
\end{aligned}\right\} \qquad (2)$$

$$\left.\begin{aligned}
\sigma_{xx}&=2G\left[\frac{\mu}{1-2\mu}l+\varepsilon_{xx}-\frac{1+\mu}{1-\mu}\beta(T-T_0)\right];\\
\sigma_{yy}&=2G\left[\frac{\mu}{1-2\mu}l+\varepsilon_{yy}-\frac{1+\mu}{1-\mu}\beta(T-T_0)\right];\\
\sigma_{zz}&=2G\left[\frac{\mu}{1-2\mu}l+\varepsilon_{zz}-\frac{1+\mu}{1-\mu}\beta(T-T_0)\right];\\
\sigma_{xy}&=2G\varepsilon_{xy};\ \sigma_{xz}=2G\varepsilon_{xz};\ \sigma_{yz}=2G\varepsilon_{yz},
\end{aligned}\right\} \qquad (3)$$

where ρ - density; U_x, U_y, U_z - axis translations *x, y, z;* *G* - shear modulus; μ - Poisson's ratio; $l=\varepsilon_{xx}-\varepsilon_{yy}+\varepsilon_{zz}$ - volumetric strains; ε_{ik} - strains on relevant axes;

$$\left.\begin{array}{c} \varepsilon_{xx}=\frac{\partial U_x}{\partial x};\ \varepsilon_{yy}=\frac{\partial U_y}{\partial y};\ \varepsilon_{zz}=\frac{\partial U_z}{\partial z};\\ \varepsilon_{xy}=\frac{1}{2}\left(\frac{\partial U_x}{\partial y}+\frac{\partial U_y}{\partial x}\right);\ \varepsilon_{xz}=\frac{1}{2}\left(\frac{\partial U_x}{\partial z}+\frac{\partial U_z}{\partial x}\right);\\ \varepsilon_{yz}=\frac{1}{2}\left(\frac{\partial U_y}{\partial z}+\frac{\partial U_z}{\partial y}\right), \end{array}\right\} \quad (4)$$

where β - linear thermal expansion coefficient; T_0 and T - initial and current temperatures of elastic half-space.

The current half-space temperature determination is reduced to solution of differential heat flow equation of the form

$$\frac{\partial T}{\partial r}=a\nabla^2 T, \quad (5)$$

where a - rock temperature conductivity; ∇^2 - Laplace operator;

$$\nabla^2=\frac{\partial^2}{\partial x^2}+\frac{\partial^2}{\partial y^2}+\frac{\partial^2}{\partial z^2} \quad (6)$$

The set of equations (2) is a dynamic task that takes into account the rock movements in view of elastic wave propagation. Dynamic components should be taken into account in a mandatory manner under the boundary conditions of the first kind.

According to the parametering results for high-velocity gas jets of thermodrills [5,7], the spreading stain temperature of the coolant is distributed under the normal law of errors and may be described by dependence of

$$\theta=\theta_0 exp\left(-\frac{r^2}{40}\right), \quad (7)$$

where θ_o - spreading stain center temperature; r - distance from spreading stain center; δ - temperature distribution curve parameter.

The specific heat flow penetrating into the rock in the process of convective heat exchange is determined by the formula

$$q=\alpha\left(T_т-T_p\right), \quad (8)$$

where α - convection heat transfer coefficient; $(T_т-T_p)$ - Difference between coolant temperature and rock surface.

In practice of thermal rock destruction, value αdepends on the thermal effect technique, coolant/rock properties, temperature head, coolant velocity and ranges from 100-200 to (5÷10)·10^3 kcal/m^2·h·°C. Coolant temperature also varies over a wide range and may have the values from 200-300 to (5÷10)·10^3°C depending on the designation.

In case of impact with a liquid or gaseous coolant on the rock near its surface, the coolant velocity is decreased from maximum to zero. The thin layer of the coolant inside which it is performed is called a dynamic boundary layer δ. The thickness of this layer depends on the dynamic viscosity μ of the coolant and is increased with its growth.

Since the coolant velocity in the boundary layer is reduced to zero, it may be assumed that the heat is transferred to rock under the heat conductivity law, i.e.

$$q=-\lambda_T\frac{\partial T}{\partial n}, \quad (9)$$

where λ_T - coolant heat conductivity.

The temperature gradient value in the boundary layer may be expressed as

$$\frac{\partial T}{\partial n} = \frac{T_т - T_p}{\delta_b} \quad (10)$$

Then, taking into account (10), the heat flow penetrating into the rock will be…

$$q = -\frac{\lambda_T}{\delta_b}(T_т - T_p) \quad (11)$$

It may be seen from comparison of (8) and (11) that the convective heat exchange coefficient…

$$\alpha = \frac{\lambda_T}{\delta_b} \quad (12)$$

The process of a high-intensity gas coolant interaction with the rocks occurs in almost all cases related to their thermal directional brittle destruction.

A supersonic high-temperature jet generating by the flame jet burners, which is formed due to emission of combustion products from the combustion chamber through the nozzle is most often used as a coolant. There is a flow inhibition near the rock surface. In such a case, there is a compression shock formation.

The flow density and its temperature are sharply increased in the compression shock. The flow velocity becomes subsonic after compression shock.

The flow is completely inhibited along the jet axis at the place of its impact on the rock. Partial flow inhibition and boundary layer formation are observed near this point. The boundary layer thickness is equal to zero in the center. The layer thickness is increased in proportion to removal from the center. Layer flow is changed from laminar to turbulent.

Since the heat exchange intensity depends on the mass velocity ρW of the coolant, the maximum heat-transfer parameters from the jet to rock will be near the central point of the spreading jet stain at its inhibiting on the rock surface. The boundary layer thickness is increased in proportion to its removal from the center. It is an additional resistance preventing heat exchange between the coolant and the rock.

The basic thermodynamic parameters of a high-intensity gas coolant at its inhibiting on the surface of a destructible rock are the following: convective heat transfer coefficient from jet to rock α (kcal/m^2·h·°C), effective coolant temperature in close proximity to rock surface T_e and flux density heat q (kcal/m^2·h).

Radiation is the second type of heat exchange when the supersonic high-temperature gas jets are used as a coolant. Heat radiation means energy transfer by electromagnetic waves from the bodies that are more heated to the bodies that are less heated, even if there is a vacuum between them. Thus, the heat exchange intensity through radiation depends on the temperature difference between the coolant and the rock and on the ability of latter to absorb electromagnetic waves.

Radiant energy impinging on the rock is partially absorbed and converted into heat, and partially passes through it or is reflected, depending on the electromagnetic properties of rock and its surface shape/state. The bodies which are able to fully absorb the radiant energy are called blackbodies. There are no such bodies in the nature; and the real rocks absorb only part of energy with respect to the blackbody:

$$E = E_0 \varepsilon, \quad (13)$$

where E - rock emissive power; E_0 - blackbody emissive power; ε - rock emissivity (for most minerals ε = 0.5÷0.9).

Rock absorption coefficient depending on the temperature difference between it and source ΔT may be determined from Stefan-Boltzmann equation

$$E = \varepsilon C_0 \left(\frac{\Delta T}{100}\right)^4, \quad (14)$$

where C_0 - blackbody radiation factor, $C_0 = 4{,}9$ kcal/m^2·h·°C^4.

If the gas is a coolant, the specific heat flow penetrating into the rock due to ray absorption is determined by the formula

$$q_l = \varepsilon_{pr} C_0 \left(\frac{\Delta T}{100}\right)^4, \quad (15)$$

where $\varepsilon_{pr} = \varepsilon' \varepsilon_в$; $\varepsilon' = \frac{\varepsilon+1}{2}$; $\varepsilon_в$ - gas emissivity factor

In practice, the following formula is used

$$q_l = \alpha_l \Delta T, \quad (16)$$

where α_l – radiation heat coefficient.

From (15) and (16) it follows that:

$$\alpha_l = \frac{\varepsilon_{pr} C_0 \Delta T^3}{100^4} \quad (17)$$

The amount of heat penetrating into the rock due to ray absorption from the high-temperature gas jet of thermal tools (for example, in the process of flame-jet drilling) is more than an order of magnitude lower than the amount of heat penetrating into the rock due to convective heat exchange. This is primarily due to a low value of the gas jet emissivity factor and a relatively low value of its temperature.

The heat exchange parameters of a high-temperature gas jet depend on its impact angle with the rock. In case of orthogonal impact in the central part of spreading stain, the heat exchange parameters are maximum and they are sharply reduced in proportion to removal from the center. When the jet has an angularly impact on the rock (ceteris paribus), the heat exchange parameters will be less in the central part of spreading stain, and their reduction rate in proportion to removal from the center is lower than in case of orthogonal impact.

The total amount of heat penetrating into the heated surface in unit time is a criterion to select the optimal jet/rock impact angle in the process of rock cutting and processing.

To determine the optimum angle, it is necessary to study the distributional nature of heat-transfer parameters for the jet through its spreading stain provided that the nozzle exit distance to the working surface is greater than the length of the initial jet section (this condition is met with cutting and processing the rocks in practice). Distribution of the effective jet temperature and specific heat flow depending on the nozzle exit distance to the heated surface and on the spreading stain radius in case of orthogonal impact was well investigated and shown in several studies [5,7,8].

The heat exchange features when using the supersonic gas jets and the basic thermodynamic parameters of high-speed gas flow at the thermal rock destruction were considered. The model was described. The design parameters for heat flow interaction with rock were performed. The stress-strain state of rock was presented under the heat flow impact.

REFERENCES

[1] Dobrovolskiy G.N. Investigation of Thermal Blast Hole Drilling at Quarries. Author's Thesis for the Academic Degree of Candidate of Engineering Sciences, Moscow Mining Institute, 1967, 15 p.

[2] Goldaev I.P., Polevichek E.P., Fursov A.P. Air gas-jet a thermochipper for processing of rocks // Journal "Building road machines», №6, 1965.

[3] Goldaev I.P. Creation, research and introduction of gas-jet tools for thermal destruction of rocks. Author's Thesis for the Academic Degree of Doctor of Engineering Sciences, Skochinskiy, 1965.

[4] Dmitriyev A.P., Goncharov S.A. Thermal and Combined Rock Destruction. Moscow, Depths, 1978, 304 p.

[5] Dmitriyev A.P., Goncharov S.A., Germanovich L.N. Thermal Destruction of Rocks. Moscow, Depths, 1990, 255 p.

[6] Dmitriyev A.P. Investigation of Physics and Technical Aids for Thermal Blast Hole Drilling. Author's Thesis for the Academic Degree of Doctor of Engineering Science. Moscow Mining Institute, 1968, 38p.

[7] Kovalenko A.D. Thermoelasticity Fundamentals. Kiev, Naukova Dumka, 1970, 424 p.

[8] Pershin A.P. Experimental Investigation of Heat Parameters of Torch Gas Jets for Thermal Development of Rocks. Author's Thesis for the Academic Degree of Candidate of Engineering Sciences. Moscow Mining Institute, 1963, 21 p.

Поветкин В.В., Хандожко А.В., Букаева А.З., Нурымов Е.К.

Тау жыныстардың от ағынды жойылуының теориялық негіздері

Түйіндеме. Мақалада жоғары дыбыс газ ағысын пайдалану кезінде жылу алмасу түрлерінің ерекшеліктерін, сондай-ақ тау жыныстарының термиялық жойылуы кезінде жоғары жылдамдықты газ жылу тасығыштың негізгі термодинамикалық параметрлері қарастырылған. Тау жыныстарының газ ағысымен есептеу параметрлері және моделі көрсетілген. Газ ағысының жылу ағысы әсер етуімен тау жыныстарының кернеулі-деформацияланған күйін сипатталған. Тау жыныстары жойылуының және басқа да жасанды материалдардың әр түрлі технологиялық процестерінің жоғары жылдамдықты жоғары дыбыс газ ағысымен тәжірибелік қолданылу талдауы ұсынылған, сондай-ақ қарқынды технология дамуын беретін жоғары газ дыбысы ағысы негізінде металдардың газ жалынды шаңдатуға арналған әр түрлі термодинамикалық құралдардың кластары қарастырылған.

Түйінді сөздер: жоғары дыбыс ағыны, ішкі камералы қысым, жылу тасығыш, от ағынды жою, тау жыныстар.

Поветкин В.В., Хандожко А.В., Букаева А.З., Нурымов Е.К.

Теоретические основы огнеструйного разрушения горных пород

Аннотация. В статье рассмотрены особенности видов теплообмена при использовании сверхзвуковых газовых струй, а также основные термодинамические параметры высокоскоростного газового теплоносителя при термическом разрушения горных пород. Представлены модель и расчет параметров газовой струй с породой. Описано напряженно-деформированное состояние породы под действием теплового потока газовой струй. Приведены анализ практического применения высокоскоростных сверхзвуковых газовых струй для различных технологических процессах разрушения горных пород и других искусственных материалов, а также рассмотрены различные классы термодинамических инструментов для газопламенного напыления металлов, которые дают развитие интенсивных технологий, на базе сверхзвуковых тепловых потоков.

Ключевые слова: сверхзвуковые струи, внутрикамерное давление, теплоносититель, огнеструйное разрушение, горные породы.

УДК 378.147:5

К.С. Әдиат, Б.С. Бейсенов
(Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И.Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан)

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ ДЛЯ ТИХОХОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

Аннотация. Существующие электропривода, особенно тихоходного оборудования, в большинстве своем многоступенчатые, громоздкие и энергоемкие, а в условиях гидрометаллургических цехов еще и небезопасны. Рассмотрены результаты конструктивной проработки универсального пневматического модуля, который предлагается использовать в качестве привода технологических машин с незначительной скоростью вращения.Предлагаемый вариант привода, состоящий из 2-х пневматических резинокордовых баллонов, системы воздухораспределения и храпового зацепления, весьма прост. К тому же во всех металлургических цехах имеется разветвленная сеть воздухопроводов. На базе представленного пневматического модуля можно будет модернизировать существующие привода и проектировать новые, а также наладить контрактное производство на машиностроительных предприятиях РК и малым бизнесом. Решение проблемы не будет дорогим и трудозатратным.На возможные варианты предлагаемого привода получены авторские свидетельства РК.

Ключевые слова: модуль, пневматический, храповое, колесо, собачка, баллон.

Пневматика занимает ведущие позиции на производственных предприятиях для автоматизации промышленных процессов и производственных циклов. Простые цилиндры и сложные манипуляторы в основном управляются сжатым воздухом. Пневматика широко используется в манипуляторах и технике автоматизации в силу простоты конструкции и возможности быть легко установленной на любом оборудовании для обеспечения высокого уровня автоматизации при использовании относительно простых систем управления.

Разработка и выпуск новых, конкурентоспособных видов продукции становится наиболее приоритетным направлением стратегии отечественных фирм, определяя все остальные направления их развития. Но не механический процесс переноса опыта зарубежных ученых и фирм, а творческий

процесс поиска новых знаний в инновационной и инвестиционной деятельности отечественных фирм, создание условий для активного овладения в полной мере этими знаниями отечественными предпринимателями и хозяйственными руководителями способны осуществить позитивные реформы в казахстанской экономике.

Рынок РК насыщен компонентами электромеханических приводов: электродвигателями, редукторами, мотор-редукторами. Но кластер пневмоприводов представлен только пневмоцилиндрами, компрессорами, трубопроводной арматурой. И все это оборудование в основном зарубежного производства (дальнего и ближнего и в основном КНР).

Рынок и производственники РК заинтересованы в легких, простых в конструктивном отношении модульных пневматических приводах. Существующие электропривода, особенно тихоходного оборудования - многоступенчатые, громоздкие и энергоемкие, а в условиях гидрометаллургических цехов небезопасны. Предлагаемый вариант привода состоящий из 2-х пневматических резинокордовых баллонов, системы воздухораспределения и храпового зацепления, весьма прост. К тому же во всех металлургических цехах имеется разветвленная сеть воздухопроводов. На все возможные варианты предлагаемого привода получены авторские свидетельства РК.

Внедрение в практику проектирования, конструирования и модернизации приводов промышленного оборудования унифицированных пневматических модулей, произведенных в РК, позволит расширить рынок сбыта продукции металлургического и горного машиностроения и не только внутреннего, но и зарубежного.

Использованию силовых гибких оболочек (в дальнейшем пневматических баллонов) в промышленности с каждым годом уделяется все большее внимание. Анализ, проведенный по материалам патентно-литературного обзора новых средств механизации с пневмобаллонным приводом показал, что они обладают целым рядом технических преимуществ по сравнению с традиционными:

• простота и дешевизна конструкции;

• значительно меньший вес, по сравнению с существующими машинами, выполняющими те же функции;

• отсутствие трущихся и вращающихся частей;

• возможность регулирования в значительном диапазоне рабочих характеристик силовых элементов;

• высокий коэффициент раздвижности силового элемента;

• высокая способность к поглощению ударных нагрузок, благодаря эластичности материала и сжимаемости воздуха;

• использование только одного вида энергии.

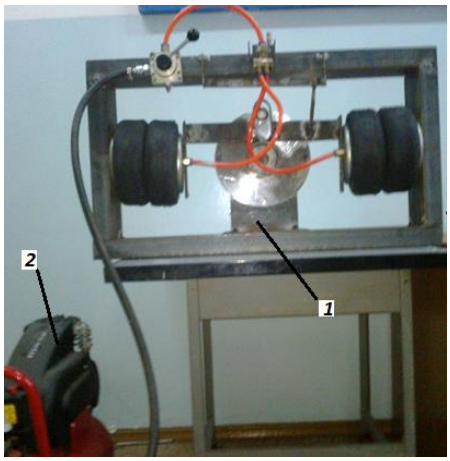
Анализ конструктивного исполнения приводов металлургического оборудования ПО БЦМ (Производственного объединения Балхашцветмет), АО «ТНК» КазХРОМ» и исследования показали возможность применения пневматических баллонов в качестве пуско-вспомогательного привода и пневмоподпора барабанных мельниц, механизма качания разливочного ковша карусельной разливочной машины, механизма качания граблинышихтоусреднительной машины, ленточные и пластинчатые питатели и дозаторы. Привода рассчитывались на давление 0,4... 0,5 МПа т.е рабочее давление в цеховых пневмомагистралях. В качестве рабочего элемента предлагалось использовать пневматические баллоны 2DC-225-3C (диаметр опорной части Ø=225 мм, ходом δ=0...160 мм.) и толкающим усилием 20,6кН.

В последние годы анализ работы некоторых механизмов с вращательным движением рабочего (исполнительного) органа позволил предложить нам новый вариант использования пневматических подушек толкающего типа, в совокупности с храповым механизмом - в качестве привода вакуумного фильтра и магнитного сепаратора. По существу, аналогов такого рода привода в практике конструирования нет. Модернизацией стандартных приводов с использованием чистой пневматики пока никто, по крайне мере в РК, не занимался (сотрудниками кафедры получены 3 авторских свидетельства на предлагаемый вариант исполнения привода и положительное решение на инновационный патент).

На базе представленного пневматического модуля можно будет модернизировать существующие привода и проектировать новые, а также наладить контрактное производство на машиностроительных предприятиях РК и малым бизнесом. Решение проблемы не будет дорогим и трудозатратным. В среднем стандартный привод состоящий из электродвигателя и редуктора обходится в

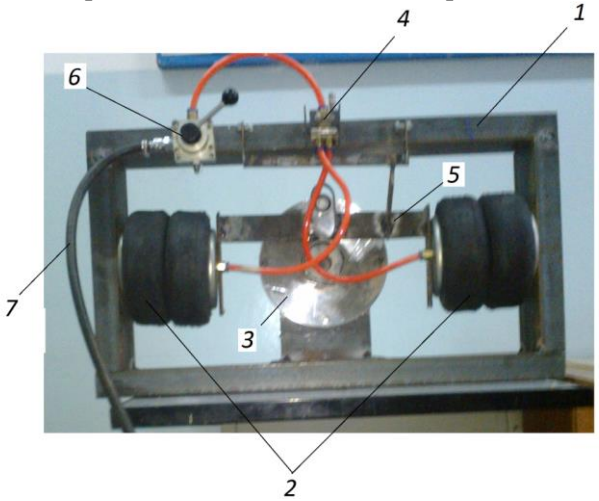
250…300 тыс.тенге. Наш модульбудет стоит не более 100 тыс.тенге.. Основной компонент модуля пневматический баллон 2DC-225-3Сна рынке РК стоит около 15 тыс.тенге.

Для разработки представленной конструкции пневматического модуля был проведена глубокая патентно-литературная проработка известных конструкций пневматических приводов. Проведены расчеты, изготавливались макеты и модели, был разработан стенд для тестированияпараметров пневматических баллонов, моделировались параметры сопротивления, имитирующие реальный технологический процесс.Общий вид стенда для тестирования пневматического модуля представлен на рис.1.

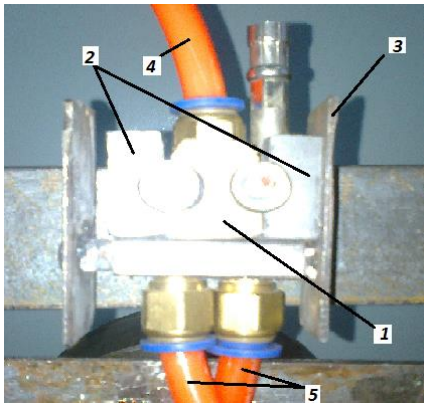


1 -универсальный пневматический модуль;2 – воздушный компрессор «Tiger»
Рис.1. Стенд для тестирования пневматического модуля

Основным элементом стенда, конечно же, является сам модуль (рис.2). Модуль представляет собой пространственную раму из швеллера №12, в которой установлены два пневматических баллона 2DC-225-3С, для обеспечения возвратно поступательного движения водила. Водило сопряженное с роликом, закрепленным на блоке собачек (оси верхней собачки), вращает его, приводя в движение храповое колесо. При наддуве правого баллона верхняя собачка, введенная в зацепление под собственным весом, с храповым колесом проворачивает его, на угол заданный регулирующими упорами водила. По мере завершения наддува упоры водила, касаясь планки доводчика перемещают золотник возухораспределителя, а правый магнит, притягивая фиксирует его положение, переключая подачу воздуха на левый баллон и одновременно сообщает полость правого баллон с атмосферой (рис.3).

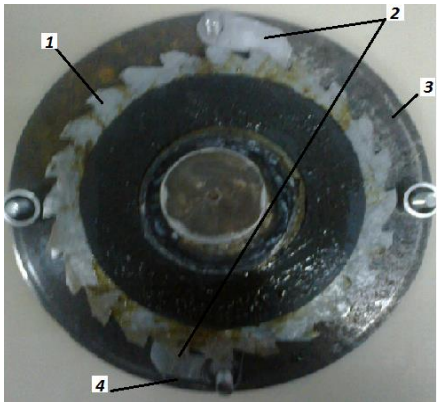


1 - рама; 2 –пневматические баллоны 2DC-225-3С; 3 – блок собачек; 4 - пневматический золотник с магнитным доводчиком; 5- водило; 6 – 2-х позиционный клапан управления; 7 – рукав для подачи воздуха.
Рис. 2. Универсальный пневматический модуль



1 – 2- х позиционный пневматический золотник; 2 – постоянные магниты; 3 – планка доводчика; 4 – рукав питания; 5 – рукава разводки по баллонам.

Рис. 3. Пневматический золотник с магнитным доводчиком



1 – храповое колесо; 2 – диски; 3 – собачки; 4 - пружины

Рис. 4. Разрез блока собачек

Принимая во внимание, что трение между дисками блока собачек и храповым колесом не позволят ему провернутсяотносительно дисков, на тыльной стороне модуля установили нагрузочное устройство. Последнее представляет собой довольно массивный патрон токарного станка массой около 30 кг, закрепленный на валу храпового колеса и опирающийся на ролики, закрепленные поуглом 30° к вертикальной оси патрона (рис.5).

Рис. 5. Установка нагрузочного устройства

Кафедра располагает оборудованием для проведения лабораторных исследований, в частности: стендом для исследования параметров пневматических подушек и газобаллонным оборудованием (рессиверV=24 л, газовые баллоны V=50л., редуктора газовые РДГС 1-1,2), компрессором «TIGER» (N=2,2кВт, Р до 10 бар., Q до 400 л/мин.), тензометрической аппаратурой «ТОПАЗ» (10 канальный) и др..

Стендовые испытания пневматических баллонов показали, что при давлении в 0,5 МПа последние выдали усилие в 20,6 кН, а при живом сечении подводящих рукавов 12 мм, при максимальной раздвижности (160 мм.) - 10 кач/мин.Тестовые испытания разработки будут проведены в условиях обогатительной фабрики ТНК Казхром.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иманкулов А.А., Бейсенов Б.С., Елемесов К.К. Некоторые аспекты применения силовых гибких оболочек с возвратно-поступательным движением в приводах металлургических машин/Материалы международной научно-практической конференции «Подготовка инженерных кадров в контексте глобальных вызовов XXI века»/, II том, С 354-358/ 2013 г.

2. Бейсенов Б.С., Курманалиев М. Б., Сарыбаев Е. Е., Иманкулов А.А.. Реверсивный храповый привод. Авторское свидетельство № 86618, Бюллетень изобретений №2 от 16.02.2015.

3. Бейсенов Б.С., Елемесов К.К., Сарыбаев Е.Е. Куандыков Т. А., Айтореева Г. К.Модернизация приводов металлургическогооборудования с использованием пневматических силовых модулей возвратно-поступа-тельного действия. Горный журнал Казахстана, 2016. - № 3(131). - С. 30-35.

Әдиат К.С., Бейсенов Б.С.

Төмен жылдамдықтағы өндірістік машиналарға арналған жан-жақты пневматикалық модуль

Түйіндеме. Қолданыстағы электржетегі, негізінен, көп сатылы ауқымдылығы және билік құмар және гидрометаллургиялық өсімдіктер, тіпті қауіпті, әсіресе төмен жылдамдықты жабдықтар. Мақала төмен жылдамдықпен диск технология машиналар ретінде пайдалану ұсынылады әмбебап пневматикалық модуль, сындарлы зерттеу нәтижесін сипаттайды. 2 резеңке-сымы пневматикалық цилиндрлерді, әуе тарату жүйесін, сондай-ақ храповик келісімнен тұратын жетегінің ұсынылған нұсқасы өте қарапайым. Сонымен қатар, барлық металлургиялық дүкендер ауа құбырларының желісі бар. Ұсынылған пневматикалық модуль негізінде қолданыстағы дискілерді жаңарту және жаңаларын жобалау, сондай-ақ Қазақстан мен шағын бизнес машина жасау кәсіпорындарының келісімшарттық өндірісті реттеуге болады. Шешім қымбат және еңбекті көп қажет ететін болады. Опциялар ұсынылған дискіде ҚРАвторлық сертификаттар алды.

Түйінді сөздер: модуль, пневматикалық храповик дөңгелегі, ит, әуе шары.

Adiat K.S., Beisenov B.S.

Universal pneumatic module for low-speed production machines

Summary. Existing electric drive, especially low-speed equipment mostly multistage, bulky and power-hungry, and in a hydrometallurgical plants and even unsafe. The article describes the result of constructive study of the universal pneumatic module, which is proposed to use as a drive technology machines with low speed. The proposed version of the drive consisting of 2 rubber-cord pneumatic cylinders, air distribution system, and ratchet engagement is quite simple. In addition, all metallurgical shops has an extensive network of air ducts. On the basis of submitted pneumatic module can upgrade existing drives and designing new ones, and also to adjust the contract manufacturing of machine-building enterprises of Kazakhstan and small businesses. The solution will be expensive and labor-intensive. On the options proposed drive received copyright certificates of RK.

Key words: module, pneumatic, ratchet wheel, pawl, cylinder.

УДК 519.254

Ж.Б. Абилбек, Б.С. Бейсенов
(Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И.Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, zhomartmofi@ mail.ru)

УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИМ ОБСЛУЖИВАНИЕМ И РЕМОНТОМ ОБОРУДОВАНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

Аннотация. Сотрудникам служб ТОиР крупных и средних промышленных предприятий по производству металлоконструкций ежедневно приходится обрабатывать огромный объем данных, что значительно усложняет, особенно в условиях территориальной распределенности подразделений, планирование, подготовку и учет ремонтной деятельности. Грамотное управление позволяет одновременно повысить качество ТОиР и снизить возникающие временные и финансовые издержки. Многообразие технических и программных средств, структурных и архитектурных решений, функциональных возможностей, различные степени участия информационных инструментов в каналах управления технологией, производством и предприятием — вот определяющие характеристики действующих систем автоматизации на современных предприятиях во всех отраслях промышленности. В статье рассмотрены проблемы ремонтов и технического обслуживания оборудования на промышленных предприятиях. Описаны функциональные возможности информационной системы EAM. Приведены результаты внедрения EAM-системы на различных отраслях экономики. Приведен пример одной из актуальной информационной системы – GlobalEAM. Описаны функциональные возможности данной системы.

Ключевые слова: комплексное, техническое, обслуживание, ремонт, информационная, система, мониторинг.

Одной из наиболее актуальных проблем на промышленных предприятиях в настоящее время является управление техническим обслуживанием и ремонтом (ТОиР). Это обусловлено высоким уровнем износа, достигающем 70%. Сотрудникам служб ТОиР крупных и средних промышленных предприятий ежедневно приходится обрабатывать огромный объем данных, что значительно усложняет, особенно в условиях территориальной распределенности подразделений, планирование, подготовку и учет ремонтной деятельности. Грамотное управление позволяет одновременно повысить качество ТОиР и снизить возникающие временные и финансовые издержки.

Без использования современных методов и средств автоматизации реализация поставленных целей одновременного снижения эксплуатационных затрат и аварийности невозможна. Существуют многочисленные программные продукты, так или иначе затрагивающие управление ТОиР. Однако они не содержат средств оптимизации и не учитывают накопленный опыт решения схожих задач, в то время как в связи с ростом сложности техносферы информационная нагрузка на лицо, принимающее решения, (ЛПР) постоянно возрастает. Для комплексного решения указанных проблем требуется гибкая информационная система, способная к адаптации и учитывающая специфику управления ТОиР на промышленном предприятии, которая определяется такими признаками, как: иерархичность структуры, распределенность, разнородность и отсутствие мобильности объектов ремонта.

Многообразие технических и программных средств, структурных и архитектурных решений, функциональных возможностей, различные степени участия информационных инструментов в каналах управления технологией, производством и предприятием — вот определяющие характеристики действующих систем автоматизации на современных предприятиях во всех отраслях промышленности. У руководства отделов автоматизации различных предприятий появилась проблема выбора пути дальнейшего развития систем.

EAM системы (Enterprise Asset Management Systems) – системы управления активами предприятия.

Исторически EAM-системы возникли из CMMS-систем — систем управления ремонтами.

По большей части, под активами подразумевают основные производственные фонды организации, в частности – оборудование.

EAM система поддерживает комплексное обеспечение технического обслуживания и ремонта (ТОиР) активов (оборудования), позволяющее осуществлять многокритериальный учет оборудования и необходимых комплектующих, осуществлять планирование и организацию ремонтных и восстановительных работ по устранению отказов, нарушений и аварий.

EAM систему внедряют для сокращения простоев оборудования, сокращения затрат на ТОиР, планирования и обеспечения бесперебойной работы оборудования.

Основной принцип работы EAM системы – фиксация всех данных и параметров оборудования, событий и проводимых мероприятий для обеспечения надлежащей работоспособности.

Внедрение EAM решения наиболее эффективно в горнодобывающей промышленности, металлургии, нефтяной и газовой промышленности, энергетике, машиностроении и других производственных сферах деятельности.

Основные функциональные возможности EAM системы:

– *Управление активами:* учет основного и вспомогательного оборудования (в том числе технических, экономических и административных параметров), учет режимов работы оборудования, учет нормативно справочной информации, учет простоев и поломок, поддержка иерархической структуры оборудования, учет гарантийного обслуживания поставщиков

– *Мониторинг текущего состояния оборудования:* сбор, обработка информации о техническом состоянии основного и вспомогательного оборудования

– *Управление ТОиР:* поддержка процессов планирования и подготовки ТОиР, учет и контроль выполнения работ, составление планов мероприятий, поддержка работы с запросами на обслуживание

– *Управление материально техническим снабжением:* анализ достаточности перечня деталей для каждого оборудования для организации планового и внепланового ремонта, обработка заявок на снабжение, анализ потребностей и разработка плана снабжения

– *Управление складскими запасами:* учет комплектующих и деталей на складе

– *Управление финансами:* контроль расходов на техническое обеспечение и обслуживание оборудования

– *Управление персоналом:* управление ремонтным персоналом

– *Управление рисками:* управление рисками отказа и простоя оборудования

– *Частично документооборот:* архив технической документации, заявки на обслуживание, запросы на материально техническое снабжение и др.

– *Аналитическая отчетность:* анализ причин отказов, анализ причин простоев оборудования и др.

Опционально:

– Использование индикаторов по состоянию оборудования (KPI)

– Календарь мероприятий

Для построения комплексных решений предусматривают интеграцию с системами управления закупками для обеспечения автоматической регистрации запросов и поступлений материально технического снабжения, например, деталей на склад.

При выборе наиболее подходящей для организации EAM системы нужно детально проработать требования и соответствие их потенциальной EAM системе, оценить перспективы по развитию решения, продумать вопрос по наличию собственных специалистов поддерживающих решение, продумать процесс обучения и адаптацию решения в организации.

Исследование реализованных проектов по внедрению EAM-систем в различных отраслях экономики России показало, что доля таких проектов в нефтяной промышленности за период 2000-2015 гг. составила всего 4,5% (29 проектов), а в газовой промышленности – 1,4% (9 проектов). Если сравнивать с другими отраслями экономики, то наибольшую часть реализованных проектов было выявлено в машиностроении (93 проектов) и энергетике (74 проекта). В энергетике EAM-системы стали внедрять с 1998 года и до сегодняшнего дня, наиболее востребованной остается американская система IBM Maximo. Мировой рынок по количеству реализованных EAM-систем в отдельных отраслях экономики представлен на Рис.1.

На западе, по данным агентства A.T.Kearney, использование EAM-систем способствует сокращению затрат на обслуживание оборудования на 30%, повышению коэффициента готовности оборудования на 17%, снижению количества аварийных работ на 31%, на 29% увеличивается производительность ремонтных бригад, на 21% снижаются складские запасы, на 29% снижаются простои по причине несвоевременной поставки материалов, доля плановых ремонтов в общем объеме работ вырастает до 78%.

Что касается сроков окупаемости, то согласно зарубежной статистики, такие системы оправдывают себя за один-два года.

Из зарубежных систем аналитики выделяют следующие EAM-системы: IBM Maximo, TRIM, InforEAM (Datastream), 1С:ТОиР,SAPR/3, OracleEAM, Global-EAM,Microsoft Dynamics AX (Axapta), Avantis. PRO, Галактика, ИС: ТОиР Гроссмейстер, Парус.

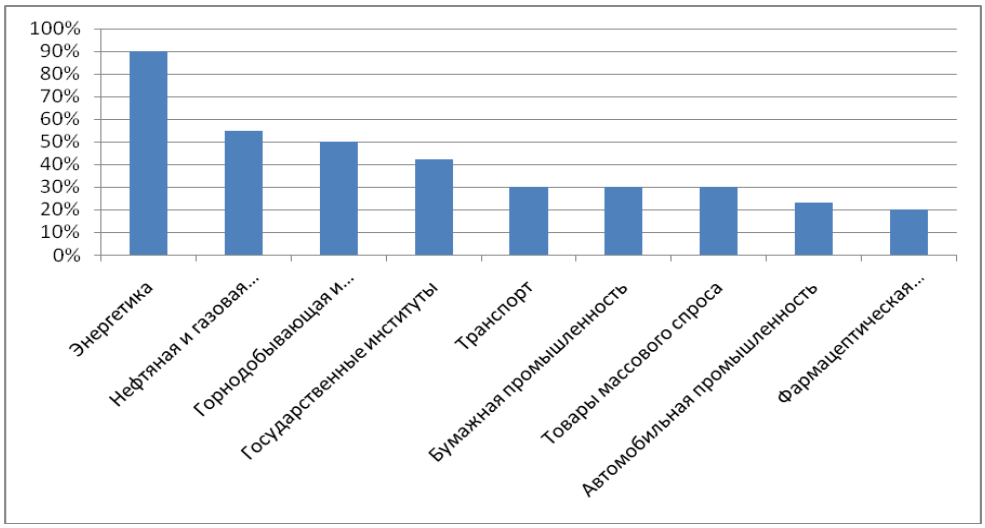


Рис. 1. Структура спроса на EAM-решение в мире

Итак, основная цель внедрения на предприятии информационной системы EAM — автоматизация процесса управления технической эксплуатацией оборудования. Для большинства производственных предприятий уровень организации технического обслуживания и ремонта, а также уровень информатизации и автоматизации может быть существенно повышен применением передовых методов ТОРО на базе внедрения EAM-систем и тем самым снизить затраты на техническую эксплуатацию в среднем на 10—30 %.

Областью применения информационной системы управления основными фондами становятся все подразделения предприятия, отвечающие за эксплуатацию технологических систем и оборудования, непосредственные исполнители работ по ТОРО; подразделения, обеспечивающие поставку необходимых материалов, оборудования и запчастей.

Основная задача, возлагаемая на EAM-систему, — поддержание оборудования в работоспособном состоянии, что достигается с помощью своевременной профилактики и готовности выполнить ремонтные работы по возникшему событию в реальном времени (“на лету”, не тратя время на ожидание закупки запасных частей).

Ниже представлено краткий обзор функциональности информационной системы по ремонту и техническому обслуживанию оборудования Global-EAM.

ИС "Global-EAM" – информационная система для управления ремонтами и техническим обслуживанием оборудования (ТОиР). "Global-EAM" является отечественным программным продуктом, разрабатываемым компанией "Бизнес Технологии" для информационного обеспечения работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования.

Область применения системы – предприятия промышленности, энергетики, транспорта, а также любые предприятия и организации, в которых требуется автоматизировать функции технического учета оборудования и планирования процессов эксплуатации и ремонта.

Функциональные возможности ИС "Global-EAM":

1. Учет оборудования и коммуникаций. Количество единиц оборудования в системе "Global-EAM" может исчисляться сотнями тысяч. Специализированный реестр средств измерений содержит исчерпывающие сведения о средствах измерений: состояние, метрологические характеристики, принадлежность (см. рис. 2).

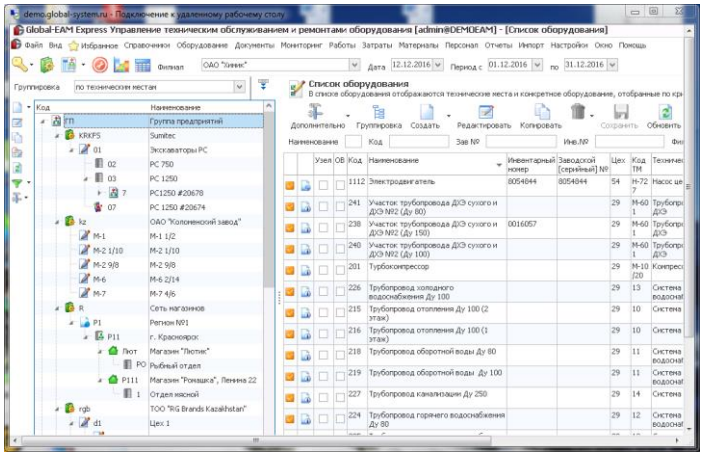


Рис. 2. Специализированный реестр оборудования

2. Паспортизация оборудования. В системе "Global-EAM" по каждой единице оборудования сопоставлен электронный паспорт, в котором хранится как нормативно-справочная информация, так и исторические данные, которые могут быть использованы для последующего статистического анализа (см. рис. 3).

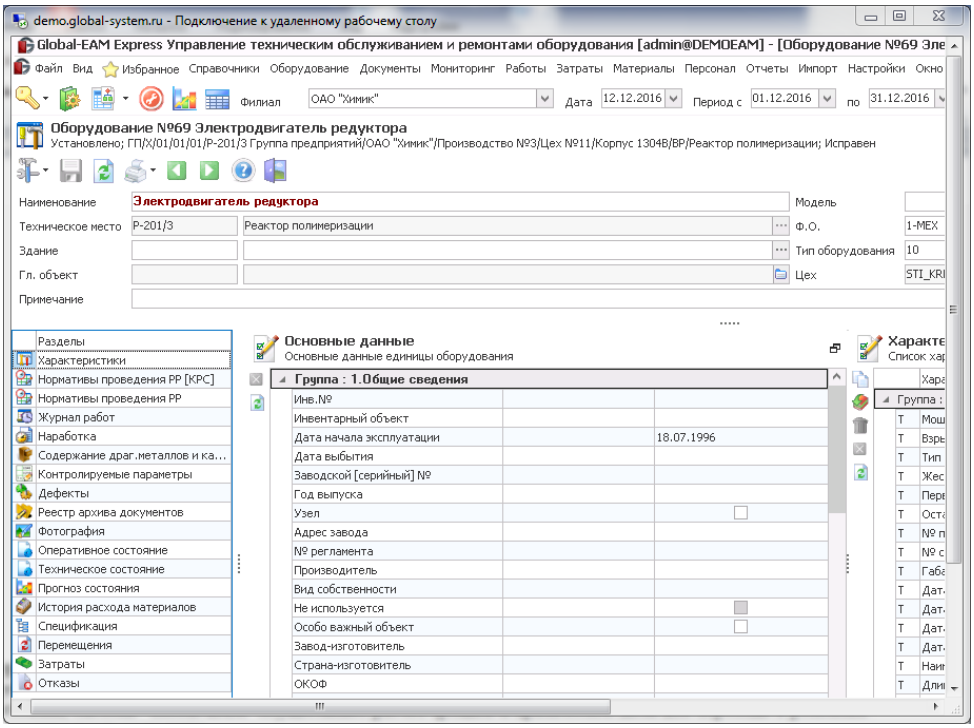


Рис. 3. Специализированная карточка средства измерений

3. Мониторинг технического состояния оборудования. Система "Global-EAM" позволяет вести журналы значений контролируемых параметров оборудования загружаемых из систем АСУ ТП или вносимых вручную. Для получения динамики изменения определенных параметров с целью мониторинга технического состояния, система "Global-EAM" осуществляет расчет трендов и критической даты для перехода к ремонтам по техническому состоянию.

4. Календарное планирование ТО и ремонтов. Система "Global-EAM" обеспечивает автоматизированное планирование ремонтов путем составления планов планово-предупредительных ремонтов с разбивкой по задаваемым периодам (годам, кварталам, месяцам, дням) выполнения работ,

ремонтным и ответственным подразделениям. При этом для каждой технологической позиции составляется график выполнения ремонтов, учитывающий:

– периодичность выполнения планово-предупредительных ремонтов;

– дату последнего выполненного ремонта данного типа;

– возможность перекрытия ремонтов разных типов (например, если в одном месяце, исходя из периодичности ремонтов, следует выполнить капитальный и средний ремонты, должен выполниться ремонт с наибольшим приоритетом);

– наличие ресурсов.

Система "Global-EAM" обеспечивает автоматизированное планирование регламентных работ путем составления графиков ППР, графиков поверок и калибровок средств измерений (см. рис. 4).

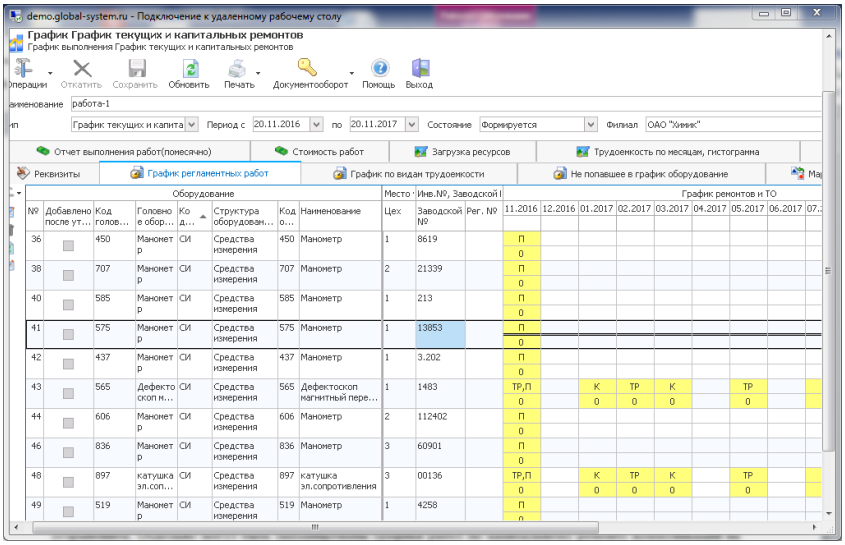


Рис. 4. Годовой график поверок и калибровок

По записям, зафиксированным в журнале дефектов, можно запланировать работу, связанную с ее устранением. Отдельно могут быть запланированы графики работ по капитальному ремонту коммуникаций на основании ведомостей дефектов и локальных смет. Все запланированные регламентные и не регламентные работы доступны в едином графике работ по ТОиР.

5. Контроль выполнения работ по ТОиР. Система "Global-EAM" предоставляет наглядный контроль состояния работ. В месячной или годовой сетке можно увидеть запланированные, выполненные, просроченные, работы, находящиеся в стадии выполнения. Движением мыши можно осуществить перепланирование, согласовав график ремонтных работ с графиком производства.

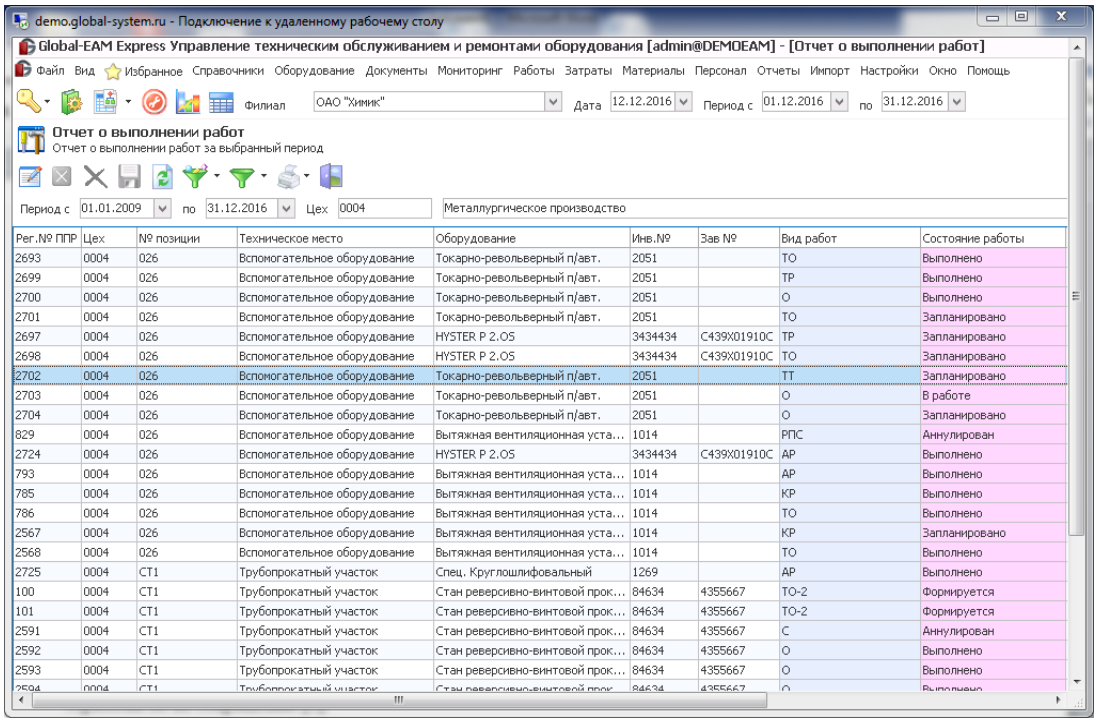
6. Учет поступающих в цех запасных частей. Складской подсистемой системы "Global-EAM" предусмотрена возможность отражения всего цикла документов по отражению поступления, перемещения ТМЦ со складов в цеховые кладовые

7. Учет списания запасных частей. Складская подсистема EAM-системы Global позволяет формировать расходные документы по списанию запчастей и прочих ТМЦ непосредственно на ремонт оборудования. Эти данные будут доступны как сводные отчеты по списанию ТМЦ за месяц, так и в карточке оборудования будет отражаться вся история замен запасных частей в нем. По электронным документам предусмотрена печать различных бланков: накладные, акты на списание, дефектные ведомости и т.д.

8. Мониторинг движения и текущих остатков запасных частей. Предусмотренные оперативные отчеты о движении материалов и запасных частей позволяют отслеживать наличие ТМЦ на складах и в цеховых кладовых, отслеживать снижение страховых запасов и формировать заявки на закупку необходимых ТМЦ.

9. Статистический анализ. Вся информация об осмотрах оборудования, выявленных дефектах, произведенных работах по устранению дефектов, мероприятий по техническому обслуживанию и проведенных ремонтах хранится по каждой единице оборудования и доступна в любой момент времени, как из электронной карточки экземпляра оборудования, так и из соответствующих журналов. На основании данной статистической информации осуществляется прогнозирование состояния парка оборудования. Данная информация представляется в виде списочных отчетов, графиков и диаграмм (см. рис. 5).

10.



Рег.№ ППР	Цех	№ позиции	Техническое место	Оборудование	Инв.№	Зав №	Вид работ	Состояние работы
2693	0004	026	Вспомогательное оборудование	Токарно-револьверный п/авт.	2051		ТО	Выполнено
2699	0004	026	Вспомогательное оборудование	Токарно-револьверный п/авт.	2051		ТР	Выполнено
2700	0004	026	Вспомогательное оборудование	Токарно-револьверный п/авт.	2051		О	Выполнено
2701	0004	026	Вспомогательное оборудование	Токарно-револьверный п/авт.	2051		ТО	Запланировано
2697	0004	026	Вспомогательное оборудование	HYSTER P 2.OS	3434434	C439X01910C	ТР	Запланировано
2698	0004	026	Вспомогательное оборудование	HYSTER P 2.OS	3434434	C439X01910C	ТО	Запланировано
2702	0004	026	Вспомогательное оборудование	Токарно-револьверный п/авт.	2051		ТТ	Запланировано
2703	0004	026	Вспомогательное оборудование	Токарно-револьверный п/авт.	2051		О	В работе
2704	0004	026	Вспомогательное оборудование	Токарно-револьверный п/авт.	2051		О	Запланировано
829	0004	026	Вспомогательное оборудование	Вытяжная вентиляционная уста...	1014		РПС	Аннулирован
2724	0004	026	Вспомогательное оборудование	HYSTER P 2.OS	3434434	C439X01910C	АР	Выполнено
793	0004	026	Вспомогательное оборудование	Вытяжная вентиляционная уста...	1014		АР	Выполнено
785	0004	026	Вспомогательное оборудование	Вытяжная вентиляционная уста...	1014		КР	Выполнено
786	0004	026	Вспомогательное оборудование	Вытяжная вентиляционная уста...	1014		ТО	Выполнено
2567	0004	026	Вспомогательное оборудование	Вытяжная вентиляционная уста...	1014		КР	Запланировано
2568	0004	026	Вспомогательное оборудование	Вытяжная вентиляционная уста...	1014		ТО	Выполнено
2725	0004	СТ1	Трубопрокатный участок	Спец. Круглошлифовальный	1269		АР	Выполнено
100	0004	СТ1	Трубопрокатный участок	Стан реверсивно-винтовой прок...	84634	4355667	ТО-2	Формируется
101	0004	СТ1	Трубопрокатный участок	Стан реверсивно-винтовой прок...	84634	4355667	ТО-2	Формируется
2591	0004	СТ1	Трубопрокатный участок	Стан реверсивно-винтовой прок...	84634	4355667	С	Аннулирован
2592	0004	СТ1	Трубопрокатный участок	Стан реверсивно-винтовой прок...	84634	4355667	О	Выполнено
2593	0004	СТ1	Трубопрокатный участок	Стан реверсивно-винтовой прок...	84634	4355667	О	Выполнено

Рис. 5. Отчет о выполненных работах

Также, средствами системы "Global-EAM" можно осуществлять анализ количества дефектов по подразделениям, по технологическим системам, оборудованию с целью выяснения причин и разработки стратегии по их сокращению.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Погодаев А. К., Маракушин М. В. Календарное планирование ремонтно-восстановительных работ жилых зданий // Информационные технологии в современном мире. Часть 4. - Таганрог: ТРТУ, 2006. - С. 44-48.

[2] Профессиональное решение для управления ремонтами и техническим обслуживанием оборудования "Global-EAM" [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые данные. – Режим доступа: http://global-eam.ru/index.php?id=445

[3] Черкасов Ю.М. Информационные технологии управления: Учебно-практическое пособие /. - М.:ГУУ, 2000.

[4] Данилов О. Автоматизация ТОиР. Хроника внедрений [Электронный ресурс] // Новости машиностроения. 2013. – URL: http://www.i-mash.ru/materials/automation/35654-avtomatizacija-toir.-khronika-vnedrenijj..html (дата обращения: 02.10.2015).

[5] Ивахненко, А.Г. Долгосрочное прогнозирование и управление сложными системами Текст. / А.Г. Ивахненко. К.: Техшка, 1975.

Абилбек Ж.Б., Бейсенов Б.С.

Металлконструкциялар өндірісін техникалық қызмет көрсету және жөндеу бойынша басқару

Түйіндеме. Металлконструкцияларды өндіріс бойынша ТҚКжЖ ірі және орташа өнеркәсіп кәсіпорындардың қызметтердің қызметкерлерге осы үлкен көлем жұмыстану күн сайынғы дәл келіп жатыр, едәуір күрделендіреді, әсіресе аймақтық анықталған бөлімшелер шарттарда, жөндеу қызметтер жоспарлауды, дайындауды және есепке алады. Бір уақытта ТҚКжЖ сапаны жоғарылату және уақытша пайда болатын төмендетуді қаржыұстамдарды сауатты басқаруға мүмкіндік береді. Қазіргі барлық кәсіпорындар салаларда

автоматтандырулар жұмыс істейтін жүйелердің сипаттамалары- технологияны басқарумен каналдарда ақпараттық аспаптардың қатысулары техникалық және ақпараттық құралдардың, құрылымдық және сәулеттік шешімдердің, функционалдық мүмкіндіктерін әр түрлі дәреженің алуантүрлі салаларда анықтайтын сипаттамалар. Мақалада өнеркәсіп кәсіпорындарда жабдықтарды жөндеулердің және техникалық қызмет көрсетудің мәселелері қарастырылған. EAM ақпараттық жүйелердің функционалдық мүмкіндіктері суреттелген. Үнемдеулердің әртүрлі салаларда EAM-жүйелердің енгізу нәтижелері келтірілген. GlobalEAM - ақпараттық жүйенің бір көкейкестің мысалы келтірілген. Осы жүйенің функционалдық мүмкіндіктері суреттелген.

Түйіндеме: кешенді, техникалық, қызмет көрсету, жөндеу, ақпараттық, жүйе, мониторинг.

Abelbeck J.B., Beisenov B. S.

Control maintenance and repair of equipment for the production of steel

Abstract. Staff services Maintenance and repair of large and medium industrial enterprises for the production of metal every day have to handle huge amount of data, which greatly complicates, especially in terms of territorial distribution units, the planning, preparation and accounting of maintenance activities. Competent management allows you to simultaneously improve the quality of Maintenance and reduce the occurring time and financial costs. The diversity of hardware and software, structural and architectural solutions, functionality, different degrees of participation, information tools in the control channels of technology, manufacturing and enterprise, are the defining characteristics of existing automation systems on modern businesses in all industries. The article considers the problems of repairs and maintenance of equipment in industrial plants. Describes the functionality of the information system EAM.The results of the introduction of EAM-systems in various sectors of the economy. Given an example of one of the current information system Global EAM.Describes the functionality of the system.

Key words: complex, technical, service, repair, information, system, monitoring.

УДК 622.233: 622.235

[1]А.М. Рысбекова, [2]Б. ХУСАН

([1]Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық зерттеу техникалық университеті, Қазақстан, Алматы,

[2]Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, Қазақстан, Қарағанды,
e-mail: aidarasp@mail.ru)

ТАУ ЖЫНЫСТАРЫНЫҢ ГРАНУЛОМЕТРИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫН АНАЛИТИКАЛЫҚ АНЫҚТАУ

Аңдатпа. Мақалада аттырылған тау жыныстарының гранулометиялық құрамын басқаруды есепке алатын тау жыныстарының гранулометриялық құрамын басқарудың инновациялық әдістері қарастырылды. Тау жыныстарындағы әр түрлі физико-механикалық қасиеттеріне сайкес шекті салыстырмалы радисусында аттыру қуысында анықтау әдісі жасалды.

Тау массивіндегі АЗ зарядтарын орналастыру параметрын берілген ұңғыма диаметрімен конструктивті элементтерін негіздеу кезінде аттырылған тау жынысын сипатын алдын ала анықтады. Аттырылған тау жынысынның технологиялық және технико-пайдаланушылық сипаттамасы берілген тау жынысының қандай кесектілігіне байланысты шығуы тиіс, АЗ, БАЖ параметры және карьердің қазып-тиеу мен көліктік құрал жабдықтардын өнімділігін өсіру үшін негізгі элементі болып табылды.

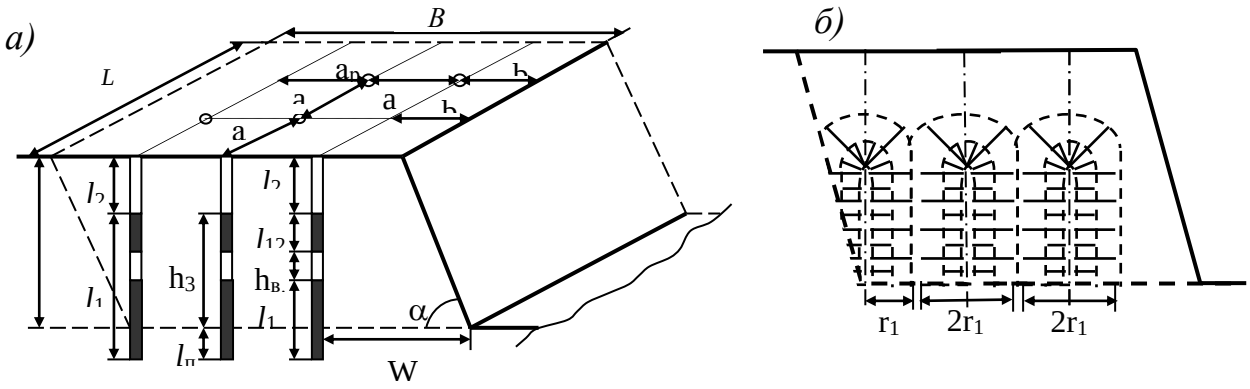
Тау-кен массасын құрайтын табиғи бөлімшелер аттырылған жыныстардың сапасын алдын-ала болжаудың конструкциялық элементтері болып табылды. Шекті салыстырмалы қуыс радиусы тау-кен массасын аттыру әсері интегралды сипаттамасы болып табылды. Қысу аймақтарының өлшемдері, жарықшақтар аттырылатын массивтегі жыныстардың пәрменді аймақтарының негізгі элементтерін құрады.

Кілт сөздер гранулометриялық құрам, тау-кен жыныстары, аттыру жұмыстары технологиясы, фракцияның құрамы, энергетикалық сипаттама.

Қазіргі таңда пайдалы қазбалы кенорындарын ашық әдіспен игерудің 75% - дан астамы ашық тау-кен жұмыстарымен қазылып алынады. Пайдалы қазба кенорындары *жартасты, жартылай жартасты таужыныстарынан құралғандақтан, оларды қазуға дайындау бұрғылап*-аттыру жұмыстарымен жүргізіледі. Карьерлерде *бұрғылап*-аттыру жұмыстары оңтайлы параметрлерін анықтау өзекті мәселе, себебі тау-кен жұмыстарының барлық келесі процестерінің нәтижелері аттырылған тау-кен қазындысы сапасына – оның гранулометриялық құрамымен тығыз байланысты. Сондықтан

аттырылған таужыныстарының қажетті кесектілігіне, олардың үйілімде жинақы орналасуына *бұрғылап*-аттыру жұмыстарының параметрлерін анықтаудың инновациялық әдісі негізінде аттыру жұмыстары технологиясын жетілдіру арқылы қол жеткізеді [1].

Ашық кен жұмыстарында барлық тау-кен құрал жабдықтарының өнімділігі алдын-ала қопарылып дайындалған таужыныстарының сапасына байланысты. Таужыныстары массасының сапасы аттырылған таужыныстарының бірталай технологиялық параметрлерімен анықталады. Олардың негізгісі аттырылғаннан кейінгі таужыныстарының кесектілігімен сол кесектердің үйіндідегі орналасуы.



а) кемердегі ЖЗ зарядтарының тиімді орналасу сұлбасы;
б) белсенді ұнтақталатын таужыныстарының аумақ өлшемі.

1-сурет. Белсенді ұнтақталған таужыныстарынң массивтеріндегі ЖЗ зарядтарының өлшемі

Аттырылған таужыныстарының кесектілік құрамына жайлы нақты мәліметтердің болмауына байланысты ұсақталған таужыныстары мен пайдалы қазбалардың ұсақталу сапасы таужыныстарының кесектеріне және негабариттердің шығуына байланысты бағаланады [1-3]. Осыған орай экскаватор өнімділігі бойынша қажетті саны аталған функцияларға байланысты таңдалады.

Қопарылып аттырылғаннан кейінгі таужыныстарының кесектілгі және үйіндіде орналасуы олардың ұсақталу сапасымен үйіндігегі әр түрлі фракцияларының проценттік құрамымен көрсетіледі. Осыған байланысты аттырылған таужыныстарының сапасы теоретикалық тұрғыдан ұсақталу аймақтарындағы кесектердің бағасымен және таужыныстарының гранулометриялық құрамын басқару кезінде ден қойған дұрыс.

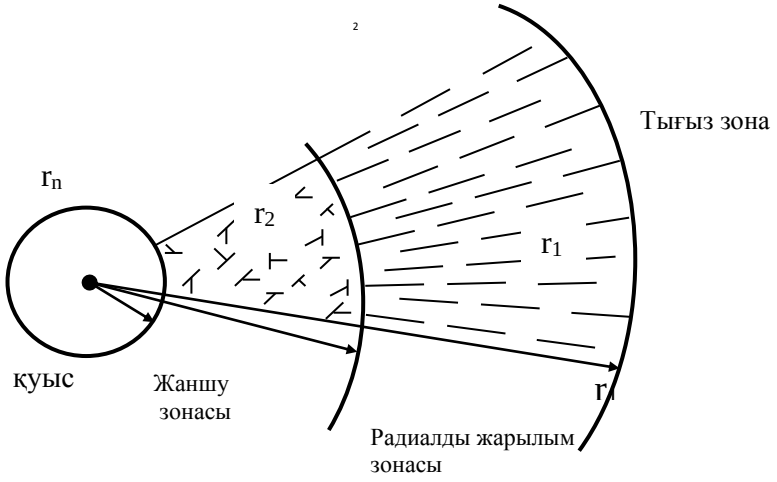
Осы мақсатта қарқынды ұсақталған бөліктер зонасынан бастап жыныстың әртүрлі қабатының өлшемдері бойынша жыныстар кесектерінің қалыптасу принципі қарастырылған [3]. Ол үшін қарқынды ұсақталған жыныстардың көлемін $V_{др}$ кесектердің ірілігі бойынша бөлек бөліктерге бөлінді. Талдама нәтижесі ұсақ ұсақтау зонасы контурының жанындағы кесектердің сызықтық өлшемдерді $(1,4\text{-}1,6)r_0$ құрайтынын көрсетеді (2 сурет). Радиалды жарықшақ зонасы ішкі шекарада, яғни таужынысы кесектерінің бойлық өлшемін бірінші жақындасуда келесідей қабылдаса болады:

$$b_2 = (1{,}4 \div 1{,}6)r_o \ . \qquad (1)$$

Осыдан (1) заңдылығына сәйкес қарастырылып отырған сыртқы шекарадағы жарықшақ арасындағы қашықтық, яғни таужыныстары кесектерінің бойлық өлшемі келесі теңдеуді құрайды:

$$b_1 = b_2 \frac{\nu}{1+\nu} \frac{\sigma_{сж}}{\sigma_р} \qquad (2)$$

Есептеулер ұңғыманың диаметрі d_0=0,25 м пайдалану кезінде ұсақ ұсақтау зонасының барлық көлемінің өлшемі 0,20 м кесектерден, ал радиалды жарықшақ зонасы өлшемі 0,17÷0,50 м кесектерден құралатынын көрсетеді. Өлшеулер массивте зарядтарды оңтайлы орналастыру кезінде аттырылған ұңғымалар арасындағы аймақта ең көп тараған кесек өлшемдері әдетте 0,60 м аспайды [1].



2-сурет. Массивтегі таужыныстарының бұзылыс аймағын анықтау сұлбасы

Таужыныстары кесектерінің ірілігі бойынша аттырылған тау-кен массасын 7 сыныпқа бөледі. Бірінші сыныпқа өлшемі 0,2 м, екінші сыныпқа 0,21-0,40 м болатын кесектерді, үшінші сыныпқа 0,14-0,6 м болатын кесектерді, төртінші сыныпқа 0,61-0,8 м болатын кесектерді және жетінші сыныпқа өлшемдері 1,20 м асатын кесектерді жатқызады.

Осы сыныптарға бөлуге сәйкес кесектердің ірілігі бойынша қарқынды ұсақтау зонасындағы ($V_{др}$) жыныстар үш сыныптан тұрады. Келтірілген мағлұматтарды ескере отырып бірінші сыныпқа (0-0,2 м) ұсақтау зонасындағы жыныстардың жалпы көлемін және радиалды жарықшақ зона жыныстарының үштен бір бөлігі, ал екіншіге (0,2-0,4 м) және үшіншіге (0,4-0,6 м) сыныптарына сәйкесінше ескерілген көлемнің үштен бір бөлігі кіреді. Жыныстардың қарқынды ұсақталған кесектерінің ірілік сыныбы бойынша орналасуы 1 б суретте көрсетілген.

Таужыныстары көлемінің алғашқы үш ірілік сыныбы үшін:

$$V''(x_1) = \pi r_2^2 (h_3 + r_2) + \frac{1}{3}\pi(r_1^2 - r_2^2)(h_3 + r_2) - \frac{1}{3}V_{\text{î.ö}}; \quad (3)$$

$$V''(x_2) = V''(x_3) = \frac{1}{3}\pi(r_1^2 - r_2^2)(h_3 + r_2) - \frac{1}{3}V_{\text{î.ö}},$$

Массивтің сыртқы бөлігіндегі радиалды жарықшақпен өтетін жыныс көлемі цилиндрдің қимасына ұқсас (1 а сурет). Бұл салмақ әдетте алынатын жыныстың құрамына кірмейді және келесі формуламен анықталады:

$$V_{\text{î.ö}} = 2/3 r_1^3 \text{tg}\alpha, \quad (4)$$

мұнда α - кемердің құлау бұрышы.

(3) теңсіздігінде r_2 и r_1 шамалары (1) және (2) формулаларымен анықталатыны келтірілген. Сәйкесінше $V(x_j)$ көлемі таужынысының физико-механикалық құрылымы мен пайдаланылатын АЗ физико-химиялық сипаттамасына байланысты.

Барлық аттырылатын блоктағы ірілік сыныбы жіктелген таужыныстарының көлемін есептеу кезінде оларға басқа да аттырылатын блоктың бөлігінде сәйкес шынайы бөлектіктін жалғау қажет.

Аталған көлемдер массивтегі құрамына пропорционал (1-кесте). Сондықтан барлық аттырылған тау-жыныстарындағы алғашқы үш сыныптың көлемі келесі теңдеу арқылы анықталады:

$$V'(x_1) = (1+k)[1-p(x_1)]V''(x_1) + p(x_1)V\ ;$$

$$V'(x_2) = (1+k)[1-p(x_1)-p(x_2)]V''(x_2) + p(x_2)[V-V''(x_1)]\ ; \qquad (5)$$

$$V'(x_3) = (1+k)[1-p(x_1)-p(x_2)-p(x_3)]V''(x_3) + p(x_3)[V-V''(x_1)-V''(x_2)],$$

Мұны келесі түрде қысқартып жазуға болады:

$$V'(x_j) = (1+k)\left[1-\sum_{j=1}^{i} p(x_j)\right]V''(x_j) + p(x_j)\left[V-\sum_{j=1}^{i-1} V''(x_j)\right], \qquad (6)$$

мұндағы V – массивтен алынатын жыныс қабатының көлемі; $V''(x_j)$ – қарқынды ұсақталған жыныстың j-і фракциясының көлемі; $V'(x_j)$ – аттырудан кейінгі j-і фракция жынысының жылпы көлемі; $p(x_j)$ – массивтегі j-і фракцияның құрамы, бір. мөл.

Келесі ірілік бойынша (0,61 көп) жыныстардың сыныптары аттырылған жыныс блоктырының шынайы бөлектіктерге бұзылу есебінен пайда болады. Аттырудың үшінші кезеңінде аталған жыныс кесектерінің фракциялары орын ауыстыру кезінде басқаларымен соқтығысу нәтижесінде олардың жалпы массадағы үлесі қысқарады.

1-кесте. **Массивтегі жыныстардың жекеленген өлшемдердің шартты гранулометриялық құрамы**

Блоктылығы бойынша массивтің классы	Массивтің блоктылығы	Массивтегі жекеленген өлшемдердің құрамы						
		<0,20	0,21–0,40	0,41–0,60	0,61–0,80	0,81–1,0	1,00–1,20	>1,20
		$p(x_1)$	$p(x_2)$	$p(x_3)$	$q(x_4)$	$q(x_5)$	$q(x_6)$	$q(x_7)$
I	Ұсақблокты (d_e = 0,15м)	76,77	17,83	4,34	0,83	0,17	0,05	0,01
II	Орташаблокты (d_e =0,31м)	45,63	25,04	15,22	7,62	3,67	1,70	1,12
III	Үлкенблокты (d_e =0,50м)	27,09	20,90	18,62	14,28	9,15	5,64	4,32
IV	Аса үлкенблокты (d_e =0,69м)	16,90	15,95	17,85	18,05	13,5	9,72	8,12
V	Өте үлкен блокты (d_e =1,00м)	2,76	4,32	8,90	20,63	20,5	21,05	21,84

Кемерде зарядтардың дұрыс орналасуының оңтайлы параметрлерінде өлшемі 1,2 м асатын кесектер соқтығысу нәтижесінде жалпы массада үштен бір (1/3) қысқарады. Осы кесектердің ұсақталған бөлігі төменгі сыныптарға (0,61-1,2 м) біркелкі бөлінеді, яғни оларға ең үлкен фракция құрамының 1/9 бөліктері қосылады. Алтыншы сынапта шынайы бөлектіктердің мөлшері де (1,01-1,2 м) өзінің алғашқы мәнінен 1/3 азаяды. Оның ұсақталған бөлігі төменгі сыныптаға (0,6-1,0) теңдей қосылады. Былайша айтқанда массивтегі қарастырылып отырған фракцияның құрамы соңғы сыныптардың мөлшері тағы да 1/6 өседі. Бесінші сыныптағы (0,81-1,0) шынайы бөлектіктердің мөлшері алғашқы мағынасынан төрттен бірге қысқарады. Бұл мөлшер төртінші ірілік сыныбына (0,61-0,8) қосылады. Төртінші сыныптың шынайы бөлектіктері 1/5 бөлікке азайып тау жынысының үшінші сыныбына қосылады.

Сонымен қоса 0,61 м жоғары сыныптардағы аттыру кезіндегі ірі кесектердің өзара соқтығысу нәтижесінде олардың аттырылған блоктағы біршама қайта орын ауыстыруы жүреді. Бұл қалып тау жынысының массивіндегі олардың шартты құрамымен ескеріледі, себебі олар байланысты. Түйіндей келсек массивтегі шынайы бөлектіктердің жаңа құрамы, яғни олардың шартты құрамы келесі тәуелділікпен анықталады:

$$q(x_3) = p(x_3) + \frac{1}{5}p(\tilde{o}_4);$$

$$q(x_4) = \frac{4}{5}p(x_4) + \frac{1}{4}p(x_5) + \frac{1}{6}p(x_6) + \frac{1}{9}p(x_7)\ ;$$

$$q(x_5) = \frac{3}{4}p(x_5) + \frac{1}{6}p(x_6) + \frac{1}{9}p(x_7)\ ; \qquad (7)$$

$$q(x_6) = \frac{2}{3}p(x_6) + \frac{1}{9}p(x_7),\quad q(x_7) = \frac{2}{3}p(x_7).$$

(7) теңдеуімен шешілген $q(x_j)$, мәндері.

0,6 м жоғары ұсақталған жыныс сыныптарының көлемі олардың массивтегі шартты құрамының шығуының аттырылатын қабат көлемінің ерекшелігіне және қарқынды ұсақталған сыныптарға тура пропорционал және осы кесектірдің массивтегі жалпы құрамына кері пропорционал. Былайша айтқанда ізделінетін көлем сыныптарына ($j \geq 4$) аламыз:

$$V'(x_j) = \frac{q(x_j)}{(1 - \sum_{j=1}^{i} p(x_j))}\left[V - \sum_{j=1}^{i} V''(x_j)\right]. \qquad (3.8)$$

мұнда m – барлық фракциялар классының саны;

i - белседі ұсақталу фракцияларының класстарының саны, i = 3.

Аттырылған жыныстың гранулометриялық құрамын есептеу үшін алынған көлемдерді (6) және (8) алынатын қабаттың көлеміне бөлу жеткілікті. Сонда алғашқы үш сыныптың көлеміндегі бөлектік фракцияның құрамы келесі ара қатынаспен орнатылады:

$$p'(x_j) = (1+k)\left[1 - \sum_{j=1}^{i} p(x_j)\right]\frac{V''(x_j)}{V} + p(x_j)\left[1 - \sum_{j=1}^{i-1} p''(x_j)\right], \qquad (9)$$

($j \geq 4$) классының келесі фракцияларының құрамы келесі формуламен анықталады:

$$p'(x_j) = \frac{q(x_j)}{(1 - \sum_{j=1}^{i} p(x_j))}\left[1 - \sum_{j=1}^{i} p''(x_j)\right], \qquad (10)$$

мұнда $p'(x_j)$ – үйілімдегі j фракциясының құрамы, дол. ед.;

$p''(x_j)$- белсенді ұнтақталу аймағындағы j фракциясының құрамы, дол.ед.

ҚБА көпқатарлы болғанда

$$p'(x_j) = \frac{p_1'(x_j) + (n-1)p_n'(x_j)}{n}, \qquad (11)$$

мұнда $p'(x_j)$ ол аттырылатын бірінші қабаттағы j фракциясының шығымы;

$p_n'(x_j)$ - екінші және одан арғы қабаттарда;

$p'(x_j)$ мағынасының жүйесі өзімен аттырылған жыныс массасының гранулометриялық құрамын айтамыз.

Сондықтан (9) – (11) мағыналары бойынша жыныстың физико-механикалық, құрылымдық құрамы, АЗ детонациялық, гранулометриялық, энергетикалық сипаттамасы, параметрлері мен аттыру әдісі берілген жағдайда аттырылатын кен мен жыныстың гранулометриялық құрамы алдын ала есептеледі. Осыдан бір немесе бірнеше әсер етуші факторларды бір мезетте ауыстару арқылы аттырылатын тау массасының кесектілігін қарқынды басқаруға болады.

Аттырылған таужыныстарының құрамының гранулометриялық құрамын анықтаудағы жасалған теориялық тәсілдеме белгілі әдебиеттегіден [1-3] айтарлықтай ерекшеленеді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Rakishev B.R., Auezova A.M., Rakisheva Z.B. The specification of granulometric composition of natural jointing in the rock massif by their average size // Proceedings of the 9th International Conference on Physical Problems of Rock Destruction. - Beijing, China, 2014. - P.274-282.

[2] Модернизация технологий взрывных работ на карьерах с использованием инновационных методов определения их параметров: отчет о НИР (промежуточный) / Алматы: КазНТУ, 2014. - 146 с. – Инв. №0213РК01331.

[3] . Rakishev B.R., Rakisheva Z.B. Theoretical estimation of granulometric structure of exploded mining rocks at the quarries.// Proceedings of the Siksteenth international Symposium on Mine Planning and Equipment Selection. (MPES 2007) and the Tenth International Symposium on 1 Environmental Issues and Waste Management in Energy and Mineral Production (SWEMP 2007). Bangkok, Toyland, 2007. - Vol.1. - P.908-912.

[4] Ракишев Б.Р. Прогнозирование технологических параметров взорванных пород на карьерах. – Алма-Ата: Наука, 1983. – 240с.

Рысбекова А.М., Хусан Б.

Аналитическое определение гранулометрического состава взорванной горной массы

Резюме. риведены инновационные методы управления гранулометрическим составом взорванной горной массы, включающие аналитического определение гранулометрического состава взорванных пород. Разработана методика определения предельного относительного радиуса взрывной полости в породах с различными физико-механическими свойствами.

Параметры расположения зарядов ВВ в массиве пород при заданном диаметре скважины обосновываются конструктивными элементами, предопределяющими качество взорванной пород. Технологическая и технико-эксплуатационная характеристика взрывных пород – их кусковатость, распределение классов по крупности в развале, определяются исходными данными пород, ВВ, параметрами БВР и представляет собой главный элемент для повышения производительности выемочно-погрузочного и транспортного оборудования на карьерах.

Естественные отдельности, слагающие массив пород являются конструктивными элементами, предопределяющими качество взорванной пород. Предельный радиус взрывной полости является интегральной характеристикой эффекта взрыва в горном массиве. Размеры зон раздавливания, трещинообразования представляют собой главный элемент зоны активного дробления во взрываемом массиве пород.

Ключевые слова: гранулометрический состав, горные порды, технология взрывных работ, фракционный состав, энергетическая характеристика.

Rysbekova A.M., Xusan B.

Analytical definition of particle size distribution of the blown-up mountain weight

Summary. The innovative methods of management of particle size distribution of the blown-up mountain weight including analytical definition of particle size distribution of the blown-up breeds are given in article. The technique of determination of limit relative radius of an explosive cavity in breeds with various physicomechanical properties is developed.

Parameters of an arrangement of charges of explosives with the set diameter of a well locate in the massif of breeds the constructive elements predetermining quality blown up breeds. The technical and technical and operational characteristics on explosive breeds – their lumpiness, distribution of classes on fineness in disorder, are defined by basic data of breeds, explosives, parameters drilling-and-blasting works and represents the main element for increase of productivity of the vyemochno-loading and transport equipment on pits.

The natural separateness composing the massif of breeds are the constructive elements predetermining quality blown up breeds. Limit radius of an explosive cavity is the integrated characteristic of effect of explosion in a massif. The sizes of zones of crush, a treshchinoobrazovaniye represent the main element of a zone of active crushing in the blown-up massif of breeds.

Key words: particle size distribution, mountain ports, technology of explosive works, fractional structure, power characteristic.

[1]И.К. Тургазинов, [1]Т.А. Енсепбаев, [2]А. Муканов
([1]Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева,
[2]АО «ПетроКазахстан Кумколь Ресорсиз»
Алматы, Республика Казахстан, rgu08@mail.ru)

ОБЗОР ПРИМЕНЕНИЯ АЗОТА В КАЧЕСТВЕ МЕТОДА УВЕЛИЧЕНИЯ НЕФТЕОДАЧИ

Аннотация. Рассмотрено применение азота в качестве метода увеличения нефтеотдачи. Приведен широкий обзор литературных источников о существующих газовых методах, в частности азота. Рассмотрены положительные и отрицательные стороны применения азота. Проведен анализ и сделаны выводы по смешивающимся и не смешивающимся методам вытеснение азота.

Ключевые слова: методы увеличения нефтеотдачи, азот, смешивающееся вытеснение, не смешивающееся вытеснение, газовые методы.

Как известно, при разработке нефтяных месторождений особое внимание уделяется вопросам применения методов повышения нефтеодачи на поздних стадиях разработки, а также трудноизвлекаемым запасам. Разработка месторождений с трудноизвлекаемыми запасами с применением традиционных технологий заводнения характеризуется низкими значениями нефтеотдачи, не превышающими 10 – 25%. Для них необходимо применять современные технологии увеличения нефтеотдачи, обеспечивающие увеличение как коэффициента вытеснения, так и коэффициента охвата [1,2,3,15,18].

Методы повышения нефтеотдачи делятся по закачиваемому агенту, который нагнетается в пласт:

- гидродинамические;
- тепловые;
- физико-химические;
- газовые;

В работе рассматриваются методы повышения нефтеотдачи, связанные с газовыми методами. Общеизвестно, что газовые методы повышения нефтеодачи способствуют увеличению коэффициента вытеснения и могут применяться на любой стадии разработки. К ним относится закачка углекислого газа, азота, воздуха и попутно добываемого углеводородного газа. Характеристика вытеснения нефти газом зависит от многих факторов, таких как глубина залегания, плотность и состав нефти. [1,2].

Область применения газовых методов [1,15]:

- низкопроницаемый коллектор;
- высокообводненные пласты;
- глубокозалегающие пласты;
- вязкие нефти;
- подгазовые зоны.

В последнее время большое внимание привлекает нагнетание азота в пласты. Азот – бесцветный газ без запаха и вкуса. Он один из самых распространенных элементов на земле. Азот уже на протяжении последних 20 лет успешно применяется в качестве агента по поддержке пластового давления [1,2,15].

Сжимаемость азота при давлений 20 МПа и температуре 0°С составляет 1,1, что в 3 раза меньше, чем углекислый газ [3]. Азот больше растворим в нефти, чем в воде, и лучше смешивается в легкой нефти, чем в тяжелой. Полная смешиваемость азота с нефтью достигается при давлениях более 35 МПа. Азот является более доступным и дешевым газом, чем диоксид углерода, некоррозионно активен [1,2,14]. Основным недостатком несмешивающего вытеснения нефти азотом является высокие межфазные поверхностные силы. Прежде чем закачивать газ, необходимо оценить степень растворимости вытесняющего газа в пластовой нефти. Источниками азота может служить как воздух (78% азота), так и дымовые газы (85% азота и 13% CO2). При выделений азота из атмосферного воздуха происходит следующее: предварительно очищенный от мехпримесей воздух сжимается компрессором и охлаждается в основном теплообменнике. Затем дросселируется в колону узла разделения для низкотемпературного отделения воздуха, там азот отделяется от воздуха с содержанием воздуха не более 5 ppm (0,0005%) (И.А. Тарасенко [4]).

Необходимо отметить, что на текущий момент технологии отделения азота от воздуха продвинулось в сторону удешевления процесса выработки. Такими технологиями являются передвижные мембранные установки. Схема устройства таких установок следующая: сжатый компрессором воздух, проходя через систему фильтраций от мехпримесей, попадает в мембранный газоразделительный блок, где установлен мембранный картридж с катушкой с намотанным полимерным волокном. Газовый поток под давлением подается на мембранное волокно. Из-за различия парциальных давлений на внешней и внутренней поверхности мембраны происходит разделение газового потока. Азот плохо проникает через вещество мембраны и выходит через один из патрубков без потери давления [37].

Преимущество азота над диоксидом углерода и углеводородного газа обуславливается следующими факторами:

- сжимаемость азота меньше по сравнению с перечисленными газами.
- затраты на азот в 3 раза меньше по сравнению с диоксидом углерода и 6 раз меньше чем, производство природного газа [1,2];
- азот можно получать прямо из воздуха криогенным способом;
- по сравнению с углекислым газом азот не вызывает коррозию
- не адсорбируется на поверхности породы в силу инертности газа.

При закачке газа в пласт происходит компонентный обмен между пластовой нефтью и газом. При этом газ становится обогащенным легкими компонентами нефти и поверхности раздела между фазами исчезают. При этом можно добиться наибольшего эффекта, обеспечивающего полное вытеснение нефти. Азот может использоваться в качестве агента для поддержания пластового давления. Азот можно применить при разработке нефтяного пласта с остатками нефти прикровельной части пласта [1,2,14,18]. На ранних стадиях разработки залежей с газовой шапкой закачка азота в газовую часть пласта способствует ППД и повышению отбора нефти. При разработке низкопроницаемых пропластков углекислым газом азот можно применить как агент. проталкивающй оторочку CO_2.

Промысловое применение азота. Первое упоминание о применении азота на месторождении есть в работе (J. P. Clancy 1985 [15]). На месторождений Block31 Техас, США 1965 г впервые применили дымовой газ, который на 85 % состоит из азота, тогда расход составил 1,5 млн $м^3$ /сут, а давление закачки составило 29 МПа. Первое упоминание применения чистого азота, разделенного с воздуха, было на месторождений Ventura Лос-Анджелес, США 1973 г. К 82 29 проектов по закачке азота были выполнены в США. Давление закачек при этом варьировалось от 0,69 до 59 МПа, и примерно закачивалось 17 млн. $м^3$ азота в сутки. В этой же работе автор сделал детальный анализ проектов по закачке азота для создания скрининг методов и критериев применимости азота на шельфе. В частности, он указал на ограничения внедрения данной технологии на шельфе в силу малого пространства на платформах.

Один из крупных проектов по закачке азота применили на шельфовом месторождении Cantarell залив Кампече, Мексика. Cantarell является одним из самых крупных месторождений в мире. Оно имеет крупную газовую шапку. Давление в газовой шапке сильно упало, вследствии выработки нефтяной оторочки и с 2000 года туда закачивали азот в качестве МУН. При этом удалось повысить темпы добычи от 1млн. баррель в сутки до1,6млн. баррелей в сутки в 2000 г, а в 2002 году до 1,9млн. баррелей в сутки а к 2003 году удалось повысить добычу до 2,1 млн. баррелей в сутки при этом количество добывающих скважин было 220. Исследования показали, что криогенные установки необходимо устанавливать на суше в долине Атаста на расстояний 30 км от месторождения соединяя по трубопроводу с платформой. Было установлено 4 криогенно-отделительных установок мощностью 34 млн. $м^3$ азота в день. В 2004 году также была расширен парк криогенных установок для ППД соседнего месторождения Ku-Maloob-Zaap. На данный момент КИН на месторождений составляет 44%. Ожидаемый эффект от закачки азота дополнительная добыча 3 млрд. баррелей нефти. (Rodriguez и др.. 2001 [30], Tom Standing. 2006 [33])

В работе (Donohoe и др. 1981 [12]) исследованы факторы влияющие на стоимость закачки азота. Автор указывает, что самый большой фактор влияния это расходы на энергию необходимые для отделения, сжатия и закачки азота. На месторождений Little Escambia Алабама, США была применена технология водогазового воздействия (N_2 WAG) 1982 году. Дополнительный прирост составил 10% (Wayne A. Greenwalt и др. 1982 [38])

Лабораторные эксперименты и численные моделирования. В 1928 году (Power, Harry H 1929 [27]) провел ряд лабораторных исследований по закачке воздуха и природного газа с целью выявить особенности механизма растворения газа в нефти. Он пришел к выводу, что растворимость природного газа выше, чем для азота при одинаковых термобарических условиях. Но при разных давлениях азот больше растворяется, чем природный газ.

Автор работы (S. Siregar и др. 2007 [31]) провел эксперименты по закачке азота в насыпной материал (проницаемостью 5 Дарси и пористостью 0,38) для определения оптимального расхода газа, которая дает наибольший КИН. При этом давления закачки варьировалась от 10 МПа до 17 МПа. Результаты показывают, что чем больше расходы закачки, тем выше КИН. Это объясняется тем, что создается оторочка газа, которая выталкивает вал нефти. Было замечено что, при давлении 10 МПА и расходе 20 $см^3$/час – 30 $см^3$ /час КИН растет постепенно, но при увеличении расхода до 37 $см^3$ /час нефтеотдача падает. При одинаковых расходах и при увеличении давления происходит прорыв газа. Хроматографический анализ газа до и после закачки показывает, что при закачке газа происходит компонентный обмен между газом и нефтью. Эксперименты показали, что оптимальное давление и расход составляет 10 МПа и 30 $см^3$ /час, при котором достигается максимальный КИН. Недостатком данных исследований является то, что автор не указывает термические условия проведения эксперимента.

В работе (Niko, H и др. 1989 [25]) авторы провели ряд лабораторных и численных исследований для выявления эффективности применения азота для месторождения Statfjord (Северное море, Норвегия). Эксперименты по закачке азота были выполнены на вертикальном кернодержателе, для создания гравитационного дренирования. Термобарические условия были 45 МПа и 120°С. Прорыв газа происходит при прокачке 0,67 порового объема азота, которая была обогащена УВ фракциями. После прокачки 1,0 порового объема газа выходит лишь чистый азот. Эксперименты показали что, мобильность дегазированной азотом нефти сильно падает и вал нефти остается позади зоны вытеснения. Недостатком данной работы является то, что авторы не указали механизм влияния азота на режим гравитационного дренажа.

Авторы работ (M. Rezaei и др. 2014 [22]) провели эксперименты по попеременной закачке азота и двуокиси углерода в образцы карбонатной породы (проницаемостью 4 мД, пористостью 0,1) и песчаника (проницаемостью 47 мД, пористостью 0,15) для определения влияния смешивающегося (CO_2) и несмешивающегося (N_2) вытеснения на КИН. Вытесняемая нефть легкая (0,796 гр/$см^3$). Давление закачки составляло 15 МПа и было закачено 6 поровых объема газа. Эксперименты показали, что КИН ровняется 71% после прокачки 6 объемов пор газа. Работа показала что эффективной технологией будет проталкивания оторочки смешивающегося CO_2 несмешивающимся азотом. По результатам экспериментов оптимальный расход составил 3 $см^3$ в час (CO_2) и 1,5 $см^3$ в час (N_2). Результаты экспериментов были сравнены с численным моделированием, расхождения результатов составило не более 5%. Авторы пишут что, высокий КИН был связан с двойным механизмом: 1) смешением CO_2 с нефтью тем самым снижая вязкость нефти; 2) проталкиванием оторочки однофазного флюида азотом. Недостатком работы является то, что автора не указали с какой целью применили насыпной песчанистый керн совместно с карбонатным.

Автору работы (Firoozabadi, A 1986 [14]) путем анализа промысловых данных удалось получить корреляцию минимального давления смесимости (МДС) азота от давления. Но корреляция не учитывает зависимость МДС от температуры.

Интересна работа (Necmettin Mungan 2000 [24]) автор исследовал нагнетания фракций лёгких углеводородов (C_2-C_6) перед нагнетанием азота и приходит к выводу, что закачка перед азотом ФЛУ может увеличить КИН до 92% при давлении нагнетания 34 МПа. Для применения данной технологии был проведен пилотный проект по закачке ФЛУ перед нагнетанием азота в карбонатный коллектор (трещинно-поровый) на глубине 4500 м. Автор указывает, что закачка ФЛУ (C_2-C_6) перед закачкой азота способствует снижению минимального давления смесимости азота с нефтью, что в свою очередь снижает объем закачки азота в пласт.

В исследованиях автора (L.O. Carlson,1989 [19]) закачку азота успешно применили на месторождении Hawkins Техас, США (песчаниковый коллектор) для проталкивания ГНК (газо-нефтяной контакт). За 4 года удалось снизить уровень ГНК с -1295м до -1322м. При этом удалось мобилизовать нефть на защемленных участках.

Интересными выглядят результаты работ авторов (Mohammad A.и др 2015 [23]), где они сравнивают газовые МУН, такие как дымовой газ, азот, природный газ и углекислый газ. Были проведены численные эксперименты с исходными данными месторождения Fahliyan в Иране. Численные моделирования показали что, конечная нефтеотдача была больше у дымового газа (87% N_2 и 13% CO_2). Также газовый фактор был самым низким по сравнению с остальными газами, и прорыв газа было позже всех. Недостатком работы можно отнести отсутствие исходных данных, которые были заложены в симулятор.

Есть работы, где азот применяли для стимуляции скважин (Earl R. F., 1983 [13]) в сланцевых формациях (пористостью 0.03, проницаемостью 0.02мД) Огайо, США. За 4 года было проведено пенное ГРП на 1000 скважинах. Скважина 1 после 12 часовой стимуляции дала 1590 м^3 нефти в течение 150 дней. Скважина 2 до стимуляции давала 2,3 м^3/сутки нефти, а после прокачки 20 618 м^3 азота производительность возросла до 8 м^3/сутки. Но через 4 месяца добыча стабилизировалась на 3,3 м^3/сутки. В скважину 3 была прокачано 10 137 м^3 азота, производительность возросла с 1,7м^3/сутки до 18м^3/сутки. В итоге, после промысловых и лабораторных исследовании было выявлено, что азот эффективен при стимуляции (пенное ГРП) низкопроницаемых, трещинных формаций на глубине до 1524 м.

Исходя из экспериментальных исследований (T. Ahmed, и др.1983 [32]) увеличение давление закачки азота выше давления минимальной смесимости не дает существенного увеличения мольной доли компонентов нефти в газовой фазе (азот). Показателями смешиваемого вытеснения может служить композиционный профиль вытесняемого флюида (нефти) и что газовый фактор является важным показателем смешиваемости газа в нефти.

В работе (C.F. Alcocer и др. 1984 [8]) были выявлены следующие закономерности при прокачке азота через керн.

- нефтеотдача выросла с увеличением температуры и газового фактора.
- при высоких давлениях нагнетания азота температура не сильно виляет на вытеснение.
- при закачке 0,1 порового объема пропана перед нагнетанием азота повышают нефтеотдачу до 0,88.

Известна работа авторов (Vogel, John L и др. 1980 [34]), где были выполнены лабораторные эксперименты по смешению конденсата и дегазированной нефти с азотом в пластовых условиях. Авторы пришли к выводу, что закачка азота в конденсатные месторождения существенно повышает давление точки росы. Они также заметили, что при контактировании нефти с азотом легкие и промежуточные компоненты сильно снижаются в составе нефти.

Интересна работа авторов (Donald L. K., и др. 1990 [11]) где была выполнена закачка пены совместно с азотом на месторождений. На месторождений Painter, США с 1983 годы была начата закачка азота в скважинах с двойным назначением (одновременная закачка/добыча) в качестве ППД. Но после образования газового конуса было принято решение закачки пены на основе собственных ПАВ. Лабораторные и численные эксперименты показали целесообразность применения данной пены. После 8 недель закачки пены уменьшение конуса и увеличение дебита по нефти не наблюдалось, наоборот, по трассерным (индикаторным) исследованиям были выявлены трещины вокруг скважины. Авторы объясняют это тем, что давление закачки было превышено давление разрыва пласта.

Также есть лабораторные исследование авторов (Y. Yu, и др. 2016 [36]) по закачке азота в образцы ультра-низкопроницаемых сланцевых пород месторождения Eagle Ford, США. Они выявили следующие закономерности при проведений эксперимента: 1) азот можно применять при разработке ультранизкопроницаемых пород; 2) закачку азота необходимо проводить в начале разработки; 3) с увеличением давления закачки, увеличивается конечная нефтеотдача, но уменьшается время прорыва газа.

Есть работы (Qingfeng Hou и др.2010 [28]) и (Wang, S. T и др. 2016 [35]) где применяют азот и полимер (ПАМ) для создание пены, для устранения водяного конуса, и изоляции высокопроницаемых каналов и снижения обводненности. Для создания пены использовали азот и полимер (для стабилизаций пены). Были проведены лабораторные эксперименты, которые подтвердили эффективность новой технологий, и был проведен ОПИ на месторождений Bohai Bay, Китай (средняя проницаемость 2000мД) с высоковязкой нефтью. Эффективность технологий была доказана повышением среднесуточных дебитов по нефти в полтора раза, снижением обводненности на 7%.

Были проведены численные исследования на возможность применения азота на месторождений Ekofisk в норвежском секторе северного моря. Ekofisk имеет карбонатный коллектор. Результаты исследования показали дополнительный прирост нефти до 3%. Авторы объясняют это тем, что азот будет способствовать механизму гравитационного дренажа в матрице породы. (Thomas, L.K 1991 [39]).

Есть работы, где были получены отрицательные результаты применения азота (Mostafa L. et.al. 2016 [40]). В данной работе были сравнены закачка CO_2 и азота. Были проведены лабораторные эксперименты, где были получены следующие результаты: после прокачки CO_2 были получены дополнительно 15% нефти, в то время как после прокачки азота получено всего 8%.

Обзор литератур [1-36] указывает на 5 основных технологий применения азота:

- смешивающегося вытеснения (отсутствует поверхности раздела между фазами);
- несмешивающегося вытеснения (двух или трехфазная фильтрация);
- для поддержания пластового давления (когда необходимо держать давление выше давления насыщения);
- гравитационное дренирование;
- для проталкивания оторочек смешивающегося газа (CO_2 и природный газ);

Основные выводы

Проведен обзор литературных источников и анализ механизмов нефтеивлечения азотом. Обзор как традиционных, так и перспективных технологий реализованных в лабораторных и промысловых испытаний дают возможность сделать следующие выводы:

- закачка азота имеет преимущество над остальными газами прежде всего низкой стоимостью выработки по сравнению с остальными газами.
- закачка азота успешо применяется на многих месторождениях, в основном за рубежом;
- широкий диапазон глубин при применении;
- возможность применения в коллекторах с низкими ёмкастными-фильтрационными характеристиками, а также в ультранизкопроницаемых породах:
- смешивающееся и не смешивающееся вытеснение.

Из недостатков можно отметить следующее:

- необходимы большие давления (от 30 МПа до 35МПа) и наличие легких компонентов в нефти для создание смешивающегося вытеснения;
- смешивающееся вытеснение возможны лишь на глубоких месторождениях.

Учитывая вышеизложенное и основываясь на предварительных результатах анализа необходимо дальнейшие исследования применения азота. Подробный обзор литературных источников показало отсутствие исследования применения азота в пластах с низкими пластовыми давлениями.

В Казахстане много месторождений, находящихся на поздней стадии разработки, в том числе месторождения с трудноизвлекаемыми запасами. Применение традиционных технологий гидродинамического воздействия на пласты не позволяет достигать достаточной экономической рентабельности разработки месторождений и требует внедрения других технологий, такие как газовое или водогазовое воздействия на пласты. Закачка газов, таких как азот, CO_2 и попутные нефтяные газы будут эффективны при закачке в пласты сложенных карбонатными породами. Особенностью карбонатных пластов является сложное строение пустотного пространство, они состоят из низкопроницаемого (менее 1мД) матричного блока и высокопроницаемых трещин. Вода в силу капиллярных давлений и низкой проницаемости матрицы не внедряется в эти блоки, впоследствии большие запасы нефти, находящиеся в этих матрицах не вовлекаются в разработку. Для вытеснения нефти из матричных блоков подойдут газы и различные технологии циклической закачки воды. Как было указано ранее закачка CO_2 и попутных нефтяных газов характеризуется сложностью выработки и закачки, а также дороговизной и не возможностью применения. В этом случае, азот как вытесняющий газовый агент может быть решением проблемы в данной ситуации в связи с тем, что в настоящее время существуют много различных передвижных мембранных установок для отделения азота из воздуха.

Для испытания технологий закачки азота и циклической закачки воды с целью повышения нефтеотдачи можно предложить некоторые месторождения в Южно-Тургайском бассейне, так как эти месторождения сложены карбонатными породами и имеют относительно небольшую глубину залегания коллектора, предварительно исследовав целесообразность применения данных технологий повышения нефтеотдачи.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Назарова Л.Н. Разработка нефтегазовых месторождений с трудноизвлекаемыми запасами. Учебное пособие. — М.: Изд-во РГУ нефти и газа им.И.М.Губкина, 2011. — 156 с.

[2] П.П. Ермаков, И.А. Еремин. Нагнетание азота в пористые среды. Журнал «Нефтяная промышленность», Москва 1996. Стр.45-50

[3] В.В.Еремин, С.И.Каргов, Н.Е.Кузьменко "Реальные газы" Москва,1998

[4] И.А. Тарасенко,С.В. Руцкий. Создание криогенного комплекса для производства и хранения жидкого азота в ОАО «Сургутнефтегаз» Технические газы № 2 (2010)

[5] A. Faisal et al., "Injectivity and gravity segregation in WAG and SWAG enhanced oil recovery," in Proc. SPE Annual Technical Conference and Exhibition, 2009.

[6] Bandar Duraya Al-Anazi "Enhanced Oil Recovery Techniques and Nitrogen Injection"CSEG ECORDER October 2007 p.29-33)

[7] C. Mayne and R. Pendleton, "Fordoche: An enhanced oil recovery project utilizing high-pressure methane and nitrogen injection," in Proc. International Meeting on Petroleum Engineering, 1986.

[8] C.F. Alcocer, D.E. Menzie. Enhanced Oil Recovery by Nitrogen Injection: The Effect of Increased Temperature and the Amount of Gas in Solution.SPE-12709-MS. 1984 http://dx.doi.org/10.2118/12709-MS

[9] D. Moissis, "Simulation of viscous fingering during miscible displacement in nonuniform porous media," Tech. Rep. 88-89, Dep. of Math. Sci., Rice Univ., Houston, Tex1988.

[10] Daltaban, T. S., A. Noyola, G. Trejo and R. Toledo: "An Investigation Into the Technical Feasibility of Gas Injection Into Fractured CHUC Reservoir in the Gulf of Mexico," paper SPE 74357 presented at the International Petroleum Conference and Exhibition in Mexico held in Villahermosa, Mexico (Feb. 10-12, 2002).

[11] Donald L. Kuehne, Deborah I. Ehman, Charles F. Magnani Design and Evaluation of a Nitrogen-Foam Field Trial

[12] Donohoe, C.W. and R.D. Jr. Buchanan. 1981. Economic Evaluation of Cycling Gas-Condensate Reservoirs with Nitrogen. Journal of Petroleum Technology.

[13] Earl Ray Freeman, James C. Abel Chin Man Carl Heinrich A Stimulation Technique Using Only Nitrogen SPE 1983, http://dx.doi.org/10.2118/10129-PA

[14] Firoozabadi, A. and Aziz, K.: "Analysis and Correlation of Nitrogen and Lean Gas Miscibility Pressures," SPERE (Nov.1986) p. 575-582.

[15] J. P. Clancy,R.E. Gilchrist, L.H.K. Cheng, D.R. Bywater, Analysis of Nitrogen-Injection Projects to Develop Screening Guides and Offshore Design Criteria. 1985.

[16] J. Linderman, F. Al-Jenaibi, S. Ghori, K. Putney, J. Lawrence, M. Gallet, Substituting nitrogen for hydrocarbon gas in a gas cycling project, SPE-117952, 2008; 3e6 Nov.

[17] J. Shine and M. Holtz, "Reserve growth & Higher Recovery using Nitrogen gas injection," in Proc. 2008 Wyoming EOR/IOR Conference, The Wyoming Enhanced Oil Recovery Institute's: PRAXAIR. Inc, 2008.

[18] J. Taber, F. Martin, and R. Seright, "EOR screening criteria revisited Part 1: Introduction to screening criteria and enhanced recovery field projects," SPE Reservoir Engineering, vol. 12, no. 3, pp. 189-198, 1997.

[19] L.O. Carlson,Performance of Hawkins Field Unit Under Gas Drive-Pressure Maintenance Operations and Development of an Enhanced Oil Recovery Project

[20] M. Holtz, Immiscible Gas Displacement Recovery, PRAXAIR, 2012.

[21] M. J. Farias and R. W. Watson, Interaction of Nitrogen/CO2 Mixtures with Crude Oil, Pennsylvania State University, University Park, PA, USA, 2007.

[22] M. Rezaei, S. R. Shadizadeh, M. Vosoughi & R. Kharrat (2014) An Experimental Investigation of Sequential CO2 and N2 Gas Injection as a New EOR Method, Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects, 36:17, 1938-1948, DOI:10.1080/15567036.2011.557705

[23] Mohammad Ali Ahmadia , Mahdi zeinali Hasanvandb, Sara Shokrolahzadehc Technical and economic feasibility study of flue gas injection in an Iranian oil field. Petroleum Volume 1, Issue 3, September 2015, Pages 217–222. http://dx.doi.org/10.1016/j.petlm.2015.07.010

[24] Necmettin Mungan, Enhanced Oil Recovery with High Pressure Nitrogen Injection http://dx.doi.org/10.2118/62547-MS 2000

[25] Niko, H., Schulte, A.M., Drohm, J.K. and Cottrell, C.W., 1989. The feasibility of tertiary nitrogen injection in waterflooded volatile oil reservoirs in the North Sea. J. Pet. Sci. Eng., 2: 119-128.

[26] O.S. Shokoya, S.A. Mehta, R.G. Moore, B.B. Maini, M. Pooladi-Darvish,A. Chakma, The mechanism of flue gas injection for enhanced light oil recovery, J. Energy Res. Technol. 126 (2004) 119.

[27] Power, Harry H.:"Relative Propulsive Efficiencies of air and natural gas in pressure drive operations," Petroleum Transactions, AIME Vol. 82(1929), H. Crichlow.

[28] Qingfeng Hou, Yousong Luo, Jian Guoqing Studies On Nitrogen Foam Flooding For Conglomerate Reservoir. 2012. SPE-152010-MS.

[29] R. Liu, J. Zhang, L. Meng, Feasibility Study of Steam/Flue Gas Mixture Injectionin Low Permeability Reservoir, SPE 142343, 2011.

[30] Rodriguez, F., G. Ortega and J. L. Sanchez: "Reservoir Management Issues in Cantarell Nitrogen Injection Project," paper OTC 13178

[31] S. Siregar, A. D. Hidayaturobbi, B. A. Wijaya, S.N. Listiani, Laboratory Experiments on Enhanced Oil Recovery with Nitrogen Injection ITB J. Eng. Sci. Vol. 39 B, No. 1, 2007, 20-27

[32] T. Ahmed, D. Menzie, H. Crichlow. Preliminary Experimental Results of High-Pressure Nitrogen Injection for EOR Systems. SPE-10273-PA. 1983. http://dx.doi.org/10.2118/10273-PA

[33] Tom Standing. 2006. Mexico's Cantarell field: how long will it last? Energy Bulletin, October 9, 2006.

[34] Vogel, John L, Yarborough, L. The Effect Of Nitrogen On The Phase Behavior And Physical Properties Of Reservoir Fluids. 8815-MS SPE Conference Paper - 1980. http://dx.doi.org/10.2118/8815-MS

[35] Wang, S. T., Xu, G. R. 2016. Injection of Nitrogen Foam for Improved Oil Recovery in Viscous Oil Reservoirs Offshore Bohai Bay China with nitrogen injection," Journal of Engineering and Technological Sciences, vol. 39, no. 1, pp. 20-27, 2007.

[36] Y. Yu, J.J. Sheng Experimental Study of Asphaltene Aggregation during CO2 and CH4 Injection in Shale Oil Reservoirs 2016

[37] Wayne A. Greenwalt, Saul Vela,L.D. J.A. ShirerA Field Test of Nitrogen WAG Injectivity. SPE-1982

[38] (http://petroleum.keruigroup.com/).

[39] Thomas, L.K. ; Dixon, T.N. ; Pierson, R.G. ; Hermansen, H.Ekofisk nitrogen injection.SPE 1991. http://dx.doi.org/10.2118/19839-PA

[40] Mostafa Lashkarbolooki et.al. Experimental investigation of the influence of supercritical carbon dioxide and supercritical nitrogen injection on tertiary live-oil recovery. The Journal of Supercritical Fluids. 117 (2016) 260–269.

Тургазинов И.К., Енсепбаев Т.А., Муканов А.

Азотты мұнай бергішті арттыру агенті ретінде пайдалану туралы әдебиеттер шолуы

Түйіндеме. Бұл мақалада азотты мұнай бергіштікті арттыру агенті ретінде пайдаланудың түрлі тәсілі қарастырылған, сонымен қоса оның қазіргі кездегі бар және болашақта болар тәсілдеріне ауқымды әдебиеттер шолуы жүргізілді. Азоттың қабатқа айдаудың түрлі тәсілдері қарастырылып, оның пайдалы және кем жақтары көрсетілді. Шолудың нәтижесінде, азоттың мұнаймен араласып және араласпай мұнайды ығыстыруы туралы қорытындылар шығарылып, анализ жасалды.

Түйін сөздер: азот, мұнай бергіштікті арттыру тәсілдері, мұнаймен араласып ығыстыру, араласпай мұнайды ығыстыру, газбен айдау тәсілдері.

Turgazinov I.K., Ensepbayev T.A., Mukanov A.

A comprehensive review of nitrogen injection and its application as improved oil recovery method

Summary. In this paper, we present a comprehensive state-of-the-art review of nitrogen injection. This review includes descriptions of underlying mechanisms, core flood laboratory work and field-scale pilots. The miscible and immiscible nitrogen injections are considered. List of recommendations and conclusions are provided based on this literature review.

Key words: nitrogen, improved oil recovery, miscible flooding, immiscible flooding, gas injection.

УДК 539.216; 620.3

Ж.К. Кадекенов, М.Ә. Бердали

(Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И.Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, kadekenov@gmail.com, berdaly.maksat@mail.ru)

МАЛЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ

Аннотация. Существуют различные признаки, по которым классифицируются космические аппараты - по назначению полезной нагрузки, по цели запуска, по национальной принадлежности, по способу вывода, по времени активного существования и так далее, но есть один признак, формально относящейся к массе и размерам аппарата, по сути может рассматриваться как качественный. В 90-х годах прошлого столетия все чаще стал звучать термины малый спутник, микроспутник. В чем же особенность таких аппаратов и что явилось причиной их появления.Когда говорят о малых спутниках, то первым признаком обычно называется его *масса* как

наиболее близко ассоциируемая с понятием «малый». Приводятся массы от тонны (сравните с массой Международной космической станции, и станет понятна «малость» такого аппарата) до десятков граммов (действительно, в привычном понимании это «мало»). Следующий параметр, — это размер аппарата. Здесь срабатывает ассоциация «метр с кепкой»: что ниже меня — то «малый». Или уж совсем «маленький» — то, что помещается в руке, в кармане (помнится, однажды получил письмо от иностранного отправителя, где в адресе по-русски было написано «Руководителю отдела маленьких спутников» — было немного смешно, но это отражало понимание весьма далеких от космической техники людей того, чем мы занимаемся). Остальные внешне не видимые признаки являются уже предметом профессионального интереса.

Ключевые слова: малые космические аппараты, развитие рынка МКА, проектирование и конструирование МКА, микроспутники, наноспутники и пикоспутники.

Ведение. Так что же такое «малый спутник»? Существуют ли признаки, по которым малые спутники отличаются от действительно больших спутников и которые выходят из плоскости размер-масса? Можно ли дать строгое определение этому понятию? Попробуем проследить генезис этого названия и определимся с терминами и понятиями.

Сейчас трудно установить приоритет того, кто впервые использовал это слово как термин, классифицирующий новый класс космических аппаратов. В 1990 году известная европейская фирма Arianespace, разработчик и производитель ракет-носителей Ariane, предложила платформу под названием ASAP(ArianeStructureforAuxiliarePayloads) в виде большой плоской шайбы диаметром 2.9 м, размещаемой между последней третьей ступенью ракеты Ariane-4 и выводимым ею основным космическим аппаратом. На платформе были размещены шесть спутников значительно меньшего размера по сравнению с основным аппаратом (рис. 1). С космодрома Куру во Французской Гвиане 22 января 1990 года попутно с основным спутником SPOT-2 (масса 1870 кг) ракета- носитель Ariane-4 (V35) вывела на солнечно-синхронную почти круговую орбиту высотой около 790 км и наклонением 98.6^0 шесть малых спутников: радиолюбительские американские PACSATи Webersat, аргентинский Lusatи бразильский Microsat-2 (каждый массой по 12 кг), а также английские UoSat-3 и Uosat-4 (по 48 кг). После отделения основного спутника и отхода его на безопасное расстояние малые спутники отделились в заданной последовательности с помощью пружинных толкателей.

Тогда же Arianespaceпредложила условную классификацию спутников *по массе* (см. таблицу 1). Попытки понять или ввести какие-то соответствия или ассоциацию кроме того, что micro, nanoи picoпоследовательно отстоят друг от друга на три порядка, не приводят к успеху. Однако использование этой классификации в качестве некоторого общепринятого критерия или "птичьего языка" оказалось удобным. Кстати, по этому формальному признаку первый советский искусственный спутник Земли, выведенный на орбиту 4 октября 1957 года, массой 83 кг вполне принадлежит классу микроспутников, а первый американский спутник Explorer-1, выведенный на орбиту 1 февраля 1958 года, массой 8.3 кг попадает в класс наноспутников. Следующий американский спутник Vanguard-1 (17 марта 1958 года) массой 1.5 кг вообще приблизился к классу пикоспутников. Иногда малыми спутниками называют все упомянутое множество аппаратов, а микроспутниками — все спутники с массой менее ста килограммов. Пикоспутники, в свою очередь, могут подразделяться на еще более мелкие классы.

Таблица 1

Mini	Small	Micro	Nano	Pico
1000-500 кг	500-100 кг	100-10 кг	10-1 кг	1-0 кг

Что же еще такого уникального в малых спутниках? Оказывается, не малые размеры и массу привнес термин «малые спутники». Точнее, не только размеры и массу, а иную идеологию подхода к разработке и использованию космических аппаратов. Например, попробуйте решить, что выгоднее — делать дорогой универсальный спутник, который уж если его вывели на орбиту, то он должен в течение долгого времени решать возложенные на него задачи, или же относительно быстро разработать, изготовить и вывести на орбиту несколько сравнительно недорогих аппаратов, чтобы, как это ни кощунственно звучит, в случае возможной поломки одного из них, вывести на орбиту следующий аппарат? Особенно если принять во внимание, что электронная компонентная база развивается столь стремительно, что быстродействие бортового компьютера через короткое может увеличиться на по-

рядок, а разрешение электронных камер позволит делать снимки значительно более высокого разрешения, чем прежде. А снизить стоимость вывода на орбиту можно, используя легкие носители, например, конверсионные.

Рис.1. Платформа ASAPдля попутного вывода микроспутников

Продолжая тему снижения стоимости доставки малых спутников на орбиту, следует упомянуть интенсивно обсуждавшийся в прессе способ вывода малых спутников — с помощью, например, крылатых ракет. Были даже инициированы несколько авиационно-космических проектов вывода малых спутников на легких ракетах, несомых различными самолетами (Ту-160, «Мрия», МиГ-31), но большинство из них так и остались проектами. Практически осуществить этот способ удалось лишь американцам на ракете Pegasus(разработка фирмы OrbitalSciencesCorporation, США), стартующей с самолета В-52. В частности, 17 июля 1991 года с борта самолета В-52, базирующегося на авиабазе Эдвардс, так был осуществлен запуск ракеты-носителя «PegasusHAPS», которая вывела на низкую околоземную орбиту семь американских военных микроспутников связи Microsat-1, ..., Microsat-7 каждый массой 22 кг. Основными достоинствами такого способа вывода являются малое время, необходимое для подготовки и реализации запуска, и возможность вывода спутника на орбиту достаточно произвольного наклонения. Недостатком — малая масса выводимой полезной нагрузки. В настоящее время отечественные разработчики вновь вернулись к этой идее. Интенсивно разрабатывается проект "Воздушный старт", использующий самолет-носитель АН-124- 100ВС "Руслан" как воздушную стартовую платформу и двухступенчатую ракету-носитель Полет. При этом ожидается, что расчетная стоимость выведения одного килограмма полезного груза составит около 10000 долларов - против 30000 долларов у аналогичного американского пускового комплекса Pegasus-XLи 40000 долларов у космического корабля многоразового использования (Шаттл).

В настоящее время используются в основном два способа вывода малых спутников — либо на среднем носителе типа Arianeпопутным запуском, либо на легком носителе типа «Днепр», специально ориентированном на групповой запуск такого типа аппаратов. Основной недостаток обоих способов — ожидание подходящего по срокам пуска и планируемой орбите вывода носителя. Появились даже фирмы, специализирующихся на посредничестве в поиске и отслеживании нужных по срокам и орбитам носителей. В США для запуска малых спутников используются средства собственной разработки, например, ракета «Delta» в разных модификациях.

Конечно же, не все задачи под силу решить малыми аппаратами — попробуйте, например, запустить космонавта на корабле с недостаточной надежностью или разместить большую оптическую систему на малом спутнике — отношение X к деще никто не отменял. Действительно, способность оптических приборов давать раздельное изображение двух близких точек характеризуется их разрешающей способностью. Дж.Релей, используя теорию дифракции, ввел критерий, в соответствии с которым предельное угловое разрешение определяется выражением 1,2 X/d, где X — длина волны,

d— диаметр апертуры - входного отверстия оптической системы. Тем самым, исходя из этого критерия, независимо от класса спутника должна быть обеспечена минимально необходимая апертура оптической системы.

Фактически, при разработке и использовании микроспутников работает принцип — оптимум достигается не на границах интервала, а где-то между ними. Но где? В общем, все это требует применения более сложных методов принятия решений. Например, как говорит поговорка — хорошо быть и здоровым, и богатым. А если хотя бы один компонент отсутствует? Допустим, имеющиеся материальные или финансовые ресурсы не позволяют быстро построить большой аппарат. «Длинных» ресурсов нет, но задачи же решать надо. Тогда можно попробовать использовать распределенный по времени ресурс — сегодня решаем часть задачи, придавая ей статус законченной, а при поступлении следующего ресурсного транша повторяем процедуру. Действуем «методом декомпозиции» — разбиением нерешаемой в целом и сразу задачи на подзадачи, каждую из которых удается решить имеющими средствами. Даже если в дальнейшем ресурсы и не поступают, то задача уже частично решена (накоплены знания, получена необходимая информация, проверена технология, продемонстрированы возможности, подготовлены специалисты).

Можно выделить два основных направления, по которым идет развитие малых спутников. Первое направление базируется на весьма противоречивой идее «Better, Faster, Cheaper», провозглашенной в американской программе NASAX2000(программа разработки и создания миниатюрных космических аппаратов). Анализ эффективности предложенной парадигмы приведен в статье Джима Ватцина из NASAGoddardSpaceFlightCenter(США). Интерпретация для детей почему надо делать малые спутники в забавной форме приведена на сайте NASA. Спутники, разработанные по такой идеологии, действительно являются малыми по массе и габаритам. При их изготовлении используются самые доступные компоненты, как правило, даже не проходящие сертификации для применения в условиях космоса и это — при обычно негерметичном исполнении корпуса спутника! Невысокая стоимости обусловлена тремя «составными частями»: недорогие комплектующие, дешевые студенческие рабочие руки и, — при малой массе спутника, — дешевый, а зачастую и бесплатный вывод на орбиту. Такие спутники, конечно, не решают сложные научные или технологические задачи. Полезная нагрузка для них может поставляться ее разработчиками даже бесплатно с целью, например, проверки ее работоспособности в условиях космоса перед ее использованием в дорогостоящих проектах.

Пожалуй, основным результатом такого подхода является обучение специалистов через их участие в практической работе, пусть и не сложной, но содержащей все основные этапы реальных проектов чего не удается достигнуть при любом, сколь угодно изощренном аудиторном обучении. Еще одним достоинством такого способа обучения является возможность для студента принять участие во всех этапах проекта — от замысла до обработки полетных данных в течение всего срока своего пребывания в университете. Перечислим только несколько известных зарубежных университетов, которые интенсивно вовлекают студентов в разработку малых спутников:

- Университет графства Суррей (ныне — SSTL) (начинали со спутников UoSat, всего к началу 2007 года запущено 27 малых спутников);
- Стэнфордский университет (проект OPAL, пикоспутники StenSatмассой 0,2 кг, QuakeSat, CubeSat);
- Технический университет Берлина (наноспутники TUBSat);
- Центр космических технологий и микрогравитации Бременского университета (BremSat);
- Университет штата Юта (аппарат NuSat);
- Университет Санта Клара (спутник Artemis);
- Университет Рима LaSapienza(четыре микроспутника UniSat);
- Массачусетский технологический институт (проекты SPHERESи EMFF).
- Университет Токио (CubeSat'bi)

Интересное предложение сделал профессор Роберт Твиггс из Стэнфордского университета несколько лет назад: каждый желающий может запустить индивидуальный наноспутник массой 1 кг и размером 10x10x10 см — эдакий кубик — и назвал его

CubeSat. Объявленная цена такой услуги — 50 тысяч долларов. Нельзя сказать, что выстроилась очередь из желающих, но то, что мода пошла на CubeSat'bi, сказать можно точно. На рис.2 изображен макет спутника в руках профессора Клауса Шиллинга из Университета Вюрцбурга (WuerzburgUniversity), Германия, под руководством которого по идеологии CubeSat'абыл разработан студента-

ми и успешно выведен на орбиту 27 октября 2005 года спутник UWE-1. Всего к настоящему времени изготовлено более 35 спутников этой серии и большинство из них выведено на орбиту.

Безусловно, заслуживает внимания опыт НАСА финансирования более сорока студенческих проектов малых спутников в университетах США, в частности, в Стэнфордском университете.

Европейское космическое агентство организовало международные студенческие проекты малых спутников ESEO (EuropeanStudentEarthOrbiter) и ESMO (EuropeanStudentMoonOrbiter) в рамках программы SSETI(StudentSpaceExplorationandTechnologyInitiative), целью которых является обучение студентов работать в распределенной команде, состоящей из групп более чем из 20-ти европейских университетов.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Блинов В.Н., Иванов Н.Н., Сеченов Ю.Н. Малые космические аппараты. (Книга 3) – 2010

[2] Кириченко Д. В., Глущенко А. А., Маслов К. К., Упитис К. И.Моделирующий стенд для испытаний бортовых оптико-электронных систем малых космических аппаратов с использованием средств имитации фоноцелевой обстановки – 2008, с.75 – 78.

[3] М.Ю. Овчинников, В. Д. Шаргородский, В.И. Пеньков, С.А. Мирер, А.Д. Герман, Р.Б. Немучинский. Наноспутник REFLECTOR. Выбор параметров системы ориентации. Космические исследования, 2007, т.45, N 1, 67-84.

[4] М.Ю. Овчинников, В.И. Пеньков. Пассивная магнитная система ориентации наноспутника, Космические исследования, 2002, т.40, N 2, с.156-170.

[5] G.V. Smirnov, M. Ovchinnikov, A. Guerman, Use of solar radiation pressure to maintain a spatial satellite formation, ActaAstronautica, 2007, V 61, Academy Transactions Note, 724 - 728.

[6] Jim Watzin, Observations from over a Decade of Experience in Developing Faster, Better, Cheaper Missions for the Nasa Small Explorer Program, ActaAstronautica, 2001, Vol. 48. No. 5-12. pp. 853-858.

[7] Michael D. Griffin, James R. French, Space Vehicle Design – 2004 с.156-170.

[8] M.Yu. Ovchinnikov, S.O. Karpenko, A.S. Serednitskiy, S.S. Tkachev, N.V. Kupriyanova, Laboratory Facility for Attitude Control System Validation and Testing, Digest of the 6th International Symposium of IAA "Small Satellites for Earth Observation", 23-26 April, 2007, Berlin, Germany, Paper IAA-B6-0508P, pp.137-140.

Кадекенов Ж. К., Бердали М. Ә.

Кіші ғарыш аппараты

Түйіндеме. Ғарыштықаппараттар әр түрлібелгілерібойыншажіктеледі - мақсаты, пайдалы жүктеме мақсаты, ұлттық ерекшеліктері, шығутәсілі, уақыты,белсенді жұмыс істеуінбойынша және тағы басқа. Бірақ, сапа масса мен өлшемге байланысты жеке қарастырылатын ресми түрде түрде қарастырылатын белгі. Өткен ғасырдың 90-шы жылдары кішісерік және микросерік терминдері жиі айтыла бастады. Осы құрылғылардың ерекшелігі неде және не себепті олар жиі қолданыла бастады. Серік тцралы айтқан кезде ең басты есепке алынатын жағдай оның кіші мөлшері. Келтірілген массаны тоннамен (Халықаралық ғарыш станция массасымен салыстырып көріңіз, сол кезде кіші деген сөздің мағынасы түсінікті болады) ондаған грамм негізінде салыстырып көріңіз (шын мәнінде бұл "аз"). Келесі параметр — бұл құрылғының мөлшері. Мұнда менен кіші төмен деген қағида қолданылады. Немесе алақанда тұратын, қалтаға сиятын нәрсе мүлде кішкентай болып қарастырылады (бір күні шет елден хат алдым. Ол хатта мекен-жай орыс әріптерімен келесідегідей жазылған болатын: “Кішісерік бөлімінің бастығына”, түсінікті болғанымен, ғарыш техникасымен жұмыс жасайтын адамдар туралы ойларын білдік). Қалғандары сыртқа көрінбейтін кәсіби қышығушылықтың мәні болып табылады.

Түйін сөздер: кіші ғарыш аппараты, кіші ғарыш аппараты нарығының дамуы, кіші ғарыш аппаратын жобалау және құрастыру, микросерік, наносерік және пикосеріктер.

Kadekenov Zh. K., Berdali M. A.

Small spacecrafts

Summary. There are various characteristics by which spacecrafts are classified. They are: according to useful destination loading, start purpose, a national identity, a conclusion method, on time of active existence etc. There is one sign that is formally belongs to device’s weight and sizes. In fact, it can be considered as a high-quality. In the nineties of last century, the following terms started to be used repeatedly: small satellite, the micro satellite. So, what is the reason of their appearance? When scientists speak about the small satellite they remember about its size as the associations small. It is highlighted the masses from ton (compare with the mass of the International Space Station, and "trifle" of such device) to grams’ tens (in fact, in habitual understanding it is "not enough"). The next parameter is the device’s size. If it is smaller than it means that it is "small". Another thing is absolutely "small" — what can be put in a hand, in a pocket (it is should be remembered that once I got the letter from the foreign sender. The address was written in Russian that sounded like this to "The head of little satellites department" — it was a little ridiculous but it reflected the

understanding of people who are very far from space technique). Other characteristics are invisible and they are the subject of professional interest.

Keywords: small spacecrafts, small spacecrafts' market development, projecting and construction of small spacecrafts, microsatellite, nanosatellite, picosatellite.

ӘОЖ 665.66(574)

Б.Т. Акашев, Т.Ж. Жұмағұлов, Э.Р. Салединов, А.Н. Нұрлыбеков
(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
E-mail: akashev_b@mail.ru

ҚАБАТТЫҢ СУЛАНУЫНАН КЕЙІНГІ МҰНАЙ ӨНДІРУ КОЭФФИЦИЕНТІН ЖОҒАРЫЛАТУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

Андатпа. Бұл мақалада мұнай кен орындарындағы өндіру ұңғымаларының мерзімінен бұрын суланууына байланысты, мұнай өндіру қарқындылығы мен көлемнің қысқару мәселелері қарастырылған. Осы айтылған қиыншылықтарды шешу үшін мұнай қабаттарына әсер етудің жаңа әдістерінің бірі, жаңа технологияны, яғни Plasma Streamer және ASP арқылы қабатқа әсер етуін қолдану. Plasma Streamer әдісі тоқтап қалған кен орынның екінші өмірін жандандыруға негізделген. Ол мұнай қабатына жарылыс арқылы әсер етеді. Plasma Streamer құбыр арқылы өнімді қабатқа дейін түсіріліп, кабель арқылы заряд беріледі де қабатта жарылыс жасайды. Соның көмегімен қабатқа жалпы есеппен алғанда 1см^2 -қа 10кН қысым беріліп, өткізгіштігі төмен тау жыныстарында жарықшалар салады, сол жарықшалар арасынан өтпей қалған мұнай өндіріледі.

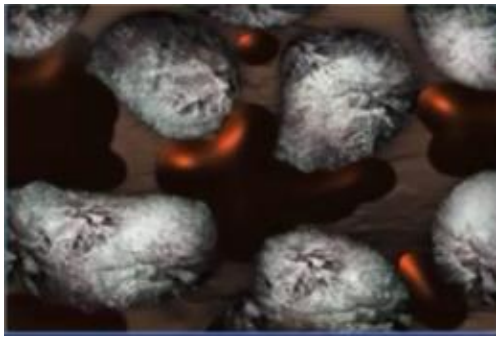
ASP технологиясын экологиялық жағынан қарастыратын болсақ, ASP технологиясы айтарлықтай қоршаған ортаға зиянды азайтып, табиғи ресурстарды неғұрлым тиімді және қарқынды пайдалануға мүмкіндік береді. Назар аударатыны, ASP технологиясы жаңа инфрақұрылымды салуды қажет етпейді. Осылайша, мұнай өндіру компаниялары қоршаған ортаға зиянды азайтуға және мұнайдың әрбір тоннасына қосымша жинақталатын қалдықтарды азайтуға болады.

Стандартты мұнай бергіштікті жоғарылату тәсілін қолданғанда 10 жылдай уақыт кететін болса, ASP технологиясын қолданғанда 5-7 жылға уақыт үнемделеді.

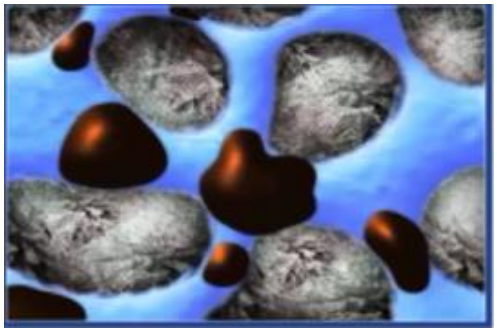
Кілт сөздер: Мұнай, технология, полимер, БАЗ.

Дүние жүзілік жанар-жағармайдың энергетикалық балансында мұнайдың үлесі жоғары: адамзат пайдаланатын қуат көздері ішінде 48% құрайды. Болашақта бұл көрсеткіш мұнай өндіру көлемінің азаюынан және атом өндірісі мен басқа баламалы қуат көздерін пайдаланудың өсуінен кеми береді.

Дегенмен әлемдегі жетекші энергетикалық компаниялардың мәліметтері бойынша, дүние жүзіндегі экономикалық дағдарысқа байланысты 2050 жылға қарай әлемде мұнай энергиясына деген сұраныс екі немесе үш есеге өседі. Ал мұнай өндіру жылдан жылға экономикалық және технологиялық жағынын қиындық тудыруда. Кейбір кен орындарда өндіру ұңғымалары мерзімінен бұрын суланууына байланысты жабылып жатыр. Осының барлығы мұнай өндірудің қарқыны мен көлемінің біртіндеп қысқаруына алып келеді. Осындай үрдістерді жақсарту әдістерінің бірі, заманауй технологияларды оңтүстік Торғай ойпатында орналасқан мұнай кеніштеріне қолдана отырып, олардың мұнай өндіру коэффицентін жоғарылату болып табылады. Ал мұнай қабаттарына дәстүрлі су айдау әдісін қолданған жағдайда, мұнайдың 30-35%-ы ғана өндіріледі екен. Дәстүрлі әдісті қолданғанда қабаттағы сұйық максималды түрде сығылады. Бірақ мұнайды сумен ығыстыру кезінде қабатта 60-70% мұнай қалып қояды, оның ішіндегі қуыстарда қыстырылып қалған мұнай көлемі 40-50%, ал мұнай өткізгіштігі төмен тау жыныстарында 20-30% қалып қоятыны ғылыми зерттеу нәтижелерінде теориялық дәлелденген (сурет 1).



А) Қабаттың сулануына дейінгі мұнай көрінісі

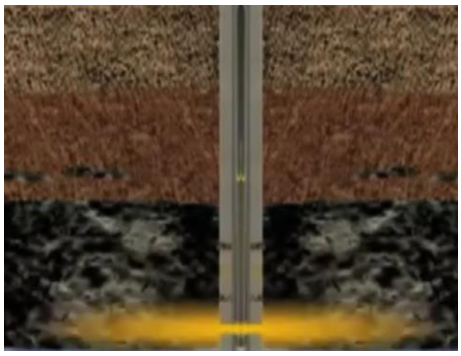


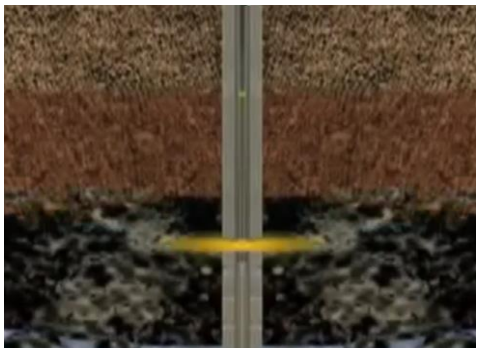
Б) Қабаттың сулануынан кейінгі мұнай көрінісі

Сурет 1. Мұнай қабаттарына дәстүрлі су айдау әдісін қолдану

Осы жағдайларды ескере отырып біз екі жаңа технологияны пайдалануды ұсынуымызға болады, олар Plasma Streamer және ASP арқылы қабатқа әсер ету.

Plasma Streamer әдісі тоқтап қалған кен орынның екінші өмірін жандандыруға негізделген. Ол мұнай қабатына жарылыс арқылы әсер етеді. Plasma Streamer құбыр арқылы өнімді қабатқа дейін түсіріліп, кабель арқылы заряд беріледі де қабатта жарылыс жасайды. Соның көмегімен қабатқа жалпы есеппен алғанда 1см^2 -қа 10кН қысым беріліп, өткізгіштігі төмен тау жыныстарында жарықшалар салады, сол жарықшалар арасынан өтпей қалған мұнай өндіріледі (сурет 2).





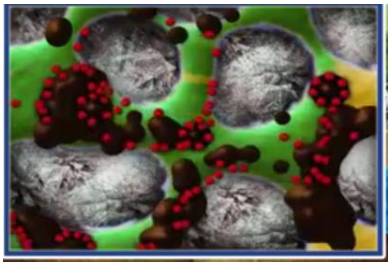
Сурет 2. Құбыр арқылы өнімді қабатқа дейін түсіріліп, кабель арқылы заряд беріліп қабатта жарылыс жасау көрінісі

Әлемде қолданылатын озық жаңа технологиялардың бірі ASP (Alkaline Surfactant Polymer) арқылы сулануданкейін қабатта қалған мұнайды өндіруге болады. Бұл әдіс Канада, АҚШ, Қытай мемлекеттерінде жақсы нәтиже берген [1, б.3-4].

Аталған мемлекеттердің кен орындары мен біздің елдің кен орындарының, атап айтқанда Оңтүстік Торғай ойпатында орналасқан мұнай кеніштерінің геологиялық құрылымын, тау жыныстарының қасиеттерін салыстыру нәтижесінде, ASP технологиясын қолданған жағдайда жақсы нәтиже береді деп ойлаймыз. Себебі ASP технологиясын кез-келген бор қабаттарына қолдануға болады. Ал біздің кен орындар негізінен бор және юра қабаттарынан тұрады.

ASP-ның жұмыс істеу технологиясы келесідей: суланған өнімді қабатқа үш компонентті химиялық реагент айдалады. Сода қабатты жұмсартады, БАЗ (беттік активті заттар) мұнайды майда-майда тамшыларға бөліп, қою эмульсия жасайды. Полимер сұйықты ығыстырып шығарушы компонент ретінде қолданылады. Үш компонент бірге жұмыс жасап, өз алдына "итеру тиімділігін" жасайды. Оның көмегімен қосымша мұнай өндіру коэффициенті жоғарылайды (сурет 3,4).

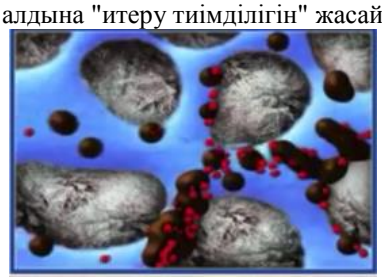
Сода қабаттың электр зарядын ауыстырады



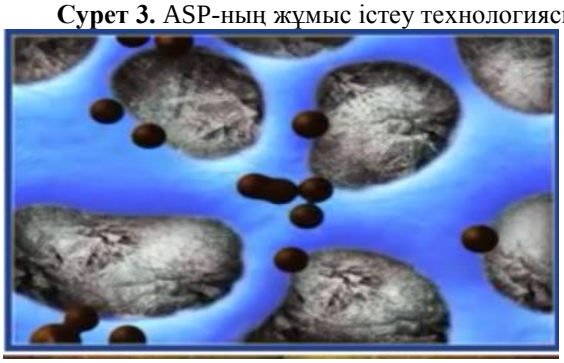
БАЗ (беттік активті заттар) мұнайды майда-майда тамшыларға бөледі

Полимер шығарушы компонент ретінде қолданылады

Үш компонент бірге жұмыс жасап, өз алдына "итеру тиімділігін" жасайды



Сурет 3. ASP-ның жұмыс істеу технологиясы



Сурет 4. ASP технологиясын қолданғаннан кейінгі қабаттағы қалған мұнай тамшыларының көрінісі

Полимерлі су айдауды қолдану үшін кәсіпшілікті орналастыру кезінде қарапайым су айдау технологиясында қолданылатын жабдықтарға қосымша полимер ерітіндісін дайындайтын қондырғы және дайын болған кезде оны су айдау ұңғымаларына айдау қажет. Бұл қондырғы блокты шоғырланған сорапты станцияның жанында жасақталады. Полимерлерді еріту үшін әртүрлі қондырғылар қолданылады. Олардың құрылысы реагенттің товарлы түріне байланысты болады. Қазіргі уақытта өндірістік тәжірибе жұмыстарын жүргізу кезінде 8 пайыздық ПАА (Полиакриламид) гелі қолданылу жоспарлануда. Су айдау ұңғымаларының қабылдағыштығын, пайдалану ұңғымалардың шығымын және сулануын, қабат қысымын және динамикалық деңгейді мұқият бақылауды іске асыру керек. Қазіргі уақытта полимерлі су айдау Қаламқас кен орнының тәжірибелік аумақтарында іске асырылуда. Олардың игеру нәтижелері Құмкөл кеніші бойынша жобалау үшін негіз бола алады. Әртүрлі геологокәсіпшілік шарттарда рентабельді екенін өндірістік тәжірибе жұмыстарының мәліметтерін негізге ала отырып қорытынды жасалады. Сол үшінде ондай игеру жұмыстары қатаң бақылау мен реттеу жасалып жүргізіледі. Осы кезде кеніштің гидродинамикалық алаңының игеру аумағына ешқандай өзгертулер жасалмауы керек. Бір мағыналы интерпретация үшін кәсіпшілік зерттеу жұмыстарының нәтижелері барынша нақты болуы керек.

Полимерлі ерітіндінің модификациясы үшін ең маңызды технологиялық қосылғыш болып хром ацетаты табылады. Геологиялық-сүзілгіштік қасиеттері бойынша Арысқұм кен орнына ұқсас (мысалы: тиімді кеуектілік коэффициенті – 22%) қабат моделінде су және оған арнайы ингибиторлар қосу арқылы мұнайды ығыстыру коэффициенттері тәжірибе жүргізу арқылы анықталды. Төмендегі кестеде осы тәжірибенің нәтижелері көрсетілген.

Кесте 1. **Қабат моделіндегі мұнайды ығыстыру коэффициенттерінің тәжірибелік нәтижелері**

№	Сумен және оған арнайы ингибиторлар қосу арқылы мұнайды ығыстыру	Ығыстыру коэффициенті (Су арқылы)	БАЗ ерітіндісі арқылы	Қосымша ығыстырылған мұнай
1	Сумен	35,763	37,713	1,95
2	Судағы полимерлік қоспалар ерітіндісі арқылы	35,76	47,48	11,72
3	Алдымен БАЗ, содан кейін полимерлік қоспалар ерітіндісі арқылы	35,76	49,207	13,447
4	Алдымен полимерлік қоспалар, содан кейін БАЗ ерітіндісі арқылы	35,684	55,292	19,608

Бұл әдісті экологиялық жағынан қарастыратын болсақ, ASP технологиясы айтарлықтай қоршаған ортаға зиянды азайтып, табиғи ресурстарды неғұрлым тиімді және қарқынды пайдалануға мүмкіндік береді. Назар аударатыны, ASP технологиясы жаңа инфрақұрылымды салуды қажет етпейді. Осылайша, мұнай өндіру компаниялары қоршаған ортаға зиянды азайтуға және мұнайдың әрбір тоннасына қосымша жинақталатын қалдықтарды азайтуға болады.

Стандартты мұнай бергіштікті жоғарылату тәсілін қолданғанда 10 жылдай уақыт кететін болса, ASP технологиясын қолданғанда 5-7 жылға уақыт үнемделеді. Осылайша, технологияның энерготиімділігін дәлелдейді. Әлемдегі экологиялық мәселелермен айналысатын компаниялардың бірі Environmental Resources Management (ERM) ASP технологиясын қоршаған ортаға әсерін «шағын және әлсіз» деп бағалады. Себебі ASP-ға қолданылатын қоспалар улы емес екені анықталған. Олар тұрмыстық химияда (сода және БАЗ) және су тазартқышта (полимер) қолданылады. Сонымен қатар, барлық компоненттердің улылық кодтары және шекті рұқсат етілген концентрациясы белгіленген нормадан аспайды [2, б.24-25].

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Гафаров Ш.А. Экспериментально-лабораторное обоснование и оценка результатов закачки «ПДС+ПАВ» в порово-кавернозно-трещинные карбонатные пласты Балкановского месторождения АНК «БАШНЕФТЬ» // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2005. №2.URL: http://ogbus.ru/authors/Gafarov/Gafarov_4.pdf

[2] Грунвальд А.В. Использование метанола в газовой промышленности в качестве ингибитора гидратообразования и прогноз его потребления в период до 2030 г., ВНИИГАЗ/ГАЗПРОМ // Журнал Нефтегазовая Вертикаль, №10/2014 // Нефтегазовое дело». - 2007.

Акашев Б.Т., Жұмағұлов Т.Ж., Салединов Э.Р., Нұрлыбеков А.Н.

Технология повышения коэффициента добычи нефти после обводнения пласта.

Резюме. Приведены сведения о эксплуатационных скважинах на нефтяных месторождениях, которые затоплены до времени планирования снижения темпа и объема. Для их решения есть новые технологии влияния на пласты с помощью Plasma Streamer и ASP. Plasma Streamer основан на возрождении остановившихся нефтяных месторождений. Эта технология влияет на пласт взрывом. Plasma Streamer опускается на пласт с помощью труб, и с помощью кабеля передав сигнал, создает взрыв на пластах.С его помощью на 1см^2 дается давление 10кН, и создает трещины в горных породах с низкой пропускаемостью и в этих трещинах вырабатывается оставшаяся нефть.

Технология ASP снижает риск вреда на окружающую среду, способствует использованию природных ресурсов экономно и с пользой. Самое важное, технология ASP не требует сооружение новых инфраструктур. И таким образом, нефтедобывающие компании могут снизить вредность на окружающую среду и снизить скопления ненужных остатков на каждой тонне нефти.

Если использовать стандартные способы нефтеотдачи, то потребуется 10 лет, а если использовать технологию ASP можно сэкономить 5-7 лет.

Ключевые слова: Нефть, технология, полимер, ПАВ

Akashev B.T., Zhumagulod T.G., Saledinov E.R., Nurlybekov A.N.

The technology increased efficiency of oil production,after the aquifer.

Summary. In this article is written about exploitation wells, which flooded before the planning time and its decreasing of tempo and bulk. To solve these problems, we can use one kind of new technologies, which affect to stratum

by utilizing ASP and Plasma Streamer. Method of Plasma Streamer is directed to animate the second life of oil field which was suspended. It affects to oil layers by exploding. Plasma Streamer moves down through pipeline until zone of product and gets charge by cable then makes explosion in layer. With its help gives a pressure 10 kN to 1 cm^2 and creates a crack in the rocks with low transmittance, then in these cracks obtains remaining oil.

If you look at the ASP technology from an environmental point of view, it promotes the use of natural resources economically and usefully. The most important thing of technology, it doesn't need to build a new infrastructure. Thus, the oil companies can reduce harmfulness to the environment and reduce the accumulation of unnecessary residues for each ton of oil.

If we use the standard methods of oil recovery, it will take 10 years and if we use technology ASP, we will save 5-7 years.

Key words: Oil, technology, polymer, SAS

УДК 621.3

Г. Н. Алипбай, А. К. Бижанов
(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Guldana.alipbay@mail.ru, men_kazakpin_a@mail.ru

ЗАМАНАУИ 3D FDM – БАСПАСЫНА ШОЛУ

Аңдатпа : Бүгінгі таңда 3D баспа технологиясының дамуының бірнеше дамушы негізгі бағыттары бар. Әрбір технологияның өзінің ерекшеліктері бар, артықшылықтары мен кемшіліктері бар.

3D технологиясы затты жасаудың аддитивті класына жататын сала болып табылады. “Ағаш емес” жасалады және сатылы түрде қабаттау арқылы жасалады. Ал осыған қарама-қайшы мысал ретінде – барлығымызға белгілі- жонып өңдеу , бұл кезде дайындамалардан артық жерлерінің барлығы жонып алып тасталынады да, ал соңында біз дайын өніммен бірге, одан да көп артық қалдықтарды да аламыз. Бұл мақалада FDM-технологиясы, атап айтқанда 3D-басып шығару қарастырылады. Болашақ технологиясы болып саналатын 3D баспа қазірдің өзінде экономиканың әр саласына енуде. Кейбір салаларда дәстүрлі технологияларды ығыстыруда.

Кілттік сөздер: Баспалар , технологиялар, FDM баспасы.

3D баспа технологиясы бұл өте танымал 3D-пресс, қазір адам өмірінің түрлі салаларында пайдаланылады. Бұл мақалада FDM-технологиясы, атап айтқанда 3D-басып шығару қарастырылады. Болашақ технологиясы болып саналатын 3D баспа қазірдің өзінде экономиканың әр саласына енуде. Кейбір салаларда дәстүрлі технологияларды ығыстыруда. Бұл 3D баспа технологиясы бүгінгі таңда қарқынды дамып қол жетімсіз болып саналатын әуе-ғарыш және ғылыми зерттеу салаларынан әркімнің қолы жететін тұтынушылық салағада енуде. Бұған себеп - өткен ғасырдыңғ 80жылы Stratasys компаниясы потенттеген FDM технологиясымен жұмыс істейтін 3D принтерлердің аналогын open ресурс қозғалысын қолдаушы энтуазистер жасап шығарды да оны FFF технология деп атады . Содан ғаламтор желісінде еркін лицензиямен конструкторлық-технологиялық құжаттарын және бағдарламаның ашыққодтарын еркін таратты. 3D технология баспасы қазіргі таңда бірнеше негізгі бағыттары бар. 3D баспасының әр технологияның өзінің артықшылықтары мен кемшіліктері бар. Біз әртүрлі салада жұмыс жасай отырып барлығын бақылауда ұстаймыз. [1]

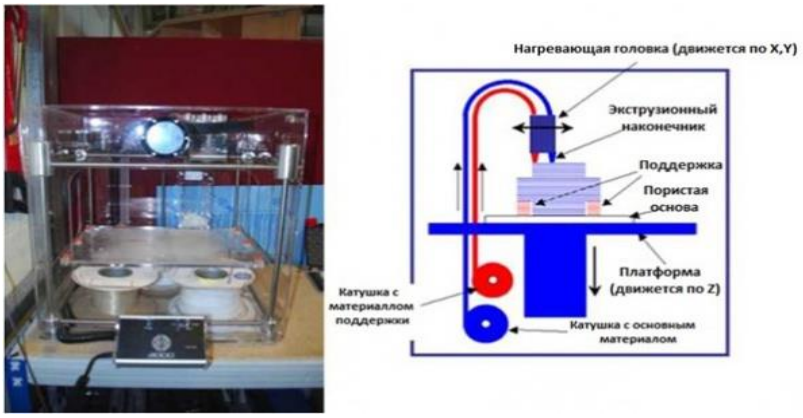
1-сурет. 3D баспасының FDM технологиясы.

3D баспасының FDM технологиясы- аддитивтік өндіру технологиясы ,үш өлшемді модельдерді жасауда, прототиптеуге және өндірістік салада кеңінен қолданылады.

3D баспасының FDM технологиясының тарихына келетін болсақ , қабаттың балқытып құю әдісімен басу С. Скотт және Прпшптың бастауымен 1980-жылдардың соңында бастауын алған еді.

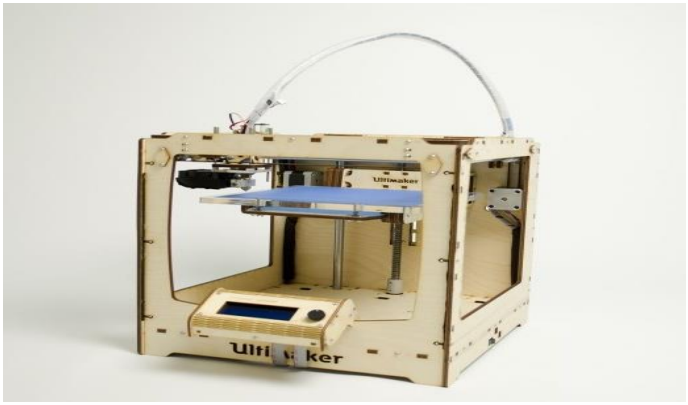
Жұмыс істеу үрдісі.

Өндірістік цикл үш өлшемді сандық модельді өңдеуден басталады STL формасындағы модель қабаттарға бөлінеді және баспа шығуына ыңғайлы етіп бағытталуы . Кейбір құрылғылар бір өндірістік циклда әртүрлі материалдарды қолдануға мүмкіндік береді.



2-сурет. 3D баспаның жұмыс істеу сызбасы.

3D-баспада FDM жобалауда көптеген маңызды элементтері бар болып табылады. Көптеген FDM баспалар ағаш материал жағдайына қол жетімді - осындай шешім арзан үй меншігінде, бірақ іс жүзінде өндірілген модельдер сапасына оң әсерін тигізеді, баспа кезінде дірілді жұтып көмектеседі. Екінші жағынан, болаттан немесе алюминийден жақтау құрылғының әсері ұзақ қарсылыққа төтеп береді. [2]

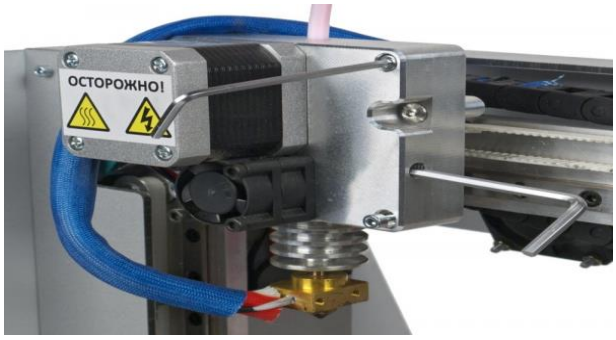


3 - сурет. 3D-баспасы Ultimaker ашық ағаш қорап

Көптеген танымал материалдар (мысалы, ABS-пластик немесе нейлон) шөгуінің жоғары дәрежесі бар. «Шөгу» салқындату кезінде материал көлемінің қысқаруына әкеледі. Қабаттары бірдей ABS-пластик тым жылдам және біркелкі салқындату бұрау жағдайында деформация моделін жалпы крекингке әкелуі мүмкін.

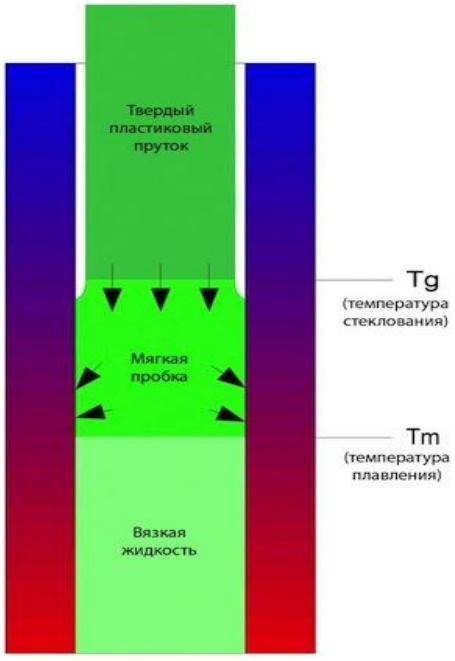
Экструдер. Келесі негізгі элементі экструдер, яғни басып шығару басшысы болып т абылады. Бұл құрылғылар құрылымдық әр түрлі болуы , бірақ әдетте сол негізгі компоненттерді қамтуы мүмкін: саптама жіп жеткізу механизмін созылып балқу үшін саптама жіп қызметін және балқытылған материал экструдациялауға саптаманы жылытуға қыздыру элементі көмектеседі. Әдетте желдеткіш және алынбалы электр қозғалтқышы қолданысқа тісті немесе бұрандалы айқын болғандықтан, электр моторлы саптама пластикалық талшықты жіп өткізу, механизмін кесуші жүргізеді Өте маңызды сәт

түбі мен саптаманың жоғарғы қабат арасындағы күрт температуралық градиент болып табылады - осы мақсаттар үшін, желдеткіш орнатылған.Шыны көшу температурасы шекті пластмасса өзгерген кезде көлемде кеңейту, жұмсақ әрі жабысқақ емес болады. [3]



4-сурет .Экструдер 3D PrintBox

Принтердің (жоғарғы) бөлігінде алынбалы қозғалтқыш механизмі, (ортасында) қос-желдеткішті және (төменгі) электр қыздыру элементіне байланысты саптама көрсетілген (4-суретте). Бұл күйде, фрикциялық материал саптаманың ішкі қабырғалары артады, ауданы ұзындығы тым үлкен болса, жалпы үйкеліс коэффициенті алынбалы тетігі шамадан тыс болуы мүмкін. Осылайша. Unmelted жіппен саптаманың ұзындығы және балқытылған материал ұзындығы ерекше қасиетке ие, бірақ шыны көшу температурасы пластикалық бөлігі мүмкіндігінше қысқа болуы тиіс. Бұл мәселені ең тиімді шешім жіпті және саптаманың жоғарғы бөлігін салқындату, радиаторларды және желдет-кіштерді пайдалану болып табылады. Көптеген термопласты жоғары температурада ұзақ әсерінен кейін икемділігін жоғалтады, және нәтижесінде қатты заттар саптаманы бітейтін болады, өйткені біз балқытылған күйде пластикте тұруы уақыт екенін ескеріңіз, тым барынша азайту керек. [4]



5-сурет. Тұтқыр қатты көшу пластик жіпті

Таяу бөлім ұзындығы басу материалмен проблемаларды болдырмау үшін мүмкіндігінше қыс-қа болуы тиіс

Жұмыс үстелі Systems Cube Y-осі - Платформа X және Z арқылы экструдер жылжиды. Координаттар жүйесіне байланысты платформа статикалық немесе жылжымалы болуы мүмкін.

Артықшылықтары Stratasys жүйелері салыстырмалы жинақы болып табылады. Қызмет көрсету оңай, модель жеткілікті күшті алады. Кемшіліктері құрылыс 0.127 жуан қабаттар - 0,254 мм. Ал өте төмен сапалы FDM модельдер салдарынан, бас бөлігі бетінде жұмыс істейді . Қызған кезде жүктер талшықтар (қабаттар) байламы пайда болуы мүмкін.

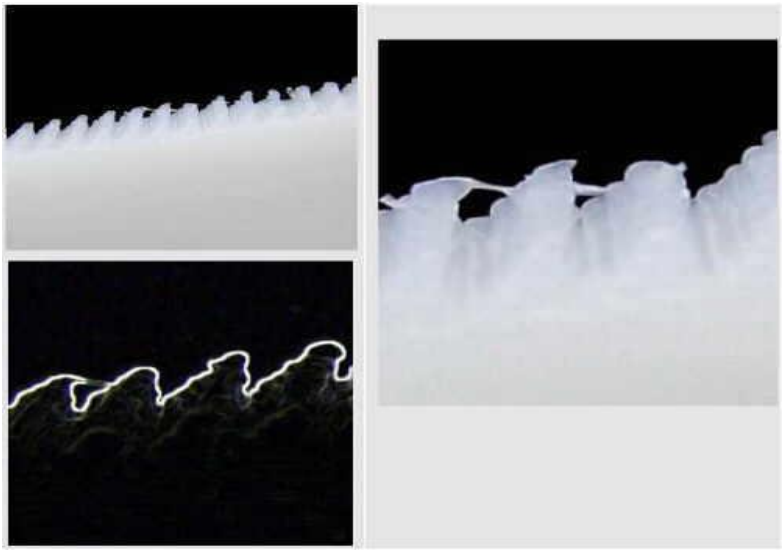
Жабдықтарды құны. Objet сияқты Stratasys 3D принтерлердің өте кең ауқымын ұсынады. Олар Objet құнынан сәл артық және 100 000 диапазонында тұр - ал функционалдық төмен сапасы төмен модельдерге байланысты - 350 000 €. Шығыс материалдары , материалы ABS - бұл Акрилонитрил сополимерлерді (Акрилонитрил), бутадиен (бутадиен) этилен мен бензол (стирол) химия. компоненттерін түрлі пропорцияда айтарлықтай материалдың физикалық және механикалық қасиеттері айқындайды. Ал параметрлерін бірқатар ABS тәрізді материалдар Stratasys төмендегі кестеде көруге болады, себебі бастапқы ABS сәйкес келмейді. [5]

1-кесте. **Шығыс материалдары**

Материалдарға сипаттама	Түпнұсқасы ABS Boedeker Plastics компаниясы	Stratasys ABS	Stratasys ABS Plus	3D Systems Accura 50	Objet VeroWhite
Үзілуге беріктік шегі (psi)	6 500	3 200	5 295	7 030	7 221
Серпімділік модулі (psi)	340 000	236 000	329 500	360 000	361 775
Аралық үзілуге созылу(%)	25	6	4	5,3	25
Бұралудың беріктік шегі (psi)	11 000	6 000	7 604	10 400	10 817
Бұралудың модулі (psi)	320 000	266 000	319 737	320 000	309 865
Соғуға сынау әдісі Изода (ft lb/in)	7	2	1,8	0,31	0,66
Қыздыру кезінде пішіннің өзгеру температурасы psi (C)	102	96	82	43	43,6

Артықшылықтары түпкілікті өнім өндіру үшін пайдаланылатын түпнұсқасы ABS және ДК материалдар, тиісінше FDM материалдар дайын жалғыз өнімдер ретінде пайдаланылатын жоспарланып отыр. Кемшіліктері

Материалдардың құны , силикон қалыптар үшін шеберлік модельдер ретінде өнімді пайдалану мүмкін еместігі - үлкен өңдеуді қажет ететін , кіші затты өнімдерді жасауға қабілетсіздігі.



5–сурет. Кемшіліктері

Шығыс материалдарының құны 1 кг үшін 330 € .Тиісінше соңғы өнімнің шағын партиясының өндіріске тым қымбатқа түседі.

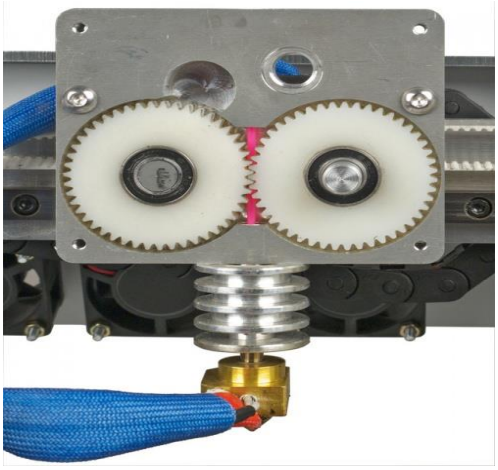
Принтнр Prusa i3 - 2012 жылдың мамыр айында Джозеф Pryushey (Йозеф Prusa) және Anonsirova әзірлеген 3D-принтерлер схемасы. I3 Prusa Edition GPL бойынша лицензияланған және басқа да көптеген факторлар бүкіл әлем бойынша Prusa i3 вариация өсіп санын одан әрі дамуына үлес қосқан, бірақ, әдетте, құрастыру және функционалдық жалпы принциптерін ұстанады бастапқы Prusa i3 .. [3]

6–сурет. 3D-принтер PICASO дизайны.

Принтер бокс

Жақында алғаннан танымалдығы Delta жүйесін үйлестіру - мұндай құрылғылар «Дельта робот» деп аталатын және дәл басып шығару және плот аума тік өлшемін оңай кеңейту тұрғысынан белгілі бір жеңілдіктер ұсынады.

Мойынтірек және басшылық құрылыс элементтері әдетте алюминий немесе болаттан жасалған. Экструдер платформасы жетек және белбеу немесе бұрандалардың көмегімен жүреді.



7 – сурет. Экструдер.

Соңында, FDM 3D-баспа дамуы бізге бұйрығына бүкіл салалық 3D-дизайн және полиграфия әзірлеуге мүмкіндік береді. 3D-бутиктер көптеген елдерде үйреншікті тауарға айналды. Таратылу технологиясы FDM баспа әлемдік экономиканың қайта құрылымдауға әкелуі мүмкін: дайын өнім өндіру үшін ішкі сұраныстың өсуімен шығыс материалдарының сұранысының өсуі мен қатар жүреді. Бөлшек тізбектері және көлік компаниялары жергілікті өндірістің негізінде жаңа бизнес моделін бейімделуге мәжбүр болады. [2]

ӘДЕБИЕТ

[1] Первая книга о 3D печати на русском языке «Доступная 3D печать для науки, образования и устойчивого развития» (Low-cost 3D Printing for Science, Education and Sustainable Development) готова!1982 - 275-278.

[2]"Доступная 3Д печать для науки, образования и устойчивого развития" 1989. - 214 с.

[3]"Недорогая 3Д печать для науки, образования и устойчивого развития" 1990.- 155 с.

[4] "Бюджетная 3D-печать для науки, образования и устойчивого развития" 1993. - 215 с.

[5] "Доступная 3D-печать и её применение в сфере науки, образования и устойчивого развития" 1991 – 123 с.

Алипбай Г. Н., Бижанов А. К.

Обзор современных 3d fdm-принтеров

Аннотация. Основные направления развития технологии 3D печати на сегодняшний день есть несколько развивающихся. В каждой технологии есть свои особенности, преимущества и недостатки.

Технология создания 3D-предмета отрасли, к классу аддитивных . “Не дерево” сделана в виде продаж и подналадка. А если противоречит, в качестве примера – как известно, - фрезерная обработка , фрезерная заготовок, при этом исключаются все больше земель,а в конце мы вместе с готовой продукцией, мы можем в более и более отходов. В данной статье рассматривается3D технологии, в частности FDM технология 3D печати. Технология 3D печати уже применяется в каждой отрасли экономики, и являются технолигиями будущего. И уже замещают традиционные технологии в некоторых сферах промышленности.

Ключевые слова: Принтер , Технология 3D-печати , FDM принтер.

Alipbai G. N., Bizhanov A. K.

Review of modern 3d fdm- printer.

Summary. The main directions of development of 3D technology of a seal have several developing today. In each technology there are features, benefits and shortcomings.

Technology of creation 3D - an industry subject, to a class additive. "Not a tree" also subadjustment is made in the form of sales. And if contradicts, as an example – as is well-known, - milling handling, milling procurements, at the same time more and more lands, and at the end we together with finished goods are excluded, we can in more and more waste. In this article rassmatrivayetsya3d technologies, in particular FDM 3D technology of a seal. The 3D technology of a seal is already applied in each industry of economy, and are future tekhnoligiya. And already replace traditional technologies in some spheres of the industry.

Key words: Printer, 3D-printing technology, FDM printer.

УДК 622.257.1

Т.М. Алменов, Б.Қ. Бектұр, Р.К. Жанакова, А.Т. Сағынаев, А.Қ. Матаев
(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы, almen_t@mail.ru)

АЛМАТЫ МЕТРОПОЛИТЕННІҢ ЖЕРАСТЫ ӨТПЕЛІ ТОННЕЛЬДЕРІН САЛУДА ҚОЛДАНЫЛАТЫН ТЫҒЫН ЕРІТІНДІЛЕРІНІҢ ЖАҢА ҚҰРАМДАРЫН ЖАСАУ

Аңдатпа. Мақалада Алматы метрополитені салынатын аймақтың шарттары бойынша өтпелі тоннелдерді өту кездерінде тоннель қаптамасы мен қазылған таужынысы аралығындағы кеңістікті толтыруға арналған бітеме тығын ерітінділерінің жаңа құрамдарын жасау мәселесі қарастырылған. Атап айтқанда беріктік, тұтқырлық, суөткізбеушілік және таужынысымен ұстасу қасиеттері жоғары болатын бітеме тығын ерітіндісі қоспаларының тиімді болатын жаңа құрамдары жасалған және жаңа құрамдағы тығын ерітінділерін қолданудың мүмкіншіліктері жан-жақты зерттелген. Нақтылы геологиялық және гидрогеологиялық шарттарға байланысты зерттеліп жасалған бітеме тығын ерітіндісі қоспаларының тиімді болатын жаңа құрамдарын қолданып, тоннель қаптамасы мен қазылған таужынысы аралығындағы кеңістікті толтырып сілемді тығындау нәтижесінде жаңа құрамдағы тығын ерітінділерінің тұтқырлық, беріктілік, суөткізбеушілік қасиеттерінің және агрессивті жерасты суларына тұрақтылығының жоғары екендігінің арқасында тоннелдер құрылымдары өте ұзаққа шыдамды болатындығы зерттеулер барысында анықталған.

Түйінді сөздер:тығындау ерітіндісі, ерітіндіні сілемге енгізу, тоннель, метрополитен, цемент, құм, зола, қоспалар.

Қазіргі кезде көптеген дамыған елдерде жерасты кеңістігін әртүрлі мақсаттарға кеңінен пайдалануда. Бұл ретте мемлекеттік маңызы бар ірі қалалардағы жер бетінің белгілі бір аудандарын үнемдеу, экологиялық шарттарды жақсарту, көліктік, энергетикалық және коммуникациялық шараларды дұрыс реттеу үшін жерасты кеңістігінде әртүрлі жерасты ғимараттарын салудың да өзіндік тиімділігі бар екендігі белгілі.

Осындай қалалық жерасты құрылыстарына жататын метрополитен нысандарының құрылысын сапалы түрде салу, құрылысты жоспарланған уақыт мерзімінде бітіріп, өз уақытында халық игілігіне беру күрделі мәселе болып саналады. Яғни, орнықсыз таужыныстары сілемдерінде метроның өтпелі тоннелдерін салу жұмыстары, оның негізгі процесстеріне жататын бекітпелеу (қаптамалау) жұмыстары, сонымен қатар, эксплуатацияға берілгеннен кейін, осы жерасты ғимараттарын ұзақ жылдар бойы бұзылыссыз тұруын қамтамасыз ету – терең зерттеулерді талап ететін өзекті мәселе болып табылады [1].

Алматы метрополитенінің жерасты өтпелі тоннелдері құрылыстарын орнықсыз таужыныстары сілемдерінде салғанда тоннель қаптамасы мен қазылған таужынысы аралығындағы кеңістікті толтыруға және сілемді тығындап тұрақтандыруға арнайы бітеме тығын ерітінділерін қолдану қажет екендігі зерттеулер барысында анықталды. Метро тоннелдерін салудың әлемдік тәжірибелерін сараптау нәтижесінде, тығындау ерінділері тиімді құрамда жасалып, сапалы орындалса ғана, тоннелден жоғары жатқан төбе таужыныстарының отыруы (шөгуі) болмайды, жерасты метро тоннелдерінің үстіндегі жербеті ғимараттары мен нысандарына (тұрғын үйлер, жолдар т.б.) зиян келмейді. Сонымен қатар, бітеме тығын ерітінділерінің тезқату, таужынысымен ұстасу және суөткізбеушілік қасиеттері жоғары болса ғана, тоннель конструкциялары (қаптамалары) мерзімінен бұрын бұзылысқа ұшырамайды, өте ұзаққа шыдамды болады.

Сондықтанда Алматы метрополитенінің өтпелі тоннелдері салынатын аймақтың нақтылы геологиялық шарттарын ескере отырып, жер бедерінің шөгуін болдырмауға ықпал ететін және тоннель қаптамаларын ұзаққа шыдамды ететін, суөткізбеушілік қасиеттері, пайдаланымдық және экономикалық көрсеткіштері жоғары болатын бітеме тығын ерітінділерінің тиімді жаңа құрамдарын жасау және негіздеу керек екендігі алға мақсат ретінде қойылып, зерттеулер жүргізілді.

Зерттеу жұмыстары кезінде жерасты өтпелі тоннелдерді өтудегі қаптама мен таужынысы аралығындағы кеңістікті бітемелеу ерітінділерімен толтыру жұмыстары «Москваметрострой», «Свердловскметрострой», «Бамтоннельстрой», «Днепрометрострой», «Алматыметрострой» мекемелерінің келісіп жасаған ВСН 132-92 «Тоннель қаптамасының сыртына ерітіндіні айдамалау жұмыстарын жасау және қабылдау» атты Ведомствалық құрылыс нормаларының талаптары ескерілді [3].

Метроның өтпелі тоннелдердің салудағы қаптама мен таужынысы аралығындағы кеңістікті бірінші және бақылаулық айдамалау арқылы іске асырады. Бірінші айдамалауды 0,5 МПа (5 кгс/см^2) дейінгі қысыммен орындайды. Ал, бақылаулық айдамалауды нақтылы шарттарға байланысты 1,5÷2 МПа (15÷20кгс/см^2) дейінгі қысыммен орындайды [2].

Алматы метрополитенінің өтпелі тоннелі қаптамасы мен қазылған таужынысы аралығындағы кеңістікті бітеме тығын ерітінділерімен толтыру (әдістерінің реттері) сұлбасы 1-суретте келтірілді.

Өтпелі тоннелдері өтудегі тоннель қаптамасы мен таужынысы аралығындағы кеңістікті бітемелеуге және сілемді тығындап тұрақтандыруда қолданылатын ерітінділер цемент пен құм негізіндегі қоспалардан жасалады. Ерітінді қоспасының сапалық және технико-экономикалық көрсеткіштерін жақсарту мақсатында оларға ұсақдисперсиялы толтырмаларды қолдануға болады. Ұсақ дисперциялы толтырмаларға ұнтақталған зола, саз, бентонитті саздар т.б. жатады. Сонымен қатар, тығындалатын сілемдердің нақтылы шарттарына (сулылығы, жарықшақтығы, кеуектілігі т.б.) қарай тезқатырғыш қоспаларды және тезқатуды баяулататын қоспаларды қолдануға болады [3].

Дәстүрлі дайдаланатын тығын ерітінділерінің сапасын жақсартуға арналған қоспалардың қолданылу аймағын және олар қосылған ерітінді қоспаларының қасиеттерін зерттеген зерттеуші ғалымдардың еңбектерін саралай отырып, Алматы метрополитені орналасқан жерасты өтпелі тоннелдерін салуда қолданылатын тығын ерітіндісі қосындыларының құрамына КРДф-2 жаңа үдеткіш – қоспасын қолдану мәселесін көтеріп отырмыз.

1 - таужынысысілемініңбеткейі;

2 - қаптаманың (тюбингтің) әрбірблоктары;

3 - бітеметығынерітіндісі;

4 - тоннель қаптамасы мен қазылғантаужынысыаралығындағыкеңістік (зазор);

5 - ерітіндініайдамалауғаарналған тюбинг блоктарындағытесіктер;

6 – инекциялауғаарналғанерітіндіөткізгіш; I÷VII - қаптамаға (тюбинг блоктарына) бітеметығынерітіндініайдамалаукезектілігі.

1-сурет. Өтпелі тоннель қаптамасы мен қазылған таужынысы аралығындағы кеңістікті бітеме тығын ерітінділерімен толтыру сұлбасы

Бітемелеп тығындау ерітіндісіне арналған КРДф-2 кешенді қоспасы сульфоалюминатты РСАМ модификаторынан тұратын арнайы органикалық минералды қоспа болып табылады. Бұл қоспа құрғақ түрінде де және сулы түрінде де шығарылады. Сонымен қатар, КРДф-2 қоспасы құрамында құм мен цемент бар дайын өнім ретінде де жасалады.

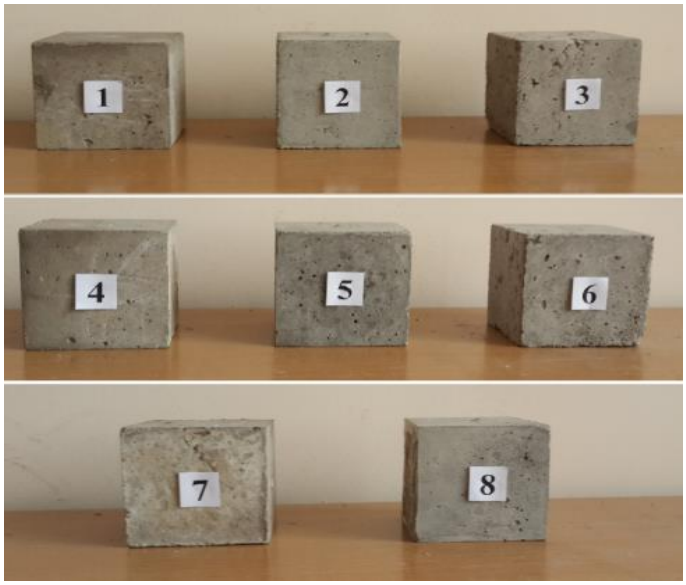
Құрғақ КРДф-2 тығын қоспасы сапалық тұрғыдан тиімді өнім болып табылады. Мұндай материалдардың сапасының деңгейі еуропалық технологиядан асып түспесе, кем түспейді, себебі, бұл материалдар өзіміздің цемент пен құмдар сапасына қарай жасалынып шығарылған ерекшелігі бар.

КРДф-2 қоспасының ерекшелігі оның бетон негізімен ұстасу беріктігі бетон беріктігінен жоғары болады. Сондықтанда оны арқауланған құрылымы толқындық тербеліске ұшырайтын жерасты метрополитендерінің нысандарын бекітуде, тоннельдерді, көпірлерді жөндеу кездерінде, қазба беткейлерін бүрікпебетонмен бекітуде кеңінен қолдануға болады.

Зерттеулер барысында тығындауға қолданылатын, ерітінді қоспасының беріктігін және сапасын жоғарылатуға арналған КРДф-2 қоспасының тиімді болатын мөлшерін анықтау барысында бітеме ерітіндісінің компоненттері келесі құрамда алынды (Ц:Қ:З=1:3:2; С/Ц=0,7 аралығы) және де оның құрамына КРДф-2 үдеткіш қоспасы цемент массасынан 1%, 2%, 3%, 5%, 7%, 10%, 12%, 15% мөлшерінде қабылданып, оның қатқан түрдегі үлгілері жасалды. Үлгі сынақтары өлшемдері 10×10×10 см қабырғалы формада дайындалып орындалды (2, 3-суреттер). Сонымен қатар, шартты жағдайда үлгі

түрінде есептегенде цементтің мөлшері Ц=230÷240кг/м^3 шамасын құрады. Қатқан үлгілердің тәулік-тік өсімдері бойынша, сығылуға беріктігі Вольф аспабымен және «proceq» DIGI-SCHMIDT мен тек-серілді (4-сурет). Зерттеулернәтижелері 1-кестеде және 5-сурет гафигіндекелтірілді.

2-сурет. Зертханалықшарттардатәжірибежүргізудегібітеметығынерітінділерініңкөрнісі

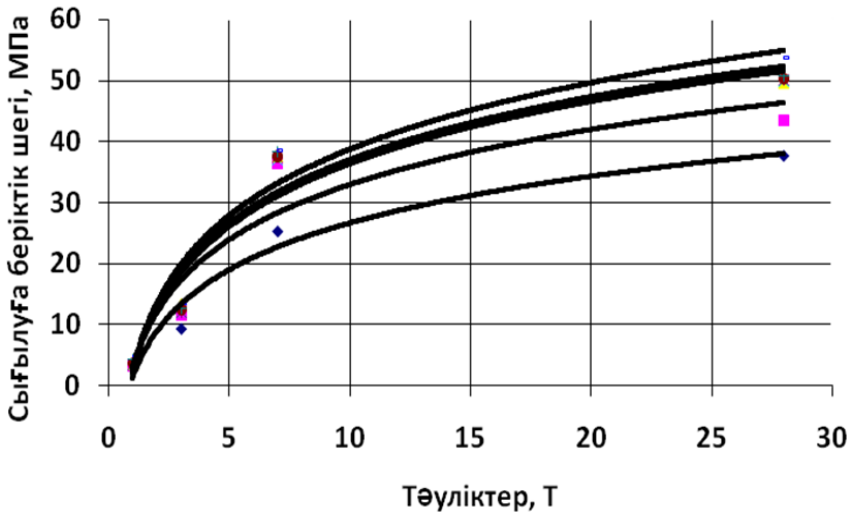


3-сурет. БітеметығынерітіндісініңқұрамынаКРДф-2 қоспасын цемент массасынан 1% (1-сынақ), 2% (2-сынақ), 3% (3-сынақ), 5% (4-сынақ), 7% (5-сынақ), 10% (6-сынақ), 12% (7-сынақ), 15% (8-сынақ) мөлшеріндеқосылы-пжасалғанқатырылғанүлгілердің 28 тәуліктен кейінгі көрнісі

4-сурет. DIGI-SCHMIDT 2000 маркалытексерубалғасыменқаты-рылғантығынүлгісініңберіктігінанықтаудағызерттеунәтижелері

1-кесте. **Бітеме тығын ерітіндісінің құрамына КРДф-2 үдеткіш қоспасының тиімді болатын мөлшерін зерттеу нәтижелері**

Сынақ номерлері	Ерітіндідегі қоспаның мөлшері, %	Қатырылған үлгілердің тәуліктік өсіміндегі сығылуға беріктікшегі, МПа ($\sigma_{сыг.}$)			
		1	3	7	28
1	1	2,79	9,27	25,28	37,68
2	2	3,24	11,61	36,48	43,36
3	3	3,42	13,32	37,5	49,6
4	5	3,42	11,98	37,0	49,8
5	7	3,51	12,11	37,4	50,0
6	10	3,69	12,51	37,6	50,3
7	12	4,26	12,69	38,3	50,7
8	15	4,59	13,32	38,56	53,8



1*- Ерітіндідегі КРДф-2 қоспасыныңмөлшері -**1**%;*

2 *– 2% ;*

3 *– 3%;*

4 *– 5%;*

5 *– 7 % ;*

6 *- 10%;*

7*- 12% ;*
8*- 15% қосылғанда.*

5-сурет. Цемент:құм:зола компоненттеріне КРДф-2 үдеткіш қоспаны 2%-дан 15% аралығында қосқандағы алынған үлгі беріктігінің тәуліктер бойына өсуінің көрсеткіштері

КРДф-2 қоспасының тиімді болатын мөлшерін анықтап зерттеу нәтижелеріне келетін болсақ 1÷8 аралығындағы зерттеу сынақтарының нәтижелерін салыстырғанда қоспа қосылған үлгі беріктігінің тез өсетіндігін көреміз. Осы сараптамадан байқағанымыздай құрамына үдеткіш қоспаның мөлшерін жоғары қосқанда да үлгілердің беріктігі аса жоғарыламайтындығы анықталды. Яғни, бітеме тығын ерітінділерінің құрамына үдеткіш-қоспаның мөлшерін өте ұлғайта берудің де тиімділігі жоқ екенін көруге болады.

Осындай жолдармен барлық үлгі сынақтарының беріктік көрсеткіштеріне салыстырмалы талдаулар жүргізілгеннен кейін, тығын ерітіндісінің құрамына КРДф-2 үдеткіш-қоспасын цемент массасынан 3% етіп қосудың (3-сынақ) тиімді болатыны анықталды.

Жүргізілген зерттеулердің нәтижесінде Алматы метрополитені құрылысы аймағының нақтылы тау-кен геологиялық шарттарын ескеріп, осы нысандардың жерасты тоннелдерін салудағы бітеме тығындау ерітінділерінің тиімді болатын жаңа құрамы жасалды Ол, цемент, құм (3мм-ге дейінгі), ұнтақталған зола, үдеткіш-қоспа КРДф-2 (цемент массасынан 3%) және судың өзара арақатынастарынан (С/Ц=0,7) тұрады.

Яғни, бітеме тығын ерітінділерінің жаңа құрамы келесідей: **Ц:Қ:З:$У_{қос}$:С=1:3:2:0,03:0,7.**

Жаңа құрамдағы 1м^3 тығын ерітіндісі қоспасын дайындауға жұмсалған материалдардың мөлшері 2-кестеде келтірілді.

2-кесте. **1 м^3 жаңа құрамдағы ерітінді қоспасын дайындауға жұмсалатын материалдардың мөлшері**

Материалдардың атауы	Тығынерітіндісіқоспасындағыматериалдардыңмөлшері
	Толтырмақұрамы Ц:Қ:З:С=1:3:3:3:0,7
Цемент, м^3 (кг)	0,1485 (210,0)
Құм, м^3	0,445
Зола, м^3	0,297
Үдеткішқоспа (КРДф-2), м^3	0,0045
Су, м^3	0,105

Жаңа құрамдағы тығын ерітіндісі қоспаларының мөлшері анықталғаннан кейін оларды алдын-ала арнайы жұмыс орнында дайындайды. Қосындының құрғақ компоненттерін өлшемдері сәйкестендірілген елеуіштерде елеп болғаннан соң, су мен ерітінді араластырғышта мұқият араластырады. Елеуіштен өтпейқалған кесектерді міндетті түрде алып тастау керек. Өйткені, ерітіндіні сілемге енгізетін машинаның материалдық шлангаларында ерітіндінің тығындалып қалу қаупі болмауы қажет [1, 3].

Қорыта келгенде, тоннель қаптамасы мен таужынысы аралығындағы кеңістікті бітемелеуге нақтылы шарттарға байланысты зерттеліп негізделген бітеметығын ерітінділерін қолдану арқылы тоннелден жоғары жатқан төбетау жыныстарының шөгуін болдырмауға болады. Яғни, жер беті ғимараттары мен нысандарына (тұрғын үйлер, жолдар т.б.) зиян келтірмеуге болады. Сонымен қатар, жаңа құрамдағы тығын ерітінділерінің сапасының және су өткізбеушілік қасиеттерінің арқасында тоннель конструкциялары өте ұзаққа шыдамды болатындығы зерттеулер барысында анықталды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Алменов Т.М. «Жерасты ғимараттары құрылысының арнайы әдістері» Оқу құралы, Алматы, ҚазҰТУ, 2012ж. -163 б.

[2] Проект первого пускового участка первой линий метрополитенна в г.Алматы. "МЕТРОГИПРОТРАНС", 1984. - 78с.

[3] ВСН 132-92. Ведомственные строительные нормы. «Правила производства и приемки работ по нагнетанию растворов за тоннельную обделку» - Москва: Издательство стандартов, 1993. - 37с.

Алменов Т.М., Бектур Б.К., Жанакова Р.К., Сагынаев А.Т., Матаев А.Қ.

Разработка новых составов тампонажной смеси при строительстве перегонного тоннеля Алматинского метрополитена

Резюме. В статье рассмотрены вопросы разработки новых составов тампонажной смеси для заполнения зазора между контуром выработки и наружным контуром обделки тоннелей. На основе анализа горно-геологических и гидрогеологических условий, а также технологии строительства перегонного тоннеля Алматинского метрополитена предложены новые рациональные составы тампонажной смеси повышающие водонепроницаемость и способствующие предотвращению осадок вышележащих горных пород. Разработанные составы являются наиболее оптимальными по массовым соотношениям в составе тампонажной смеси и позволяют достичь высоких технико-экономических показателей строительства тоннелей. Применение рационального нового состава тампонажной смеси, позволяет уменьшить воздействие агрессивных подземных вод на материал обделки тоннелей. За счёт правильно выбранного состава тампонажной смеси с учетом особенностей конкретных геологических и гидрогеологических условий увеличивается долговечность и эксплуатационная надёжность подземных сооружений.

Ключевые слова: тампонажный раствор, смесь, нагнетание, обделка, тоннель, метрополитен, цемент, песок, зола, добавки.

Almenov T., B.Bektur, R.Zhanakova, A.Sagynaev, A.Mataev

Development of new formulations of cement mixtures during the construction of the tunnel Almaty metro

Summary. In the article the questions of development of new formulations of cement mixtures to fill the gap between the generation circuit and the outer contour of the lining of tunnels. Based on the analysis of geological and hydrogeological conditions and the construction technology of tunnel Almaty metro proposed a new rational composition of grouting mixtures improve water penetration and help prevent sediment overlying rocks. The developed compositions are most suitable for mass ratios in the composition of the backfill mixture and allow to reach high technical-economic indicators of the construction of tunnels. The rational use of the new composition of the plugging mixture, reduces the impact of aggressive groundwater on the material of lining tunnels. Due to the right choice of the

composition of the plugging mixture with the features of particular geological and hydrogeological conditions increases the durability and reliability of underground structures.

Keywords: cement slurry, the mixture, injection, lining, tunnel, subway, cement, sand, fly ash, supplements.

УДК 004.522

Л.Ш. Черикбаева
(Казахский национальный университет им. ал-Фараби, Алматы, Республика Казахстан,
Email:lailash01@gmail.com)

КЛАССИФИКАЦИЯЛАУ ЖӘНЕ КЛАСТЕРЛЕУ ӘДІСТЕРІ

Аннотация. Бұл мақалада кластерлік талдау туралы түсінік беріліп, оның этаптары көрсетілді. Сонымен қатар мақалада кластерлеу алгоритмдері қарастырылған. Соның ішінде иерархиялық емес К-ішкі топтық орталар алгоритмі мен максмин алгоритмдері қарастырылып, осы алгоритмдер арқылы объектілердің есептелінуі келтірілген.

Кілттік сөздер. Алгоритм, бейне, объект, кластер, классификациялау, итерация, функция.

Кластерлік талдау дегеніміз – бір топтар ішіндегі объектілер бір-біріне ұқсас, ал әр түрлі топтар объектілері ұқсас болмайтын топтарды, ұқсас объектілер жиынын, бейнелер жиынын, бейнелер класын, құрылымды бөлу мақсатында класқа бөлінбеген объектілерге жүргізілетін зерттеу. Кластер (cluster) термині ағылшын тілінен аударғанда, жиынтық, “топ” деген сияқты мағына береді. Бұл термин “класс” терминімен ұқсас болғандықтан ғылыми терминологияға сіңіп кеткен. Бейнелерді классификациялау үшін арақашықтық функцияларын қолданады.

Жалпы кластерлеу келесі этаптарға бөлінеді:

- Кластерлеу объектілерін таңдау;
- Объектілер арасындағы ара қашықтықты өлшеу;
- Кластерлерді қалыптастыру;
- Нәтиже шығару.

Ең бірінші есеп кластерлеуді қандай объектілері (айнымалылары) бойынша жүргізу қажетті екендігін анықтау керек. Осыдан кейін айнымалылар арасындағы жазықтықтағы ара қашықтық өлшемін есептеу керек. Ара қашықтық өлшемі қарастырылып отырған объектілердің ұқсастығын анықтайды. Ара қашықтық өлшемін есептейтін әдістердің бірнеше түрі бар, солардың ең танымал болып саналыатындары Евклид ара қашықтығы және Манхэттен арақашықтығы. Ара қашықтық есептелінген кейін кластерлеу алгоритмін қолданамыз. Кластерлеу алгоритмдері, жалпы, екі категорияға бөлінеді – иерархиялық және иерархиялық емес. Иерархиялық алгоритм нәтижесінде дендрограмма құрылады, яғни, бұтақтары кластер болатын арнайы ағаш. Сіздің деректеріңіз үлкен болса және оның құрылымы бізге белгісіз болған жағдайда иерархиялық кластерді пайдаланған ыңғайлы.

Иерархиялық емес алгоритмдерде, иерархиялықтардан ерекшелігі, кластерлердің саны туралы болжамалы түрде гипотеза болу керек және оларды көрсету керек.

Иерархиялық емес алгоритмдердің негізгі алгоритмдерінің бірі к-ішкі топтық орталар алгоритмі болып табылады. Алгоритм идеясы кластер нүктелерінен берілген центрлерге (центроидтар) дейінгі ара қашықтықты минимизациялау болып табылады. Бұл процесс итеративті түрде жүреді және кандай да бір итерацияда нүктеден берілген орталыққа дейін ешқандай өзгеріс болмаса тоқтатылады. Алгоритм кластер центріне дейінгі кластерге кіретін барлық объектілердің қашықтықты квадраттарының суммасы ретінде анықталатын, сапа көрсеткіштерін минимизациялайды.

$S=\{S_1, S_2,..., S_m\}$, алғашқы объектілер берілген болсын, мұндағы әрбір $S_i=(a_{i1}, a_{i2},..., a_{in})$ кіріс параметрлері: l кластар саны, ITR итерация саны.

1-қадам. $Z_1(1),Z_2(1),\ldots,Z_l(1)$ кластерлердің l бастапқы орталары таңдалады, бастапқы орталар бастапқы мәліметтердің алдын ала өңдеудің қарапайым әдістері негізінде алынады.

2-қадам. {S} объектілер жиыны l-кластері бойынша $Z_1(1),Z_2(1),\ldots,Z_l(1)$ көрсетілген эталондармен келесі ереже бойынша үлестіріледі:

$S_i \in K_j(1)$, егер $\rho(S_i, Z_j)<\rho(S_i, Z_t)$

барлық i=1, 2,..., m, j≠t, j, t=1, 2,..., l, мұндағы $K_j(1)$ - ортасы Z_j болатын кластер. Ал тең болған жағдайда (кейбір $\rho(S_i, Z_j)$ және $\rho(S_i, Z_t)$) , S_i –дің K_j немесе K_t жатуы жөніндегі шешімі класқа кездейсоқ түрде анықталады.

2-қадам нәтижесінде l кластер аламыз.

3 – қадам. 2-қадам нәтижелері негізінде $Z_1(1),Z_2(1),\ldots,Z_l(1)$, кластерлерінің жаңа орталары анықталады, бұдан шығатын $K_j(1)$ жиынына жататын барлық бейнелер мен кластер жаңа ортасы арасындағы қашықтық квадраттарының суммасы минималды болу қажет. Басқаша айтқанда $Z_j(2)$, j=1,2,..., l кластерлерінің жаңа орталары сапа көрсеткішін минимизациялайтындай таңдалады.

$$F_j = \sum_{S_i \in K_j(1)} \rho^2(S_i, Z_j(2)), j = 1,2,...,l. \quad (1)$$

Сапа көрсеткішін минимизациялайтын $Z_j(2)$ центрі $K_i(1)$ кластері бойынша анықталған орташа таңдауы болып табылады. Сондықтан кластерлердің жаңа центрлері төмендегідей анықталады.

$$Z_j(2) = \frac{1}{m_j} \sum_{S_i \in K_j(1)} S_i, \; j = 1,2,...,l, \quad (2)$$

Мұндағы m_j – бірінші итерация нәтижесіндегі K_j кластерінің объектілер саны.

4-қадам. Теңдік

$$Z_j(t+1)=Z_j(t), \; j=1, 2,..., l \text{ болғандығы} \quad (3)$$

теңсіздік алгоритмінің сәйкес келу шарты деп аталады және оған жеткенде алгоритм жұмысы тоқтатылады. Керісінше жағдайда алгоритм екінші қадамнан бастап қайталанады. 4-қадам орындалмаса, онда алгоритм жұмысы берілген итерация соңымен аяқталады.

К-ішкі топтық ортаныесептеуге негізделген алгоритмдер жұмысының сапасы, таңдалынатын кластерлер ортасының санынан бастапқы кластерлер ортасынан таңдаудан, бейнелерін кесіндерін көру тізбегіненен бастапқы мәліметтердің құрылымдық ерекшеліктеріне тәуелді болады. Жақсы нәтиже алуда мәліметтер бір-бірінен жеткілікті алыста тұрған жоқ сипатты түбінен құрған кезде күтуге болады. Бұл алгоритмді қолданып келесі есеп шығарылған. К-ішкі топтық орталар алгоритмінің сандық көрсетуі ретінде

S={ S_1, S_2,..., S_{20} }, объектілерін қарастырайық,

S_1=(0, 0), S_2=(1, 0), S_3=(0, 1), S_4=(1, 1), S_5=(2, 1), S_6=(1, 2), S_7=(2, 2), S_8=(3, 2), S_9=(6, 6), S_{10}=(7, 6), S_{11}=(8, 6), S_{12}=(6, 7),S_{13}=(7, 7), S_{14}=(8, 7), S_{15}=(9, 7), S_{16}=(7, 8),S_{17}=(8, 8), S_{18}=(9, 8), S_{19}=(8, 9), S_{20}=(9, 9).

1-қадам. l=2 кластар саны және бірінші итерация үшін бастапқы ретінде орталары $Z_1(1) = S_1 = (0,0), \; Z_2(1) = S_2 = (1,0)$ беріледі.

2-қадам. $\rho(S_3 - Z_1(1))<\rho(S_3 - Z_i(1))$, i=2, болғандықтан $K_1(1)=\{S_1, S_3\}$, яғни S_3 объектісі ортасы $Z_1(1)$ болатын класқа жатады.

Сол сияқты қалған бейнелер $Z_2(1)$ кластер ортасына жақын орналасқандықтан, $K_2(1)=\{S_2, S_4, S_5,..., S_{20}\}$.

3-қадам. кластерлердегі алынған орталарды (эталондарды) түзету:

$$Z_1(2) = \frac{1}{m_1} \sum_{S_i \in K_1(1)} S_i = \frac{1}{2}(S_1 + S_3) = (0.0,0.5);$$

$$Z_2(2) = \frac{1}{m_2} \sum_{S_i \in K_2(1)} S_i = \frac{1}{18}(S_2 + S_4 + ... + S_{20}) = (5.67,5.33);$$

Мұнда m1, m2 $K_1(1)$, $K_2(1)$ кластерлердің объектілер санына сәйкес.

4-қадам. $Z_j(2)\neq Zj(1)$, j = 1, 2, болғандықтан 2-ші қадамға ораламыз. Алынған жаңа орталар бойынша S-тен алынған таңдаулы объектілерді тану бойынша келесі итерация басталады.

2-қадам. Кластерлердің жаңа орталарын табу, келесі теңсіздікке әкеледі

$\rho(S_i, Z_1(2))<\rho(S_i, Z_2(2))$ i=1, 2,..., 8 үшін және $\rho(S_i, Z_2(2))<\rho(S_i, Z_1(2))$ барлық i=9, 10,..., 20 үшін. Бұдан S жиыны екі кластерге бөлінген:

$$K_1(2)=\{ S_1, S_2,..., S_8\},$$
$$K_2(2)=\{ S_9, S_{10},..., S_{20}\}.$$

3-қадам. Кластер центрін белгілеуді түзету:

$$Z_1(3)\frac{1}{m_1}\sum_{S_i\in K_1(1)} S_1 = \frac{1}{8}(S_1 + S_2 + ... + S_8) = (1.25,1.13)$$

$$Z_2(3) = \frac{1}{m_2}\sum_{S_i\in K_2(2)} S_i = \frac{1}{12}(S_9 + S_{10} + ... + S_{20}) = (7.67,7.33)$$

4-қадам. $Z_j(3)\neq Z_j(2)$, болғандықтан екінші қадамға оралу.

2-кадам. Алдыңғы итерациядағыдай жауап аламыз.

4-қадам. $Z_j(4)=Z_j(3)$, j = 1, 2 нәтижесі де болғандықтан және алгоритмнің сәйкестік шарты орындалғандықтан кластердің келесі орталарын табамыз:

$$Z_1 = (1.25, 1.13), Z_2 = (7.67, 7.33).$$

Берілген мысал үшін табылған Z_1 және Z_2 орталары жалған жоқ. Сондықтан, олар тек кластерлерді құрау үшін пайдаланылады. Ал алынған кластерлердің эталонын табу үшін таңдалған S^1, S^2 жақындық өлшеміне қатысты сәйкес кластерлерде келесі түрле алынған: Z_1 және Z_2 орталарына ең жақын жатқан объектілерді табамыз.

$$S^1 = \min_{S_i\in K_1}\rho(S_i, Z_1), \qquad S^2 = \min_{S_i\in K_2}\rho(S_i, Z_2)$$

Егер арақашықтық бірдей болған жағдайда шешім әртүрлі кластерлерде кездейсоқ түрде алынады.

Енді осы есепті максималды – минималды (максмин) арақашықтық принципіне негізделген алгоритмімен есептейік. Алгоритм кластерлік талдау есептерін шешуге арналған, S={ S_1, S_2,..., S_m} болсын, мұндағы $S_i=\{\alpha_{i1}, \alpha_{i2},..., \alpha_{in}\}$.

1-қадам. $S_i\in S$, объектілер бірі кездейсоқ түрде Z_1 бірінші кластердің ортасы деп алынады. Мысалы: $Z_1=S_1$. S_6=(4, 8), S_7=(6, 3), S_8=(5, 4), S_9=(6, 4), S_{10}=(7, 5) санын кластер ортасы негізінде табайық.

Алгоритмді пайдалана отырып кластерлер-бірінші қадамда S_1 объектісі бірінші Z_1 кластерінің центрі болып алынады.

2-қадам. Z_1 –ден алыс жатқан объект табылды, бұл жағдайда ол екінші Z_2 кластер ортасы болып S_6 объектісі алынады.

3-қадам. { S_2, S_3, S_4, S_5, S_7, S_8, S_9, S_{10}} жиынының әрбір объектісінен S_1 мен S_6 центрлеріне дейінгі қашықтықты есептейміз. Әр жұптың минималдысы алынады. Осы табылған сегіз минималды қашықтықтың максималдысын табымыз.

4-қадам. Келесі центрді белгілеу шартын тексерейік. ρ_7 максималды

арақашықтық $\rho_t \geq \frac{\rho(S_1, S_6)}{2}$.

Сәйкесінше S_7 объектісі Z_3 кластерінің центрі деп аталады. Алгоритмнің келесі қадамында табылған максималды өлшем 4-қадам шартын қанағаттандырмайды. Сондықтан алгоритм жұмысын тоқтатады. Бұл қарапайым мысалда үш кластер центрі табылады S_1, S_6 және S_7. Бейне тану есебін шешу арқылы төмендегі үш кластерді аламыз.

$$K_1=\{ S_1, S_2, S_4\}; \quad K_2=\{ S_2, S_6\}; \quad K_3=\{ S_5, S_9, S_{10}\}.$$

Қарастырылған алгоритмдердің ішінде қолдануға ыңғайлы, жылдам, түсінікті және анық алгоритм ол – k-ішкі топтық орталар алгоритмі. Бірақ бұл алгоритм үлкен деректер қорымен жұмыс жасағанда баяу; кластерлердің санын міндетті түрде беру керек; айқасқан кластерлері бар деректерде қолдану мүмкін емес.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Айдарханов М.Б. Методы синтеза классификации для конечных и континуальных множеств объектов. Алматы: Галым, 1994. 200 с.

[2] Амиргалиев Е. Н. Бейне тану және кластерлік талдау әдістері.-*Алматы, КазҰТУ,*. 2003,173 б.

[3] Амиргалиев Е.Н. Теория распознавания образов и кластерного анализа. – Алматы, 2012. С.329.

Черикбаева Л.Ш.

Классификация и кластерные методы

Резюме. В статье дано понятие кластерного анализа, были описаны этапы кластерного анализа, методы кластерного анализа. Также рассматриваются алгоритмы кластеризации. Здесь алгоритмы неиерархической кластеризации алгоритм k-средних (k-means) и алгоритм максимин рассмотрены и с применением этих методов было проведено вычисление объектов.

Ключевые слова. Алгоритм, образ, объект, кластер, классификация, итерация, функция.

Cherykbaeva L. Sh.

Classification and cluster methods

Summary. In this article, we are given the concept of cluster analysis, describedstages of cluster analysis, cluster analysis methods. The article also discusses the clustering algorithms. Here, non-hierarchical clustering algorithms k-average algorithm (k-means) and algorithm maximin considered and the application of these methods have been performed the computation objects.

Key words. Algorithm, image, object, cluster classification iteration function.

УДК 666.965.2:691.33

Т.К. Айтжанова, Б.М. Аубакирова, З.М. Жамбакина, Ж.Т. Наширалиев, А.Р. Жолдыбаева
(Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан, aitzhanova.tokzhan@mail.ru, aigera.j_94@mail.ru)

СИНТЕЗ СИЛИКАТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ЯЧЕИСТОЙ СТРУКТУРЫ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ НЕФТЕБИТУМИНОЗНЫМИ ПОРОДАМИ И ОТХОДАМИ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ

Аннотация. Предоставлены результаты исследований по созданию научной основы технологии производства силикатных материалов ячеистой структуры с использованием нефтебитуминозных пород и продуктов их переработки. Высокая битумонасыщенность пород, относительная простота извлечения органических компонентов предопределяют повышенную ценность нефтебитуминозных пород для производства ячеистых бетонов, обеспечением качественными сырьевыми материалами предприятий стройиндустрии, особенно для выпуска стеновых материалов.

Ключевые слова: известь, ячеистый бетон, вяжущий, нефтебитуминозные породы, алюминиевая пудра, силикатные материалы.

Перспективно изучение нефтебитуминозных пород как гидрофобной добавки при изготовлении пористых материалов, в частности ячеистого бетона. Известно, что объемная гидрофобизация, проводимая путем введения в смесь гидрофобных добавок (10-15% битума при совместном помоле с песком или с известью), улучшает свойства.

Приводятся результаты теоретических и экпериментальных исследований по изготовлению силикатных материалов ячеистой структуры на основе нефтебитуминозных пород и минеральных продуктов их переработки.

При подборе состава ячеистобетонной массы расчет был произведен на более часто применяемый ячеистый бетон с плотностью 700 кг/м^3. Оптимальное соотношение цемента и извести в силикатной смеси устанавливалось экспериментально. Для этого изготавливались образцы с содержанием извести и цемента от 20 до 80 % и от 80 до 20 % соответственно. Водотвердое отношение В/Т = 0,46 при соотношении песок НБП : вяжущее, равном 1,7:1, и В/Т + 0,48 при соотношении, равном 1,5:1. Соотношение извести и цемента принято (50 : 50) и (60 : 40). Проч-

ность образцов при плотности 700 - 792 кг/м^3 составила соответственно 3,80 и 3,98 МПа (при соотношении песок НБП: вяжущее - 1,5:1).

Можно констатировать, что с повышением содержания извести в вяжущем увеличивается плотность ячеистого бетона. Так, при содержании извести в смешанном вяжущем 60-80 % плотность образцов увеличилась до 743-815 кг/м^3, а прочность при этом составила 4,22-5,22 МПа, то есть интенсивность роста прочности меньше, чем роста плотности. Максимальная прочность ячеистого бетона достигается на вяжущем с содержанием 70 % извести и 30 % цемента: 4,22 МПа при соотношении песок НБП : вяжущее, равном 1,5:1 и 5,22 МПа - при соотношении 1,7:1. Однако, учитывая недостаточную сырцовую прочность при повышенном содержании извести, в дальнейших опытах принято вяжущее, состоящее из 50-60 % извести и 50-40 % цемента.

При соотношении количества песчаных продуктов переработки нефтебитуминозных пород и вяжущего 1,5:1 и 1,75:1 и соответствующем им водотвердом отношении 0,45 и 0,44 прочность образцов при сжатии составила 5,1 и 5,2 МПа при плотности 730-742 кг/м^3 (таблица 1) [1].

Эти данные свидетельствуют о том, что силикатные изделия с ячеистой структурой плотностью 730-740 кг/м^3 и прочностью при сжатии 5,1-5,2 могут быть получены при соотношении песок НБП : вяжущего от 1,5:1 до 1,75:1 и составе вяжущего 50 – 60 % извести и 40 -50 % цемента.

Таблица 1. **Влияние соотношения компонентов силикатной смеси на плотность и прочность образцов с ячеистой структурой**

Песок НБП: вяжущее)	Состав вяжущего					
	50 % известь, 50 % цемента			60 % известь, 40 % цемент)		
	водо-твердое отно-шение	плотность кг/м^3	предел прочности при сжатии, МПа	водо-твердое отно-шение	плот-ность кг/м^3	предел прочности при сжатии, МПа
1:1	0,48	720	4,01	0,46	730	3,8
1,25:1	0,47	723	4,6	0,47	733	4,3
1,5:1	0,45	730	5,1	0,45	738	5,2
1,75:1	0,44	736	5,2	0,44	742	5,1
2:1	0,43	740	3,38	0,44	750	3,6

Максимальная прочность образцов с соотношением песок НБП : вяжущее -1,5:1 ÷ 1,75 :1 достигается при В/Т = 0,46.

На структуру ячеистого бетона и его свойства определенное влияние оказывает количество газообразователя. Оптимальное количество алюминиевой пудры зависит в основном от соотношения компонентов в смеси (таблица 2).

Таблица 2. **Влияние количества алюминиевой пудры на свойства материалов с ячеистой структурой**

Песок НБП : вяжущее	Содержание алюминиевой пудры, % от массы сухих компонентов	Состав вяжущего			
		50 % известь, 50 % цемент		60 % известь, 40 % цемент	
1.5 : 1	0,056	730	4,6	725	4,8
	0,058	718	5,8	716	5,6
	0,060	705	5,6	710	5,4
	0,062	690	5,0	695	4,8
1,75 : 1	0,056	738	4,8	740	4,6
	0,058	723	5,0	730	5,2
	0,060	710	5,4	714	5,6
	0,062	700	5,0	703	4,9

Для смеси с соотношением песок НБП: вяжущее 1,5 : 1 оптимальный расход алюминиевой пудры составил 0,058 % от массы сухих компонентов, а с соотношением 1,75 : 1 – 0,060 %.

Таким образом, можно констатировать, что техногенные минеральные продукты переработки нефтебитуминозных пород как в молотом, так и в не- молотом виде являются пригодными в качестве кремнеземистого компонента для производства силикатных материалов ячеистой структуры, по свойствам отвечающим требованиям стандарта [2].

Несмотря на небольшую плотность и высокие теплозащитные качества, изделия с ячеистой структурой применяются ограниченно в связи с пористой структурой, которая приводит к повышенному водопоглощению (до 40-50 % по объему), повышению коэффициента теплопроводности и сниженню теплоизоляционной способности. Известно, что увеличение влажности изделий с ячеистой структурой плотностью 500 кг/м^3 каждое на каждые 5 % повышает коэффициент теплопроводности на 40 – 50 %. Для сохранения теплозащитных качеств ячеистобетонных изделий требуется объемная гидрофобизация путем введения в состав силикатной смеси влагоотталкивающих добавок, например битума или других подобных ему материалов, в частности нефтебитуминозных пород. Эти добавки снижают водопоглощение изделий в среднем на 8 – 33%. При добавке природного твердого нефтепродукта равновесная влажность ячеистого бетона после 28-суточного пребывания его в воздушной среде с влажностью 98 % уменьшается более чем в два раза, повышаются прочностные показатели ячеистобетонных образцов. Однако в зависимости от плотности ячеистого бетона и условий его твердения оптимальная добавка нефтебитуминозной породы, повышающая прочность, различна. Так, при пропаривании максимальная прочность образцов с плотностью 500 кг/м^3 достигается при 15 % добавке, а образцов с плотностью 700 кг/м^3 - при 10 %. В условиях автоклавирования максимальная прочность при сжатии образцов с плотностью 500 кг/м^3 - (4,2 МПа) достигается при 15 %-ной добавке нефтебитуминозной породы, а при плотности образцов 700 кг/м^3 максимальная прочность при сжатии (5,6 МПа) - при добавке нефтебитуминозной породы 10 %. С увеличением содержания добавки нефтебитуминозной породы водотвердое отношение ячеистобетонной смеси уменьшается. Так, при добавке 10 % нефтебитуминозной породы водотвердое отношение уменьшается до 0,45, вместо ранее установленного 0,48. При этом достигается плотность 704 кг/м^3 и предел прочности при сжатии составляет 5,5 МПа. Уменьшается влажность образцов до 5,4 %, что положительно влияет на усадочные и деформационные свойства изделий. Необходимо отметить, что с увеличением водотвердого отношения влажность образцов увеличивается, однако при низком В/Т (0,40÷ 0,43) вспучиваемость газомассы слабая.

Изучена усадка ячеистобетонных образцов с добавкой 10 % нефтебитуминозной породы. Образцы плотностью 720 кг/м^3 в начале в течение 48 ч насыщались водой, при этом водопоглощение образцов с добавкой составило 27 %, а без добавки - 45 %. Далее образцы хранились в эксикаторе над безводным карбонатом калия и в течение времени определялось количество удаленной из образцов влаги, а также усадка. Соответственно процессу удаления влаги изменяется и усадка образцов. В первые 2 сут наблюдается резкая усадка, а затем усадка плавно увеличивается, достигая через 70 сут 0,52 мм/м для образцов без добавки, и 0,42 мм/м - с добавкой нефтебитуминозной породы.

Установлено, что паропроницаемость ячеистого бетона через 7 суток составляет около 20 % при добавке нефтебитуминозной породы, а без добавки – 25 % от конечной величины паропроницаемости, достигаемой через 90 дней. Несмотря на одинаковый характер кривых изменения паропроницаемости, ее величина для образцов с добавкой меньше, чем образцов без добавки. Через 90 сутки паропроницаемость этих образцов соответственно составляет 7,8 и 14 %.

Водопоглощение образцов (по массе) при добавке 10 % нефтебитуминозной породы происходит менее интенсивно, чем таковых без добавки. Этот процесс в образцах без добавки протекает в основном в течение 48 ч, а с добавками - 80 ч и практически прекращается через 7 сутки. При этом водопоглощение составило 45 % для образцов с добавками и 56 % - без добавки. Интенсивность водопоглощения с течением времени замедляется и через 2 месяца составляет соответственно 48 и 64 %.

Результаты исследований показывают, что добавка нефтебитуминозной породы снижает сорбционную влажность и капиллярный подсос образцов. При 10 и 15 % добавке НБП сорбционная влажность снижается соответственно в 2,2 и 4, а капиллярный подсос - в 7 и 8,5 раз.

Испытания образцов в условиях попеременного замораживания-оттаивания показало, что образцы, изготовленные из смеси с добавкой 10 % нефтебитуминозной породы более морозостойкие, чем образцы

без добавки: они выдержали до 100 циклов без разрушения. Снижение прочности образцов без добавки через 15, 50 и 100 циклов замораживания и оттаивания составило соответственно 9,8; 15,9 и 19,4 %.

Выводы. Таким образом, минеральные продукты переработки нефтебитуминозных пород как в молотом, так и в немолотом виде являются пригодными в качестве кремнеземистого компонента для производства силикатных материалов ячеистой структуры, по свойствам отвечающим требованиям стандарта.

Добавка в силикатную смесь до 10 % природной нефтебитуминозной породы обеспечивает гидрофобность изделий: уменьшает водопоглощение на 25 %, паропроницаемость на 45 %, адсорбционную влажность в 2,2 раза, капиллярный подсос в 7 раз.

Добавка нефтебитуминозной породы в силикатную смесь способствует модифицированию капиллярно-пористой структуры и созданию мелкокристалличности и мелкопористости, что снижает деформационные напряжения в материале. Снижается влагонакопление, в контактных зонах уменьшается расклинивающие действие воды под влиянием капиллярных сил. Кроме того, уменьшается растворяющее действие ионов влаги H^+ и OH^- при постоянном увлажнении материала [3].

ЛИТЕРАТУРА

[1] Айтжанова Т.К., Куатбаев К.К., Куатбаев А.К. Ячеистые бетоны с добавкой нефтебитуминозных пород // Строительные материалы из местного сырья: сб. научн. тр. НИИстромпроекта.- Алматы, 1996.- С.195-199.

[2] Айтжанова Т.К., Бишимбаев В.К., Куатбаев А.К. Гидрофобный ячеистый бетон из нефтебитуминозных пород и продуктов их переработки // Поиск.- Алматы, 1999.- № 1.- С.16-22.

[3] Aytzanova T.K., Kuatbayev A.K., Kabieva E. K. New technology in the usage of oil-bituminous rocks in the building industry // VI General Assembly of federation of engineering institutions of Islamic countries. International scientific and technical conference «New technologies in Islamic countries».- Almaty, 1999.- P. 147-149.

Айтжанова Т.К., Аубакирова Б.М., Жамбакина З.М., Наширалиев Ж.Т., Жолдыбаева А.Р.

Ұялы құрылымды силикатты материалдарды модифицирленген мұнай-битуминоз түрлері мен өңделген қалдықтарын талдау

Аннотация. Мақалада мұнай-битуминоздың түрлері мен олардың өңделген қалдықтарын қолдана отырып, ғылыми негізде құрылған силикатты материалдардың өндірістік технологиясын зерттеу нәтижелері қарастырылған. Жоғары битум қанықтылығы органикалық компоненттерді алудағы салыстырмалы қарапайымдылық ұялы бетон өндірісіне арналған мұнай-битуминоз түрлерінің жоғары құндылығын айқындап, құрылыс индустрия кәсіпорындарында шикізат материаларының, әсіресе, қабырғаға арналған материалдарды шығаруда сапасын қамтамасыз етеді.

Негізгі сөздер: әк, ұялы бетон, байланыстырғыш, мұнай-битуминоз түрлері, алюминий пудрасы, силикатты материалдар.

Aitzhanova T.K., Aubakirova B.M., Zhambakina Z.M., Nashiraliyev Zh.T., Zholdybayeva A.R.

Synthesis of silicate materials cellular structure modified oil-bituminous rocks and waste their processing

Annotation. The article provides the results of research on the scientific basis of production technology of silicate materials with cellular structure oil-bituminous species and their products. High bitumen saturated rocks, the relative ease of extraction of organic components predetermine a higher value oil-bituminous species for the production of aerated concrete, providing high-quality raw materials companies construction industry, especially for the production of wall materials.

Key words: lime, aerated concrete, cementitious, oil-bituminous breed, aluminum powder, silicate materials.

УДК 004.77

Г.С. Укубасова
(Университет Нархоз, Алматы, Республика Казахстан
ukubasova_g@mail.ru)

МЕТОДЫ РАСШИРЕНИЯ ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ С ПОМОЩЬЮ ОПТОВОЛОКОННЫХ МОДЕМОВ И КАБЕЛЕЙ

Аннотация. Для создания соединения между удаленной локальной сетью и компьютером может применяться пара оптоволоконных модемов и оптоволоконные кабели. Этот механизм расширения может быть вставлен между сетевой платой компьютера и удаленным трансивером. Основное преимущество оптоволоконных модемов вытекает из их способности поддерживать соединение с удаленной локальной сетью без внесения

изменений в существующую локальную сеть или компьютер. В настоящей статье рассматриваются пути решения проблем расширения локальной сети с помощью оптоволоконных кабелей, так как задержки прохождения сигналов по оптоволоконному кабелю невелики, а пропускная способность высока, такой механизм успешно работает на расстоянии нескольких километров. Наиболее часто эти средства применяются для подключения компьютера к локальной сети, находящейся в другом здании.

Ключевые слова: удаленная локальная сеть, оптоволоконные модемы, оптоволоконные кабели, повторители, сегменты Ethernet.

На сегодняшний день существует ряд способов расширения области охвата локальной сети. Как правило, применяемые при этом механизмы не предусматривают ни увеличения мощности электрических сигналов, вырабатываемых интерфейсным аппаратным обеспечением, ни увеличения длины кабеля сверх максимально допустимых пределов. Эти механизмы предусматривают использование стандартного интерфейсного аппаратного обеспечения и дополнительных аппаратных компонентов, которые позволяют ретранслировать сигналы на большие расстояния.

Простейший механизм расширения локальной сети предусматривает установку между компьютером и трансивером оптоволоконных кабелей и пары оптоволоконных модемов.

Поскольку оптоволоконный кабель имеет низкую задержку и высокую пропускную способность, то такой механизм позволяет компьютеру подключиться к трансиверу, который соединен с удаленной сетью. Компьютер посылает стандартные сигналы управления трансивером, а трансивер их принимает. Поэтому такое расширение может работать со стандартным сетевым интерфейсным аппаратным обеспечением. На рис. 1 показаны оптоволоконные модемы, предназначенные для расширения соединения Ethernet [1].

Рис. 1. Оптоволоконные кабели и модемы для соединения компьютера с удаленной сетью Ethernet с использованием обычных сигналов AUI

На каждом конце соединения находится по одному оптоволоконному модему, а между ними проложен оптоволоконный кабель. В компьютере используется сетевая плата, которая генерирует сигналы AUI для управления трансивером и отправляет их на локальный оптоволоконный модем по кабелю AUI. Аналогичным образом, удаленный оптоволоконный модем вырабатывает стандартные сигналы AUI и отправляет их по кабелю AUI на трансивер.

Электронные схемы оптоволоконного модема преобразуют сигналы AUI в цифровой код, а аппаратное обеспечение оптического драйвера преобразует цифровой код в импульсы света, которые передаются по оптоволоконному кабелю. Безусловно, эти электронные схемы должны обеспечивать связь в обоих направлениях, чтобы компьютер мог посылать и принимать фреймы. Например, электронные схемы оптоволоконного модема, расположенного рядом с компьютером, должны принимать цифровые данные, поступающие по оптоволоконному кабелю, и преобразовывать их в сигналы, отправляемые на компьютер, а также принимать сигналы с компьютера и преобразовывать их в цифровые данные, предназначенные для трансивера.

Основное преимущество оптоволоконных модемов вытекает из их способности поддерживать соединение с удаленной локальной сетью без внесения изменений в существующую локальную сеть или компьютер. Поскольку задержки прохождения сигналов по оптоволоконному кабелю невелики, а пропускная способность высока, такой механизм успешно работает на расстоянии нескольких километров. Наиболее часто эти средства применяются для подключения компьютера к локальной сети, находящейся в другом здании.

Для создания соединения между компьютером и удаленной локальной сетью может применяться пара оптоволоконных модемов и оптоволоконные кабели. Этот механизм расширения может быть вставлен между сетевой платой компьютера и удаленным трансивером.

Широта охвата локальной сети ограничивается также тем, что электрический сигнал по мере прохождения по кабелю ослабевает. Поэтому в некоторых сетевых технологиях кабели соединяются с помощью устройств, называемых повторителями. Повторитель обычно представляет собой аналоговое электронное устройство, которое постоянно контролирует электрические сигналы в кабелях. При обнаружении сигнала в одном из кабелей повторитель передает его усиленную копию в другой кабель. На рисунке 2 показано, что повторитель может фактически удвоить размер сети Ethernet. Повторитель подключен непосредственно к кабелю и не использует трансивер [1].

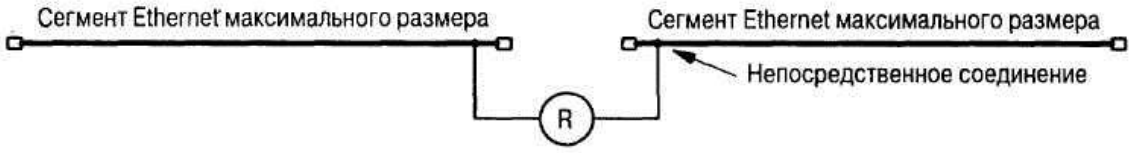


Рис. 2. Повторитель R соединяет два сегмента Ethernet

Повторитель соединяет два кабеля Ethernet, называемые сегментами, каждый из которых имеет обычные оконечные устройства. Повторители не анализируют формат фрейма и не имеют физического адреса. Они подключаются непосредственно к кабелям Ethernet и передают копии электрических сигналов из одного кабеля в другой, не ожидая поступления всего фрейма.

Максимальная длина сегмента Ethernet составляет 500 метров. На рис. 2 показано, что повторитель позволяет удвоить эффективную длину сети Ethernet (т.е. увеличить ее до 1000 метров) путем соединения двух сегментов максимальной длины. Для соединения трех сегментов Ethernet и создания сети длиной 1500 метров может применяться пара повторителей. Поскольку повторители передают из одного сегмента в другой все сигналы, то компьютер, подключенный к одному сегменту, может взаимодействовать с компьютером, подключенным к другому сегменту. При использовании повторителей компьютеры-отправители и компьютеры-получатели не могут определить, подключены ли они к одному или к разным сегментам.

Повторитель — это устройство, применяемое для расширения локальной сети. Повторитель, который соединяет два сегмента кабеля, усиливает все электрические сигналы, появляющиеся в одном сегменте, и передает их в другой сегмент. Любая пара компьютеров расширенной локальной сети может вступать во взаимодействие; компьютеры не могут определить, находится ли между ними повторитель.

Можно ли увеличивать длину сети Ethernet до бесконечности, составляя сегменты длиной по 500 метров каждый и соединяя их повторителями? Ответ на этот вопрос отрицателен, поскольку каждый дополнительный повторитель и сегмент увеличивает задержку. Сеть Ethernet, работающая по методу CSMA/CD, рассчитана на низкую задержку. Если задержка становится слишком большой, сеть перестает работать. Применение повторителей регламентируется стандартом Ethernet, в котором указано, что сеть не будет работать правильно, если между какой-либо парой станций находится более четырех повторителей [2].

Это предельное значение для сети Ethernet, которое составляет четыре повторителя, было тщательно продумано. Разработчики стандарта предусмотрели возможность применения сети Ethernet в здании, где на каждом этаже размещается много офисов. Для соединения в сеть компьютеров в таком здании можно разместить на каждом этаже по два сегмента Ethernet и соединить этажи дополнительным вертикальным сегментом. Такая архитектура сети показана на рис. 3. Хотя в этой конфигурации используется по два повторителя на каждом этаже, никакие две станции не разделены более чем четырьмя повторителями. На каждом этаже расположено по два сегмента, и еще один сегмент расположен в здании вертикально.

Повторители были первоначально предназначены для соединения двух сегментов Ethernet, находящихся на небольшом расстоянии друг от друга (например, в здании); соединение можно расширить на большое расстояние с помощью оптоволоконных модемов. Эта технология, получившая

название оптоволоконной линии связи между повторителями (FOIRL — Fiber Optic Intra-Repeater Link), предусматривает использование двух устройств, соединенных оптоволоконными кабелями [3]. Каждое устройство подключается к сегменту точно так же, как повторитель, и для связи между этими устройствами применяется оптоволоконный кабель. Каждое из устройств принимает сигнал из сегмента локальной сети, как и повторитель, а затем кодирует сигнал для передачи по оптоволоконному кабелю. Удаленное устройство принимает закодированный сигнал и восстанавливает его для последующего ввода в удаленный сегмент локальной сети. Поскольку оптоволоконный кабель имеет низкую задержку, линия FOIRL позволяет связать сегменты, расположенные в двух отдельных зданиях.

Рис. 3. Повторители, применяемые для соединения сегментов Ethernet на трех этажах здания

Повторители имеют несколько недостатков, и один из наиболее серьезных состоит в том, что повторители не проверяют целостность фреймов. В процессе приема и передачи электрических сигналов из одного сегмента в другой повторитель не различает сигналы, соответствующие фрейму, и другие электрические сигналы. Поэтому при возникновении коллизии в одном сегменте повторитель воссоздает возникающие при этом сигналы в другом сегменте, включая копию перекрывающихся сигналов, которые соответствуют коллизии. При возникновении в сегменте помех под воздействием электрического шума (например, грозовых разрядов) повторители также передают копию этих помех в другие сегменты [4].

Повторитель передает из одного сегмента в другой не только копий электрических сигналов, относящихся к обмену данными, но и копии электрических помех.

Как и повторитель, мост представляет собой электронное устройство, которое соединяет два сегмента локальной сети. Однако в отличие от повторителя мост передает только полные фреймы и использует такие же сетевые платы, как и обычный компьютер. Мост принимает проходящий по сегменту трафик в неизбирательном режиме. При получении фрейма мост проверяет, поступил ли фрейм в неизменном виде (например, не испытал ли он воздействия электрических помех в локальной сети во время передачи), а затем, в случае необходимости, направляет копию фрейма в другой сегмент. Поэтому два сегмента локальной Сети, соединенные мостом, функционируют как единая локальная сеть. Компьютер, подключенный к сегменту, может отправить фрейм на компьютер, подключенный к другому сегменту. Поскольку в каждом сегменте поддерживаются стандартные сетевые соединения и используется стандартный формат фрейма, компьютеры не получают информации о том, подключены ли они к обычной локальной сети или к локальной сети, соединенной мостом. Мост, в котором применяется соединение такого же типа, как в компьютере, всегда принимает и передает только целые фреймы (рис. 4).

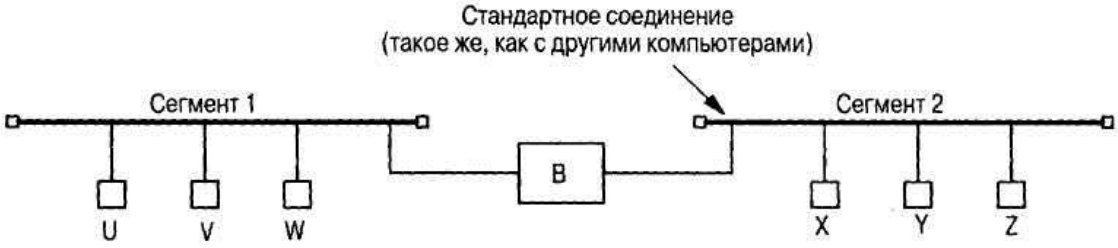


Рис. 4. К двум сегментам локальной сети, соединенным мостом, подключено шесть компьютеров

Мосты получили более широкое распространение, чем повторители, поскольку они позволяют устранять нарушения в работе. Если два сегмента соединены повторителем и в одном из них возникли электрические помехи под действием грозового разряда, то повторитель распространяет эти помехи на другой сегмент. Если же помехи возникли в одном из сегментов, соединенных мостом, то, получив фрейм с нарушенным форматом, мост просто отбрасывает его, как обычный компьютер отбрасывает фрейм, содержащий ошибку. Точно так же мост не перенаправляет сигналы коллизии из одного сегмента в другой.

Большинство мостов выполняет более сложную работу, чем просто перенаправление копии фреймов из одного сегмента локальной сети в другой. В действительности типичный мост состоит из обычного компьютера с процессором, памятью и двумя сетевыми платами. Мост выделен для выполнения единственной задачи и на нем не эксплуатируется прикладное программное обеспечение. Процессор моста выполняет код, записанный в постоянной памяти. Наиболее ценной функцией, выполняемой мостом, является фильтрация фреймов: мост перенаправляет фрейм, только если в этом есть необходимость. В частности, если компьютер отправляет фрейм на компьютер того же сегмента, то мост не должен перенаправлять копию этого фрейма в другой сегмент. Безусловно, если локальная сеть поддерживает широковещательную или групповую рассылку, то мост должен перенаправить в другой сегмент копию каждого широковещательного или группового фрейма, чтобы расширенная локальная сеть функционировала как одна большая локальная сеть.

Для того чтобы определить, нужно ли перенаправлять фрейм, мост использует физический адрес, находящийся в заголовке фрейма. Мосту известно местонахождение каждого компьютера, подключенного к соединяемым с его помощью сегментам локальной сети. При поступлении фрейма мост извлекает и проверяет адрес назначения. Если компьютер-получатель подключен к тому же сегменту, из которого поступил фрейм, то одна и та же передача была принята и компьютером-получателем, и мостом, поэтому мост отбрасывает фрейм, не перенаправляя его копию. Если же компьютер-получатель не находится в том же сегменте, из которого поступил фрейм, то мост отправляет копию фрейма в нужный сегмент.

Выше были описаны преимущества применения мостов в локальной среде. Как и повторители, мосты могут также использоваться для объединения сегментов, расположенных на больших расстояниях. Например, корпорации может потребоваться создать сеть, которая обеспечивает взаимодействие компьютеров, расположенных в одном здании, с компьютерами, находящимися в другом здании. Если эти два здания расположены на значительном расстоянии или они велики, то одна локальная сеть не сможет охватить оба здания. Использование же пары оптоволоконных модемов для соединения всех компьютеров в единую локальную сеть ведет к повышению расходов и снижению производительности.

Проще всего можно расширить локальную сеть, соединенную мостами, с использованием метода, описанного ранее в этой главе. Оптоволоконный кабель и пара оптоволоконных модемов применяются для расширения одного из соединений между мостом и сегментом локальной сети, что позволяет расположить этот сегмент на удалении от моста. На рис. 5 показано соединение сегментов локальной сети, расположенных в двух зданиях, с помощью оптоволоконных модемов и моста [5].

Рис. 5. Два сегмента локальной сети, расположенные в двух зданиях и соединенные мостом с использованием оптоволоконного кабеля

Применение моста в подобных ситуациях имеет следующие преимущества. Во-первых, поскольку требуется только одно оптоволоконное соединение, такое решение является менее дорогостоящим по сравнению с использованием отдельного оптоволоконного соединения для каждого компьютера. Во-вторых, в каждом из сегментов можно добавлять или удалять компьютеры без установки дополнительных или смены существующих кабелей, проходящих между зданиями. В-третьих, компьютеры, находящиеся в одном здании, могут взаимодействовать друг с другом, не нарушая взаимодействия между компьютерами в другом здании.

В большинстве стран мира приняты законы, по которым организациям разрешено соединять свои здания оптоволоконным кабелем, только если им принадлежит земля между этими зданиями и оптоволоконный кабель не проходит через общественную собственность, например улицу. Поэтому, если взаимодействие между компьютерами в основном происходит в пределах здания, а сеансы связи между зданиями довольно редки, то наиболее приемлемое решение состоит в использовании локальной сети, соединенной мостами: организация устанавливает один сегмент локальной сети в каждом здании и попарно соединяет эти сегменты с помощью мостов.

Как увеличить область охвата сетей с помощью мостов? Для этого чаще всего применяются два метода. Каждый из них предусматривает использование двухточечного соединения дальней связи и специальных аппаратных средств моста. В первом методе для соединения отдельных зданий используется арендованный телефонный канал связи, а во втором — арендованный спутниковый канал связи. Арендованная телефонная линия применяется чаще, поскольку она обходится дешевле. Однако связь через спутник обеспечивает передачу данных на произвольные расстояния. На рис. 6 показано, как использовать мост в соединении через спутник [5].

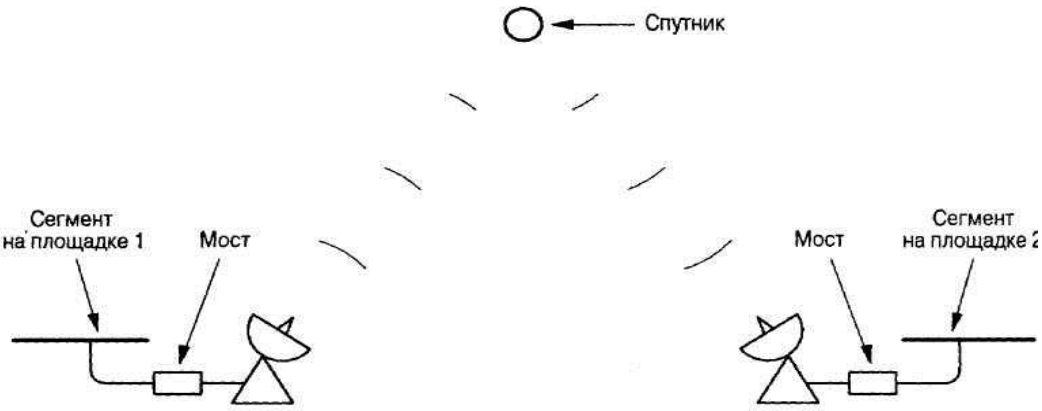


Рис. 6. Мост в арендованном канале связи через спутник соединяет сегменты локальной сети, расположенных на двух площадках одной организации

Мост, предназначенный для связи через спутник, способен соединять сегменты, расположенные на произвольном расстоянии.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник. СПб.: Питер, 2014. - 944 с.

[2] Таненбаум Э. Компьютерные сети. СПб.: Питер, 2012. - 960 с.

[3] Новиков Ю.В., Кондратенко С.В. Локальные сети. Архитектура, алгоритмы, проектирование. М.: ЭКОМ, 2010.- 308 с.

[4] Уолрэнд Дж. Телекоммуникационные и компьютерные сети. М.: Постмаркет, 2006. 460 с.

[5] Хелд Г. Технологии передачи данных. 7-е изд. СПб.: Питер, 2003. -720 с.

Үкібасова Ғ.С.

Жергілікті желі кеңейту пайдалана отырып талшықты-оптикалық кабельдер

Түйіндеме. Бұл мақалада жергілікті желілерін аясын кеңейту тетіктерін сипаттайды. әдісі компьютер мен LAN арасындағы қашықтықты арттыруға мүмкіндік береді талшықты-оптикалық кабель соңында қосылған әрқайсысы талшықты-оптикалық модемдер, жұп пайдалануды көздейді. NIC компьютер мыс кабелі арқылы талшықты-оптикалық модемге қосылған. Оптикалық талшықтар Модемді басқа мыс кабелі арқылы жергілікті желіге қосылған. Талшықты-оптикалық кабель бастап жергілікті байланысты жағдайда ретінде төмен кідірісін және компьютер, және қашықтағы LAN функциясы бар.

Негізгі сөздер: Қашықтағы жергілікті желі, талшықты-оптикалық модемдер, талшықты-оптикалық кабельдер, қайталауыштар, Ethernet сегменттер.

Ukubassova G.S.

Expansion of local area network using fiber optic cables

Summary. This article describes the mechanisms to expand the scope of the local networks. The method enables to increase the distance between the computer and the LAN involves the use of a pair of fiber optic modems, each of which is connected to one end of the fiber optic cable. NIC computer is connected to the fiber optic modem with a copper cable. Fiber Optic Modem is connected to a local network with another copper cable. Since the fiber optic cable has a low delay and a computer, and remote LAN function as in the case of a local connection.

Keywords: remote local area network, fiber optic modems, fiber optic cables, repeaters, segments Ethernet.

УДК 681.7: 65x282

А.С. Әбсадық, Ж.Е. Исаканова, Д.К. Құндызбай, А.А. Куйкабаева, Э.М. Зульбухарова
(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Aydana.absadyk@mail.ru)

МЕДИЦИНАЛЫҚ ҚҰРЫЛҒЫЛАРДЫҢ ТЕХНИКАЛЫҚ ЖӘНЕ МЕТРОЛОГИЯЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫН ҚҰРАЛ-ЖАБДЫҚТЫ БАҚЫЛАУ НӘТИЖЕЛЕРІН ТАЛДАУ

Аннотация: Қазіргі заманда технологиялардың дамуына байланысты медициналық құрылғылардың көмегімен науқас адамдарға нақты диагноз қоя білуге, анализ нәтижелерінің жылдам әрі нақты көрсеткіштерін алуға мүмкіндік бар. Медицинада заманауи талаптарға сай көптеген техникалар қолданыс үстінде. Солардың бірі химиялық анализаторлар мен фотоэлектрикалық калориметрлер және тағы басқа. Автоматтандырылған химиялық анализатор мен қолмен өлшеу жүргізетін фотоэлектрикалық калориметрмен жүргізілген зерттеу нәтижелеріне салыстырулар жүргізіледі. Медициналық құрылғыларды автоматтандыру тиімділік пен дәлдікті жоғарылатудың негізгі тәсілі. Қазіргі заманғы автоматтандырылған медициналық құрылғылыр қолмен өлшеу жүргізетін құрылғыларға қарағанда уақытты үнемдеу, сенімділікті арттыру, сапалы қызмет көрсету, анализ нәтижелерінің дәл көрсетуіне мүмкіндік береді.

Кілттік сөздер: медициналық құрылғы, химиялық анализатор, колориметр, метрологиялық сипаттама, бақылау, талдау.

Медициналық құрылғылардың техникалық және метрологиялық сипаттамаларын құрал-жабдықты бақылап, салыстыру жұмыстарын жүргізу үшін таңдалып алынған анализаторлар:

• “Автоматтандырылған BS-120 химиялық анализаторы";

• "Қолмен өлшеу жүргізілетін фотоэлектрикалық колориметр";

Екі медициналық құрылғының ішінен өлшеу жүргізуде анағұрлым тиімді болатын құрылғыны анықтау үшін 1 кестедегі нәтижелер анықталды. Бес науқас адамның қанының құрамындағы креатинин мөлшерлері анықталды.

1 - кесте. **BS-120 Химиялық анализаторынан алынған креатинин нәтижелері**

№	Компонент	Пациент (жынысы)	Нәтижелер	Қалыпты мөлшер	СИ бірліктері
1	Креатинин	Әйел	61	Әйелдер (61-115) Ерлер (53-97)	ммоль/л
		Әйел	57		
		Ер	73		
		Әйел	59		
		Ер	65		

Зерттеу жұмысында анализаторлардың артықшылықтарын салыстыру үшін 2 кестеде көрсетілгендей тәжірибе нәтижелерінің қателіктерін есептеу жұмыстары жүргізілді. Өлшеу нәтижелерін өңдеу МЕМСТ 8.207-76 "Көп ретті бақылаудың тікелей өлшеулері. Бақылау нәтижелерін өңдеу әдістері" бойынша есептелді.

2-кесте. **BS-120 Химиялық анализаторының қателігін креатинин нәтижелері бойынша есептеу**

Жеке өлшеулер саны $(\frac{\nu}{V})_i$	Нақты мәндердің орташа мәнінен ауытқуы абсолютті қателік $(\frac{\nu}{V})_i - <\frac{\nu}{V}>$	Ауытқулардың квадраттық қосындысы $((\frac{\nu}{V})_i - <\frac{\nu}{V}>)^2$
61	-2	4
57	-6	36
73	10	100
59	-4	16
65	2	4
		$\sum_{i=1}^{n}(<\frac{\nu}{V}> - (\frac{\nu}{V})_i)^2 = 160$

Өлшеу нәтижелерімынадай ретпен өңделді:

1. $(\frac{\nu}{V})_i$ шамасының өлшеу нәтижелерін кестеге толтырылды;

$$<\frac{\nu}{V}>=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(\frac{\nu}{V})_i. \qquad (1)$$

2. Өлшеу нәтижесінің арифметикалық ортасы есептелді, мұндағы n – өлшеулер саны, $(\frac{\nu}{V})_i$ - жеке өлшеулер саны;

$$<\frac{\nu}{V}>=\frac{61+57+73+59+65}{5}=\frac{315}{5}=63 \text{ ммоль/ л}$$

3. Өлшенген $<\frac{\nu}{V}>$ шаманың орташа мәнінің $(\frac{\nu}{V})_i$ жеке өлшеулерден ауытқуы $|(\frac{\nu}{V})_i - <\frac{\nu}{V}>|$ абсолютгік мәні бойынша есептелді;

4. Осы ауытқулардың квадраттарының қосындысы мына формуламен анықталды:

$$\sum_{i=1}^{n}((\frac{\nu}{V})_i - <\frac{\nu}{V}>)^2. \qquad (2)$$

5. Өлшенетін шаманың ақиқатты мәнін қамтитын шекараны жоғары дәлдікпен анықтау мақсатында жекелеген өлшеу нәтижелерінің орташа квадраттық қателігі:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(<\frac{\nu}{V}> - (\frac{\nu}{V})_i)^2}{N(N-1)}}. \qquad (3)$$

$$S = \sqrt{\frac{160}{5(5-1)}} = 2.82 \text{ ммоль/ л}$$

және сенімділік ықтималдығы (P=95%)таңдала отырып, кездейсоқ қателік табылды:

$$\Delta(\frac{\nu}{V}) = t_\alpha(n) * S_{<\frac{\nu}{V}>}. \qquad (4)$$

мұндағы, $t_\alpha(n)$ - n өлшеулер үшін Стьюдент коэффициенті.

$$\Delta(\frac{\nu}{V}) = 0.95 * 2.82 = 2.679 \text{ ммоль/ л}$$

6. Алынған өлшеулердің нақтылығын қамтамасыз ету үшін салыстырмалы қателік анықталды:

$$\varepsilon = \frac{\Delta(\frac{\nu}{V})}{<\frac{\nu}{V}>} * 100\%. \qquad (5)$$

$$\varepsilon = \frac{2.679}{63} * 100\% = 4.2\%$$

7. Нәтижені (жеке өлшенген шаманың жазылуы) салыстырмалы қателік пен сенімділік ықтималдығының көрсетуімен интервалды түрде жазады:

$$(\frac{\nu}{V})_i = <\frac{\nu}{V}> \pm \Delta(\frac{\nu}{V}). \qquad (6)$$

$$(\frac{\nu}{V})_i = (63 \pm 2.679) \text{ ммол/ л}$$

Салыстыру жұмыстары нақты болуы үшін фотоэлектрикалыққұрылғымен де креатининге тәжірибе жүргізіліп, нәтижелері алынды. Ол 3 кестеде көрсетілген.

3 - кесте. **Қолмен өлшеу жүргізілетін құрылғыдан алынған креатинин нәтижелері**

№	Компонент	Пациент (жынысы)	Нәтижелер	Қалыпты мөлшер	СИ бірліктері
1	Креатинин	Ер	64	Әйелдер (61-115) Ерлер (53-97)	ммоль/л
2		Әйел	83		
3		Әйел	89		
4		Ер	76		
5		Әйел	72		

Құрылғы қателігінің бастапқы есептелу жолдары, оның жеке өлшеулер саны$(\frac{\nu}{V})_i$, нақты мәндердің орташа мәндерден ауытқуы (абсолютті қателігі)

$(\frac{\nu}{V})_i - <\frac{\nu}{V}>$, ауытқулардың квадраттық қосындысы$((\frac{\nu}{V})_i-<\frac{\nu}{V}>)^2$ 4 кестеге енгізілді.

4 - кесте. **Қолмен өлшеу жүргізілетін құрылғының қателігін креатинин нәтижелері бойынша есептеу**

Жеке өлшеулер саны $(\frac{\nu}{V})_i$	Нақты мәндердің орташа мәндерден ауытқуы абсолютті қателік $(\frac{\nu}{V})_i - <\frac{\nu}{V}>$	Ауытқулардың квадраттық қосындысы $((\frac{\nu}{V})_i-<\frac{\nu}{V}>)^2$
64	-13	169
83	6	36
89	12	144
76	-1	1
72	-5	25
		$\sum_{i=1}^{n}(<\frac{\nu}{V}> -(\frac{\nu}{V})_i)^2 = 475$

Өлшеу нәтижелерімынадай ретпен өңделді:

1. $(\frac{\nu}{V})_i$ шамасының өлшеу нәтижелерін кестеге жазады;

2. Өлшеу нәтижесінің арифметикалық ортасы 1 формула бойынша есептелді:

$$<\frac{\nu}{V}>=\frac{64+83+89+76+72}{5}=\frac{385}{5}=77\,\text{ммоль/ л}$$

3. Өлшенген $<\frac{\nu}{V}>$ шаманың орташа мәнінің $(\frac{\nu}{V})_i$ жеке өлшеулерден ауытқуы $\left|(\frac{\nu}{V})_i-<\frac{\nu}{V}>\right|$ абсолюттік мәні бойынша есептелді;

4. Осы ауытқулардың квадраттарының қосындысы 2 формула бойынша анықталды;

5. 3 формула бойынша өлшенетін шаманың ақиқатты мәнін қамтитын шекараны жоғары дәлдікпен анықтау мақсатында жекелеген өлшеу нәтижелерінің орташа квадраттық қателігін:

$$S=\sqrt{\frac{475}{5(5-1)}}=4.33\,\text{ммоль/ л}$$

және сенімділік ықтималдығын (P=95%)таңдай отырып, кездейсоқ қателік 4 формуламен табылды:

$$\Delta(\frac{\nu}{V}) = 0.95 * 4.33 = 4.11 \text{ммоль/ л}$$

6. Алынған өлшеулердің нақтылығын қамтамасыз ету үшін салыстырмалы қателік 5 формула бойынша анықталды:

$$\varepsilon = \frac{4.11}{77} * 100\% = 5.3\%$$

7. Нәтижені (жеке өлшенген шаманың жазылуы) салыстырмалы қателік пен сенімділік ықтималдығының көрсетуімен интервалды түрде 6 формула бойынша жазады:

$$(\frac{\nu}{V})_i = (77 \pm 4.11) \text{ммоль/ л}$$

Салыстыру нәтижелерінің дәлдігін қамтамасыз ету үшін екінші химиялық элемент - билирубин қателігі анықталды. Пациенттердің талдау нәтижелері 5 кестеде көрсетілген.

5 - кесте. **BS-120 Химиялық анализаторынан алынған билирубин нәтижелері**

№	Компонент	Пациент (жынысы)	Нәтижелер	Қалыпты мөлшер	СИ бірліктері
1	Билирубин	Ер	24,5	22,2	ммоль/л
2		Әйел	22,2		
3		Ер	25,1		
4		Ер	21,3		
5		Ер	20,9		

Тәжірибенің жеке өлшеулер саны, олардың абсолюттік қателігі және ауытқуларының квадраттық қосындысы есептеліп, 6 кестеге енгізілді.

6 - кесте. **BS-120 Химиялық анализаторының қателігін билирубин нәтижелері бойынша есептеу**

Жеке өлшеулер саны $(\frac{\nu}{V})_i$	Нақты мәндердің орташа мәндерден ауытқуы абсолютті қателік $(\frac{\nu}{V})_i - <\frac{\nu}{V}>$	Ауытқулардың квадраттық қосындысы $((\frac{\nu}{V})_i - <\frac{\nu}{V}>)^2$
24,5	1,7	2,89
22,2	-0,6	0,36
25,1	2,3	5,29
21,3	-1,5	2,25
20,9	-1,9	3,61
		$\sum_{i=1}^{n}(<\frac{\nu}{V}> - (\frac{\nu}{V})_i)^2 = 14,4$

Өлшеу нәтижелерінің өңделуі:

1. $(\frac{\nu}{V})_i$ шамасының өлшеу нәтижелерін кестеге жазады;

2. Өлшеу нәтижесінің арифметикалық ортасы 1 формула бойынша есептелді:

$$<\frac{\nu}{V}>=\frac{24,5+22,2+25,1+21,3+20,9}{5}=\frac{114}{5}=22,8\,\text{ммоль/ л}$$

3. Өлшенген $<\frac{\nu}{V}>$ шаманың орташа мәнінің $(\frac{\nu}{V})_i$ жеке өлшеулерден ауытқуы $|(\frac{\nu}{V})_i-<\frac{\nu}{V}>|$ абсолюттік мәні бойынша есептелді;

4. Осы ауытқулардын квадраттарының қосындысы 2 формуламен анықталды;

5. 3 формула бойынша өлшенетін шаманың ақиқатты мәнін қамтитын шекараны жоғары дәлдікпен анықтау мақсатында жекелеген өлшеу нәтижелерінің орташа квадраттық қателігін:

$$S=\sqrt{\frac{14,4}{5(5-1)}}=0,84\,\text{ммоль/ л}$$

және сенімділік ықтималдығын (P=95%)таңдай отырып, кездейсоқ қателік 4 формуламен табылды:

$$\Delta(\frac{\nu}{V})=0.95*0.84=0.81\,\text{ммоль/ л}$$

6. Алынған өлшеулердің нақтылығын қамтамасыз ету үшін салыстырмалы қателік 5 формула бойынша анықталды:

$$\varepsilon=\frac{0.81}{22,8}*100\%=3.5\%$$

7. Нәтижені (жеке өлшенген шаманың жазылуы) салыстырмалы қателік пен сенімділік ықтималдығының көрсетуімен интервалды түрде 6 формула бойынша жазады:

$$(\frac{\nu}{V})_i=(22.8\pm 2.88)\,\text{ммоль/ л}$$

Салыстыру нәтижелерінің дәлдігін қамтамасыз ету үшін екінші химиялық элемент - билирубин қателігі анықталды. Нәтижелер 7 кестеде көрсетілген.

7 - кесте. **Фотоэлектрикалық колориметрден алынған билирубин нәтижелері**

№	Компонент	Пациент (жынысы)	Нәтижелер	Қалыпты мөлшер	СИ бірліктері
1	Билирубин	Әйел	22,1	22,2	ммоль/л
2		Әйел	23,9		
3		Ер	24,0		
4		Әйел	21,8		
5		Ер	22,6		

Тәжірибенің жеке өлшеулер саны, олардың абсолюттік қателігі және ауытқуларының квадраттық қосындысы есептеліп, 8 кестеге енгізілді.

8 - кесте. **Фотоэлектрикалық колориметр қателігін билирубин бойынша есептеу**

Жеке өлшеулер саны $(\frac{\nu}{V})_i$	Нақты мәндердің орташа мәндерден ауытқуы абсолютті қателік $(\frac{\nu}{V})_i - <\frac{\nu}{V}>$	Ауытқулардың квадраттық қосындысы $((\frac{\nu}{V})_i - <\frac{\nu}{V}>)^2$
22,1	-0,78	0,6084
23,9	1,02	1,0404
24,0	1,12	1,2544
21,8	-1,08	1,1664
22,6	0,28	0,0784
		$\sum_{i=1}^{n}(<\frac{\nu}{V}> - (\frac{\nu}{V})_i)^2 = 4,148$

Өлшеу нәтижелері мына ретпен өңделді:

1. $(\frac{\nu}{V})_i$ шамасының өлшеу нәтижелері кестеге енгізілді;

2. Өлшеу нәтижесінің арифметикалық ортасы 1 формула бойынша есептелді:

$$<\frac{\nu}{V}> = \frac{22,1+23,9+24,0+21,8+22,6}{5} = \frac{114.4}{5} = 22,88 \text{ ммоль/ л}$$

3. Өлшенген $<\frac{\nu}{V}>$ шаманың орташа мәнінің $(\frac{\nu}{V})_i$ жеке өлшеулерден ауытқуы $|(\frac{\nu}{V})_i - <\frac{\nu}{V}>|$ абсолютгік мәні бойынша анықталды;

4. 3 формула бойынша өлшенетін шаманың ақиқатты мәнін қамтитын шекараны жоғары дәлдікпен анықтау мақсатында жекелеген өлшеу нәтижелерінің орташа квадраттық қателігін:

$$S = \sqrt{\frac{4,148}{5(5-1)}} = 0,45 \text{ ммоль/ л}$$

5. Сенімділік ықтималдығын (P=95%)таңдай отырып, кездейсоқ қателік 4 формуламен табылды:

$$\Delta(\frac{\nu}{V}) = 0.95 * 0.45 = 0.43 \text{ ммоль/ л}$$

6. Алынған өлшеулердің нақтылығын қамтамасыз ету үшін салыстырмалы қателік 5 формула бойынша анықталды:

$$\varepsilon = \frac{0.43}{22,8} * 100\% = 1.9\%$$

7. Нәтижені (жеке өлшенген шаманың жазылуы) салыстырмалы қателік пен сенімділік ықтималдығының көрсетуімен интервалды түрде жазады:

$$(\frac{\nu}{V})_i = (22.88 \pm 4.148)\ \text{ммоль/ л}$$

1-сурет. BS-120 химиялық анализаторынан және фотометрикалық колориметрден алынған өлшеу нәтижелерінің қателіктерін салыстыру

Зерттеу жұмысында автоматтандырылған және қолмен өлшеу жүргізілетін құрылғылармен жасалған тәжірибелердің нәтижелері салыстырмалы түрде 1 суреттегі диаграммада тұрғызылды. Диаграммада көрсетілгендей креатинин және билирубин есептеулері бойынша BS-120 анализаторының қателіктері $\varepsilon = 4.2\%$, $\varepsilon = 1.9\%$ тең, ал фотоэлектрикалық колориметрдің қателіктері $\varepsilon = 5.3\%$, $\varepsilon = 3.5\%$. Сонымен медициналық құрылғыларының ішінен құрал-жабдықты бақылау нәтижесінде билирубинді және креатининді анықтауда BS-120 автоматты химиялық талдаушы қателігі ең аз құрылғы болып табылды.

2-сурет. Автоматты анализатор мен қолмен өлшеу жүргізілетін құрылғының артықшылықтары

Суретте көріп отырғанымыздай, автоматты анализатордың артықшылықтары қолмен өлшеу жүргізілетін құрылғыға қарағанда көптеген артықшылықтарымен ерекшеленеді. Зерттеу жұмысы көмегімен автоматтандырылған құрылғы анағұрлым тиімді екені анықталды. Себебі автоматтандыру өндірісті, қоғамды немесе еңбек салаларының үлкен бөлігінің экономикасын жақсарта алады және өңдеу уақытын айтарлықтай қысқарта алады.

МЕМСТ 20790-93 «Медициналық құралдар, аспаптар, құрылғылар», МЕМСТ 27878-88 «Автоматтандырылған медицина кешендері мен жүйелері», МЕМСТ 4.317-85 «Қан алу қызметіне арналған құрылғылар мен жүйелер» халықаралық стандарттарымен танысу жұмыстары жүргізілді, құралжабдық паспорты бойынша химиялық анализаторлардың техникалық сипаттамалары айқындалды, МЕМСТ 8.009-2005 бойынша анализаторлардың метрологиялық сипаттамалары анықталды, қолмен өлшеу жүргізілетін фотометрикалық және автоматтандырылған құрылғылармен тәжірибе жасалды, құрылғылардан алынған өлшеу нәтижелерін өңдеу және салыстыру, автоматтандырылған анализатордың тиімділігіне талдау жұмыстары жүргізілді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Қаржаубаев К.Е. Метрология және өндірісті метрологиялық қамтамасыз ету. Оқу құралы – Алматы: Нур-ПринтНур-Принт, 2011. – 240 б.

[2] Қауымбаев Р.Т. Метрология. Оқу құралы – Тараз: М.Х. Дулати атын. ТарМУ, 2011. – 126 б.

[3] Адамбаева Р.С. Метрология және метрологиялық қамтамасыз ету. Оқу құралы – Алматы: ҚазҰТУ, 2014. – 224 б.

[4] Асқарова Ә.С., Бөлегенова С.Ә., Шортанбаева Ж.К., Лаврищев О.А., Соколов Д.Ю. Метрологияның физикалық негіздері. Электрлік өлшеулер. Оқу әдістемелік құрал – Алматы: Қазақ Университеті, 2014. – 112 б.

[5] Шәбікова Г.Х., Оспанов Х.К., Сыздықов Р.Р., Сыздықова Л.И. Метрология, стандарттау және сертификаттау негіздері. Оқу құралы – Алматы: Қазақ университеті, 2002. – 242 б.

[6] МЕМСТ 20790-93 «Медициналық құралдар, аспаптар, құрылғылар» халықаралық стандарты

[7] BS-120 Химиялық анализаторы медициналық құрылғысының паспорты

[8] Костылев Ю.С. Испытания продукции. –М: Изд-во стандартов, 1989. – 168 с.

[9] Мироновская Е.А., Синотов А.Г. Проведение испытаний и приемка продукций машиностроения. –М: Машиностроение 1990. – 255 с.

Абсадык А.С., Исаканова Ж.Е., Кундызбай Д.К., Куйкабаева А.А., Зульбухарова Э.М.

Технические и метрологические характеристики медицинских приборов и результатов проверки оборудования

Резюме. Автоматический анализатор отличается от ручных измерительных приборов многими примуществами. Исследование показало, что работать с помощью автоматизированного устройства более эффективно.

Ключевые слова: медицинский прибор, химический анализатор, колориметр, метрологические характеристики, контроль и анализ**.**

Absadyk A.S., Isakanova Zh.E., Kundyzbay D.K., Kuykabaeva A.A., Zul'bukharova E.M.

Technical and metrological characteristics of medical instruments and equipment test results

Summary. Automatic analyzer differs from manual measuring instrument many advantages require. The study showed that working using automated devices more efficient.

Key words: medical instrument, chemistry analyzer, colorimeter, the metrological characteristics, control and analysis.

УДК 622.831

[1]Э.К. Абдылдаев, Ж.Т.[2]Айтуганова
([1]АО «Университет Нархоз», [2]АТУ
Алматы, Республика Казахстан)

ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ АНИЗОТРОПНОГО МАССИВА ВОКРУГ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Аннотация: На основе использования разработанной гранично-элементной модели расчета анизотропного массива приведены результаты численной оценки напряженного состояния породного массива вокруг горных выработок. Метод конечных элементов делится на конечное число соединенных между собой подобластей довольно простого очертания, именуемых конечными элементами. Затем выбираются аппроксимирующие действительное решение функции, однозначно определяемые на приближенных значениях решения в определенных узловых точках, расположенных внутри или на границе каждого элемента. В настоящее время МКЭ достиг такого развития, что при его реализации поддается решению широкий класс линейных и нелинейных не решенных ранее задач. Однако существует множество задач, для которых конечно-элементная реализация неудовлетворительна. Это обстоятельство заставляет искать альтернативные методы, основанные на граничных интегральных уравнениях (ГИУ). Такие методы известны как методы граничных элементов (МГЭ).

Ключевык слова: массив, выработка, строение, численные методы.

В подавляющем большинстве практических задач, возникающих в прикладных науках, в частности, в горной геомеханике, необходимо учитывать сложное строение и физико-механические свойства рассматриваемых сред, а также нерегулярность границ объектов. Однако аналитическое решение таких задач весьма затруднительно. Поэтому приходится прибегать к численным методам решения с использованием современных ПК [1-3]. Численные методы, используемые в практических приложениях, могут быть разделены на три основные группы: метод конечных разностей (МКР), метод конечных элементов (МКЭ) и метод граничных элементов (МГЭ). МКР обычно связан с непосредственной реализацией разностного оператора, соответствующего исходному дифференциальному уравнению задачи. В результате осуществления этой процедуры на множестве точек (узлов) внутри области тела формируется система уравнений с матрицей коэффициентов при неизвестных, значения которых в узлах связаны с граничными условиями в выбранных точках на границе. Эти уравнения затем решаются прямым методом, если задача линейная, если же задача нелинейная, то она решается итерациями. Возможность легко распространить методику на решение физически и геометрически нелинейных задач является прямым развитием заложенной в методе простой идеи. Однако метод имеет недостатки, обнаруживающиеся при решении задач с усложненной границей области. В этом случае достижение сравнительно точных результатов дорого обходится, поскольку сама методика требует большого числа узловых точек. Поэтому методы, использующие конечные разности, стали вытесняться более надежными методами.

В настоящее время одним из таких является метод конечных элементов. Здесь исследуемая область делится на конечное число соединенных между собой подобластей довольно простого очертания, именуемых конечными элементами. Затем выбираются аппроксимирующие действительное решение функции, однозначно определяемые на приближенных значениях решения в определенных узловых точках, расположенных внутри или на границе каждого элемента. В настоящее время МКЭ достиг такого развития, что при его реализации поддается решению широкий класс линейных и нелинейных не решенных ранее задач. Однако существует множество задач, для которых конечно-элементная реализация неудовлетворительна. Это обстоятельство заставляет искать альтернативные методы, основанные на граничных интегральных уравнениях (ГИУ). Такие методы известны как методы граничных элементов (МГЭ).

МГЭ значительно выигрывает по сравнению с другими численными методами, благодаря вводу относительно небольшого объема исходной информации. Это является следствием того, что геометрической дискретизации подлежит только граница рассматриваемого объекта. При этом необходимо стремиться упростить ввод и свести объем исходной информации к минимуму. Это упрощает процесс подготовки исходных данных, уменьшает вероятность появления ошибок в исходных данных и

облегчает их контроль. При описании контура (границы) выработки используются несколько видов характерных отрезков-суперэлементов, позволяющих аппроксимировать практически контур любой формы.

Отобразим отрезок параболы, заданный с помощью трех точек, на прямую η так, чтобы точки 1, 2, 3 параболы совпадали соответственно с точками 1, 2, 3 прямой η (рис. 1).

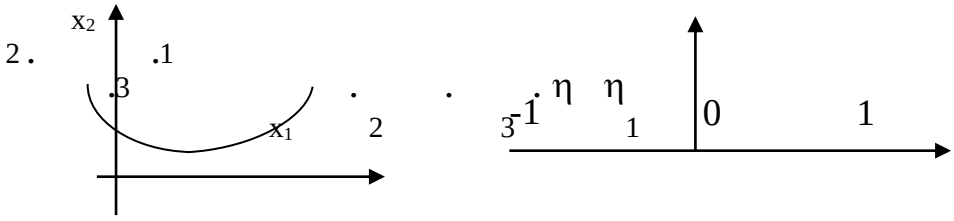


Рис. 1. Отображение части параболы на отрезок прямой η

Такое отображение можно осуществить с помощью преобразования

$$x_i(\eta) = M^{\alpha}(\eta)x_i^{\alpha}, \quad (\alpha = 1,2,3), \tag{1}$$

где $M^{\alpha}(\eta)$ - функции формы:

$$M^1 = \eta(1+\eta)/2, \quad M^2 = -\eta(1-\eta)/2, \quad M^3 = 1-\eta^2 \tag{2}$$

Из соотношений (1) и (2) получим значения координат точки на параболе в зависимости от значений η на прямой:

$$x_1 = \frac{1}{2}(x_1^1 + x_1^2 - 2x_1^3)\eta^2 + \frac{1}{2}(x_1^1 - x_1^2)\eta + x_1^3,$$
$$x_2 = \frac{1}{2}(x_2^1 + x_2^2 - 2x_2^3)\eta^2 + \frac{1}{2}(x_2^1 - x_2^2)\eta + x_2^3 \tag{3}$$

Разбивая отрезок η на m элементов и находя координаты их концов в декартовой системе с помощью формул (3), получаем аппроксимацию отрезка параболы с помощью m граничных элементов. Местоположение точки 3 определяет вид параболы и неравномерность ее разбивки на граничные элементы, что позволяет производить сгущение элементов в местах концентрации напряжений.

Рассмотрим суперэлемент в виде дуги окружности, заданной с помощью трех точек, как показано на рис. 2. По трем точкам, принадлежащим окружности, определяются их полярные координаты. По зависимостям (3) находятся полярные координаты граничных элементов, аппроксимирующих дугу окружности, которые затем переводятся в декартовые. Точка 3 определяет неравномерность разбивки дуги окружности на граничные элементы.

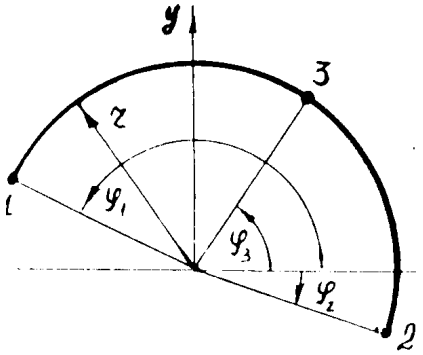


Рис. 2. Суперэлемент как дуга окружности

При равномерной разбивке отрезка на m граничных элементов суперэлемент в виде отрезка прямой задается с помощью двух точек. Так как прямая является частным случаем параболы, то для ее неравномерной разбивки можно воспользоваться формулами (3). Неравномерность разбивки определяется положением точки 3 на прямой. Надо иметь в виду, что ее местоположение не может быть произвольным. Поскольку отображение (3) имеет максимум, то необходимо, чтобы этот максимум не выходил за пределы отрезка $[-1, 1]$. Продифференцировав (3) по η, получим ограничение на положение точки 3 на отрезке прямой. Для корректного отображения отрезка прямой на прямую η точка 3 должна лежать в пределах $\pm \ell /4$ от центра отрезка (рис. 3).

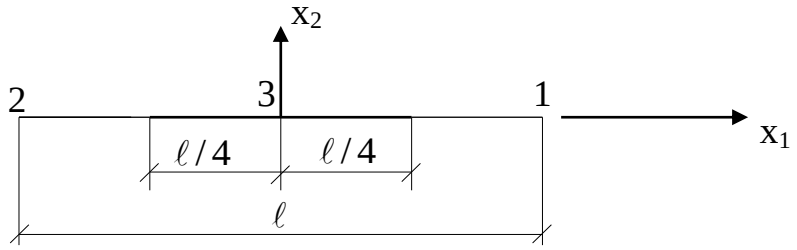


Рис. 3. Местоположение точки 3 на отрезке прямой

Таким образом, при задании контура выработки можно использовать суперэлементы в виде отрезков прямых, парабол или дуг окружностей произвольного диаметра.

На основе использования разработанной гранично-элементной модели расчета анизотропного массива горных пород [1,3] проведена численная оценка напряженного состояния породного массива вокруг выработки сводчатого профиля, находящейся в зоне влияния глубокого каньона. Физико-механические характеристики, начальное напряженное состояние массива с учетом влияния каньона на выработку, расположенную на расстоянии 50 м по горизонтальной оси до дна каньона, приняты [2]:

$E_1 = 1{,}07\ 10^4$ МПа ; $E_2 = 0{,}52\ 10^4$ МПа ; $G_2 = 0{,}12\ 10^4$ МПа, $\nu_1 = 0{,}41$; $\nu_2 = 0{,}2$.

$\sigma_{11}^0 = -11{,}5$ МПа ; $\sigma_{22}^0 = -7{,}03$ МПа ; $\sigma_{12}^0 = -5{,}45$ МПа.

В компьютерной программе физико-механические свойства массива задаются через величины s_{ij}, связанные с техническими постоянными следующими зависимостями:

$$s_{11} = \frac{1}{E_1},\ s_{12} = -\frac{\nu_2}{E_1},\ s_{13} = -\frac{\nu_1}{E_1},$$
$$s_{21} = \frac{\nu_2}{E_1},\ s_{22} = -\frac{1}{E_2},\ s_{23} = -\frac{\nu_2}{E_1}, \qquad (4)$$
$$s_{31} = -\frac{\nu_1}{E_1},\ s_{32} = -\frac{\nu_2}{E_1},\ s_{33} = \frac{1}{E_1},\ s_{66} = \frac{1}{G_2}$$

Контур выработки аппроксимируется восемью суперэлементами, каждый из которых затем автоматически разбивается еще на десять элементов (рис. 4). В зонах большей кривизны, где следует ожидать большой градиент напряжений, проводится сгущение граничных элементов. В качестве суперэлементов использованы отрезки парабол и дуги окружности. Это позволило с помощью минимального числа суперэлементов достаточно точно аппроксимировать границу выработки. Координаты x_1, x_2 характерных точек суперэлементов приведены в таблице 1.

На рис. 5 представлены контурные напряжения для шатрообразной выработки, расположенной как в анизотропной, так и в изотропной среде. Из него видно, что распределение контурных напряжений для анизотропного и изотропного случаев качественно подобно, хотя и имеется некоторое количественное различие. Сравнивая полученные значения напряжений с соответствующими аналитическими данными [2], можно сделать следующие выводы: контурные напряжения, полученные чис-

ленным и аналитическим методами качественно совпадают между собой. Наибольшее расхождение результатов наблюдается в зонах концентрации напряжений, причем погрешность для анизотропного массива выше (до 20%), чем для изотропного (до 15%).

Расхождение результатов можно объяснить тем, что допущена некоторая неточность при аппроксимации контура выработки граничными элементами; аналитическое решение является также приближенным, так как в разложении разрешающих функций в ряд учитывались только два слагаемых, что значительно сказывается именно в зонах концентрации напряжений, где эти функции имеют максимальный градиент изменения.

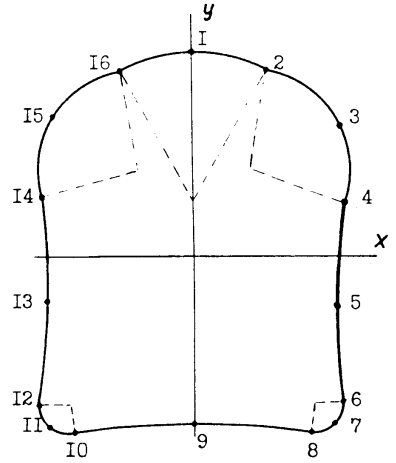


Рис. 4. Дискретизация границы выработки суперэлементами

Таблица 1. **Координаты характерных точек суперэлементов**

№ точки	1	2	3	4	5	6	7	8
x_1, м	0	2,7	5,1	5,5	5,4	5,5	5,1	4,3
x_2, м	7,5	6,85	5,05	2,1	-1,7	-5,45	-6,2	-5,45
№ точки	9	10	11	12	13	14	15	16
x_1, м	0	4,3	-5,1	-5,5	-5,4	-5,5	-5,1	-2,7
x_2, м	-6,45	-6,45	-6,2	-5,45	-1,7	2,1	5,05	9,95

На рис.6 дан график контурного напряжения для круглого отверстия, расположенного в бесконечной анизотропной среде, находящейся под действием одноосной нагрузки. Физико-механические характеристики среды приняты следующими:

$$s_{11} = 15{,}5 \cdot 10^{-4}\ \text{кПа}^{-1};\ s_{22} = 0587 \cdot 10^{-4}\ \text{кПа}^{-1};$$

$$s_{12} = 0{,}33 \cdot 10^{-4}\ \text{кПа}^{-1};\ s_{66} = 11{,}5 \cdot 10^{-4}\ \text{кПа}^{-1}.$$

Контур отверстия разбивался на 40 граничных элементов. Результаты численного решения обозначенные точками и аналитического сплошная линия хорошо согласуются (рис. 6).

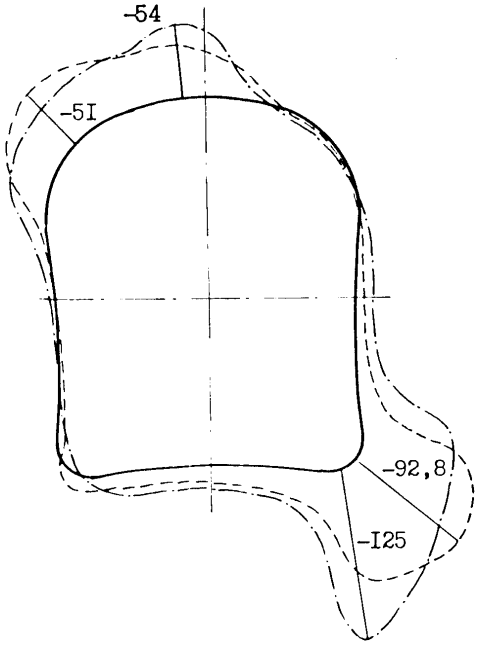


Рис.5. Контурные напряжения на границе выработки: для анизотропного массива; ---- для изотропного массива

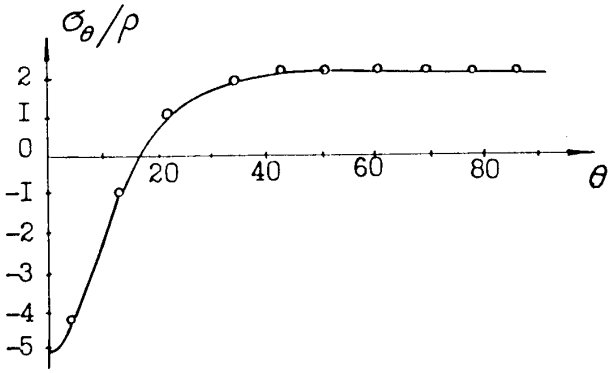


Рис.6. Окружные напряжения в точках контура круглого отверстия

ЛИТЕРАТУРА

1. Крауч С., Старфилд А. Методы граничных элементов в механике твердого тела. - М.: Мир,1987.

2. Ракишев Б.Р., Машанов А.А., Абдылдаев Э.К. Структура массива и деформируемость горных пород», Алматы, 2011, 281 с.

2. Абдылдаев Э.К. Метод конечных элементов при решении прикладных задач. – Алматы.: Полиграфия-сервис, 2011, - 111 с.

Абдылдаев Э.К., Айтуганова Ж.Т.

Анизотропты алқаптардағы қазбалар айналасының кернеулік күйін бағалау

Түйіндеме: Шекаралы-элементтік есептеу моделінің анизотроптық массив нәтижелері келтірілген санаулы кернеулік бағалау жағдайын, тұқымдық массивінің айналасында тау-кен қазбаларын пайдалану негізінде әзірленген.

Abdyldaev E.K., Aituganova Zh.T.

Assessment of stress state of anisotropic massif around mine workings

Summary. On the basis of use of the developed boundary-element model for the calculation of an anisotropic numerical evaluation of the stress state in rock massif around mine workings.

УДК 303.091.7:665.

[1]К.С. Надиров, [1]Б.А. Сакыбаев, [1]М.Н. Шерембетов, [1]Д.Б. Амантаева, [1]Ж.К. Шуханова, [1]Г.К. Шегенова, [2]Д. Аринова

([1]М.О. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент, Қазақстан Республикасы,
[2]Қ.И. Сатпаев атындағы Ұлттық Зерттеу Техникалық университет)
shuhanovaz@mail.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ ТРЕХСЛОЙНОГО ПОКРЫТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ МАСЛОЖИРОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ДЛЯ ЗАЩИТЫ НЕФТЕПРОВОДОВ ОТ КОРРОЗИИ

Аннотация: Проанализированы перспективы создания трехслойного покрытия, полученного с использованием отходов масложировой промышленности (госсипола и госсиполовой смолы) и местного сырья (волластонита и вермикулита), для защиты нефтепроводов от коррозии. Установлено, что, несмотря на различную химическую природу различных слоев покрытия, разработанные полимерные композиты за счет подбора их состава с помощью методов математического моделирования имеют приблизительно одинаковые значения поверхностной энергии и температуры начала деструкции и потери 50% массы. Это теоретически свидетельствует о рациональном конструировании предлагаемого трехслойного покрытия и экономически обоснованных перспективах использования данных составов, более дешевых, чем импортные аналоги, в качестве единого трехслойного покрытия без снижения общей термостабильности покрытия.

Ключевые слова: госсипол, коррозия, нефтепровод, госсиполовая смола.

Система магистральных нефтепроводов, которая, как и все сложные технические системы, имеет свои особенности и проблемы, занимает важное место в общей структуре нефтегазового оборудования. Для магистральных нефтепроводов характерны большая протяженность и разнообразие условий эксплуатации, обусловленное географическими и климатическими факторами. Это требует использования соответствующих материалов, в том числе изоляционных, способных обеспечить защиту стальных трубопроводов от коррозии в течение всего срока эксплуатации. Подземные трубопроводы можно рассматривать как конструкции, состоящие из двух основных составляющих: собственно трубопровода (металлическая часть) и изоляционного покрытия. Поэтому долговечность (ресурс) следует также рассматривать по отдельности: ресурс металлической составляющей, ресурс изоляционного покрытия, а также ресурс их взаимодействия (адгезия, обеспечение защитного потенциала). Как показывает анализ состояния имеющихся трубопроводов, именно несоответствие срока службы используемых изоляционных материалов сроку службы трубопровода является одной из главных проблем магистральных нефтепроводов **[1,2].** Несмотря на значительные усилия ученых всего мира в борьбе с коррозией, разработка эффективных способов зашиты действующих магистральных трубопроводов от коррозионного разрушения до сих пор остается одной из главных задач трубопроводного транспорта.

В настоящее время трехслойное полиэтиленовое покрытие является наиболее эффективным наружным антикоррозионным покрытием труб заводского нанесения. Данный тип покрытия широко применяется во всем мире для антикоррозионной защиты трубопроводов различного назначения, (магистральные газопроводы, нефтепроводы, продуктопроводы, трубопроводы коммунального назначения и др.). Для нанесения трехслойного полиэтиленового покрытия используют специально подобранные системы изоляционных материалов: порошковые эпоксидные краски, адгезионные полимерные композиции, композиции термосветостабилизированного полиэтилена низкой, высокой и средней плотности. При нанесении трехслойных полиэтиленовых покрытий на российских предприятиях применяются исключительно импортные изоляционные материалы: порошковые эпоксидные краски поставки фирм "3M" (США), "BASF Coatings" (Германия), "BS Coatings" (Франция), "DuPont" (Канада); композиции адгезива и полиэтилена поставки фирм "Borealis", "Basell Polyolefins" (Германия), "Atofina" (Франция) и др. В Казахстане подобные материалы не производятся, но технология нанесения трехслойного полиэтиленового покрытия уже внедряется на отдельных совместных предприятиях. Для строительства газопровода "Алматы – Байсерке – Талгар" компания "АрселорМиттал Актау" произвела несколько километров стальных труб с трехслойным антикоррозионным покрытием по спецификации TOC-XDS-SPC-MEC-10-001-0 [3]. Основная часть труб для нужд строительства была поставлена трубными заводами Украины, Российской Федерации и Китая, но благодаря поддержке компании «КазСтройСервис» казахстанские производители труб из Актау сумели освоить новый вид продукции — труб Ф1420х16мм с трехслойным защитным покрытием, который ранее на предприятии не производился. В настоящее время ТОО «KSP Steel» (Павлодар) - первое казахстанское предприятие по производству стальных бесшовных труб для нефтегазовой отрасли - изучает возможность покрытия труб трехслойным полимерным изоляционным покрытием [4]. Таким образом, передовые казахстанские предприятия готовы к освоению новых производств, при этом замена импортных изоляционных материалов на отечественные (полностью или частично) будет способствовать реализации Концепция инновационного развития Республики Казахстан до 2030 года и даст значительный экономический эффект, т.к. ранее такие трубы и материалы для них ввозились в Казахстан исключительно из-за рубежа по значительно более высоким ценам и требовали большего количества времени на логистику этих поставок, что заметно отражалось на сроках строительства трубопроводов.

Целью данного исследования является анализ перспектив создания трехслойного покрытия с использованием отходов масложировой промышленности (госсипола и госсиполовой смолы) и местного сырья (волластонита и вермикулита) для защиты нефтепроводов от коррозии. Научная идея данной работы основывается на способности госсипола (как в свободном виде, так и в составе госсиполовой смолы) - **(2,2-ди-3-метил-5-изопропил-1,6,7-триокси-8-нафтальдегида) - желтого пигмента хлопкового масла - проявлять свойства** активного ингибитора радикальных реакций, ингибитора окисления полиолефинов, *стабилизатора* **полимеров, а также возможности** установления оптимального соотношения между стоимостью и характеристиками полимерного композиционного материала за

счет применения доступных и недорогих наполнителей и различных отходов производств, использование которых позволит получить инновационную импортозамещающую продукцию. Востребованность результатов проведенных исследований обусловлена огромным потенциальным рынком сбыта новой продукции, включающим нефтяную, газовую, нефтегазоперерабатывающую, химическую и энергетическую отрасли, и ужесточающимися требованиями к качеству защитных покрытий трубопроводов. Ранее нами были опубликованы результаты разработки составов композиций для всех трех слоев покрытия, предназначенного для защиты магистральных нефтепроводов **[6-8].** При конструировании состава композиций, состоящих из двух и более компонент, обладающих свойствами, которые отсутствуют или недостаточно проявляются у основного реагента, возникла проблема совместимости отдельных составляющих, которая в конечном итоге определила эффективность действия композиционного реагента. Кроме того, для экономики любого производства важно использование более дешевых материалов без потери эксплуатационных или физико-химических характеристик продукта. Поэтому при разработке любой композиции основной целью являлась разработка наилучшего (рационального) состава с точки зрения стоимости и конкретных свойств. В процессе проведения комплекса исследований по исследованию и улучшению совместимости различных компонентов друг с другом, с госсиполом и с госсиполовой смолой мы исходили, прежде всего, из того, чтобы путем подбора соответствующих модификаторов - компатибилизаторов максимально приблизиться к возможности их равномерного взаимного диспергирования в процессе смешения. Особое внимание было уделено совместимости на границе раздела фаз, так как именно в этой приграничной области в результате соприкосновения разнородных компонентов и способности их к взаимному растворению предопределяется формирование комплекса физико- механических характеристик композиционных составов. Нами предпринята попытка разработки критериальных моделей прогноза термодинамической совместимости ингредиентов композиционных составов по составляющим их свободных поверхностных энергий, а также технологической совместимости в условиях возникновения синергетического эффекта; использование разработанных моделей позволило, в 80% случаев, получить эффективные и рациональные составы. При оптимизации составов и изучении структуры предлагаемых композиций было проанализировано множество взаимосвязей, оценивалось взаимодействие отдельных составных частей и целого, а также учитывалось влияние на материал многочисленных сырьевых, рецептурных, технологических и эксплуатационных факторов. Для решения задачи был выбран метод «ψ-преобразования». Сущность этого метода заключается в том, что объектом исследования и анализа являлась не сама целевая функция L (z) , а некоторая функция ψ(ς), образуемая в результате преобразования L (z). Преимуществом метода «ψ-преобразования» является то, что он позволяет найти глобальный экстремум в задачах оптимизации с многоэкстремальными целевыми функциями. В результате к испытаниям было предложено трехслойное покрытие состава, масс.%:

-наружный защитный полиэтиленовый слой: растительный наполнитель – гузапая – 32-35; минеральный наполнитель – волластонит – 7-8; сэвилен – 7-8; госсипол – 1,3-1,5; ПЭНП – 47,0-48,5;

-адгезионный промежуточный слой: ПЭНП – 76 -78, сэвилен – 7-8, госсиполовая смола –9-10, вермикулит вспученный - 5-6;

-внутренний слой – праймер: ЭД-20 – 58-65, ПЭПА-10, госсиполовая смола – 15-20, волластонит – 10-12,

которое обеспечивает показатели, соответствующие ГОСТ Р 51164, ГОСТ 9.602, ГОСТ Р 52568, ТУ14-3Р-103-2009, ТУ 1390-004-32256008, ТУ 1390-005-32256008.

В таблице 1 приведена сравнительная характеристика результатов испытания трёхслойного покрытия, выполненного на основе известных праймеров (жидкий однокомпонентный праймер "Primer L") и предлагаемого в нашей работе нового праймера, в качестве наружных слоев в последнем случае использованы: Вариант 1 – полиэтилен и адгезив Borcoat HE 3450 фирмы Borealis, Lupolen 4552 D фирмы Basell, Вариант 2 – композит и адгезив, разработанные ранее в результате наших исследований [6-8].

Таблица 1. **Результаты испытания трёхслойных покрытий**

Показатели свойств покрытия	Жидкий однокомпонентный праймер "Primer L"	Новый праймер	
		Вариант 1	Вариант 2
Адгезия покрытия к стали, Н/см, при температурах испытаний:			
(20 ± 5) °С	280	150	250
(60 ± 3) °С	180	100	160
(80 ± 5) °С	120	50	120
Адгезия покрытия к стали, Н/см, после 1000 ч испытаний в воде при температурах :			
(20 ± 5) °С	320	200	290
(60 ± 3) °С	255	145	240
(80 ± 5) °С	190	80	180
Площадь отслаивания покрытия, $см^2$, после 30 суток испытаний при катодной поляризации 1,5 В и температуре испытаний:			
(20 ± 5) °С	0,5	1,5	0,6
(60 ± 3) °С	2,2	3,1	2,5
(80 ± 5) °С	3,5	4,5	3,7

Результаты испытания трёхслойных покрытий свидетельствуют о том, что предлагаемый состав праймера позволяет обеспечить эффективную защиту от коррозии, сравнимую с лучшими зарубежными образцами, но только в сочетании с разработанными нами композитами (для создания промежуточного адгезионного и внешнего защитного полиэтиленового покрытия).

Таблица 1. **Результаты испытания трёхслойных покрытий различного состава**

Показатели свойств покрытия	Жидкий однокомпонентный праймер "Primer L"	Вариант 1	Вариант 2
Адгезия покрытия к стали, Н/см, при температурах испытаний:			
(20 ± 5) °С	280	150	250
(60 ± 3) °С	180	100	160
(80 ± 5) °С	120	50	120
Адгезия покрытия к стали, Н/см, после 1000 ч испытаний в воде при температурах :			
(20 ± 5) °С	320	200	290
(60 ± 3) °С	255	145	240
(80 ± 5) °С	190	80	180
Площадь отслаивания покрытия, $см^2$, после 30 суток испытаний при катодной поляризации 1,5 В и температуре испытаний:			
(20 ± 5) °С			
(60 ± 3) °С	0,5	1,5	0,6
(80 ± 5) °С	2,2	3,1	2,5
	3,5	4,5	3,7

Однако высокое значение прочности адгезионного контакта между компонентами не является основным залогом длительной надежной эксплуатации таких покрытий, работоспособность и долговечность их зависит от множества факторов, среди которых сходство поведения компонентов в условиях резкого роста температур занимает не последнее место. Основной проблемой при создании многослойных полимерных покрытий остается выбор критериев возможности совмещения выбранных композиционных материалов в едином покрытии, а также предсказание поведения уже сформированного покрытия в различных эксплуатационных условиях. Основная сложность в предсказаниях поведения многослойного покрытия в различных экстремальных условиях заключается в том, что

покрытие нельзя рассматривать как единое целое, поскольку оно состоит из различных по своей химической природе полимерных компонентов. Поэтому зачастую исследователи и разработчики многослойных покрытий вынуждены разбивать его на отдельные компоненты и сравнивать те или иные свойства полимерных компонентов. Исследование поведения компонентов трехслойного полимерного антикоррозионного покрытия (ТПАП) в условиях резкого роста температуры (т.е. при термодеструкции), а также предсказание поведения покрытия в целом в таких условиях практически не проводилось. В связи с этим автором статьи **[9]** были проведены исследования процессов термодеструкции отдельных компонентов ТПАП, сформированного из различных модифицированных материалов, подобранных ранее по другим критериям, например, таким как «близость значений поверхностной энергии». По используемой методике нами определены значения поверхностной энергии для каждого разработанного состава, предназначенного для формирования отдельных слоев (таблица 2).

Таблица 2. **Сравнительная характеристика термостойкости отдельных слоев трехслойного покрытия**

Назначение слоя	Значение поверхностной энергии, мН/м	Температура начала деструкции,^{o} С	Температура потери 50% массы, ^{o} С
Наружный защитный полиэтиленовый слой	36,8	350-358	440-445
Адгезионный промежуточный слой	35,9	249-254	495-503
Внутренний слой – праймер	40,8	302-304	497-501

Полученные данные свидетельствуют о том, что, несмотря на различную химическую природу, полимерные композиты имеют приблизительно одинаковые значения поверхностной энергии (35,9 – 40,8 мН/м) и температуры начала деструкции и потери 50% массы. Это теоретически свидетельствует о рациональном конструировании предлагаемого ТПАП и экономически обоснованных перспективах использования данных составов, более дешевых, чем импортные аналоги, в качестве единого трехслойного покрытия без снижения общей термостабильности покрытия из-за различной термостойкости отдельных компонентов. Практически данное положение подтверждают данные по результатам испытания нового ТПАП. Эти испытания на соответствие требованиям ГОСТ Р 51 164, ТУ 1390-004-47966425-2007 и СТО Газпром 2-2.3-130-2007 к покрытиям нормального и специального исполнения показали, что использование покрытия обеспечивает необходимые защитные свойства с температурой эксплуатации до плюс 60 ^{o}С. При использовании разработанной системы изоляционных материалов, при строгом соблюдении технологических режимов очистки и наружной изоляции труб расчетный срок службы нового ТПАП при температурах эксплуатации до плюс 60 °С будет составлять не менее 50 лет, при этом достигнуто оптимальное соотношение между стоимостью и эффективными характеристиками созданных полимерных композиционных материалов за счет применения доступных и недорогих наполнителей, а также отходов масложировой промышленности, использование которых позволяет не только снизить себестоимость продукции, но и устранить их негативное влияние на окружающую среду.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Иваненков В. В.Совершенствование методов контроля изоляционного покрытия магистральных трубопроводов в процессе длительной эксплуатации. Автореферат канд. техн. наук . – Уфа.- 2008.

[2] Гумеров А.Г., Зайнуллин Р.С., Ямалеев К.М., Росляков А.В. Старение труб нефтепроводов. - М.: Недра. - 1995. - 218 с.

[3] АрселорМиттал Актау. "Проект года по развитию казахстанского содержания". http://www.nomad.su/?a=4-201310110018.- Астана. – 2013.

[4] ТОО «KSP Steel». http://www.kspsteel.kz/PRODUCTION.

[5] Научно-техническая программа "Разработка перспективных новых материалов различного назначения на 2006-2008 годы" - Астана. – 2006.

[6] Сакыбаев Б.А. и др. Разработка состава наружного слоя трехслойного покрытия для защиты нефтепроводов от коррозии с использованием местного сырья// Проблемы и инновации современного общества. Материалы 6-ой научно-практической конференции с международным участием. Астрахань, 2014.- С. 377-383.

[7] Сакыбаев Б.А. и др. А.с. № 85340 от 17.12. 2013. Адгезионная композиция для антикоррозионных покрытий нефтепроводов.

[8] Сакыбаев Б.А. и др. А.с. № 85346 от 17.12. 2013. Способ защиты от коррозии стальных труб для систем горячего водоснабжения, газо- и нефтепроводов.

[9] Тихомирова Т.С. Термодеструкция компонентов антикоррозионного полимерного покрытия/Восточно-Европейский журнал передовых технологий. -2012. – т.5. - №10. – С.23-27.

Надиров К.С., Сакыбаев Б.А., Шерембетов М.Н.,Амантаева Д.Б., Шуханова Ж.К.,
Шегенова Г.К., Аринова Д.

Коррозиядан мұнай өнімдерін қорғау үшін май өндірісінің шығымдарын пайдаланумен үшқабатты қаптауды тұрғызу перспективалары

Түйіндеме. Бүгінгі күні Қазақстан нарығында үшқабатты қаптауды алуға арналған материалдардың кең ассортименті бар, бірақ олардың көпшілігін өндіру үшін шетел шикізаттары пайдаланылады, бұл олардың жоғары бағасын түсіндіреді. Мемлекеттік материалдардардың (қазақстандық) қазіргі уақытқа дейін мемлекеттік сертификатттық рұқсаты жоқ. Барақ та шетелдік аналогтармен бәсегелестікте болу мен үнемі жоғарылап отырған техникалық талаптар индустриалды-инновациялық дамудың жолында болат мұнайөнімдерінің трассалық және зауыттық антикоррозиялық изоляциясында пайдаланылатын, композицялардың ассортименттерінің кеңеюі мен жетілдірілу қажеттігін тудырады. Осы мақсатқа жету жолдарының бірі – мемлекеттік шикізат базасында жаңа материалдарды тұрғызу [5]. Полимерлік композициялық материалдардың тиімді сипаттамалары мен құнының арасындағы оптималды қатынасқа жету үшін қол жетімді және арзан, сонымен қатар өнімнің тек қана өзіндік құнын төмендетіп қана емес, сондай ақ олардың қоршаған ортаға негативті әсерін жоюға мүмкіндік беретін материалдарды пайдалану қажет.

Nadirov K.S., Sakibaev B.A., Sherembetov M.N., Amantayeva D.B., Shuhanova Zh.K.,
Shegenova G.K., Arinova D.

The prospects of creating a three-layer coating with the use of waste oil industry for corrosion protection of pipelines

Resume. Today the market of Kazakhstan has a fairly wide range of materials to produce three-layer coatings, but the production of the majority of them are based on imported raw materials, which leads to their high cost. Existing domestic (Kazakhstan) materials has not yet received certification approval to the responsible pipelines. However, the need to successfully compete with foreign counterparts and growing level of technical requirements on the way to industrial-innovative development is the need to improve and expand the range of compositions used in the factory and en-route anticorrosive insulation of steel pipelines. One way to solve this problem - the development of new materials on the basis of domestic raw materials [5]. Achieving the optimal balance between cost and efficiency characteristics of the polymer composite material is achieved through the use of accessible and inexpensive fillers, as well as various production waste, the use of which reduces not only the cost of production, but also to eliminate their negative impact on the environment.

УДК 338.482.2 (574)

Ш.Б. Оразақова, С.М. Кеңесбаев
(Қазақ Мемлекеттік қыздар педагогикалық университеті
Алматы, Қазақстан Республикасы, sh.bolatbekovna@mail.ru)

ИНФОРМАТИКАНЫҢ МЕКТЕП КУРСЫНДА ДЕРЕКТЕР ҚОРЫН ОҚЫТУДЫҢ ӘДІСТЕМЕСІ

Түйіндеме. Мақалада информатиканың мектеп курсында «Деректер қоры» бөлімі бойынша оқытудың негізгі мақсаты компьютердің көмегімен деректер қорын жасаудың қабілеттерін, технологиялық білімін қалыптастыру болып табылатындығы айтылған.

Негізгі сөздер: Деректер қоры, компьютерлік ақпараттық жүйелер, реляциялық деректер қоры, бағдарламалық жүйелер, ДҚБЖ(деректер қорын басқару жүйесі). деректер моделі.

Тақырыпты зерттеуді компьютерлік ақпараттық жүйелердің қолдану облыстарын сипаттаудан, компьютерлік техниканың берілген қосымшасының өзектілігін негіздеумен бастау қажет. Міндетті келесі қалыпта қалыптастыруға болады: қандай да бір шынайы обьектілер немесе оқиғалар жүйесі туралы үлкен деректер көлемі бар. Мысалы, кітапханадағы кітаптар, ұйым жұмысшылары, қоймадағы тауарлар, уақыттың үлкен аралығындағы жолдық-транспорттық оқиғалар туралы, және де бұл ақпараттың сақталуын оны ыңғайлы түрде қарап шығуға, толықтыруға, өзгертуге, керек деректі іздеуге, кез келген таңдамалар жасауға, кез келген ретпен сұрыптауға мүмкін болатындай ұйымдастыру қажет. Мұндай жұмыспен компьютер пайда болмас бұрын адамдар айналысқан. Сақтаудың негізгі құралы қағаз болатын. Деректер қалың журналдар, бумалар, картон арқауларында тізімдер түрінде сақталған. Соңғы әдіс кітапханалалық каталогтарда қолданылады. Оқушылардың көбісіне бұл таныс: әр карточкада жеке кітап туралы мәлімет жазылған. Әліпбилік каталогта карточкалар авторлар тектері бойынша әліпби ретімен жүйеленген, заттық каталогта - кітаптар тақырыптамалары бойынша. Осындай жүйеленген картотекалар ұйымдардың кадрлар бөлімінде де қолданылады. Олар қажетті карточканы оңай алуға, ауыстыруға, ретін сақтай отырып жаңа карточканы оңай қосуға мүмкіндік береді. Алайда, бұндай картотекада мың карточка болса, қалай ұйымдастырылса да, оның ішіндегі деректерді өңдеу – ұзақ әрі еңбекті көп талап ететін жұмыс.

Басқа мысал – түрлі құжаттар архивы. Мысалы, тарихи архивтар, соттық істер архивтары, өнертабыстарға патенттер архивтары және т.б. архивтар болады. Кейде тіпті бұндай архивтар түгел ғимараттың көлемін алып жатады. Қажетті құжатты іздеу әжептәуір күшті талап етеді. Сонымен қатар киноархивтар, фотоархивтар, дыбыс жазбаларының архивтары болады.

Біздің заманда сипатталған мәселелер шешіміне компьютерлер көмектеседі.

Компьютерлік ақпараттық жүйелер деректердің үлкен көлемдерін сақтау, оның ішінен жылдам іздеп табу, өзгерту енгізу, деректермен барлық мүмкін амалдар (топтастыру, сұрыптау, т.б.) жүргізуге мүмкіндігін береді. Осындай ақпараттық жүйелер мысалдарын келтіру керек. Мысалы, теміржол және әуежолы билеттерін сату жүйесі. Басқа оқушыларға таныс жүйе: ірі халықаралық олимпиадалық ойындардың тележарияламалары уақытында комментатор айтып жатқан кез келген спортшы туралы мәлімет сол мезетте экранға шығарылады – бұл компьютерлік ақпараттық жүйе жұмысы.

Кез келген ақпараттық жүйе негізі деректер қоры болып табылады – магнитті дисктардағы деректердің ұйымдастырылған жиынтығы. Оқушылар дисктарда деректер файлдар түрінде сақталатынын жақсы біледі. Сондықтан үлкен деректер қорын ұйымдастыру жайында алғашқы қорытынды жасай алады – олар дисктік үлкен жад көлемдерін қажет етеді.

Теориялық негіздері. «Деректер қоры мен ақпараттық жүйелер» тақырыбы теорилық ұғымдарға бай. Бұл ұғымдар басқа да базалық курс бағыттарымен қиылысады: ақпараттық моделдеу, ақпарат көрсетілімі (әсіресе, логикалық көрсетілімі). Деректер қоры теориясының белсенді дамуы 1970 жылдарда басталған. Соның ішінде Е. Коддпен әзірленген реляциялық деректер қоры теориясының орны ерекше.

Берілген курс шегінде қарастырылатын теориялық сұрақтарға ДҚ классификациясы, бір кестелік РДҚ мәселелері жатады.

Деректер қорларының классификациясы. Деректер қоры түрлі сипаттары бойынша бөлінеді. ДҚ-да сақталатын ақпарат сипаты бойынша фактографилық пен құжаттық болып екіге бөлінеді.

Фактографиялық ДҚ – картотекалар, құжаттық – архивтар. Фактографиялық ДҚ-да қатаң анықталған форматтағы қысқаша ақпарат сақталады. Құжаттық ДҚ-да – барлық мүмкін құжаттар. Және де олар тек тексттық құжаттар ғана емес, сонымен қатар графика, видео мен дыбыс (мультимедиа) болуы мүмкін.

ДҚ сақтау тәсілі бойынша орталықтандырылған және үлестірілген болып бөлінеді. Орталықтандырылған ДҚ-да барлық ақпарат бір компьютерда сақталады. Ол қолданушы-клиенттер рұқсаты бар автономдық ДК немесе желі сервері болуы мүмкін. Үлестірілген ДҚ жергілікті немесе глобалдық компьютерлік желілерде қолданылады. Бұндай жағдайда ДҚ-ның түрлі бөліктері түрлі компьютерларда сақталады.

ДҚ классификациясының үшінші сипаты – деректерді ұйымдастыру құрылымы. Алдыңғы «Формалдау мен моделдеу» бөлімінде ДҚ-ын ұйымдастырудың үш әдісі туралы айтылған: кестелік, иерархиялық және желілік. Сәйкес ақпарат ұйымдастыру әдісін пайдаланатын ДҚ реляциялық, иерархиялық және желілік ДҚ деп аталады.

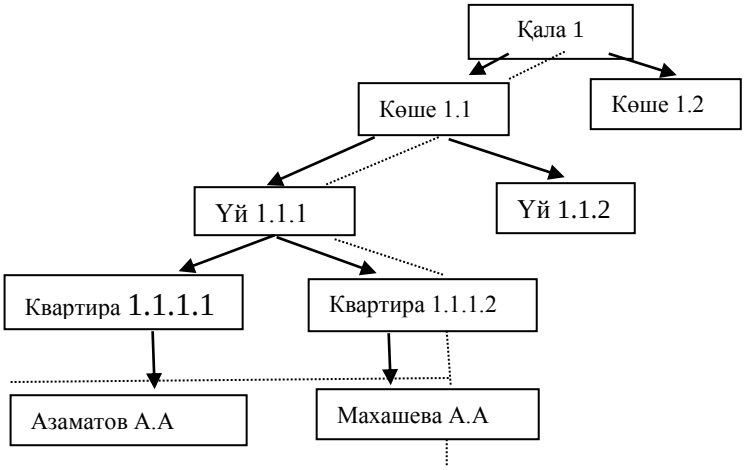
Информатиканың базалық курсында тек фактографиялық реляциялық деректер қорлары қарастырылады. Бұл тек мектеп курсының шектелгендігімен ғана емес, ДҚ реляциялық типі қазіргі кезде ең жиі қолданылатындығы мен әмбебап болғандығына байланысты. Кез келген деректер жүйесі кестелер түрінде сипаттала алатындығы теориялық түрде дәлелденген. Ең қарапайым реляциялық ДҚ бір кестеден құралады, ал күрделіректері көптеген өзара байланысқан кестелерден құралуы мүмкін.

Практикалық сабақтарда мұғалім үш рөлді «ойнауы» және сәйкесінше үш міндетті атқаруы керек: оқушы рөлі – оқыту-методикалық материалды «ішінен» жақсы түсінуі үшін (оқушы позициысынан), мұғалім рөлі – оқушыларға арналған материалдарды (инструкциялар, есептер, кіріспе мен қорытындылау бақылауларының сұрақтары) тағайындау, оқытушы жұмыс орнынан ПЭЕМ сыныбының жұмысын басқару; методист-пәнді жүргізуші рөлі – алдымен өзі мұғалім үшін, кейін басқа да инфоматика мұғалімдері үшін де методикалық материалдарды әзірлеу.

Реляциялық деректер қорын жасауға арналған бағдарламалық жүйелерді шолу.

Нақты қосымшалармен жұмыс істегенде әдетте қандай да бір деректер моделін пайданалады. Жалпыға әйгілі иерархиялық, желілік, реляциялық және семантикалық моделдер бар. Қазіргі кезде реляциялық модел кеңінен пайдаланылады.

Сызба 1. Деректер моделі.



Деректер амалдар етудің барлық тілдері (ДАЕТ) – сұраныстар тілдері, реляциялық деректер пайда болғанға дейін жасалған, көптеген ДҚ-на арналып жасалған, иерархиялық байланысқан файлдармен келтірілген деректермен операциялар жасауға бағытталған, және ақпаратты іздеудің сәйкес алгоритмдерін иемденген.

Реляциялық деректер қорлары пайда болуы ақпаратты іздеудің басқа, жылдамдау алгоритмдерін жасау алғышарттарын басып озды. Иерархиялық пен реляциялық ақпараттық жүйе ұйымдастырулары арасында принципиалды айырмашылықтарын пошталық байланыс мысалында қарастырайық.

Ақпараттық жүйенің иерархиялық ұйымдастырылуымен сәйкес Азаматов А.А. қайда тұратынын білу үшін, іздеу графының барлық төбелерін көрсету қажет. Бұндай іздеудің алгоритмін келесідей сипаттауға болады:

- Аты тегі жөнінің сәйкес жолының мәнін табу,
- Пәтер нөмірін табу және сақтау,
- Үй нөмірін табу және сақтау,
- Көше нөмірін (атауын) табу және сақтау,
- Қала нөмірін (атауын) табу және сақтау (егер жүйе белгілі бір қалаға арналған болса, бұл пунктты алып тастауға болады)
- Іздеу нәтижесін шығару.

Осылай, адресты табу үшін бұл иерархиялық жүйеде бес қадам жасау керек.

Кесте түрінде – реляциялық ұйымдастырылған аналогтық жүйеде адресты табу алгоритмін талдайық.

Бұл жүйеде адрес табу алгоритмі былай жүзеге асырылады:

1. Аты тегі жөні бағанының мәні Азаматов А.А.-ға тең болатын жолдың нөмірін табу
2. 1…3 бағандарында 2 жолдың мәндерін шығару

Кесте. 1. **№1 қаласының ақпараттық жүйесінің кестелік (реляциялық) ұйымдастырылу сызбасы**

Жол нөмірі	Баған нөмірі мен атауы			
	1	2	3	4
	Көше нөмірі	Үй нөмірі	Пәтер нөмірі	Аты тегі жөні
1	1	1	1	Мақсатов С.С.
2	1	1	2	Азаматов А.А.

Осындай қалыппен, адресты реляциялық ұйымдастырылған ақпараттық жүйеден іздеп табуға керекті қадамдар саны иерархиялықпен салыстырғанда үш есе аз болып шықты.

Кестелер түрінде құрылымдалған ақпаратты – екі өлшемді массивтарды өңдеу үшін, 20 ғасырдың 70 жылдар соңында IBM ұйымы кейін SQL деп аталған тілді ойлап тапты. SQL тілі ДҚБЖ жасауға арналған барлық бағдарламалық өнімдердің ядросы болып табылады.

ДҚБЖ-ның әзірлеушілері мен қолданушылары арасында кеңінен келесі бағдарламалық өнімдер тарады:

- dBASE, Clipper, Paradox, FoxPro және т.б. арнай бағдарламалау тілдері;
- Ciarion, Oracle, Delphi, Microsoft Access және т.б. қолданбалық бағдарламалық жүйелері

Кесте. 2. **Бағдарламалық жүйелер сипаттамалары (ДҚБЖ)**

Жүйе	Сипаттама
Access	Ұйым ішінде ақпараттық жүйе жасау кезінде түрлі мамандар (программист емес) пайдалануы үшін
SQL-Server	Деректердің жоғары деңгейдегі қауіпсіздік мүмкіндігін қамтамасыз ететін маман программисттар үшін
Visual Basic	Күрделі емес ақпараттық жүйені жасау мен Access компоненттерімен жұмысты автоматтандыруға арналған бағдарламаларды жасау мүмкіндігін береді, программисттер үшін
Visual C ++	Маман программисттер үшін, шектеусіз мүмкіндіктерге ие.
FoxPro	Программисттер үшін; бір ұйым шегінде ақпараттық жүйе жасауды қамтамасыз етеді, деректер қорғалмаған.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Сазонова Н.В. Методика преподавания раздела “базы данных” в курсе информатики педагогического вуза // Дисс. … кандидата педагогического наук.-Санкт-Петербург, 1995.-171 с.

[2] Е.Ы.Бидайбеков, К.Елубаев, Шекербекова Ш.Т. К содержанию курса лекции по дисциплине «Базы данных и информационные системы» для преподавателей информатики. // Вестник. Серия физико-математических наук. – Алматы, 2007. - №4 (20).

[3] Софронова Н.В. Теория и методика обучения информатике: Учеб.пособие М.: Высш.шк., 2004.-223 с.

Оразакова Ш.Б., Кенесбаев С.М.

Методика изучения базы данных в школьном курсе информатики

Аннотация. Основной целью обучения по разделу «Базы данных» в школьном курсе информатики, на наш взгляд, должно быть формирование технологических знаний, умений и навыков создания баз данных с помощью компьютера.

Ключевые слова: Базы данных, компьютерные информационные системы, реляционные базы данных, информационные системы, модель данных, программные системы ,СУБД.

Orazakova Sh.B., Kenesbaev S.M.

Method of study database in the school course of computer science

Summary. The article deals with the main purpose of learning under the heading "Databases" in the school course of computer science, in our opinion, should be the formation of technological knowledge and skills database creation using a computer

Key words: Databases, computer information systems, relational databases, information systems, data model, software systems, DBMS.

UDC 71.10

Zh.E. Temirbekova, B.K. Alimbayeva
(Al-farabi kazakh national university, Kazakhstan, Almaty,
temyrbekovazhanerke2@gmail.com)

USING ATMEL AVR MICROCONTROLLERS FOR SAFETY-PERFORMANCE COMPUTING

Abstract. Currently, one of the most active areas development of information technologies - cloud computing. The main reason for this development is the opportunity for companies and individuals to reduce the cost of maintaining their own IT infrastructure by transferring. This work cloud service provider. However, in such a situation becomes unsafe storage and processing of sensitive data in the cloud, since its provider an opportunity to uncontrolled access to the processed data. The only solution may be to encrypt all private data before transmission to the cloud.

Key words: Homomorphic encryption, the AVR microcontroller, memory for data storage, RSA algorithm, Random Access Memory

Homomorphic encryption - encryption form, allowing to make certain mathematical operations with the encrypted text and receive encrypted result that matches the results of operations to be performed on plain text. For example, one person might add two encrypted numbers, and then another person could decipher the result of not using any of them. Homomorphic encryption would merge into a single whole range of services, not providing data for each service [1].

One of the areas of application - remote storage systems and services to allow for the processing of these data. certain cryptographic mechanisms are provided for the protection of information. There is one disadvantage of such systems to modify remote data transfer is necessary for the network secret key, that is simply his disclosure that puts security at risk

Homomorphic encryption is also actively used in various search engines in order to maintain the so-called "private research" - that is, the search for which a search engine does not know anything about what users send requests to it. This is very much needed for people who want to preserve the privacy of their own interests.

Furthermore, homomorphic encryption is used in the electronic voting systems, in particular, when using blind signatures [2].

Partially homomorphic cryptosystem - these cryptosystems are homomorphic with respect to only one operation (or addition or multiplication).

Partially homomorphic cryptosystem allow homomorphic computation only for a single operation (or addition or multiplication) plaintexts. Cryptosystem, which supports the addition and multiplication (thus keeping open the texts rings structure) is known as the fully homomorphic encryption and is more powerful. Using this system, any homomorphic scheme can be assessed, allowing us to efficiently create programs that can be run on the input encryption to generate the encryption output. Since such a program has never decrypt your input, it can be made unreliable party, without showing its input and internal state. In the existence of an effective and fully homomorphic cryptographic system would have great practical implementation in the enclosed outsourcing computation, for example, in the context of the cloud. Homomorphic encryption would merge into a single whole range of services, not providing data for each service. For example, combining into one services of different companies could consistently calculate tax, apply the current exchange rate, send a transaction without providing the evidence for each of these services. Homomorphic property of various cryptographic systems can be used to create secure voting systems, hash functions, resistant to collisions, classified information and search engines enable the widespread use of public cloud computing, ensuring the confidentiality of processed data.

One of the major problems known fully homomorphic cryptosystem is their extremely low productivity. Currently, there are two main ways of its promotion in the use of "restricted homomorphism" and the so-called. "Packing method ciphertexts." The first involves a cryptosystem that can perform two types of operations (addition and multiplication), but in limited quantities. The essence of the second in that the one ciphertext recorded several plaintexts and wherein during operation of such a single batch ciphertext occurs simultaneous processing of all of its constituent ciphertexts [3].

Homomorphic encryption is a form of encryption that allows computations to be carried out on ciphertext, thus generating an encrypted result which, when decrypted, matches the result of operations performed on the plaintext.

This is sometimes a desirable feature in modern communication system architectures. Homomorphic encryption would allow the chaining together of different services without exposing the data to each of those services. For example, a chain of different services from different companies could calculate 1) the tax 2) the currency exchange rate 3) shipping, on a transaction without exposing the unencrypted data to each of those services. Homomorphic encryption schemes are malleable by design. This enables their use in cloud computing environment for ensuring the confidentiality of processed data. In addition the homomorphic property of various cryptosystems can be used to create many other secure systems, for example secure voting systems, collision-resistant hash functions, private information retrieval schemes, and many more.

There are several partially homomorphic crypto-systems, and also a number of fully homomorphic crypto-systems. Although a crypto-system which is unintentionally malleable can be subject to attacks on this basis, if treated carefully homomorphism can also be used to perform computations securely.

In the following examples, the notation $\xi(x)$ is used to denote the encryption of the message x.

Unpadded RSA

If the RSA public key is modulus m and exponent , then the encryption of a message x is given by $\xi(x) = x^e \bmod m$. The homomorphic property is then $\xi(x_1) * \xi(x_2) = x_1^e x_2^e \bmod m = (x_1 x_2)^e \bmod m = \xi(x_1 * x_2)$.

RSA Algorithm execute in C++ program encodes any message. Input is case sensitive and works only for all characters. RSA is one of the first practicable public-key cryptosystems and is widely used for secure data transmission. In such a cryptosystem, the encryption key is public and differs from the decryption key which is kept secret. In RSA, this asymmetry is based on the practical difficulty of factoring the product of two large prime numbers, the factoring problem. The C++ program is successfully compiled and run on a Windows system. The program output is shown below.

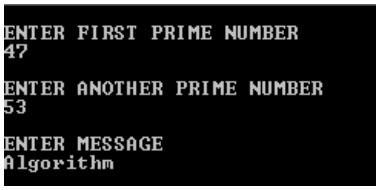


Figure 1. RSA inputs

Figure 2. RSA results

The AVR includes: a fast RISC-processor, two types of non-volatile memory (Flash-program memory and EEPROM data memory), the RAM memory, I / O ports, and various peripheral interface circuits [4] .

The heart of the AVR is an 8-bit microprocessor core, or central processing unit (CPU), built on the principles of RISC machines-architecture. The basis of this unit is an arithmetic logic unit (ALU). According to the system clock of program memory in accordance with the contents of the counter command (Program Counter - PC) and another team performed ALU is selected. During the team's choice of program memory is executed last selected command, which allows to reach the speed of 1 MIPS per 1 MHz. ALU is connected to the general-purpose registers General Purpose Registers. General purpose registers are 32, they are byte format, i.e. each of them consists of eight bits. General Purpose Registers located at the beginning of the address space of RAM, but it is not physically part. Therefore, they can be accessed in two ways (both registers and a memory). This decision is a feature of AVR and increases the efficiency and performance of the microcontroller.

The difference between registers and memory is that the registers can perform any operations (arithmetic, logical, bitwise), and in memory can only write data registers.

The AVR microcontrollers Harvard architecture is implemented, according to which not only divided the address space of program memory and data memory, and bus access. Each of these memory areas (RAM and EEPROM) is also located in its address space.

The data memory is divided into three parts: a register memory, random-access memory (RAM - Random Access Memory) and nonvolatile memory (EEPROM)

Register memory includes 32 general purpose, combined in a file, and the service I / O registers register. Both are located in the address space of RAM, but they are not part of it. In the I/O registers are various service registers (control registers microcontroller status registers, and so on). As well as control registers, peripherals that are part of the microcontroller. In fact, the microcontroller is to control the management of these registers.

For long-term storage of various information that can be changed during operation of the system microcontroller, using the EEPROM-memory. All AVR block are electrically rewritable non-volatile memory EEPROM data from 64 bytes to 4 Kbytes. This type of memory available to program the microcontroller directly in the course of its implementation, easy to store temporary data, various constants, coefficients, serial numbers, keys, etc. EEPROM can be loaded from outside either through the SPI interface, as well as with a conventional programming. The number of erase / write cycles - no less than 100 thousand.

The internal operational SRAM Static RAM (SRAM) has a byte format and is used for online storage. RAM size can vary among different chips from 64 bytes to 4 Kbytes. The number in the RAM read and write cycles is not limited, but all the information is lost when the power supply is turned off. Some microcontrollers can be arranged to connect an external SRAM up to 64K.

Interrupt system - one of the most important parts of the microcontroller. All AVR microcontrollers have a multilevel interrupt system. Interrupting stops the normal course of the program to support the priorities defined by an internal or external event.

For each such event developed a separate program, which is called the request processing routine Interrupt (for brevity - the interrupt subroutine), and placed in the program memory. When an event occurs that causes an interrupt, the microcontroller stores the contents of the program counter, the CPU interrupts the execution of the current program and proceeds to interrupt routine. After the interrupt routine is carried out to restore a previously saved program counter and the processor returns to the interrupted program.

Each event priority can be set. The concept of priority indicates that the interrupt routine executed by another event can be interrupted only on condition that it has a higher priority than the current. Otherwise, the CPU goes to the processing of new events only after the preceding treatment.

Timers / Counters (TIMER / COUNTERS)

AVR microcontrollers are composed of from 1 to 4 timers / counters with a bit depth of 8 or 16 bits, which can work as timers from the internal clock source, and as a counter of external events.

They can be used for precise time intervals, counting the pulses at the terminals of the microcontroller, the formation of a sequence of pulses clock the serial communication transceiver. In PWM mode timer / counter may be a pulse-width modulator is used to generate a signal with programmable frequency and duty cycle. The counter / timers can generate an interrupt request, the CPU switching to their service on the events

and freeing it from the need to periodically poll the status of the timers. Since the primary use of microcontrollers found in real-time systems, timers / counters are one of the most important elements [5].

The clock generator generates pulses to synchronize the operation of microcontroller nodes. Internal clock generator AVR can run from a few reference clock sources (external oscillator, external crystal, internal or external RC-chain). The minimum allowable rate is unlimited (until the stepping mode). The maximum operating frequency is determined by the particular type indicated Atmel microcontroller and its characteristics, although virtually any microcontroller AVR-stated operating frequency, for example, at 10 MHz at room temperature can be easily "broken up" to 12 MHz and above.

Idle mode. Shuts down only the processor and the memory contents of the recorded data and the internal clock generator, timers, interrupt system, and watchdog timer continues to operate. Current consumption is less than 2.5 mA at a frequency of 12 MHz.

Stop mode (POWER DOWN). It saves the contents of the register file, but stops the internal oscillator clock, and therefore stops all functions until the signal is received external interrupt or hardware reset. When the Watchdog Timer current consumption in this mode is about 80 mA, and when turned off - less than 1 uA. (All figures are valid for the supply voltage of 5 V).

Economy mode. He continues to work only timer generator that ensures the safety of the temporary database. All other functions are disabled.

Cryptography is mathematically complex and highly detailed with many standards, algorithms, processes, definitions, and methodologies. Since Atmel does the hard cryptographic engineering there is no need to be a crypto expert. As a result, it is real easy to add robust security to digital systems.

REFERENCES

[1] Craig Stuntz "What is Homomorphic Encryption, and Why Should I Care?". - 2010

[2] Ron Rivest. "Lecture Notes 15: Voting, Homomorphic Encryption" (PDF). – 2002

[3] Гомоморфное шифрование Н. П. Варновский, А. В. Шокуров //Труды Института Системного программирования: Том 12. (под Ред. В.П Иванникова) — М.:ИСП РАН, 2006, с. 27-36.

[4] Мао В. Современная криптография: Теория и практика — М.: Вильямс, 2005. — 768 с. — ISBN 5-8459-0847-7

[5] Elliot Williams. AVR Programming: Learning to write software for hardware. – 2014. – p.153

Темирбекова Ж.Е., Алимбаева Б.Е.

Жүйенің қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін AtmelAVR микроконтроллерін қолдану

Түйіндеме. Бұлтты есептеулер – қазіргі уақыттағы дамыған ақпараттық технологиялардың ең белсенді бағыттарының бірі. Бұл бағыттың дамуы ең алдымен компаниялар мен жеке тұлғалардың өздерінің жекеменшік АТ-инфрақұрылымын қолдаудағы шығынын азайтуға мүмкіндік береді, яғни бұл жұмысты бұлтты сервис провайдерлеріне өткізеді. Бірақ бұл ситуацияда құпия деректерді бұлтты инфрақұрылымда сақтау немесе өңдеу қауіпті болуы мүмкін, себебі провайдерлерде өңделетін деректерге бақыланбайтын қолжетімділік мүмкіндігі пайда болады. Бұл мәселенің жалғыз шешімі, бұлттық серверлерге барлық жеке деректерді беру алдында шифрлау болып табылады.

Кілттік сөздер: гомоморфты шифрлау, AVR микроконтроллер, деректерді сақтау үшін жады, RSA алгоритмі, жедел жады

Темирбекова Ж.Е., Алимбаева Б.Е.

Использование AtmelAVR микроконтроллеров для обеспечение безопасности

Резюме. В настоящее время одно из наиболее активных направлений развития информационных технологий — облачные вычисления. Основной причиной такого развития является возможность для компаний и частных лиц снижения расходов на поддержание собственной ИТ-инфраструктуры за счет передачи этой работы провайдеру облачного сервиса. Однако в такой ситуации становится небезопасными хранение и обработка конфиденциальных данных в облачной инфраструктуре, так как у ее провайдера появляется возможность неконтролируемого доступа к обрабатываемым данным. Единственным решением этой проблемы может служить шифрование всех приватных данных перед передачей в облако.

Ключевые слова: гомоморфное шифрование, микроконтроллер AVR, память для хранения данных, алгоритм RSA, оперативная память

УДК 677.024

[1]А.Е. Арипбаева, [1]Ж.У. Мырхалыков, [2]С.Г. Степанов
([1]Южно-Казахстанский государственный университет им. М.О. Ауэзова
Шымкент, Республика Казахстан,
[2]Ивановский государственный политехнический университет
Иваново, Россия, E-mail: step-sg@mail.ru)

ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ДОСТОВЕРНОСТИ ЗАВИСИМОСТИ ДЛЯ РАСЧЕТА РАЗРЫВНОГО ВНУТРЕННЕГО ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ В ПОЖАРНЫХ НАПОРНЫХ РУКАВАХ

Аннотация. Показано, что расчеты по ранее полученной авторами зависимости разрывного давления в пожарных напорных рукавах от параметров из тканного армирующего каркаса дают результаты близкие к экспериментальным данным, причем существенно более точные по сравнению с формулами других авторов, что подтверждает достоверность теоретических положений и полученной формулы для прочностного расчета пожарных напорных рукавов при гидравлическом воздействии. Разрывное внутреннее гидравлическое давление, являющееся одним из важнейших прочностных параметров пожарных напорных рукавов, произведенных в Российской Федерации и поставляемых в Республику Казахстан, регламентируется ГОСТ Р 51049-97 (Российская Федерация). Разрывное давление характеризует прочность пожарного напорного рукава, т. е. способность рукава сопротивляться разрушению под действием внутреннего гидравлического воздействия. Для расчета разрывного давления в напорных пожарных рукавах при гидравлическом воздействии определены все необходимые исходные параметры их тканого армирующего каркаса, а именно такие факторы, как натяжение в уточной нити при разрыве, геометрические плотности по основе и утку, диаметры нитей основы и утка, коэффициенты вертикального смятия нитей, коэффициенты, характеризующие длины зон контакта между нитями в долях диаметров нитей основы и утка, другие параметры.

Ключевые слова: пожарный напорный рукав, тканый армирующий каркас, разрывное внутреннее гидравлическое давление, достоверность зависимости разрывного давления от параметров тканого армирующего каркаса пожарного рукава.

В [1] рассмотрены назначение, устройство пожарных напорных рукавов (ПНР), проведен краткий анализ публикаций по их прочностному расчету при гидравлическом воздействии и обозначены достижения в области расчета и проектирования ПНР. Там же упоминается о разработанной методике прочностного расчета и рационального проектирования ПНР при гидравлическом воздействии, основанной на полученной авторами новой формуле (1), связывающей разрывное внутреннее гидравлическое давление в пожарном рукаве с параметрами их тканого армирующего каркаса.

Разрывное давление, определяемое по формуле (1) [1], является одним из важнейших прочностных параметров ПНР, регламентируемых ГОСТ Р 51049-97 (Российская Федерация) и характеризующих прочность ПНР, т. е. способность рукава сопротивляться разрушению под действием внутреннего гидравлического давления.

Покажем, что расчеты по формуле (1) [1] разрывного давления ПНР дают результаты близкие к экспериментальным данным, причем существенно более точные по сравнению с формулами других авторов, что подтверждает достоверность теоретических положений и полученной формулы для прочностного расчета ПНР при гидравлическом воздействии.

Выполним расчет разрывных давлений в латексированных ПНР различных диаметров, произведенных на научно-производственном объединении «БЕРЕГ» (Российская Федерация) и оценим точность этих расчетов в сравнении с экспериментальными данными по разрывным давлениям в тех же рукавах, а также с данными других авторов.

Для расчета разрывного внутреннего гидравлического давления в пожарных рукавах по формуле (1) [1] необходимо знать входящие в нее параметры армирующего каркаса (тканой несущей оболочки) ПНР, а именно: радиус пожарного рукава, натяжение в уточной нити при разрыве, геометрические плотности по основе и утку, диаметры нитей основы и утка, коэффициенты вертикального смятия нитей, коэффициенты, характеризующие длины зон контакта между нитями в долях диаметров нитей основы и утка.

В тканых каркасах латексированных ПНР производства НПО «БЕРЕГ» используются как по основе, так и по утку полиэфирные нити различной линейной плотности. Диаметры основных d_0 и уточных d_y нитей латексированных напорных пожарных рукавов диаметров 150 мм, 89 мм, 77 мм,

66 мм, 51 мм принимались на основе данных производителя пожарных рукавов. Данные производителя по диаметрам основных и уточных нитей были подтверждены данными замеров диаметров нитей исследуемых пожарных рукавов.

Геометрические плотности по основе L_0 и утку L_y тканей несущих оболочек латексированных ПНР указанных выше диаметров назначались на основе экспериментальных данных работы [2], полученных путем измерений непосредственно на пожарных рукавах.

Необходимые для расчета значения разрывных усилий уточных нитей $N_{разр}$ латексированных ПНР различных диаметров назначались по результатам испытаний нитей на разрыв на разрывной машине РМИ-250, полученных в [2].

Длины дуг контакта между нитями, величины коэффициентов вертикального смятия нитей основы η_{OB} и утка η_{YB} определялись на основе исследования зон контакта между нитями в рукавах различных диаметров при их разрезе. Исследования проводились в лаборатории Южно-Казахстанского государственного университета им. М.О. Ауэзова. При этом использовался растровый электронный микроскоп JSM-6490LV, позволяющий исследовать микроструктуру и провести анализ поверхности различных материалов. Обработка экспериментальных данных проводилась с использованием методов математической статистики. В качестве примеров на рис. 1-4 представлены фотографии зон контакта между нитями в армирующих каркасах ПНР производства НПО «БЕРЕГ» диаметров 66 мм и 77 мм при разрезах вдоль нитей основы и утка при 50-ти и 40 - кратном увеличении.

В таблице 1 приведены исходные данные для расчета разрывных внутренних гидравлических давлений в латексированных ПНР производства НПО «БЕРЕГ».

Таблица 1. **Исходные данные для расчета разрывных давлений в ПНР НПО «БЕРЕГ»**

Диаметр латексированного напорного пожарного рукава, мм	Диаметр нити основы, мм	Диаметр нити утка, мм	Коэффициент вертикального смятия нити основы	Коэффициент вертикального смятия нити утка	Коэффициент зоны контакта β_O	Коэффициент зоны контакта β_y	Геометрическая плотность по основе, мм	Геометрическая плотность по утку, мм	Усилие разрыва нити утка, Н
150	2,00	2,00	0,558	0,559	1,13	1,11	2,02	2,97	795
89	1,80	1,60	0,545	0,549	1,16	1,13	1,82	2,63	505
77	1,35	1,45	0,532	0,528	1,18	1.14	1,09	2,38	429
66	1,20	1,30	0,543	0,540	1,17	1,13	1,07	2,15	356
51	1,20	1,35	0,553	0,545	1,16	1,12	1,09	2,14	335

В таблице 2 представлены экспериментальные значения разрывных давлений в латексированных ПНР производства НПО «БЕРЕГ», рассчитанных на рабочее давление 1,6 МПа, полученные в лаборатории Всероссийского научно-исследовательского института противопожарной обороны (ВНИИПО МЧС России) министерства по чрезвычайным ситуациям Российской Федерации, разрывные давления в тех же рукавах, рассчитанные по формуле (37) [3], по формуле (1) [1] и по формуле Н.А.Тарасова-Агалакова (16) [4] при исходных данных, представленных в табл. 1. Здесь же дано расхождение в процентах расчетных значений разрывных давлений по данным формулам в сравнении с экспериментальными значениями разрывных давлений по данным ВНИИПО в тех же пожарных рукавах.

Таблица 2. **Расчетные и экспериментальные данные по разрывным давлениям в ПНР НПО «БЕРЕГ»**

Диаметр латексированного напорного пожарного рукава, мм	Экспериментальные значения разрывных давлений латексированных напорных пожарных рукавов производства НПО «БЕРЕГ», рассчитанных на рабочее давление 1,6 МПа, (по данным ВНИИПО), МПа	Расчетные значения разрывных давлений (по формуле 37 [3]), МПа	Превышение экспериментальных значений разрывных давлений по данным ВНИИПО над расчетными, (по формуле 37 [3]), %	Расчетные значения разрывных давлений (по формуле Н.А.Тарасова-Агалакова (16)[4]), МПа	Превышение расчетных значений разрывных давлений по формуле Н.А.Тарасова-Агалакова (16)[4] над экспериментальными данным ВНИИПО, %	Расчетные значения разрывных давлений (по формуле (1) [1]), МПа	Расхождение между экспериментальными значениями разрывных давлений (по данным ВНИИПО) и расчетными, (по формуле (1) [1]), %
150	2,6	2,599	0,04	3,57	37,3	2,672	2,77
89	3,2	3,10	3,14	4,30	34,4	3,264	2,01
77	4,2	3,79	9,76	4,68	11,5	4,217	0,4
66	4,3	3,88	9,77	5,02	16,7	4,202	2,28
51	5,2	4,73	9,04	6,14	18,1	5,055	2,79

Анализ таблицы 2 позволяет сделать вывод, что расчеты по формуле (1) [1] с найденными экспериментальным путем значениями параметров дают результаты близкие к экспериментальным данным, причем существенно более точные по сравнению с формулами других авторов, что подтверждает достоверность теоретических положений и полученной формулы для прочностного расчета ПНР при гидравлическом воздействии.

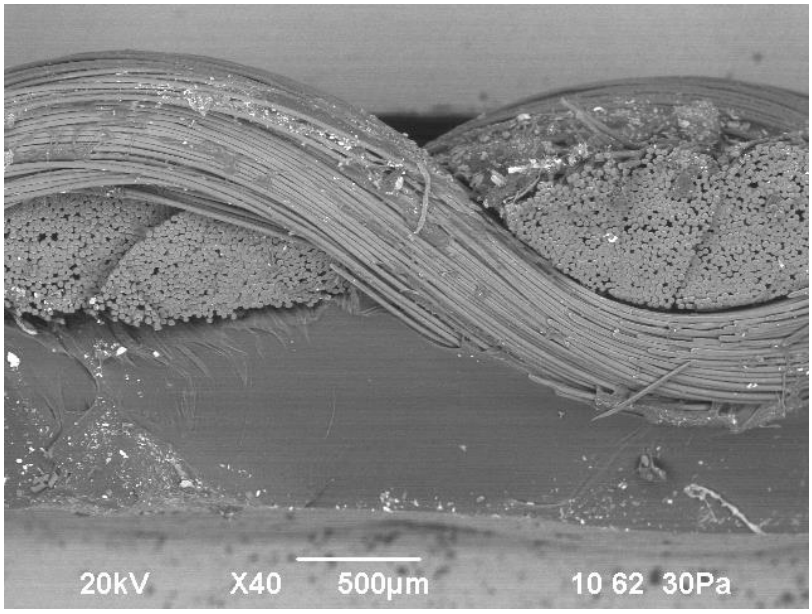


Рис. 1. Фотография зоны контакта между нитями в армирующем каркасе напорного пожарного рукава диаметра 66 мм при разрезе вдоль основной нити при 40 - кратном увеличении.

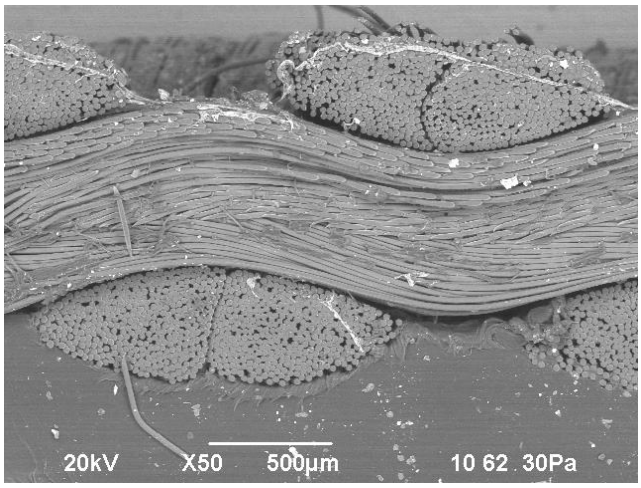


Рис.2. Фотография зоны контакта между нитями в армирующем каркасе напорного пожарного рукава диаметра 66 мм при разрезе вдоль уточной нити при 50 - кратном увеличении.

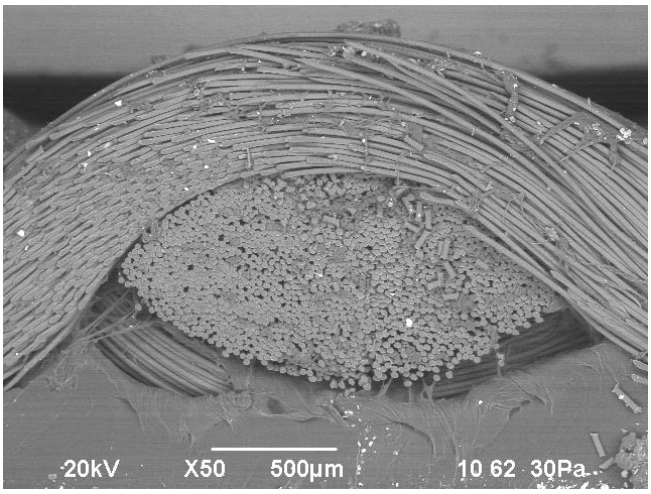


Рис. 3. Фотография зоны контакта между нитями в армирующем каркасе напорного пожарного рукава диаметра 77 мм при разрезе вдоль основной нити при 50 - кратном увеличении.

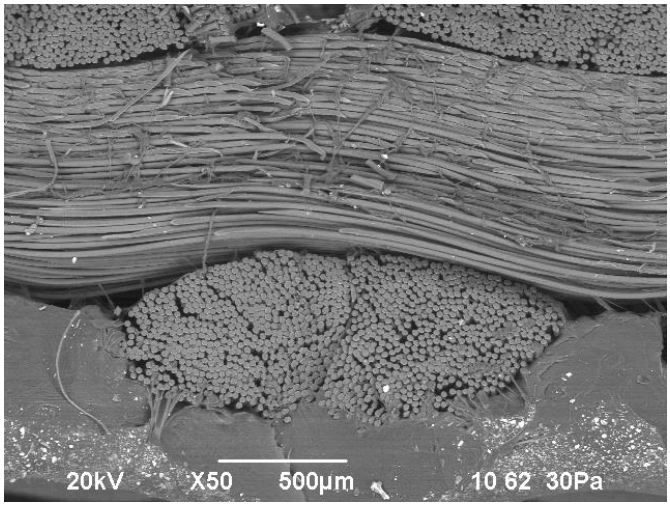


Рис.4. Фотография зоны контакта между нитями в армирующем каркасе напорного пожарного рукава диаметра 77 мм при разрезе вдоль уточной нити при 50 - кратном увеличении.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Арипбаева А.Е., Мырхалыков Ж.У., Степанов С.Г. Новое перспективное научное направление в области расчета и проектирования пожарных напорных рукавов.– Вестник КазНИТУ, 2016. С.108-312

[2] Степанов О.С. Применение теории строения ткани для прочностного расчета напорных пожарных рукавов при гидравлическом воздействии: Дис. … кандидата техн. наук. – Иваново, ИГТА, 2012. – 141 с.

[3] Моторин Л.В., Степанов О. С., Братолюбова Е.В. Упрощенная математическая модель для прочностного расчета напорных пожарных рукавов при гидравлическом воздействии // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №.1, С. 126 …133.

[4] Тарасов-Агалаков Н.А. Практическая гидравлика в пожарном деле / Н.А. Тарасов-Агалаков – М., 1959. - 134с.

UDK 628.35

M. N. Mukhtarova, S. D. Ermaganbetova, A. K. Nurseitova, T. Nabyeva, K. Bisembaeva
(KazNU named after al-Farabi, Almaty, Republic of Kazakhstan, e-saule@mail.ru)

CALCULATION OF HEATING OF THE LIVING ROOM

Abstract. The thermal loads of residential, public and industrial buildings are unstable and have their own patterns of change over time. For seasonal heat loads are heating, ventilation and air conditioning - largely independent of changes in ambient temperature and are characterized by significant fluctuations during the day. Year-round thermal load - hot water and technological capacity of the industrial enterprises - on the contrary, are almost constant during the time of year, but experience significant fluctuations in the time of day. Each type requires a certain heat load regime in time of heat supply in strict accordance with the need for the moment.

Keywords: heat load, temperature, the daily amplitude of air temperature, air circulation, determination of heat transfer.

Climate of the city of Almaty - continental with hot summers and fairly severe winters. The absolute maximum temperature is warm period - + 43^0C. The average daily amplitude of air temperature of the warmest month - 12.1 ^{0}C. The absolute minimum temperature of the cold period is 43 ^{0}C. The average daily amplitude of air temperature of the coldest month - 9.8 ^{0}C. The average monthly relative humidity of the warmest month is 45%, while the coldest month - 75% .In during the day there is a daily mountain-valley circulation of air in the afternoon warm air rises from the foothills, and at night the cool mountain air descends. Winter thaw associated with moist warm air masses from the south. They are usually accompanied by icing phenomena and heavy snowfalls.

Sunny days in Almaty are many: to 1596 hours per year. Also in the year there are up to 151 days without frost. The level of temperature fluctuations in the air varies at different altitudes: the rise of more than 1400 meters above sea level, the average annual air temperature is lowered by 0.66 ° every 100 meters.

Normative depth of freezing soils 1.2 m. The amount of rainfall in the year 491 cm, including in winter 66 cm. Climatic Almaty parameters for the following design standards:

- Design outdoor temperature for heating design t'_o - minus 25 ° C, taken in view of energy saving;
- The average temperature during the heating period TGI - minus 1,8 ° C;
- Heating period for the city n_0 = 167days.

The purpose of heating is maintaining the internal temperature in the room at a specified level. The room temperature depends on the destination premises and in industrial buildings on the nature of the work performed. In particular,

- For residential buildings - from 18 to 20 ^{0}C;
- For industrial buildings - from 16 to 20 ^{0}C;
- For public buildings - from 14 to 25 ^{0}C.

To keep the room temperature constant need to ensure equality of heat loss and heat gains. The capacity of the heat loss due to heat transfer through the fence, where the temperature change is more than 5 ° C $Q_т$ and infiltration, $Q_{инф}$ heat consumption for heating the air coming from the outside through leaks fences.

Calculation of heat loss of the living room area of 14m^2 5-floors building on the 2nd floor:
According to the SNIP 23-02-2003 "Thermal protection of buildings":
Degree-day heating period D_d should be determined according to the formula:

$$D_d = (t_{\text{int}} - t_{ht}) \times z_{ht}, \quad (1)$$

The estimated average temperature of the internal air of the building - $t_{int}=20°C;$
The average temperature of the outside air − $t_{ht}=-1,8;$

We obtain: $D_d = (20+1,8) \times 167 = 3540,6$

According to Table 4 SNIP 23-02-2003 minimum values of thermal resistance:

R_{req} wall	2000	2,1	R_{req}(для D_d=3540,6)=2,639
	4000	2,8	
R_{req} to cover	2000	4,2	R_{req}(для D_d=3540,6)=3,97
4000	3,2		

$R_{req} = a \times D_d + b$,

wall	$a=0,00035$	$b=1,4$
to cover	$a=0,0005$	$b=2,2$

According to p. 9.1.1 SP 23-101-2004 "Design Thermal protection of buildings"
Thermal resistance R_k, m•°C/ W, the building envelope with successive uniform layers should be defined as the sum of the thermal resistance of individual layers:

$$R_k=R_1+R_2+\ldots+R_n+R_{в.п.},$$

$$R = \frac{\delta}{\lambda}$$

Thermal resistance R_o, $m^2 \cdot °C/W$, a uniform monolayer or multilayer structure with homogeneous cladding layers enclosing structure or away from the thermal in homogeneities at least two thicknesses enclosing structure to be determined from the formula: $R_o=R_{si}+R_k+R_{se}$,

$R_{si}=1/a_{int}$, a_{int} – - Heat transfer coefficient of the inner surface of protecting designs, W/($m^2 \cdot °C$),
heat transfer coefficient of the outer surface of the walling to conditions $R_{se}=1/a_{ext}$, a_{ext} – the cold period, W/($m^2 \cdot °C$).

$a_{int}=8,7$ (table. 7 СП 23-02) $a_{ext}=23$ (table. 8 СП 23-101)
External wall
The composition of walls: wall panel of keramsit δ = 300 mm, rock wool insulation δ = 130 mm;
External wall
Keramsit panel 0.3 m λ = 0,35
Mineral wool density 50 kg / m^3 0.13 m λ = 0,042
$R_k=R_1+R_2$ *3,95*
R_o= 4,11 > R_{req}= *3,98*

№ №	t_{int}, °C	name	Characteristics of fencing			K, W/$m^2 \cdot °C$	n, °C	Q_o, w	Additional losses β		Q_{orp}, W
			Name of fences	Dimensions	F, m^2				at orientation	Other	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	+23°C	Комната	External wall	3x3	9	0,243	45	98,415		7%	318,5
			Window	1,6x1,4	2,24	0.287	45	28,929			
			Floor of 1st zone	2x3	6	0.476	45	128,52			
			Floor of 2nd zone	2x3	6	0,232	45	62,64			

$$n = (t_{int} - t_{x.c}) = 20+25 = 45°C$$

External wall:

Dimensions – *3x3m*, area is accordingly $F = 9\ m^2$

$$K = 1/4{,}11 = 0{,}243\ (W/m^2 \cdot °C)$$

$$Q_{w1} = F \cdot K \cdot n;\ Q_w = 9 \cdot 0{,}243 \cdot 45 = 98{,}415\ (W)$$

Window:

$R_{window} = 0{,}53$, By the time K window for the same: $K = 0{,}53 - 0{,}243 = 0{,}287\ (W/m^2 \cdot °C)$.

$$Q_{o2} = 2{,}24 \cdot 0{,}287 \cdot 45 = 41{,}79\ (W)$$

Floor:

$$R_{floor\ I\ zone} = 2{,}1,\ \text{тогда}\ K = 1/2{,}1 = 0{,}476\ (W/m^2 \cdot °C).$$

$$Q_{w3} = 6 \cdot 0{,}476 \cdot 45 = 185{,}64(W)$$

$$R_{floor\ II\ zone} = 4{,}3,\ \text{тогда}\ K = 1/4{,}3 = 0{,}232\ (W/m^2 \cdot °C).$$

$$Q_{w4} = 6 \cdot 0{,}232 \cdot 45 = 90{,}48(W)$$

$$Q_{dem} = Q_{w1} + Q_{w2} + Q_{w3} + Q_{w4}$$

$$Q_{dem} = 98{,}415 + 28{,}929 + 128{,}52 + 62{,}64 = 318{,}504(W)$$

As a result of heat loss calculations of the living room area of 14 m^2 5-floor building on the 2nd floor take Q_{dem} = 320 watts.

Thus, to determine the heat transfer individual rooms and buildings as a whole should have: floor plans and specific sections of the building with building sizes; floor plan within the general plan of the enterprise with the designation of the cardinal and the wind rose; construction of external fences.

REFERENCES

[1] N. Iskakov, friends N., N. Borisov, Korchevskiy A. Renewable energy sources and energy savings (guide to modern technology), ed. - Astana, 2008. - 354 p.

[2] N. Iskakov, Korchevskiy A. "Sustainable Development of the Republic of Kazakhstan: Economic, social and environmental aspects" / Monograph. Astana, 2007.-172 p.

[3] The Concept of Transition of Kazakhstan to sustainable development for 2007-2024. 2006 y.

[4] "Overview of Central Asia, on the progress in the field of education for sustainable development." 2007 y.

[5] Erkaeva NF, Gan ps.f., smoke YA The basic principles of sustainable development and overcoming social inequality in the mining regions. 2010y.

Мухтарова М.Н., Ермағанбетова С.Д., Нурсейтова А.К., Набиева Т., Бисембаева К.

Расчет отопления жилой комнаты

Аннотация. Тепловые нагрузки жилых, общественных и промышленных зданий непостоянны и имеют свои закономерности изменения во времени. Так, сезонные тепловые нагрузки – отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха – в основном зависят от изменения температуры наружного воздуха и характеризуются значительными колебаниями в течение суток. Круглогодовые тепловые нагрузки – горячее водоснабжение и технологическая нагрузка промышленных предприятий, - наоборот, почти постоянны во времени года, но испытывают значительные колебания во времени суток. Каждый вид тепловой нагрузки требует определенного режима отпуска теплоты во времени в строгом соответствии с потребностью в данный момент.

Ключевые слова: тепловая нагрузка, температура, суточная амплитуда температуры воздуха, циркуляция воздуха, определение теплопередачи

Мухтарова М.Н., Ермағанбетова С.Д., Нурсейтова А.К., Набиева Т., Бисембаева К.

Тұрғылықты бөлмені жылытуды есептеу

Түйіндеме. Тұрғылықты, жалпыға ортақ және өндірістік орындарды жылыту жүктемесі тұрақты емес, сонымен қатар уақыт бойынша өзгеретін заңдылықтарға сүйенеді. Мерзімдік жылулық жүктемелер – жылыту, вентиляция, ауаны баптау негізінен сыртқы ауа температурасының өзгерісіне тәуелді болады және тәулік бойына елеулі ауытқуларымен сипатталады. Жылдық жылулық жүктеме – ыстық сумен жабдықтау мен өндірістік кәсіпорындардағы технологиялық жүктемелер, - керісінше жыл мезгіліне байланысты тұрақты, бірақ тәуліктік уақыт бойынша маңыздырақ ауытқуға алып келеді. Жылулық жүктеменің әрбір түрі дәл сол уақыт мерзіміне сәйкес қажеттіліктерге байланысты жіберіліп отыруы қажет.

Түйін сөздер: жылулық жүктеме, температура, ауа температурасының тәуліктік амплитудасы, ауаның айналымы, жылуберуді анықтау

УДК 615.478: 681.5

К.К. Макешева, М. Каныбек
(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ АППАРАТНОЙ ЧАСТИ ЭЛЕКТРОННОГО СТЕТОСКОПА

Аннотация. Представлены результаты сравнительного анализа микроконтроллеров для усовершенствования аппаратной части электронного статоскопа. Обосновано применение микроконтроллера семейства Texas Instruments для реализации аппаратной части электронного стетоскопа и беспроводной передачи данных на специализированной медицинской частоте. Приведены выводы, учитывается необходимость применения данного типа микроконтроллера при конструировании аппаратной части электронного стетоскопа.

Ключевые слова. Электронный стетоскоп, микроконтроллер, беспроводная передача, медицинская техника, медико-биологические сигналы.

Постановка задачи. В процессе разработки аппаратной части электронного стетоскопа возникает необходимость использовать микроконтроллер для реализации ряда функциональных возможностей. В связи с поставленной задачей реализации интерфейса беспроводного обмена, а также из требований к быстродействию рассмотрим ряд микроконтроллеров различных фирм: Texas Instruments MSP430, Microchip Technology Inc., NXP Semiconductors [1-3].

Проанализируем семейство низкопотребляющих контроллеров от Texas Instruments MSP430. Первый контроллер с аббревиатурой MSP430 появился в 2005 году. Микроконтроллеры MSP430 – это процессоры для обработки смешанных (аналоговых и цифровых) сигналов (Mixed Signal Processor - MSP), обладающие сверхнизким энергопотреблением. Наиболее очевидное преимущество малого потребления проявляется в мобильных устройствах. Низкое энергопотребление позволяет реализовать идею одноразового питания, когда на протяжении всего срока эксплуатации изделия используется один незаменимый источник. При этом источник питания устанавливается на фабрике и исключается возможность поломки мобильного устройства в случае неправильной его замены [1]. Данные микроконтроллеры характеризуются сверхнизким потреблением, наличием различных периферийных устройств и широко используются в портативных приборах (например, в мультиметрах, датчиках и др.). По сравнению с семействами AVR и PIC они используют 16-ти битную арифметику и ортогональную систему команд с разнообразными способами адресации. От классических RISC процессоров отличаются тем, что не содержат, например, как AVR, отдельных команд для загрузки регистров и команд для выполнения операций над аргументами в регистрах. Операнды команд могут располагаться в памяти при нехватке регистров общего назначения [2,3].

Общие технические характеристики семейств [4]:

1) Принципиальной особенностью этих контроллеров является механизм PLL, позволяющий при работе от часового кварца 32768 Гц умножением получать внутренние рабочие частоты до нескольких МГц, при этом также поддерживаются режимы тактирования от нескольких внутренних резисторов, одного внешнего резистора, керамических резонаторов, ВЧ кварцевых резонаторов, внешних источников тактовой частоты.

1. Наличие пяти режимов энергосбережения, причем переход из любого режима в рабочий режим занимает не более 6 мкс;
2. 16-битная RISC структура АЛУ, 125 или 300 нс на выполнение команды;
3. Возможность программирования в системе, нет необходимости во внешнем напряжении программирования.
4. Программный код защищен от несанкционированного считывания.

5. В МК с памятью программ ROM и FLASH имеется дополнительно загрузочный сектор памяти программ.

6. Напряжение питания:

- 1,8...3,6 В - у семейств MSP430F122, 133, 135, 147, 148, 149, 449;
- 2.5...5.5 В - у семейств MSP430P315, 325, 337, 123.

7. Потребление тока:

1. рабочий режим - от 280 мкА (1 Мгц, 2,2 В);
2. режим сверхнизкого энергопотребления (с сохранением содержимого регистров ОЗУ) - не более 0,1 мкА.

Рассмотрим также PIC микроконтроллеры (Microchip Technology Inc.). PIC — микроконтроллеры Гарвардской архитектуры, производимые американской компанией Microchip Technology Inc. Название PIC является сокращением от Peripheral Interface Controller, что означает «периферийный интерфейсный контроллер». Название объясняется тем, что изначально PIC предназначались для расширения возможностей ввода-вывода 16-битных микропроцессоров CP1600. В номенклатуре Microchip Technology Inc. представлен широкий спектр 8-и, 16-и и 32-битных микроконтроллеров и цифровых сигнальных контроллеров под маркой PIC. Отличительной особенностью PIC-контроллеров является хорошая преемственность различных семейств. Это и программная совместимость (единая бесплатная среда разработки MPLAB IDE, C-компиляторы от GCC), и совместимость по выводам, по периферии, по напряжениям питания, по средствам разработки, по библиотекам и стекам наиболее популярных коммуникационных протоколов [4].

Компания Microchip Technology Inc. производит два семейства 16-и разрядных микроконтроллеров (MCU) и два семейства 16-и разрядных цифровых сигнальных контроллеров (DSC), которые дают разработчикам совместимые платформы с обширным выбором типов корпусов, периферийных модулей и быстродействия. Общие атрибуты всех 16-и разрядных семейств — это совместимость по выводам, общая система команд и, соответственно, общие компиляторы Си и средства разработки.

Широкая линейка 16-битных контроллеров включает контроллеры от 18 до 100 выводов с объемом flash памяти от 6 Кб до 256 Кб [4].

Выбор микроконтроллеров PIC24F оправдан в тех случаях, когда необходимо обеспечить среднюю производительность системы при относительно невысокой стоимости конечного продукта. Для приложений, требующих более высокой производительности (выше, чем 16 MIPS), можно использовать более дорогие микроконтроллеры семейства PIC24H.

Микроконтроллеры PIC24F обладают следующими характеристиками [3,4]:

1 высокая производительность (до 16 MIPS);
2 векторная система прерываний с 16 уровнями приоритетов;
3 наличие 16 рабочих регистров;
4 возможность выполнения 16-битных математических операций;
5 возможность выполнения операций умножения с разрядностью 17 x 17 бит за один машинный цикл;
6 возможность выполнения сдвига на произвольное количество бит (до 16) за один машинный цикл;
7 аппаратно-программная архитектура, оптимизированная для разработки программ на языке Си;
8 мощная система команд, которая включает инструкцию повторения repeat для циклического выполнения команд, что особенно полезно при использовании команд NXP и APM.

В июне 1999 года, в результате поглощения компанией Philips Electronics компании VLSI Technology, началось сотрудничество NXP и APM. В 2003 году NXP выпустила на рынок первые стандартные APM - микроконтроллеры семейства LPC2000. В этом семействе используется высокопроизводительное ядро ARM7TDMI-S с тактовой частотой 60 МГц [1,3,4].

Это были первые МК ARM7, изготовленные по технологии 0,18 мкм. Выпускались они в небольшом 48-выводном корпусе. В 2004 году была анонсирована серия LPC213x с единым питанием 3,3 В и с объемом встроенной флэш-памяти до 512 Кбайт. В 2004 году МК серии LPC213x дополнилась устройствами ввода-вывода с частотой переключения до 15

МГц и контроллером USB 2.0. В 2006 году NXP выпустила МК LPC288x с флэш-память 1 Мбайт и встроенным контроллером High-speed USB. В 2007 году запущено в производство новейшее семейство микроконтроллеров LPC23xx/24xx. Эти МК, изготовленные по технологии 0,14 мкм, объединяют в себе несколько высокоскоростных интерфейсов. Конфигурация шины AHB и эффективная реализация DMA позволяют работать одновременно по протоколам Ethernet 10/100, Full-speed USB Host/Device, CAN и LCD, не снижая общей производительности системы.

Семейство LPC2000 подразделяется на три основных группы, каждая из которых имеет определенные технические особенности. За последний год практически все модели этой группы были обновлены до версии "01", в которой исправлено большинство ошибок и добавлены новые возможности: быстрые порты ввода-вывода, отдельные регистры для каждого канала АЦП и т.д. Благодаря богатому набору периферийных модулей, интерфейсу внешней памяти, большому объему внутреннего ОЗУ и флэш-памяти микроконтроллеры серии LPC2000 могут применяться во многих областях [1,3,4].

В здравоохранении – в различных малогабаритных и стационарных устройствах по сбору и обработке данных с различных датчиков медицинского назначения; в промышленности – в системах управления силовыми двигателями и установками (электропривод), системах сбора данных в промышленных сетях; конверторах распространенных интерфейсов с высокой пропускной способностью: Ethernet-RS-232/CAN, USB-CAN, USB-I2C, USB-UART и т.д. На базе микроконтроллеров LPC2377/78 можно строить как переносные устройства с батарейным питанием и высокими требованиями к энергопотреблению, так и стационарные высокопроизводительные модули или самостоятельные устройства, применяемые в промышленности, медицине и бытовой технике [1,3,4].

В обзоре [5] и в работах [6,7] отмечается, при конструировании портативных медицинских приборов, именно, аппаратной части электронного стетоскопа следует обратить особое внимание на блок беспроводной передачи данных для последующей обработки медицинских данных.

В настоящее время широкое развитие получают мобильные телемедицинские комплексы для работы на местах аварий и катастроф [8]. Отечественное здравоохранение весьма заинтересовано в малогабаритных мобильных диагностических комплексах, которые можно использовать в отсутствие телемедицинских кабинетов и центров, непосредственно там, где возникла необходимость [9]. Современные приборы диагностики кардио-респираторной системы включают блоки беспроводной передачи данных на беспроводной передаче данных в диапазоне ISM (Industrial, Science, Medical) частот. Что позволяет ускорить процесс диагностики пациентов из группы риска [10]. Как отмечались в работах [6,7], основным достоинством микроконтроллера MCP430 является интегрированность элементов на 1 кристалле [11]. Интегрированность повышает точность и стабильность характеристик АЦП микроконтроллера. Нестабильная работа АЦП вызывает в процессе регистрации медико-биологических сигналов помехи [11], такие как фликкер шумы [10]. Таким образом, применение интегрированных систем для приборов нового поколения является весьма *актуальной* задачей для фундаментального и прикладного исследования медико-биологической системы.

Заключение. В заключение следует отметить, исходя из жестких требований к уменьшению стоимости, потребляемой мощности и габаритам, новым функциональным возможностям для реализации аппаратной части электронного стетоскопа наилучшим будет микроконтроллер MSP430 фирмы Texas Instruments, обладающий необходимым быстродействием и дополнительными возможностями. Одним из главных преимуществ данного микроконтроллера является режим пониженного электропотребления, что наиболее актуально для портативных медицинских устройств. Кроме того, необходимо учитывать еще одно преимущество малого энергопотребления – сверхмалое электромагнитное излучение.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Игорь Г. Краткий обзор микроконтроллеров семейства MSP430 компании Texas Instruments // Компоненты и технологии. -2006. -№6. –С.1-7.

[2] [Электронный ресурс] URL: http://www.ti.com/solution/ecg_electrocardiogram

[3] Рябоконь А.С. Методы снижения энергопотребления носимых устройствах. Известия ЮФУ. Технические науки. -2014. -№3. –С. 58-61

[4] Бродин В.Б., Шагурин И. И. Микроконтроллеры. Архитектура, программирование, интерфейс. – М.: Издательство ЭКОМ, 1999. –С.400.

[5] Макешева К.К., Мухамедали К. Обзор подходов и методов конструирований электронных стетоскопов // Вестник КазНИТУ. -2016. -№6(118). –С.248-254.

[6] Макешева К.К., Попов А.М., Алтай Е.А. Усовершенствованная схема кардиографа с использованием микроконтроллера MSP430 //Сборник тезисов докладов конгресса молодых ученых. Электронное издание. – СПб: Университет ИТМО, 2015.

[7] Макешева К. К., Попов А. М., Алтай Е. А. Компьютерное моделирование и конструирование аппаратной части кардиографа //Аннотированный сборник научно-исследовательских выпускных квалификационных работ магистров Университета ИТМО. – 2015. – №. 1. – С. 179-183.

[8] Бодин О.Н., Казаков В.А., Полосин В.Г., Рахматтулов Ф.К., Сергеенков А.С. Оптимизация оказания медицинской помощи в условиях чрезвычайной ситуации // Вестник Российской военно-медицинской академии.–2014. –№2(46). –С.202-206.

[9] Бодин О.Н., Сергеенков А.С., Усембаева С.А. Концепция оказания экстренной медицинской помощи пострадавшим в чрезвычайных ситуациях // Вестник Российской военно-медицинской академии.–2015. –№ 3(51). –С.143-147.

[10] Алтай Е.А. Компьютерное моделирование и конструирование аппаратной части кардиографа: Магистерская диссертация. Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург, 2015г.

[11] Макешева К. К., Алтай Е. А. Идентификация гармоник биосигналов с помощью измерительных преобразователей //Вестник КазНИТУ. – 2016. – №1(113). – С.202-204.

Макешева К.К., Мұхамедәлі Қ.

Электронды стетоскоптың аппараттық бөлігін жүзеге асыру үшін микроконтроллерлерді салыстырмалы талдау

Түйіндеме. Мақалада электронды стетоскоптың аппараттық бөлігін жақсарту үшін микрокотроллерлерді салыстырмалы талдау нәтижелелері ұсынылған. Электронды стетоскоптың аппаратық бөлігін және медициналық ақпараттарын сымсыз канал бойынша жіберілуін жүзеге асыру мақсатында Texas Instruments фирмасының микроконтроллерін пайдалану айқындалады. Электронды стетоскоптардың аппараттық бөлігін құрастыруда таңдалған микроконтроллердің дәл түрін таңдау ескеріліп, қорытынды түрінде бекітілген.

Кілттік сөздер. Электронды стетоскоп, микроконтроллер, сымсыз жіберілу, медициналық техника, медициналық-биологиялық сигнал.

Makesheva K.K., Muhamedali K.

Comparative analysis microcontrollers to realization of hardware electronic stethoscope

Summary. The article presents the results of a comparative analysis of microcontrollers to improve hardware electronic statoscope. It justifies the use of the microcontroller family of Texas Instruments for the implementation of the hardware part of the electronic stethoscope and wireless data transmission dedicated medical frequency. Presents the conclusions taken into account the need for this type of the microcontroller in the design of the hardware of an electronic stethoscope.

Key words. Electronic stethoscope, microcontroller, wireless transmission, medical equipment, biomedical signals.

УДК 681.2.08

[1]К.К. Макешева, [2]Е.А. Алтай, [3]Р.Ш. Каныбекова,

[1](Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан,

[2]Санкт-Петербургский Национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, Россия, г. Санкт-Петербург, aeldos@inbox.ru,

[3]Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства, Алматы, Республика Казахстан)

КОМПЬЮТЕРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМОЙ PLANTVITAL

Аннотация. Рассматривается измерительная система, предназначенная для определения жизнеспособности и стрессоустойчивости биообъектов. Система основана на измерении концентрации кислорода с помощью детектора типа «Кларк» и позволяет проводить мониторинг загрязнения окружающей среды. В ходе ис-

следования определена структурная схема прибора, основные измерительные параметры и построена градуировочная кривая респирации биологических объектов измерения.

Ключевые слова. Измерительная система, фотосинтез, калибровка, прибор.

В связи с бурным развитием технологий созданы различные измерительные системы, с помощью которых опеределяется интенсивность фотосинтеза. Одной из таких систем является прибор PlantVital немецкой компаний INNI-Concept. Это запатентованная измерительная система для определения кислородного баланса во время фотосинтеза, которая может быть применена при исследовании растительных обьектов.

Прибор измеряет концентрацию кислорода или его парциальное давление в зависимости от освещенности при заданной температуре. Освещение обеспечивает диод в красной или в желтой областях спектра. В стандартной модификации небольшого размера материала (лист растений) площадью от 10 до 50 мм^2 достаточно, чтобы получить поддающийся анализу сигнал [1].

По сравнению с другими методами измерения PlantVital имеет преимущество в том, что регистрирует весь процесс фотосинтеза в обьекте исследования в виде интегрального результата измерений. В данном устройстве значительно улучшена стабильность и точность результатов. К тому же, данный прибор имеет устройство для калибровки датчика. Простота в использовании и возможность измерения до 3-х образцов одновременно значительно сокращают время, необходимое для исполнения исследований.

Прибор в зависимости от времени регистрирует интенсивность выделения кислорода во время фотосинтеза под воздействием света (интенсивность продукции кислорода), а также поглощение кислорода растительным обьектом в темноте (интенсивность темного дыхания), т.е. уменьшение содержания кислорода во время темновой фазы измерения [1].

Соотношение этих параметров дает коэффициент фотосинтетической активности, который является показательной величиной при оценке жизнедеятельности и стрессового состояния анализируемых растительных обьектов [1].

PlantVital является комплексной системой со встроенным микрокомпьютером для управления прибором, сохранения и обработки всех получаемых сигналов. Измерительная система легко управляема, транспортируема и может быть используема в лабораторных и полевых условиях [1]. На рисунке 1 представлена структурная схема измерительной системы [2].

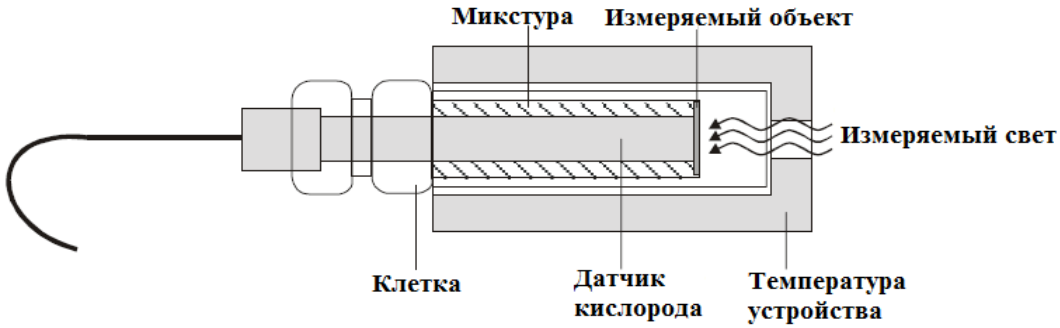


Рис.1. Структурная схема измерительной системы

Измерительная система PlantVital, основанная на полном программном обеспечении, как в управлении прибора, так и в учете измерительных данных и их обработке, предназначена для исследования кислородного баланса первичной продукции хлорофилл «а» содержащих специй. Измерительная камера регулирует температуру в области 5ºС - 45ºС, устанавливаемую с точностью до 0,2 К. Освещение достигается люминесцентным диодом в красном и желтом спектрах. Для измерения кислорода применяется электрохимический сенсор типа «Кларк». В таблице 1 представлены данные измерительной области данного прибора [2,3].

Таблица 1. **Измерительные функции прибора**

№	Измеряемый параметр	Шкала измерений
1	Парциальное давление кислорода	(0-900) мбар
2	Точность	+/- 1%
3	*Температурный интервал*	
4	Область измерения	(5 –45)°C
5	Точность	+/- 0,2°K
6	Длина волны света	635 – 650 нм
7	Максимальное время измерения:	Неограниченно
8	Интервал между двумя измеряемыми значениями	(1 – 99) сек
9	*Характеристика функций сохранения и передачи данных (Data logging)*	
10	*Истинное время для временного обозначения измеряемых значений*	
11	*Непосредственная передача данных на персональный компьютер или использование программы переноса сохраненных данных*	

Измерительная система PlantVital фиксирует следующие параметры (рисунок 2) [2,4]:

1) Параметр «R» (респирация) обозначает часть кривой измерения, показывающую временной ход изменения концентрации кислорода в сторону уменьшения за счет темнового дыхания исследуемого образца (фаза респирации). Этот параметр представляет первую информацию о виталитете исследуемого растения.

2) В определенное время, выбранное пользователем прибора, включается свет. В этот момент исследуемый образец испытывает световой стресс, так как в природных условиях растения от полной темноты до полного дневного освещения проходят адаптацию к свету в течение продолжительных сумерек. При включении света в клетках исследуемого растения происходит переход метаболического процесса от фазы респирации в фазу фотосинтеза, после чего фотосинтетическое выделение кислорода начинает преобладать над поглощением его при дыхании. Вследствие конкуренции этих двух процессов на кривой измерения фиксируется минимум. Отрезок на кривой измерения «D» между временем включения света и положением минимума дает следующую информацию о виталитете исследуемого растения.

3) По прохождении минимума концентрация кислорода, фиксируемая на поверхности образца, повышается вследствие энзиматического фотолиза воды при световой реакции процесса фотосинтеза. Программное обеспечение измерительной системы PlantVital рассчитывает в этой области кривой измерения параметр «S» - еще одна информация о виталитете растения.

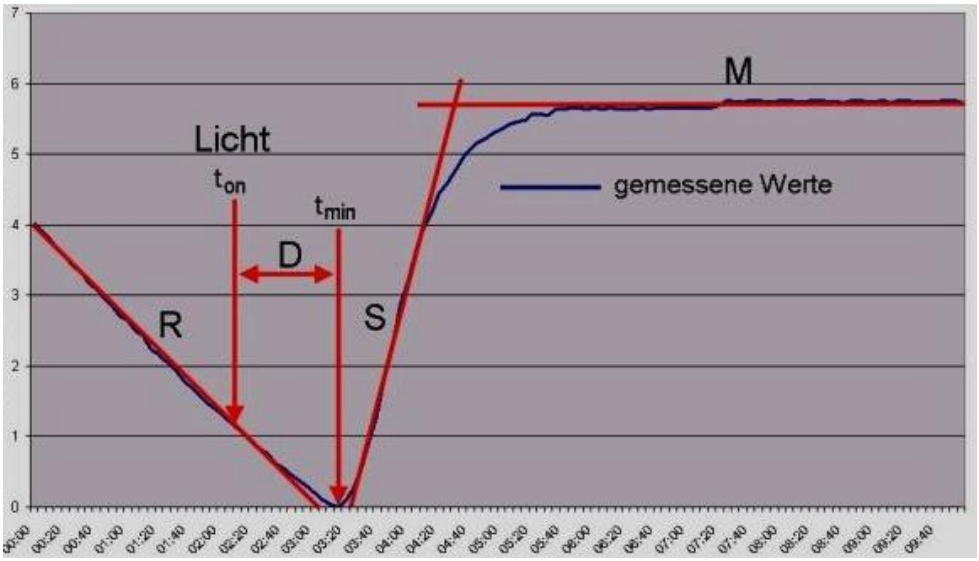


Рис. 2. Калибровочная кривая респирации растительных биообъектов

4) В дальнейшем кривая измерения достигает максимального значения «M» и остается на этом постоянном уровне, отражающем максимальную продуктивность кислорода исследуемым растением. Таким образом, на кривой измерения получаем четыре индивидуальных параметра, которые характеризуют виталитет хлорофиллсодержащих видов. Многочисленные исследования различных растений с помощью измерительной системы PlantVital показали, что еще один параметр «$E_m = -S/R$» (отражение продуктивной способности или эффективности процесса метаболизма) представляет значимую величину для характеристики исследуемого объекта.

Соотношения между параметрами виталитета, измеряемыми с помощью PlantVital, и свойствами хлорофиллсодержащих биологических видов.

Необходимо отметить, что с помощью измерительной системы PlantVital измеряются не абсолютные величины, а величины, характеризующие изменения, вызванные у одних и тех же видов теми или иными факторами. Принимая это во внимание, можно исследовать изменение параметров виталитета определенного растения в течение вегетационного периода или произвести сравнения виталитета выбранных растений в зависимости от влияния факторов окружающей среды антропогенного или природного характера. Как правило, имеет силу следующее высказывание: чем лучше параметры виталитета, тем выше иммунитет растений, тем лучше их вегетативное, а также и генеративное развитие. Во всяком случае, преимущество данных, полученных с помощью PlantVital, состоит в том, что они представляют информацию о виталитете растений гораздо раньше, чем это можно сделать на основании только визуальных наблюдений.

Измерительная система PlantVital. Для более точного научного исследования всего процесса фотосинтеза наряду с измерением флуоресценции, наиболее изученного и применяемого метода (методом пульс-амплитудной модуляции, ПАМ), требуется количественное определение выделения кислорода и фиксации CO_2 .

В области измерения флуоресценции применяются различные варианты, которые могут характеризовать флуоресценцию определенной части фотосинтетического аппарата. С помощью импульсного облучения и синхронного усиления измерения возможно также уловить слабые сигналы флуоресценции при наличии более сильного фонового излучения. Таким образом, становится возможным с помощью дополнительного импульсного освещения, которое во много раз сильнее солнечного, за короткое время насытить электронно-транспортную цепь (химически восстановить). Из измеренной при этом флуоресценции можно установить максимально возможный квантовый выход, указывающий на количество имеющегося в наличие фотосинтетического активного хлорофилла в фотосистеме II (LHC II, light harvesting complex). Одновременно можно установить при этом минимальную флуоресценцию при длительном фотосинтезе (светлая фаза) ниже области насыщения светом.

По сравнению с другими известными методами данная технология позволяет уменьшить время, необходимое на анализ пробы и её подготовку, а также обработку полученных результатов как минимум на 50% [5].

В настоящее время система PlantVital используется для исследования различных зерновых культур [1,5].

ЛИТЕРАТУРА

[1] Абсаттарова А.С. Измерительная система PlantVital 5030. Материалы II международного конгресса «Глобальные изменения климата и биоразнообразие» - Алматы: 2015, 352с.

[2] Добролюбов И.П., Савченко О.Ф., Альт В.В. Идентификация состояние сельскохозяйственных объектов измерительными экспертными системами. Россельхозакадемия, ГНУ СибФТИ, Новосибирск 2003, 209 с.

[3] Алейников А.Ф., В.А. Гридчин, М.П. Цапенко Датчики. Перспективные направления развития. Издательство НГТУ, Новосибирск 2003, 286 с.

[4] Савченко О.Ф., Алейников А.Ф., Гурова Т.А., Ольшевский С.Н., Дубровский А.В. Информационные технологии, системы и приборы в АПК Материалы 5-ой международной научно-практической конференции агроинфо-2012. Россельхозакадемия, ГНУ СибФТИ, Новосибирск 2012.

[5] Алтай Е.А., Алтай Д.А. Алгоритмические и программные средства идентификации биоинформационных данных. Сборник трудов Третьей Международной научно-практической конференции “Состояние, проблемы и задачи информатизации в Казахстане“, посвященной 80-летию КазНТУ им. К.И.Сатпаева и 20-летию Международной Академии Информатизации, Алматы 2014г.

Макешева К.К., Алтай Е.А., Каныбекова Р.Ш., Койшыбаев Д.Н., Касымбекова К.Б.,
Кыздарбекова А.С., Дутбаева Д.

Компьютерное управление измерительной системой plantvital

Аңдатпа. Мақалада биообъектілердің стресске төзімділігін және өміршеңдігін анықтайтын өлшеуіш жүйесі қарастырылады. Берілген жүйе Кларк типтес датчигінің көмегімен оттекті өлшейтін қоршаған ортаның ластануының тапсырмасын шешеді. Берілген аспапты зерттеу барысында аспаптың құрылымдылық сұлбасы, негізгі өлшеуші параметрлері және биообъектілердің респирациясының градиуирлік қыйсығы тұрғызылды.

Кілттік сөздер. Өлшеуші жүйе, фотосинтез, калибрлеу, аспап.

Makesheva K.K., Altai E.A., Kanybekova R.Sh., Koishybayev D.N., Kasymbekova K.B.,
Kyzdarbekova A.S., Dutbaeva D.

Компьютерное управление измерительной системой plantvital

Annotation. The measuring system is intended to determine the viability and stress of biological objects. A system based on measurement by means of oxygen such as "Clark" detector, which is intended to solve problems of pollution monitoring environment. In the study of this unit is defined structural diagram of the device, the main measuring parameters and built calibration curve biological respiration measurement objects.

Keywords. Measuring system, photosynthesis, calibration, device.

УДК51-74

А.Н. Мажен, А. Б. Айтжан
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби
Алматы, Республика Казахстан,
zolotinka2210@gmail.com, aytzhan.aydyn@gmail.com)

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ УРАНА С УЧЕТОМ КОЛЬМАТАЦИИ РУД

Аннотация. Это собой новый метод моделирования подземного выщелачивания, учитывая ограничение таких механизмов, как осаждение, которое может уменьшить добычу интересного ресурса. Теоретическая основа реактивного транспорта разработана для многокомпонентной математической модели для урана, добываемой методом подземного выщелачивания. Она включает в себя взаимодействие между твердой и жидкой фазами и закупоривания реакционной поверхности вторичными осажденными продуктами, таких как гипс, которые могут замедлять реакций. Раствор реагента при подземном выщелачивании состоит из грунтовой воды и серной кислоты. В этой математической модели добавлена соляная кислота в раствор реагента для окисления гипса.

Из приведенной выше реактивной транспортной модели, численные расчеты проводили на нескольких тематических исследованиях с использованием и без соляной кислоты.

Результаты показывают, что скорость пассивации имеет критические значения, из которых извлечение урана заметно замедляется из-за засорения интерфейса гипсом. С добавлением соляной кислоты, извлечение урана улучшается, как показано ниже.

Ключевые слова: реактивный транспорт, гетерогенные химические реакций, течение в гетерогенной среде, кольматация и химическая кольматация.

Введение

Подземное выщелачивание урана из руд – процесс, прежде всего химический. До поступления в пласт реагента промышленные воды не содержат уран промышленной концентрации. Для выщелачивания необходимо сначала откачать подземные воды и заполнить поровое пространство раствором реагента, который переведет предназначенный для добычи уран в растворимую форму [1].

В настоящее время наиболее распространенным методом извлечения урана является кислотное выщелачивание. При кислотном выщелачивании содержание карбонатов в рудах и вмещающих породах, находящихся в зоне выщелачивания не должно превышать 2 % (в противном случае применяют карбонатный способ выщелачивания). В качестве реагента используются водные растворы серной кислоты с концентрацией 5 - 30 г/л [2].

В этой работе оптимизирована модель подземного выщелачивания урана путем инъекции серной кислоты. Особое внимание выделено на нерастворимое осаждение в виде гипса, что снижает извлечение урана. Добавлена соляная кислота в раствор реагента для расщепления гипса.

Предложенная модель описывает массоперенос с гетерогенными химическими реакциями между жидкими и твердыми породами, что приводит к растворению оксидов урана и извлечения урана в жидкой форме.

Модель содержит минимальное количество химических реакций, в то же время обеспечивая достаточную степень согласованности с реальными системами. Она включает в себя как полезные реакции, описывающие растворение различных видов оксидов урана и вредных реакций, что приводит к осаждению твердых осадков (гипс), чьи чешуйки покрывают поверхность пористых каналов и снижают эффективность полезных реакций.

Решение задачи в точном виде невозможно, так как система дифференциальных уравнений является сложной с нелинейными зависимостями, поэтому принято искать решения приближенно методами конечных разностей[7-8].

Физическая постановка задачи

Физическая постановка задачи представляет собой изучение течения жидкости при добычи урана с учетом гипсовой кольматации. В результате выпадения в осадок гипса проницаемость пласта существенно ухудшается, соответственно снижается дебит технологических скважин. Чтобы уменьшить гипсовую кольматацию, для закисления в раствор реагента добавлена соляная кислота. Схематичная междускважинная зона представлена на рисунке 1[3]..

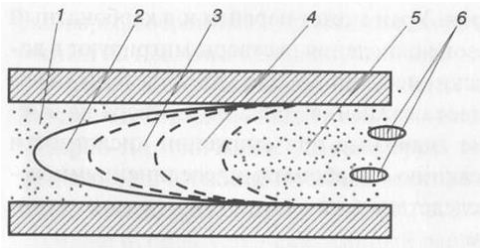


Рис. 1. 1 - зона неокисленных сероцветных пород, 2 - зона начального минералообразования с малым содержанием урана, 3 - зона уранонакопления, 4 - зона обогащения в тыловой части ролла, 5 - зона окисления, 6 - останцы урановых минералов в глинистых и углистых включениях.

Рассматривается область между откачным и закачным скважинами.

Математическая модель

Математическая модель состоит из двух частей: транспорт и химия.

Рассмотрим течение однофазной несжимаемой жидкости. Используем эллиптическое уравнение следующего вида:

$$\nabla \cdot (k \nabla H) + Q = 0 \tag{1}$$

здесь k – коэффициент фильтрации, H – гидравлический напор, Q –объемный расход на единицу объема водоносного горизонта.

По закону Дарси, скорость фильтрации линейно зависит от градиента гидравлического напора:

$$\vec{\upsilon} = -k \nabla H \tag{2}$$

где H – гидравлический напор, k – коэффициент фильтрации.

Разложим уравнение скорости фильтрации по координатам x и y:

$$u = -k \frac{\partial H}{\partial x} \tag{2.1}$$

$$v = -k \frac{\partial H}{\partial y} \tag{2.2}$$

здесь u – скорость фильтрации по координате x, v – скорость фильтрации по координате y.

Формирование гипса проходит через несколько стадий. Первоначально возникают небольшие коллоидные частицы гипса в виде жидкой суспензии, после оседают на стенках пор, путем создания нерастворимого осадка. Это уменьшает поверхность контакта между кислотой и окисленным ураном, что приводит к пассивации полезных реакций и может значительно снизить эффективность регенерации.

Поэтому мы предлагаем следующую систему пяти гетерогенных реакций, происходящих во время подземного выщелачивания[5]:

Реакция I(k_1): $UO_2 \times 2UO_3 + 2H_2SO_4 \rightarrow UO_2 + 2UO_2SO_4 + 2H_2O$

Реакция II(k_2): $2Fe(OH)_3 + 3H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 6H_2O$

Реакция III(k_3): $UO_2 + Fe_2(SO_4)_3 \rightarrow UO_2SO_4 + 2FeSO_4$

Реакция IV(k_4): $CaCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + H_2CO_3$

Реакция V(k_5): $CaSO_4 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2SO_4$

где, S_1, S_2, S_3, S_4, S_5 – твердые фазы

$S_1 = UO_2 \times 2UO_3$, $S_2 = UO_2$, $S_3 = Fe(OH)_3$, $S_4 = CaCO_3$, $S_5 = CaSO_4$

$C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6, C_7, C_8$ – жидкие фазы

$C_1 = H_2SO_4, C_2 = UO_2SO_4, C_3 = H_2O, C_4 = Fe_2(SO_4)_3, C_5 = FeSO_4, C_6 = H_2CO_3,$

$C_7 = HCl, C_8 = CaCl_2$

Граничные условия для этих уравнений имеют следующий вид в области $\partial\Omega$:

$$\frac{dC^i}{d\vec{n}}\Big|_{\partial\Omega} = 0 \qquad \text{i=1…8}$$

$$H\Big|_{\partial\Omega} = 0$$

Описание метода решения поставленной задачи

Найдены скорости реакций для химических уравнений, которые определяются по фундаментальному уравнению закона действующих масс:

$$\omega = \kappa C_1^{v_1} C_2^{v_2} \cdot \ldots \cdot C_r^{v_r} \qquad (3)$$

где k – это константы реакции.

Принимая во внимание, что рассматриваемая жидкая смесь разбавленный раствор, применен закон действия масс для кинетики реакции. В соответствии с уравнением (3) скорости реакции для пяти реакций будет представлено в следующем виде:

$$k_1 C^{S_1} (C^1)^2 = \omega_1$$
$$k_2 (C^{S_3})^2 (C^1)^3 = \omega_2$$
$$k_3 C^{S_2} C^4 = \omega_3$$
$$k_4 C^{S_4} C^1 = \omega_4$$
$$k_5 C^{S_5} (C^7)^2 = \omega_5$$

Пусть концентрация воды в жидкости в значительной степени доминирует, то молярная плотность жидкости не зависит от жидкой композиции. Мы также считаем, что это не зависит от давления. Пренебрегаем изменением пористости и твердой плотности в результате химических реакций. Тогда уравнений баланса для жидких фаз приводятся к следующему виду:

$$\frac{\partial C^{(i)}}{\partial t} + \nabla \cdot \left(\vec{U} C^{(i)}\right) = \nabla \cdot \left(D \nabla C^{(i)}\right) + S_i + Q \qquad (4)$$

Подставляя в уравнение (4) значения жидких фаз, получаем:

$$\frac{\partial C^{(s1)}}{\partial t} = -\frac{k_I C^{(s1)} \left(C^{(1)}\right)^2}{(1-\phi)\rho_s}$$

$$\frac{\partial C^{(s2)}}{\partial t} = \frac{k_I C^{(s1)} \left(C^{(1)}\right)^2 - k_{III} C^{(s2)} C^{(4)}}{(1-\phi)\rho_s}$$

$$\frac{\partial C^{(s3)}}{\partial t} = -\frac{2k_{II}\left(C^{(s3)}\right)^2\left(C^{(1)}\right)^3}{(1-\phi)\rho_s}$$

$$\frac{\partial C^{(s4)}}{\partial t} = -\frac{k_{IV}C^{(s4)}C^{(1)}}{(1-\phi)\rho_s}$$

$$\frac{\partial C^{(s5)}}{\partial t} = (1-\beta C^{(s^{sS})})(-\frac{k_{IV}C^{(s4)}C^{(1)}}{(1-\phi)\rho_s} - \frac{k_V}{(1-\phi)\rho_s}C^{(S_5)}(C^7)^2)$$

Система дифференциальных уравнений является сложной с нелинейными зависимостями, поэтому решения найдены приближенно методами конечных разностей.

Результаты решения

Рассматриваемая модель была проанализирована для подземного выщелачивания с учетом гипсовой кольматации. Численно были выведены результаты для расщепления гипса с добавлением в раствор реагента соляной кислоты и без. Далее, показаны результаты с описаниями.

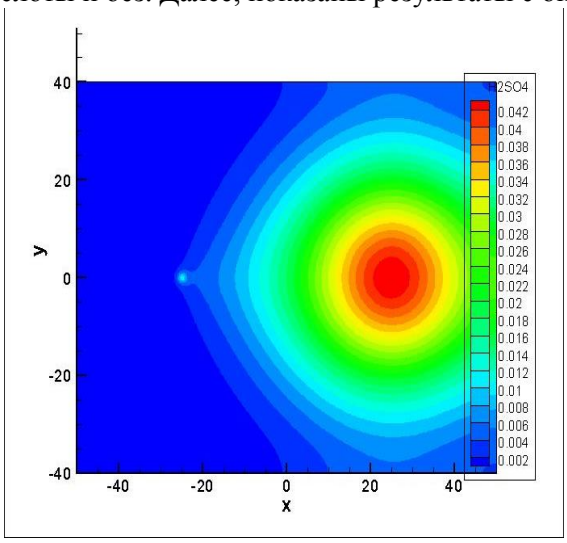


Рис. 2. Распределение серной кислоты за 200 дней

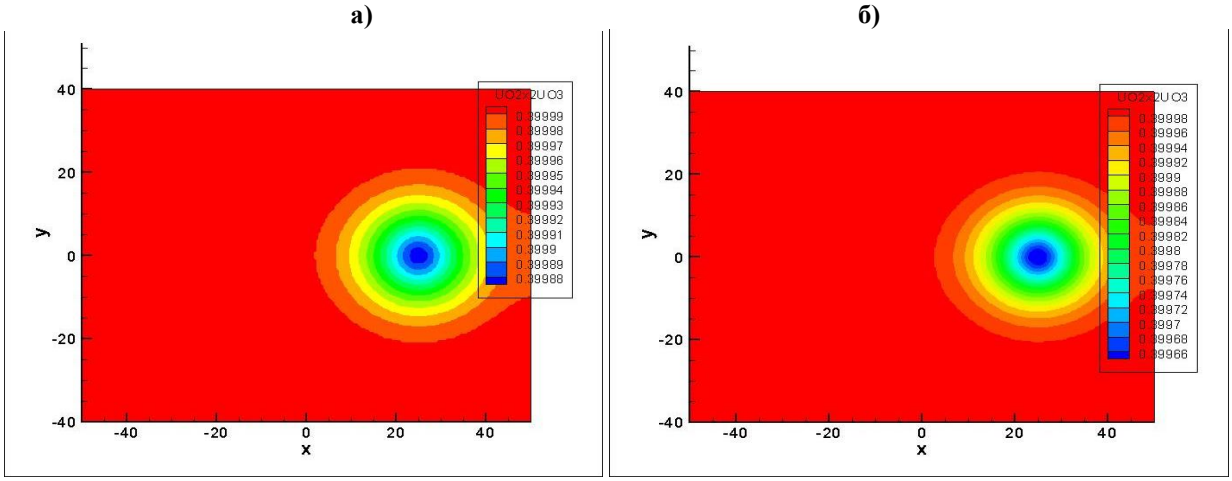


Рис. 3. Концентрация урана за 200 дней: а – с добавлением в раствор реагента соляной кислоты; б – кислотное выщелачивание

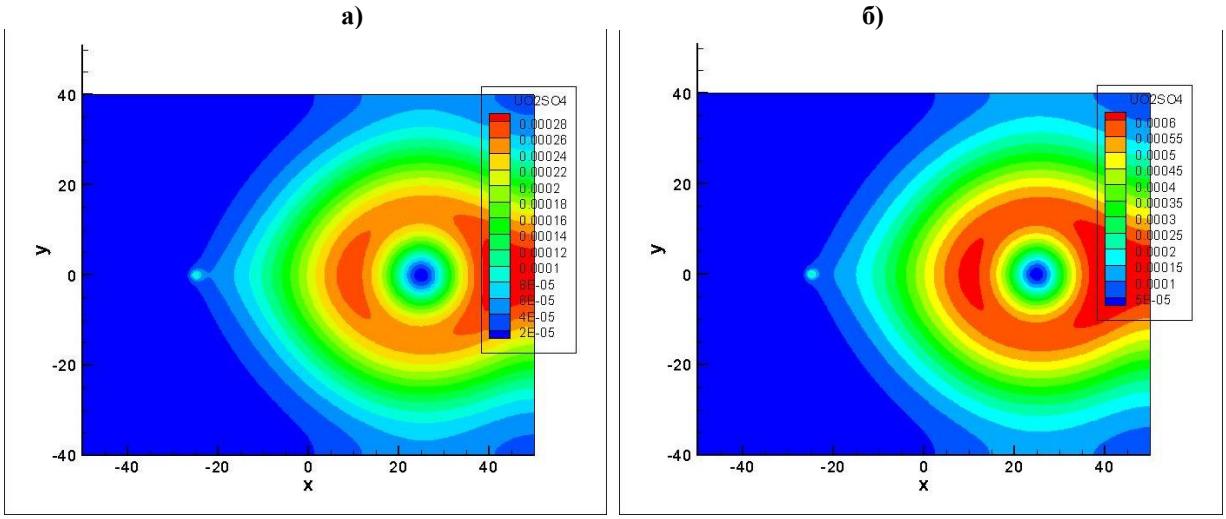


Рис. 4. Концентрация сульфата уранила за 200 дней: а – с добавлением в раствор реагента соляной кислоты; б – кислотное выщелачивание

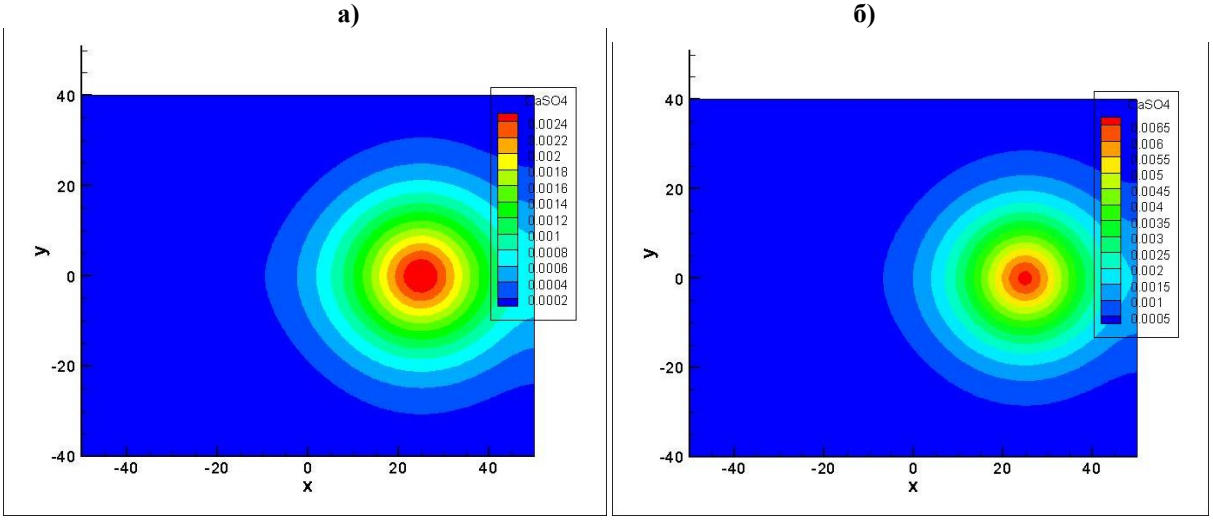


Рис. 5. Концентрация гипса за 200 дней: а – с добавлением в раствор реагента соляной кислоты; б – кислотное выщелачивание

Как показано на Рисунке 5 с добавлением в раствор реагента соляной кислоты, гипс расщеплен приблизительно в три раза больше, чем при кислотным выщелачивании.

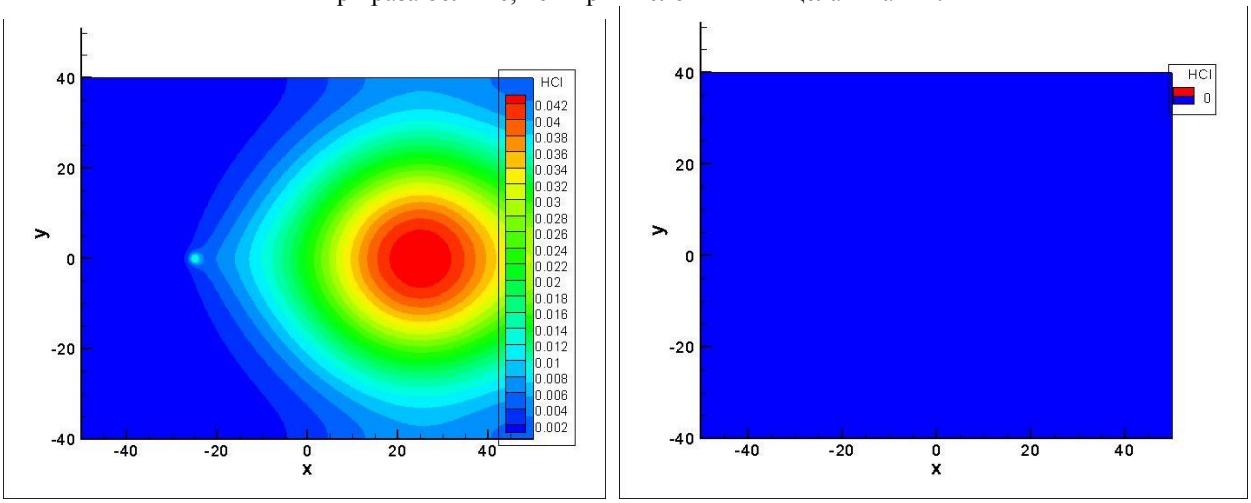


Рис. 6. Концентрация соляной кислоты в пласте за 200 дней:
а – с добавлением в раствор реагента соляной кислоты; б – кислотное выщелачивание.

Заключение

В зависимости от типов пород, присутствующих в геологической формации, серная кислота реагирует также с несколькими другими минералами. Реакция между серной кислотой и карбонатом кальция CaCO3 может оказывать значительное влияние на скорость откачки урана.

Реактивные процессы транспорта рассматривались в частном случае методом подземного выщелачивания, применяемых к извлечению урана. Была разработана химическая теория реакций с участием 13 уравнений для многокомпонентнов, взаимодействующих с твердой и жидкой фазами, учитывая появление гипса.

Модифицирована система уравнений химической кинетики, и на основе закона действующих масс построена новая модель для подземного выщелачивания с учетом расщепления гипса соляной кислотой. Была проанализирована разница между кислотным выщелачиванием и кислотным выщелачиванием с добавлением соляной кислоты.

Разработанная в этой работе теория и методология могут быть легко расширены и применены на другой тип месторождении.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Мамилов В. А., Петров Р. П., Новик-Качан В. П. Добыча урана методом подземного выщелачивания. – Атомиздат, 1980.

[2] Избаш С. В. Фильтрационные деформации грунта // Изв. НИИГ. – 1933. – Т. 10. – С. 189-218.

[3]Шехтман Ю. М. Фильтрация малоконцентрированных суспензий. – Изд-во Академии наук СССР, 1961.

[4]Тиаб Д. Петрофизика: теория и практика изучения коллекторских свойств горных пород и движения пластовых флюидов. – LLC PremiumEngineering, 2009.

[5] Кулжабеков А.Б. Аналитическая и численная модель химческого выщелачивания с осаждением гипса в пористой среде. – 2014- 110стр.

[6]Blazejewski R., Murat-Blazejewska S. Soil clogging phenomena in constructed wetlands with subsurface flow //Water Science and Technology. – 1997. – Т. 35. – №. 5. – С. 183-188.

[7] Роуч П. Вычислительная гидродинамика. – Рипол Классик, 1980.

[8] Андерсон Д., Дж Т., Флетчер Р. Вычислительная гидродинамика и теплообмен. – 1990.

Mazhen A. N., Aytzhan A. B.

Mathematical model of perfection of hydrodynamic regime of in-situ leaching of useful component in view of colmatation ores

Abstract. This work presents a new method for simulating in-situ leaching, especially account for limiting mechanisms such as precipitation of species, which may decrease the recovery of the interesting resource. A reactive transport theoretical framework is developed for a multi-component mathematical model for uranium in-situ leaching. It includes interactions between solid and liquid phases and clogging of the reaction surface by secondary precipitated products, such as gyps, which can passivate the reactions. Reagent solution in the in-situ leaching consists of water and sulfuric acid. This mathematical model is added hydrochloric acid reagent solution for gypsum oxidation.

From the above reactive transport model, numerical calculations was performed on several case studies with and without hydrochloric acid.

Influence of reaction passivation rate on uranium recovery was investigated in 2D and 3D cases. The results show that passivation rate has critical values from which the recovery of uranium significantly slows down due to the clogging of the reaction interface by gypsum. With the addition of hydrochloric acid, the uranium extraction is improved as shown in the results below.

Keywords: reactive transport, heterogeneous chemical reactions, flow in heterogeneous media, clogging and chemical clogging.

Мажен. А. Н., Айтжан А. Б.

Кен кольматациясын ескере отырып, пайдалы құрамдасты жер асты сілтілеудің гидродинамикалық режимін жетілдіруінің математикалық моделі

Түйіндеме. Бұл жұмыс жер асты сілтеуге жаңа модельдеу әдісін қолдануын көрсетеді, сонымен қоса керекті ресурсті өндіру кезінде кедергі болатын механизмдерді есепке алады.Теориялық іргетасы жер асты сілтілеу кезіндегі көп компонентті уранға реактивті тасымалдауға арналған математикалық модель. Ол қатты және сұйық фазалардың қарым-қатынасынан тұрады, және реакциалық беттің гипс сияқты продукттармен кедергі келтіруінен.

Реагент ерітіндісі жер асты сілтілеу кезінде жер асты суларымен күкірт қышқылынан тұрады. Бұл математикалық модельде гипсты тотықтыру үшін, реагент ерітіндісіне тұз қышқылы қосылады.

Жоғарыда көрсетілген реактивті тасымалдаудың моделін қолдана отырып, бірнеше тематикалық зерттеулер тұз қышқылымен және тұз қышқылын ескермей отырып, санды түрде жүргізілді.

Нәтиженің көрсетуінше, пассивацияның жылдамдығы критикалық мағына білдіреді, содан уран өндіре айтарлықтай бәсеңдейді интерфейстің гипспен бітелуінен. Тұз қышқылын реагент ерітіндісіне қосмен, уран өндірісі айтарлықтай жетілдіреді. Оны результатыдан қарауға болады.

С добавлением соляной кислоты, извлечение урана улучшается, как показано в результатах ниже.

Түйінді сөздер: реактивті тасымалдау, гетерогенді химиялық реакциялар, гетерогенді ортадағы ағыс, кольматация және химиялық кольматация.

ӘОЖ 664-493.5:664

А.С. Боранкулова
(М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті,
Тараз, Қазақстан Республикасы, aselboor@mail.ru)

СҮТ ҚЫШҚЫЛДЫ СУСЫН ДАЙЫНДАУ ҮШІН БИДАЙ ҮЛПЕКТЕРІН ҚОЛДАНУ

Түйіндеме. Жүргізілген зерттеулердің нәтижесі бойынша сүт қышқылды сусындар өндірісінде бидай үлпектерін қолдануда, бидай үлпектерін сүтті пастерлеуге дейін енгізу кезінде, ұйыту үдерісінің жылдам жүретіндігі, сонымен қатар сарысу тұнбасы жоқ біртекті тығыз консиситенциялы сүт қышқылды сусын алынатындығы анықталынды.

Негізгі сөздер: бидай, бидай үлпектері, сүт, сарысу, сүтқышқылды сусын.

Соңғы жылдары сүтқышқылды өнімдерді жасау тенденциясы нақты анықталды, оның сүтті – ақуызды негізі өсімдік тектес, соның ішінде дәнді дақылды, көкөністі және жемісті әртүрлі қоспалармен жақсы үйлеседі. Бұл аминоқышқылды және дәрумендік құрамы бойынша жоғары деңгейде балансталынған өнімдерді қамтамасыз етеді.

Қазіргі таңдағы сүт өнеркәсібінің алдында, өсімдік тектес компоненттер мен байытылған сүтқышқылды сусындарды жасау міндеттері тұр. Сүт қышқылды сусындардың рецептурасына бидай үлпектерін енгізу кезінде өнімді дәрумендермен, минералды заттармен, тағам талшықтарымен және де басқада биологиялық белсенді заттармен байыту жүреді.

Бидай үлпектері – сіңімді заттарының құрамы бойынша өте пайдалы, емдік – профилактикалық қасиеті кең ауқымдағы спектрлерге ие, биологиялық белсенді заттар жиынтығы мен биохимиялық құрамы бірегей перспективті өсімдік тектес шикізат болып табылада.

АМН тамақтану институты мен астық ҒЗИ бірге зерттеулер жүргізілді және де медициналық көрсеткіштері бойынша перспективті емдік –профилактикалық тамақтануда құнды өнім болып табылатын – диеталық кебектер, бидай үлпектері, ұнтақталынған бидай ұрығы, дәрумендендірілген ұн, биологиялық белсенді заттарының мөлшері жоғары (дәрумендермен, аминқышқылдарымен, минералды заттармен) және ақуызы, крахмалы, тағам талшықтары диференцирленген астық өнімдерінің жаңа түрлерін өндірудің технологиялық үдерістері жасалынды. Бұл өнімдерді өндіру үшін қазіргі заманғы физикалық әдістерге негізделінген астық және астық өнімдерін өңдеудің: экструдирлеу, инфрақызыл сәуленену, гамма сәулелендіру технологияларын қолданады. Бұл әдістерді, эндоспермнің құрылымын механикалық бұзумен астық шикізатына терең термоөңдеуді жүргізу арқылы жүзеге асырады

ИҚ – өңдеу әдісін қолдану кезінде, адам ағзасымен жеңіл сіңірілетін және дәмдік сапасы жоғары үлпектерді алу технологиясы жасалынды[1,2,3].

Орындалған зерттеу жұмысының мақсаты сүт қышқылды сусын сапасына бидай үлпектерінің әсерін зерттеу болып табылады.

Алға қойылған мақсатқа қол жеткізу үшін, сүт қышқылды сусынның органолептикалық көрсеткіштеріне, салыстырмалы тұтқырлығына, сүттегі май массасының үлесі 2,5 % болатын ашытпамен

ұйыту кезінде (ашытпа мөлшері 5,0 %) ұйтындыдан сарысудың бөлінуіне бидай үлпектерінің 1,0%, 3,0%, 5,0% мөлшерлерінің әсері зерттелінді. Ұйыту температурасы (37 ± 1)^{0}С деп қабылданды.

Сынама үлгілері келесі түрде дайындалды. Май массасының үлесі 2,5 % болатын нормаландырылған сүтті (65 ± 5)^{0}С температураға дейін қыздырып, бидай үлпектерін қосып, араластырып, гомогенизациялап, (87 ± 2)^{0}С тепературада 10 минут аралығында пастерлеп және ұйыту температурасына дейін суытылды.

Сүт қышқылды сусынның органолептикалық көрсеткіштеріне бидай үлпектерінің мөлшерлерінің әсері 1- ші кестеде көрсетілген.

Кесте 1. **Бидай үлпектерінің мөлшеріне байланысты сусынның органолептикалық көрсеткіштері**

Бидай үлпектернің мөлшері, %	Сусының органолептикалық көрсеткіштері	
	дәмі мен иісі	консистенция
0,0	таза сүт қышқылды	біртекті, шамалы сарысу тұнбасымен
1,0	таза сүт қышқылды	біртекті
3,0	таза сүт қышқылды, әлсіз дәннің дәмі бар	біртекті, шамалы тұтқыр
5,0	таза сүт қышқылды, дәннің дәмі мен иісі анық сезіледі	біртекті, шамалы тұтқыр қою

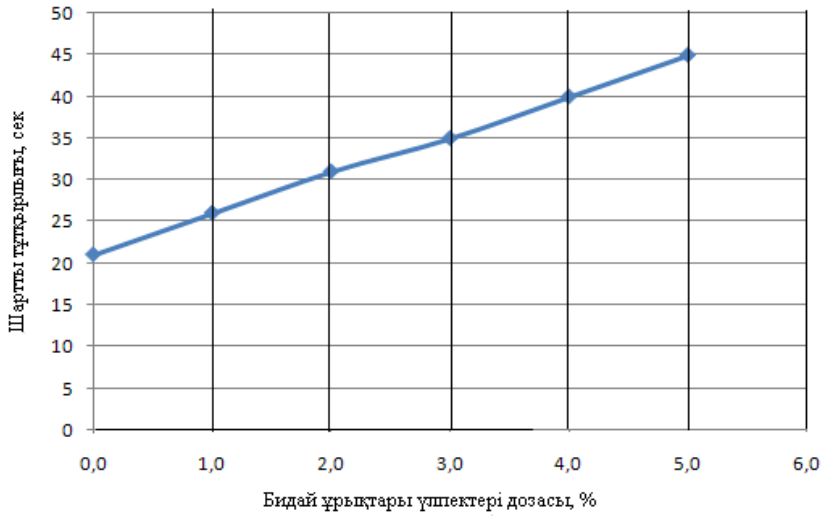
Сүт қышқылды сусынның органолептикалық қасиеттері бойынша алынған мәліметтерге сүйенсек, бидай үлпектерінің мөлшерін 5,0% жоғары қосатын болсақ дәннің дәмі қатты сезілуне әкелетіні байқалды.

Сусынның белсенді қышқылдылығына бидай үлпектері мөлшерінің әсерін талдау кезінде (2-ші кесте), бидай үлпектерінің мөлшерін жоғарлатқан сайын ферментация әдісінің жоғарылайтыны айқын көрінді. Алғашқы екі сағат аралығында белсенді қышқылдылық, бақылау үлгісінде де сондай – ақ, үлпектер енгізілген барлық үлгілерінде де ешқандай өзгеріс болмады, ары қарай бидай үлпектері салынған үлгілерде қышқылдылықтың өсуі, олардың мөлшерінен де қарқынды түрде жүрді.

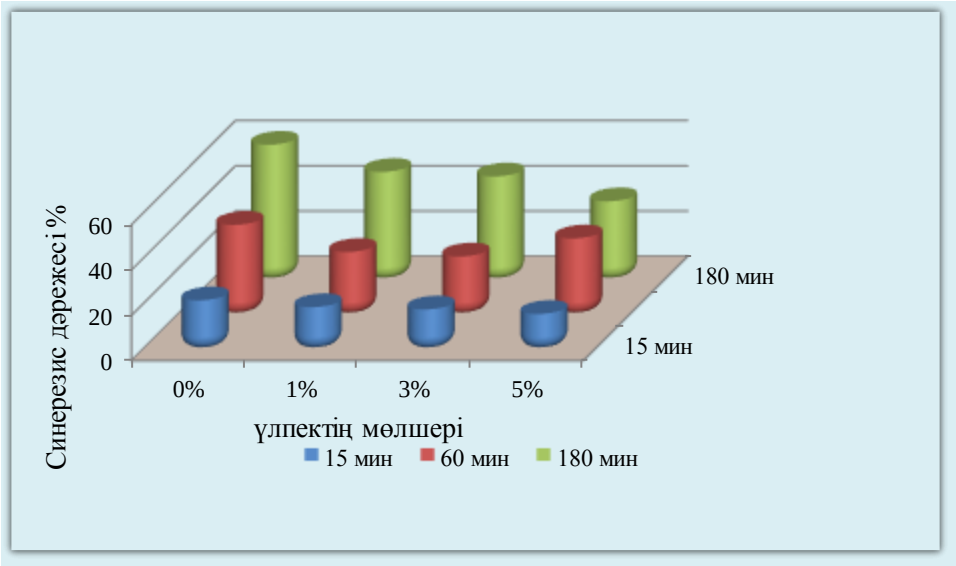
Кесте 2. **Ұйыту үдерісінде сусынның белсенді қышқылдық динамикасына бидай үлпектері мөлшерінің әсері**

Ұйыту уақыты, сағ	Сусынның қышқылдылығы (бақылау)	Сусынның белсенді қышқылдылығы кезінде бидай үлпектерінің мөлшері, бірл., pH		
		1,0%	3,0%	5,0%
0	6,58	6,61	6,64	6,66
1,0	6,58	6,61	6,63	6,65
2,0	6,55	6,69	6,61	6,62
3,0	6,38	5,94	5,75	5,65
4,0	5,87	5,50	5,28	5,04
5,0	5,52	5,25	4,93	4,76
6,0	5,29	4,89	4,68	4,64
7,0	5,04	4,75	жетіледі	жетіледі
8,0	4,80	4,65	жетіледі	жетіледі
9,0	4,6	-	жетіледі	жетіледі

Бидай үлпектерінің әртүрлі мөлшерлері қолданып дайындалған сусын консистенциясының органолептикалық бағалауының объективтілігін растау үшін сусынның салыстырмалы тұтқырлығы және зерттелінетін үлгілердегі (сурет 1,2) ұйытындыдан сарысудың бөлінуі анықталынды.



Сурет 1. Бидай үлпектерінің мөлшеріне байланысты салыстырмалы тұтқырлық



Сурет 2. Бидай үлпектерінің мөлшеріне байланысты ұйытындыдан сарысудың бөлінуі

Сусынның салыстырмалы тұтқырлығын және ұйытындыдан сарысудың бөлінуі бойынша анықталған зерттеулер, бидай үлпектерінің мөлшері жоғарлағансайын сарысудың бөліну қарқындылығының төмендейтінін көрсетті. 1,0 % бидай үлпектерін енгізу кезінде (бақылау үлгісімен салыстырғанда) ұйытындыдан сарысудың бөлінуі 20,0 %, 3,0 %, бидай үлпегі енгізілгенде – 24,5 %, ал 5,0 % бидай үлпегі енгізілгенде – 40,0 % төмендеді.

Алынған мәліметтерге сай, бидай үлпектерінің енгізу мөлшері өскен сайын консистенция жақсарып, қышқылтүзу белсенділігінің өсетіндігі анықталды.

Бидай үлпектерінің құрамындағы өсімдік ақуыздары мен басқада компоненттер коректік заттардың қосымша кайнар көзі болып табылып, сонымен қатар ашытпаның қолдану тиімділігіне оң әсерін тигізді.

М.Х.Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университетінің «Наноинженерлік зерттеу әдістері» инженерлік саласындағы ғылыми –зерттеу зертханасында, сүт қышқылды сусын өндіру кезінде бидай үлпектерін қолдану бойынша жүргізілген зерттеу нәтижелері, май массасының үлесі 2,5 % болатын нормаландырылған сүтті (65 ± 5) ^{0}С температураға дейін қыздырып, бидай үлпектерін қосып, араластырып, гомогенизациялап, бидай үлпектерін 1,0%, 3,0%, 5,0% мөлшерлерінде енгізіп (87 ± 2)^0 С температурада 10 минут аралығында пастерлеп және ұйыту температурасына дейін суытып дайындал-

ған сусынның ұйыту үдерісі жылдамдатылып, сондай –ақ біртекті тығыз консистенциялы, сарысу тұнбасы жоқ сүт қышқылды сусын алу анықталды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Швецова И.Н., Николаенко О.И. Медико-биологические аспекты создания зернопродуктов лечебно-профилактического назначения. //Тезисы докладов научно-практической конференции: Прогрессивные, экологические безопасные технологии хранения и комплексной переработки сельхозпродукции для создания продуктов питания повышенной пищевой и биологической ценности. – Москва, 1998.- С.364-365.

[2] Жиганков Б.В., Зенкова А.Н., Панкратьева И.Н. Новые зерновые продукты. //Тезисы докладов научно-практической конференции: Прогрессивные, экологические безопасные технологии хранения и комплексной переработки сельхозпродукции для создания продуктов питания повышенной пищевой и биологической ценности.-Москва, 1998.-С.292.

[3] Чагаровский А.П., Липатов Н.Н., Чагаровский В.П., Липатова Л.Н., Затира А.Ф. Пути повышения пищевой и биологической ценности молочных продуктов.//Обзорная информация.-Москва, АгроНИИТЭИММП, 1990.- С.6.

[4] Боранкулова А.С. Применение белковой альбуминовой массы для приготовления национального кисломолочного напитка «Шалап». Материалы Международной научно-практической конференции «VII Дулатовские чтения». – Тараз, 2012. – С. 48-50.

Боранкулова А.С.

Применение пшеничных хлопьев для приготовления кисломолочного напитка

Аннотация. Результаты исследования по применению пшеничных хлопьев при производстве кисломолочного напитка, позволили установить, что внесение пшеничных хлопьев до пастеризации молока способствует ускорению процесса сквашивания, а также получению кисломолочного напитка с однородной плотной консистенцией, без отстоя сыворотки

Ключевые слова: зерно, пшеничные хлопья, молоко, сыворотка, кисломолочный напиток

Borankulova A.S.

The use of wheat flakes for preparation fermented milk drink

Summary. The results of the study on the use of wheat flakes in the production of fermented milk drink, revealed that the introduction of wheat cereal before the pasteurization of milk accelerates fermentation process and obtaining fermented milk drink with a homogeneous dense texture without a sediment whey

Keywords: grain, wheat flakes, milk, whey, fermented milk drink

УДК 621.315.1-192

М.А. Джаманбаев, Р.Ш. Абитаева, М.М. Зерипбаев
(КазНИТУ им. К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан)

АНАЛИЗ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПЛЯСКИ ПРОВОДОВ

Аннотация. Настоящая работа посвящена обоснованию выбора концепций развития высоковольтных воздушных линий электропередач (ВЛЭП), работающих в сложных метеоусловиях.

Актуальность работы подтверждается потребностью в разработке концепций, которые могут стать основой для предупреждения или исключения аварий на воздушных линиях электропередачив период экстремальных метеорологических воздействий.

Для выбора оптимального варианта концепций развития воздушных линий электропередачи, работающих в гололедно-ветровых условиях необходимо решить многокритериальную задачу. Такая задача оптимизации ранее не решалась.Одной из характеристик пляски проводов является ее продолжительность по времени. Более наглядная картина о продолжительности пляски может быть получена на основе статистической обработки данных наблюдений. В данной статье на основе обработки 151 случая пляски проводов установлены эмпирические и теоретические функции распределения продолжительности пляски. На основе установленных законов распределения делаются соответствующие выводы.

Ключевые слова: электрические сети, линия электропередачи, гололед, пляска проводов, частота пляски, эмпирические и теоретические распределения, продолжительность пляски.

Развитие электроэнергетики Казахстана носит стратегический характер. Важнейший показатель уровня электроэнергетики — развитие электрических сетей. Электрические сети являются системой, подвергающейся воздействию случайных возмущений, имеющих случайные параметры. Эти возмущения снижают надежность электроснабжения. Под возмущениями в данном случае понимаются всякие воздействия: ветер, гололед, ошибка проектирования и строительно-монтажной работы, плохая подготовка обслуживающего персонала и т.д.[1, 2].

Наиболее ответственным и в то же время наиболее уязвимым звеном электрической сети являются воздушные линии электропередачи. Положение усугубляется влиянием окружающей среды на воздушные линии электропередачи, в особенности гололедно-ветровые воздействия, которые приводят к массовым отключениям ВЛ всех классов напряжения и нарушениям энергоснабжения потребителей в особо крупных масштабах с соответствующим ущербом во всех отраслях народного хозяйства. Гололедно-ветровые аварии происходят в странах с климатом, близким к нашему. Для предотвращения снижения надежности ВЛ из-за воздействия гололедно-ветровых нагрузок в нашей стране и за рубежом уже давно ведутся интенсивные разработки и внедряются различные системы предотвращения гололедно-ветровых аварий на воздушных линиях электропередачи.

Одним из факторов снижающих надежность воздушной линии электропередачи (ВЛЭП) является пляска проводов. Явление пляски, представляющее собой колебания проводов ЛЭП и грозозащитных тросов, возникает обычно при ветре и отложении на проводах гололеда. Особенностью пляски являются значительная амплитуда колебаний и низкая частота. Кроме того, провода при пляске могут колебаться длительное время от нескольких часов до нескольких суток [3,4].

Более достоверную информацию о характере продолжительности пляски проводов можно получить на основе обработки многолетних статистических данных.С целью представления характерной закономерности и научно обоснованных выводов о продолжительности пляски проводов ЛЭП в статье обработаны 151 случаев пляски, имевших место в энергосистемах Казахстана и Российской Федерации[5, 6, 7]. Результаты обработки приведены в таблице 1. Эмпирическая функция распределения продолжительности пляски дана на рисунке 1.

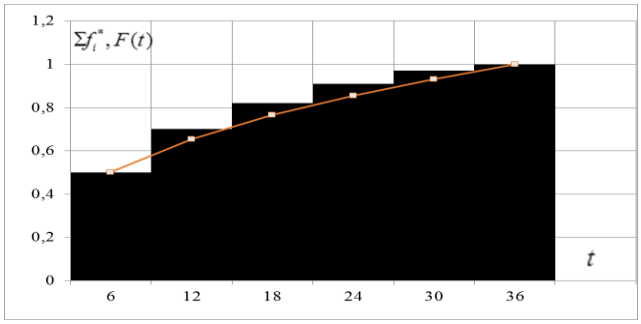


Рис. 1. Эмпирические и теоретические функции распределения

Таблица 1. **Результаты обработки статистических наблюдений**

№	Длительность пляски, t (час)	Накопленная частота, Σn_i	Относительная накопленная частота, Σf_i^*	Теоретическое распределение, $F_i(t)$	Критерий Пирсона, χ^2
1	6	76	0,5	0,5	0
2	12	106	0,7	0,654	0,0033
3	18	124	0,82	0,765	0,004
4	24	138	0,91	0,855	0,0035
5	30	146	0,97	0,932	0,0015
6	Более 30	151	1,0	1,0	0
					$\chi^2 = 1{,}86$

Выравнивание эмпирического распределения можно выполнить с помощью степенной функций

$$F(t) = at^{\nu}, \quad t > 0 \tag{1}$$

где a и ν -параметры распределения, величины которых следует определить на основании данных таблицы 1.

Логарифмируя (1), получим

$$\lg F(t) = \lg a + \nu \lg t. \tag{2}$$

Подставляя в уравнение (2) табличные значения координат первой и последней точек столбца 2 и 4, как наиболее удаленных, находим

$$\lg 0{,}5 = \lg a + \nu \lg 6,$$

$$\lg 1 = \lg a + \nu \lg 36.$$

Решив систему уравнений относительно искомых величин, получим

$$\nu = \frac{\lg 0{,}5 - \lg 1}{\lg 6 - \lg 36} = 0{,}387,$$

$$\lg a = \lg 0{,}5 - \nu \lg 6 = -0{,}6021, \; a = 0{,}25.$$

С учетом числовых значений параметров теоретический закон распределения имеет вид

$$F(t) = 0{,}25t^{0{,}387} \tag{3}$$

Результаты подсчета теоретического распределения по формуле (3) внесены в таблицу 1, а графическое изображение дано на рисунке 1.

Проверка согласованности теоретического и эмпирического распределения осуществлялось по критерию Пирсона

$$\chi^2 = n\sum_{1}^{k} \frac{[\Sigma f_i^* - F(t)]^2}{F(t)} \tag{4}$$

Результаты вычисления приведены в таблице 1, ($\chi^2 = 1{,}86$).

Табличное значение критерия $\chi_\alpha^{\,2} = 2{,}78$ определено для уровня значимости $\alpha = 0{,}05$ и число степеней свободы равно четырем.

Поскольку $\chi_\alpha^{\,2} > \chi^2$, то можно считать, что эмпирическое распределение хорошо согласуется с экспоненциальным распределением.

Согласно (3), средняя продолжительность пляски за наблюдаемый период составляет

$$\bar{t} = \int_0^{36} \left(1 - 0{,}25t^{0{,}387}\right) dt \approx 10 \quad часов.$$

Теоретическая плотность распределения определяется по формуле

$$f(t) = \frac{d}{dt} F(t) = 0{,}097t^{-0{,}613} \tag{5}$$

Плотность распределения продолжительности пляски убывает с возрастанием длительности пляски.

Основные выводы

1.Основная масса случаев пляски наблюдается в коротком промежутке времени. Так, число случаев пляски, имеющее продолжительность до 6 часов наблюдается с 50% вероятностью

$$F(0,6) = 0,25\mathrm{t}^{0,387} = 0,5.$$

2.Две третий случаев пляски проводов от общего количества наблюдений имеет продолжительность до 12 часов. За такой промежуток времени провода испытывают длительные циклические нагрузки, вследствие чего они могут быть повреждены в местах крепления к элементам опор.

3. Вероятность появление пляски с длительностью, превышающие сутки составляет не более 9%.

4. Средняя продолжительность пляски составляет около 10 часов.

Результаты исследования могут быть использованы при разработке мероприятий по повышению надежности ВЛЭП.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Джаманбаев М.А., Тыныбекова А.М., Әлімбек А.Б. Электр энергиясын тасымалдаушы әуе желілерінің апаттық тоқырауларын талдау//труды Международных Сатпаевских чтений: Роль и место молодых ученых в реализации стратегии КАЗАХСТАН-2050, посвященных 80-летию КазНТУ им. К.И.Сатпаева.- 1 том.-1 номер. Алматы, 2014. –191-196с.

[2] Ловецкая Е.Н., Савваитов Д.С., Шкапцов В.А. Анализ случаев пляски проводов ВЛ 10-750 кВ// Электрические станции.-1987.- № 2.

[3] Бекметьев Р.М., Жакаев А.Ш., Ширинских Н.В. Пляска проводов воздушных линий электропередачи.- Алматы.:Наука,1979.-150 с.

[4] Яковлев Л.В. Пляска проводов на воздушных линиях электропередачи и способы борьбы с нею.- М.: Энергопрогресс, 2002.- 96 стр.

[5] Глебов Э.С. Пляска проводов на воздушных линиях электропередачи 500 кВ.- М.: БТИ ОРГРЭС, 1965. -72 с.

[6] Ржевский С.С., Хволес Е.А. Пляска проводов на ВЛ 500кВ Бугульма-Бекетово // Науч. тр. всес. проект.-изыскат. НИИ Энергосетьпроект.1977.-Вып.9.-С.197-202.

[7] Либерман А.Я. Колебания на участках между распорками и пляска проводов линий высокого напряжения //материалы СИГРЭ – Сессия 1974 г. – Доклад 22-09/. - ВНИИЭ, Москва.

Джаманбаев М.А., Абитаева Р.Ш., Зерипбаев М.М.

Сымдардың билеу ұзақтығы

Түйіндеме. Сымдардың билеу сипаттамаларының бірі оның уақыт бойынша ұзақтығы болып табылады. Билеу ұзақтығы неғұрлым айқын көрініс бақылау статистикалық өңдеу негізінде алуға болады.151 іс сымдардың билеуөңдеу негізінде, осы бапта, би ұзақтығы эмпирикалық және теориялық тарату функциялары орнатылған. Тарату заңдар негізіндеқорытындылары белгіленген.

Кілттік сөздер: электр тораптар, электр беріліс желілері, мұзқату, сымдардың билеуі, билеу жийлігі, эмпирикалық және теориялықтаратулар, билеу ұзақтылығы.

Dzhamanbaev M.A., Abitaeva R.Sh., Zeripbaev M.M.

Duration dancing wires

Summary. One of the characteristics of wires dance is its time duration. A more clear picture of the dance duration can be obtained on the basis of statistical processing of observations. In the Data On the basis of processing 151 cases Dance wires installed empirical and theoretical distribution function of the duration of dance. On the basis of the established laws of distribution draw conclusions.

Key words: electric networks, power lines, ice, dancing wires dance rate, empirical and theoretical distribution, the duration of dance.

УДК 62-192:631.372

Б.Т. Жусин, А.А. Гуляренко, В.А. Хан, Ф.В. Витвицкий
(С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті,
Астана, Қазақстан Республикасы)

АУЫЛШАРУАШЫЛЫҚ МАШИНАЛАРЫН ПАЙДАЛАНУДЫҢ ТИІМДІЛІГІН КӨТЕРУ МӘНІСІ

Түйіндеме. Ауылшаруашылық машиналарының экономикалық тиімділігін және техникалық деңгейін көтеру мақсатында, қосымша шығындарды мақсаттылықпен бағалау үшін құрастырушы ұйымдардың жұмыс органдарының ұзақтылығын көтеру және зауыттар-құраушылар салалық (аралық) алдында пайдаланылымдағы (соңғы) техника-экономикалық көрсеткіштердің сөзсіз басымдылығын басшылыққа алып отырған. Бұл толық қанды заманауи тозуға төзімді көтерме заттарды пайдалануға және жұмыс органдарының ұзақтылығына және халықтықшаруашылық тиімділікке мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: машина құрастыру, сенімділік, тозуға төзімділік, сынуы, ауылшаруашылық техникасы, өндірістің экономикасы.

Жұмыс органдарының ұзақтылығын көтеру ауылшаруашылық техникаларының сенімділік деңгейін көтерудегі жалпы мәселенің бөлігі болып табылады, бірақ та, осы машиналарға және олардың жұмыс органдарына қатысты мәселелердің мәні және шешімінің түрлері, мақсаттары, айтарлықтай өзгешеленеді. Машинаны сатып алу және оның жұмыс жасап тұруын қадағалаудағы шаруашылықтың жалпы шығындарының аз ғана бөлігін жұмыс органдарының құны құрайды, бірақ нақты осы тозған бөлшектер машинаның технологиялық процессінің орындалу сапасына шешуші әсер етеді.

Параметрлік тоқтап қалу салдарынан, жұмыс органдарының тозу салдарынан туындаған шығындар, оның өзіндік құнымен салыстырылмайды, сондықтан жұмыс органдарының тозуға төзімділігін көтермелейтін, іс жүзіндегі барлық шығындарды ақтайды. Соңғысы машинаның қосалқы бөлшегі емес, құрал болып табылады, дегенмен оны номенклатураға қосады, ал сатып алу шығынын машинаның оңтайлы қызмет көрсету мерзімін анықтау үшін көрсетілген есеп –қисап үлесі арқылы ескереді.

Шетелдік ауылшаруашылық машинасын құрастырушы фирмалар машинаның қызмет көрсету мезімінде техникалық ахуалы үшін толықтай жауапкершілікті өз мойнына алады және оны ауылшаруашылықпен байланысты дистрибьютер-делдалдар, дилерлер арқылы жүзеге асырады.

Дистрибьюторлар ауылшаруашылығының үлкен аумағына қызмет көрсетеді, онда бірнеше дилерлер жұмыс жасайды (Англия) [1]. АҚШ-та 16 мыңға жуық дилерлік кәсіпорындардың ауқымы өзгешеленеді. Мысалға «John Deere» фирмасы 2600 дилер жұмыс жасайтын, 10 аумақтық өтім және қызмет көрсету бойынша бөлімдер ұстайды. АҚШ тағы «International Harvester» фирмасында 2500 дилер, ауылшаруашылық техникасын жөндеу және қызмет көрсету және сатуға көмектесу үшін 10 аумақтық орталықтарда жұмыс жасайды [2].

Дилерлердің қызметтерінің басты бір бағыты машиналарды пайдалану немесе қайта жөндеу кезінде анықталған барлық кемшілігін фирмаларға жеткізу болып табылады. Бұл фирмаға машинаны дайындау және құрастыру технологиясын жедел түрде түзету, дилерлер мен фермерлердің пайдалы ұсыныстарын, табиғи зонаға сай оның жұмыс ерекшелігін көріп, білуге мүмкіндік береді. Осылайша, машина құрастырушы фирмалар мен оны пайдаланушы кәсіпорындар арасындағы байланыс тиімді болып болады, сонымен қатар, дилер бір фирмаға ғана жұмыс жасайды, техниканың жетілдірілуіне белсенді түрде қатысады, бәсекелік бағыттағы фирманың жағдайын нығайтады.

COFEC (Cause of Failure, Effect and Corrective Action – бас тарту себебі және оны түзету әсері) жүйесі жоғары тиімділігі мен сипатталады және барлық шет елдерінде пайдаланылады. Фирма өз өнімдерін тұтынушының пайдасына орай жетілдіреді соған орай олар нарықта өз ұстанымдарын және коммерциялық жағдайын нығайтады. машинаны қайта құрау және машинаны пайдалануына байланыста фирма техниканы жетілдіруі үшін қосымша ретінде қаражат салады, дегенмен егерде, пайдалану басымдылығы бір уақытта жетпесе, фермерлер машинанның және жұмыс органдарының бағасының төмендеуіне сенімсіздік пен қарайды [3].

Бұйым сенімділігінің жоғары деңгейі ең бастысы өңдеу және технолгиялық үдерістердің тұрақтылығымен қамтамасыз етіледі. АҚШ көптеген зауытттарында техникалық бақөылау бөлімдері өндіріс басшыларына бағынбапйды, ал олардың негізгі міндеті ақауларды уақытында анықтап және олардың пайда болу себептерін тез арада жою болып табылады. Бұйымдар сапасын бақылау әдісі тиімсіздеу болғанмен, осы әдіс ақпаратты және шынайы болып келеді [4].

АҚШ-та жауапкершілігі бар бұйымдарға "Life CycleCosting" жүйесін қолдану ұсынылды. Бұл жүйе алған бұйымдардың шығындарының жалпы сомасын тапсырушымен келісім жасауды реттейді, соның өзінде жеткізіп беруші фирма бұйымдар қызметінің мерзіміне сеніммен қарауға мүдделі.

Алынған міндеттемелерді орындау есебімен, нарық конъюнктурасын өткізуін ескере отырып, бұйым конструкциясын пысықтап, оларды тұрақты өндіру үшін фирма материалдық мүмкіндік алады.

Бұйымдардың тұрақтылық сапасына көңіл бөлінетіндігі өнім өндірісінің сапасын бақылау және өндірісті автоматтандыруға шығындардың машиналар мен зауыттар жабдықтарын сатып алу үшін капитал салымдарының жалпы сомасының қарқынды өсуі куәландырады.

Бірқатар бұйымдар өндірісі технологиялық процестері автоматтандырылмаған салыстырмалы кішігірім зауыттарда жүзеге асырылады. Атап айтқанда, плугтық лемехтер бір-бірінен бөлек сегіз зауытта өндіріледі, бұйымдардың номенклатурасы елеулі. Тек "John Deere" фирмасы өзінің проспектісінде түрлі топырақты жырту үшін фермерлерге плугтық лемехтердің тоғыз түрін ұсынады.

Орташа мәліметтер бойынша, АҚШ-та 1 га өңдеуге шамамен 0,1 кг лемех жұмсалады, Қазақстанда - 0,327 кг. Осылайша, АҚШ-ң фирмаларынын лемехтарының материал сыймдылығын пайдалану, отандық фирмаларда үш еседен астам төмен, бірақ бұл жұмыс органдары меншікті құны бойынша өзара жақын [5].

Ауылшаруашылық машиналарын жасау жұмыс органдарының жоғары бәсекелестік жағдайында, ауылшаруашылық машиналарын жоғары техникалық деңгейде қамтамасыз ету мүмкін еместігін еске отырып, оларды толық автоматтандыру шұғыл міндеті болып табылады. Автоматтандырудың негізгі мақсаты - тұрақты жоғары бұйымдардың сапасын қамтамасыз ету мен қол еңбек жұмысын төмендету. Жұмыс органдарының өзіндік құны бұл ретте төмендейді, өйткені оның құрылымында жоғары құны материалдар (70-85% - ға, ал еңбек үлесінің құны бірнеше пайызды құрайды, мысалы, плуг үйінділері - 2,5% құрайды және олардың төмен құны мен сапасын түсіндіреді).

Жұмыс органдарының автоматтандыру шығындары өте қысқа мерзімде өтелуге тиісті, негізінен, өнімділіктің жоғарылануына, тоқтап қалуын азайтуға, жанармай шығынын төмендеуімен және басқа да жұмысы түзу машиналардың жұмысында оң әсерлі нәтиже алуымен. Автоматтандырылған өндірістің объектісі болуға дұрыс таңдалған материалдармен және тәсілдермен беріктендірлген жақсы пайдаланылған конструкциялары тиіс. Болаттарды термиялық оңтайландыру мен қатты қорытпаларды өңдеу мен іріктеулерді әр түрлі пайдалану жұмыс шарттарына ерекше назар аудару қажет.

Келтірілген деректерден, бөлшектердің сенімді жұмысын қамтамасыз ету үшін, қандай да бір ерекше химиялық құрамы бойынша болаттарды қолдану және тұрақты режимдер бойынша термикалық өңдеу шешуші фактор болып табылатынын дәлелдейді. Болаттар мен қатты қорытпалар маркаларын іріктеу кезінде тозуға және ұзақ мерзімділікті жұмыс органдарын қамтамасыз ететін, осы материалдардың бюджет тапшылығы емес, содан соң - құны - негізгі көрсеткіші болуы тиіс.

Ауылшаруашылық машиналарының жұмыс органдарында қолданылатын болат өндірісінің бағасы, ұзақ бөлшектерді кезінде оңтайлы технология беріктендіру айырмашылығы әлдеқайда кем. Құны қатты қорытпалар мен ресурсты беріктендіруші жұмыс органдарында айырмашылығы одан да көп.

Тұрақты тозу қабатын дұрыс таңдаған уақытта ресурсты бөлшектерін салыстырмалы шағын ұлғайтуға өзіндік құны, шығындар қатты қорытпа құрайды бірнеше пайыз жалпы бағасы бұйымдар (мысалы, плуг лемехі, шамамен 4-5%) маңызды болып табылады. Жұмыс органдарының өндіріс экономикасы мен ұйымдастыруына тозуға төзімділігі мен ұзақ уақытқа жарамды бұйымдарға қойылатын талаптар үлкен әсер етеді. Негізгі талап – агротехника шегінде алдын-ала берілген атқа-

рымдар параметрлерін өзгерту, өңдеу, маусымдық нормалары немесе еселік шамасы көлемінде мүмкіндігінше сақтап қалу.

Өзіндік құны-кіші шамасын үнемдеу құралдарын дайындаушы-зауытта салыстырғанда ықтимал шығындарға жоғалту өнім пайдалану кезінде тез тозатын жұмыс органдарында берік жұмыс органдарының өндірісінің төмендету шешімнің міндеттерін қоюға болмайды.

Ауыл шаруашылығы машиналарын жасау өнімін жоғары тиімділігі шаруашылық қызметін бағалау өндіруші зауыттардың ескеретін түпкілікті нәтижелері машиналар мен олардың жұмыс органдарын пайдалануға қол жеткізеді. "Зауыт - өріс» кері байланыстар жүйесінде білім беру үшін, жұмыс органының шығысын ескере отырып, мемлекеттік бақылау аймақтарын ұйымдастыру мақсатқа сай болып табылады.

Жұмыс істеу қабілетін жоғалту туралы ақпаратты дайындау үшін аймақтық органдарына ЦСУ жұмыс органдарының ресурстары туралы статистикалық есептілікті тапсыруға облыстардың әкімшілік шекарасындағы бақылау аймағын пайдалануға ұйымдастыру мүмкіндік беру жөн. Бұл деректер егіс жұмыстарының әрбір кезеңі аяқталғаннан кейін қызмет дайындаушы зауытының жұмысын объективті бағалауға және техникалық шешімдерді арттыруға бағытталған ұзақ жұмысын жылдам енгізуге мүмкіндік береді. Теріс нәтиже алған жағдайда зауыттар, халық шаруашылығына келтірілген залалға тиісті санкцияларға ұшырайтын болады.

Ауыл шаруашылығы машиналарының қазіргі заманғы басқару жүйесі сенімділігінің ұсынылуын бағалау және оның статистикалық сипаты өндіруін берік байланысы мен машиналарды пайдалану, талап етілетін деңгейін тиімділігіне қол жеткізу мүмкін емес екенін қамтамасыз етеді.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Черноиванов В.И. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве / В.И. Черноиванов [и др.]. – М. – Челябинск: ГОСНИТИ, ЧГАУ, 2003. – 992 с.

[2] Курчатин В.В. Надежность и ремонт машин. – М.: Колос, 2000.

[3] Черноиванов В.И. Научные основы технической эксплуатации сельскохозяйственных машин В.И. Черноиванов [и др.]. – М.: ГОСНИТИ, 1996.

[4] Гуляренко А.А. Обоснование требований к безотказности и ремонтопригодности тракторов при использовании в растениеводстве Северного Казахстана (на примере тракторов 5-8 тягового класса): Дис… канд. техн. наук. - Челябинск, 2012. – 152 с.

[5] Kepner R.A. Principles of Farm Machinery / R.A. Kepner, R. Bainer, E.Z Barger. – The Avi Publiishing Company, Inc. – Westport, Connecticut, USA, 1992.

Жусин Б.Т., Гуляренко А.А., Хан В.А., Витвицкий Ф.В.

Аспекты повышения эффективности использования сельскохозяйственных машин

Аннотация. Задачи повышения технического уровня и экономической эффективности сельскохозяйственных машин требуют, чтобы при оценке целесообразности дополнительных затрат на повышение долговечности рабочих органов конструкторские организации и заводы-изготовители руководствовались безусловным приоритетом эксплуатационных (конечных) технико-экономических показателей перед отраслевыми (промежуточными). Это позволит в полной мере использовать современные средства повышения износостойкости и долговечности рабочих органов и получить народнохозяйственный эффект.

Ключевые слова: машиностроение, надёжность, износостойкость, отказ, сельскохозяйственная техника, экономика производства.

Zhusin B.T., Gulyarenko A.A., Khan V.A., Vitvitsky F.V.

Aspects of the more efficient use of agricultural machinery

Summary. The objectives of raising the technical level and economic efficiency of agricultural machines require that in assessing the feasibility of additional costs to improve the durability of working organs of design organizations and manufacturing plants were guided by the unconditional priority of operational (end) the technical and economic indicators of the industry before the (intermediate). This will make full use of modern means of improving the wear resistance and durability of working organs and receive economic effect.

Key words: mechanical engineering, reliability, wear resistance, breakage, agricultural machinery, production economy

UDC 004.51

S.B. Botayeva, Z.A. Makhanova, Zh.R. Umarova, T.B. Tíles
(M. Auezov SKSU, Shymkent, Republic of Kazakhstan,
saule_bb@mail.ru)

USING THE CMU SPHINX4 PLATFORM FOR RECOGNITION OF KAZAKH SPEECH

Annotation. In this paper we developed a prototype intelligent voice system with an interactive dialog mode in the state language. Intelligent voice system with an interactive dialog mode in the state language is designed for rapid deployment of automated call centers, control rooms and other referral services. The system is able to receive voice calls from subscribers and provide relevant information in the Kazakh language. Although such a system has long been successfully operating in a number of developed countries, but analogues in Kazakhstan at the moment does not exist, that talks about the importance of the result.

Keywords: Kazakh language, vocabulary, language models, acoustic models, Kazakh speech recognition.

CMU Sphinx4 platform

Software CMU Sphinx4 was used to recognize the Kazakh speech [1]. It is a multi-language platform to recognize with open source language, written in Java. Creating an application in Sphinx4 consists of identifying the various components and connections between them.

A key element of the whole process is a single system configuration file that specifies which components will be used, and how they will interact with each other. The configuration file is in XML format. Total Sphinx4 system architecture is shown in Figure 1. The main components of the system are:

- FrontEnd component to extract acoustic parameters;
- Linguist component to determine the linguistic models;
- Decoder component to search hypotheses.

Fortunately, many of the components of the system pre-tuned optimally so that minimal configuration is required for the job is a method for recovering the acoustic parameters and to determine the specificity of the Kazakh language (vocabulary, language and acoustic models).

The first need to create is an acoustic model of the Kazakh language. This will require providing training system based on the data recorded phone audio and transcriptions of their spelling.

Detailed learning process with the use of Hidden Markov Models with connected states and the description of the distribution of acoustic parameters in a Gaussian mixture model. Next, you need a dictionary of reference for the recognition, for which all of the words from the acoustic database were used. The format of the dictionary is a list of words and their phonetic transcription.

The next step is to create a grammar or language model, depending on the recognition task. To identify problems with a small vocabulary (up to 2000-3000 words) is required grammar reference, and for large vocabulary recognition tasks using language model. Once the parameters are set linguistic parameters, a method for extracting the acoustic parameters and the type of resolver, the system is ready for recognition.

In test mode, at the entrance to FrontEnd module takes an audio file, extracts the required acoustic parameters and transmits them to Decoder module. The last module evaluates acoustic vectors X based on a predetermined acoustic model M and W dictionary as P (X | W). Further, generates a search graph based on a language model L, M using the probability P (W) and, if necessary, cutting obviously not suitable L hypothesis words and phrases.

On the basis of these values Decoder searches for the most probable word sequence W * corresponding to the input audio signal according to the Bayesian rule: W * = argmax (W). The resulting sequence of words returned WPM (X | W) PL our system, as a result of recognition. Below are the configuration of data elements as an example the Kazakh language date recognition.

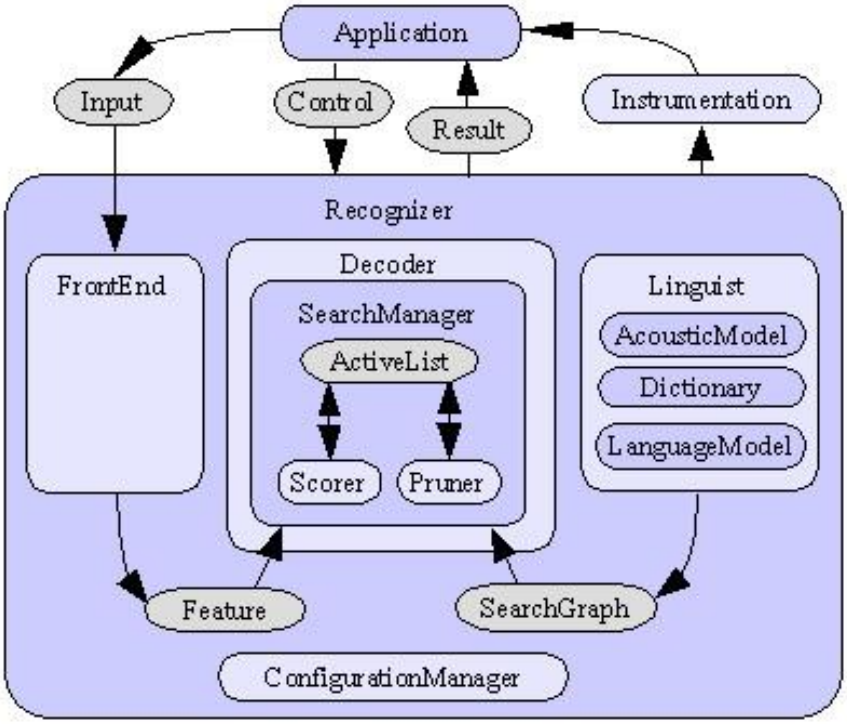


Figure 1. Sphinx4 architecture

Extraction of acoustic parameters

The first step in the process of recognition is to extract the acoustic parameters from audio signal.

This procedure is a sequence of individual signal treatments such as reading data from a file, the definition of speech, non-speech filtering sections before amplification, extraction of cepstral coefficients, normalization, reduction of dimension and transformation between vector spaces.

Detailed signal processing circuit is shown in the following configuration.

```
<!-- ***************************************** -->
<!-- The live frontend configuration -->
<!-- ***************************************** -->
<component name="epFrontEnd" type="edu.cmu.sphinx.frontend.FrontEnd">
<propertylist name="pipeline">
<item>audioFileDataSource </item>
<item>dataBlocker </item>
<item>speechClassifier </item>
<item>speechMarker </item>
<item>nonSpeechDataFilter </item>
<item>preemphasizer </item>
<item>windower </item>
<item>fft </item>
<item>melFilterBank </item>
<item>dct </item>
<item>liveCMN </item>
<item>featureExtraction </item>
<item>featureTransform </item>
</propertylist>
</component>
```

Dictionary

The system is required set the dictionary for recognition, which is a list of words and their phonetic transcription. As a dictionary, we took all the recorded words from acoustic database. Total word count amounted to 1,684 words.

As the Kazakh language no-one mapping of the Kazakh letter to Kazakh phonemes, we used the spelling transcription of a phonetic, for example, "besinshi b ye s í n sh í", "altynshy a l t y n sh y", "қantar k a n t a r", and so on. Here is an example configuration of of the dictionary to recognize dates in the Kazakh language:

```
<!-- ************************************* -->
<!-- The Dictionary configuration -->
<!-- ************************************* -->
<component name="dictionary"
type="edu.cmu.sphinx.linguist.dictionary.FastDictionary">
<property name="dictionaryPath"
value="resource:/dates/dict/cmudict.0.6d"/>
<property name="fillerPath" value="resource:/dates/noisedict"/>
<property name="addSilEndingPronunciation" value="false"/>
<property name="unitManager" value="unitManager"/>
</component>
```

Language Model

Sphinx4 can take a language model in two ways: n-grams and Java Speech Grammar Format (JSGF). The first format is a n-gram is often used in continuous speech recognition tasks and presents a list of words and a sequence distribution statistics retrieved from a text corpus. The second format is useful for creating applications for the recognition of small vocabularies and grammars complex.

Since this project we focused on the recognition of words and phrases in the Kazakh language, here we present configuration as JSGF grammar to recognize dates in the Kazakh language. Note also that the support JSGF grammars is only a component of FlatLinguist, the configuration of which is shown below:

```
<!-- ********************************************************* -->
<!-- The linguist configuration -->
<!-- ********************************************************* -->
<component name="flatLinguist" type="edu.cmu.sphinx.linguist.flat.FlatLinguist">
<property name="logMath" value="logMath"/>
<property name="grammar" value="jsgfGrammar"/>
<property name="acousticModel" value="acousticModel"/>
<property name="wordInsertionProbability"
value="${wordInsertionProbability}"/>
<property name="languageWeight" value="${languageWeight}"/>
<property name="unitManager" value="unitManager"/>
</component>
```

Grammar configuration looks like this:

```
<!-- ************************************* -->
<!-- The Grammar configuration -->
<!-- ************************************* -->
<component name="jsgfGrammar" type="edu.cmu.sphinx.jsgf.JSGFGrammar">
<property name="dictionary" value="dictionary"/>
<property name="grammarLocation"
value="resource:/"/>
<property name="grammarName" value="dates"/>
<property name="logMath" value="logMath"/>
</component>
```

The grammar can be represented as a file dates.gram:

```
#JSGF V1.0;
/**
* JSGF Grammar for dates example
*/
grammar dates;
public <date> = <number> <month>;
<number> = ( <short> | <thirtyfirst> );
<short> = ( бірінші | екінші | үшінші | төртінші | бесінші | алтыншы | жетінші |
сегізінші | тоғызыншы );
<thirtyfirst> = ( отыз бірінші );
<month> = ( қаңтар | ақпан | наурыз | сәуір | мамыр | маусым | шілде | тамыз |
қыркүйек | қазан | қараша | желтоқсан ).
```

The acoustic model

Sphinx4 is, in fact, the decoder, i.e. searches for the best variant of the text of the audio signal, and is not able to train the acoustic model. Therefore, the acoustic model was created and trained in a separate program Sphinxtrain. Established acoustic model can be loaded into Sphinx4 using sphinx3Loader module. The configuration parameters of the acoustic model and sphinx3Loader module are listed below.

```
<!-- ********************************************************** -->
<!-- The acoustic model configuration -->
<!-- ********************************************************** -->
<component name="acousticModel"

type="edu.cmu.sphinx.linguist.acoustic.tiedstate.TiedStateAcousticModel">
<property name="loader" value="sphinx3Loader"/>
<property name="unitManager" value="unitManager"/>

</component>

<component name="sphinx3Loader"
type="edu.cmu.sphinx.linguist.acoustic.tiedstate.Sphinx3Loader">
<property name="logMath" value="logMath"/>
<property name="unitManager" value="unitManager"/>
<property name="location" value="resource:/dates"/>
</component>
```

Speech Recognition Interface

As shown in Figure 1, the detection module is implemented IGOS system, but it interacts with via programming interfaces. recognition module interface is implemented as a IvosTester class method:

public String recognizeSignal (byte [] data, int fs, int bit),

where data – an array of audio data, fs – sampling rate, bit – bit depth reports.

This method sends the audio data received from the client (user), speech recognition module, and returns recognition results as text or an empty string if you do not get any results. The audio data obtained from the Asterisk telephone station in the form of a file recorded in the working directory of speech recognition module.

The system is implemented in the Java programming language. recognition and speech synthesis modules use trained acoustic model of Kazakh language and voice (male and female), listed in the following section. To install and run the system following products and technologies have been used:

- IP PBX Asterisk 1.6 and above;
- Remote processing protocol FastAGI;
- JBoss Application Server 4.2 and above;

- Enterprise JavaBeans for server side;
- Speech recognition platform Sphinx4;
- Speech synthesis platform MaryTTS;
- JSAPI ver.1.0;
- DBMS MySQL 5.1 and above;
- Debian GNU / Linux 6.0 platform.

REFERENCES

CMU Sphinx-4. // URL: http://cmusphinx.sourceforge.net/wiki/sphinx4: webhome [дата обращения: 13.10.2016].

Ботаева С.Б., Маханова З.А., Умарова Ж.Р., Тілес Т.Б.

Қазақ тіліндегі сөздерді тану үшін cmu sphinx4 платформасын пайдалану

Түйін. Бұл мақалада мемлекеттік тілдегі интерактивті сұхбаттық режимі бар интеллектуалды дыбыстық жүйе прототипі әзірленді. Мемлекеттік тілдегі интерактивті сұхбаттық режимі бар интеллектуалды дыбыстық жүйе прототипі автоматтандырылған қоңырау орталықтары, бақылау және басқа да мекен-жайлар анықтамалық қызметтерінің жедел таралуына арналған. Жүйе абоненттердің дауыстық қоңырауларын қабылдауға және тиісті ақпаратты қазақ тілінде беруге қабілетті. Мұндай жүйе дамыған бірқатар елдерде жұмыс істейді, бірақ қазіргі уақытта Қазақстанда аналогтары жоқ, сондықтан, бұл нәтиженің маңыздылығын көрсетеді.

Кілттік сөздер: қазақ тілі, лексика, тіл модельдері, акустикалық модельдер, қазақ сөздерін тану.

Ботаева С.Б., Маханова З.А., Умарова Ж.Р., Тилес Т.Б.

Использование платформы cmu sphinx4 для распознавания казахской речи

Аннотация. Разработан прототип интеллектуальной голосовой системы с интерактивным диалоговым режимом на государственном языке. Интеллектуальная голосовая система с интерактивным диалоговым режимом на государственном языке предназначена для быстрого развертывания автоматических контакт-центров, диспетчерских и иных справочных служб. Система способна принимать голосовые запросы от абонентов и предоставлять соответствующую информацию на казахском языке. Хотя подобные системы давно успешно функционируют в ряде развитых стран, но аналогов в Казахстане на текущий момент не существует, что говорит о важности полученного результата.

Ключевые слова: казахский язык, лексика, языковые модели, акустические модели, распознавание казахской речи.

УДК 372.851.02., 372.800.4.02

Т.Х. Хакимова, С.А. Адилжанова, Г.А. Тюлепбердинова, Г.Г. Газиз
(Казахский национальный университет им.аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан, tyyshtyq.hakimova@gmail.com)

О РОЛИ БЕСПРОВОДНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ

Аннотация. Использование многофункциональных возможностей компьютерной техники при подготовке молодых специалистов делает образовательный процесс в вузе интересным и доступным. В связи с появлением на рынке новых IT, новых типов ЭВМ, меняется и программное обеспечение. Беспроводные технологии — подкласс информационных технологий, служат для передачи информации на расстояние между двумя и более точками, не требуя связи их проводами. Для передачи информации может использоваться инфракрасное излучение, радиоволны, оптическое или лазерное излучение.

Ключевые слова. Многофункциональные возможности компьютерной техники, программное обеспечение, беспроводные технологии, инфракрасное излучение, радиоволны, оптическое или лазерное излучение.

За последние 10 лет скорость интернета в среднем выросла примерно в 1000 раз, это позволило размещать приложения (программное обеспечение) и базы данных на удаленных серверах, т.е. «в облаке» (арендовать вычислительные мощности у провайдеров облачных сервисов). Таким образом Cloud Computing — это технологии, которые позволяют использовать Интернет для размещения вычисли-

тельных ресурсов и предоставления таких услуг конечным потребителям. Использование облачных вычислений позволяет передать обслуживание приложений и хранение данных системам, которые имеют очень высокий уровень надежности, предоставлять практически неограниченные ресурсы, многократно снизить стоимость обслуживания и предоставлять пользователям готовый сервис.

Что такое облачное вычисление? Cloud computing (англ. Cloud – облако, метафоричное название Интернета; computing – вычисления) – «облачные вычисления» – концепция «вычислительного облака» , согласно которой программы запускаются и выдают результаты работы в окно стандартного веб-браузера на локальном ПК, при этом все приложения и их данные, необходимые для работы, находятся на удаленном сервере в Интернете. То есть cloud computing – это программно-аппаратное обеспечение, доступное пользователю через Интернет (или локальную сеть) в виде сервиса, позволяющего использовать удобный веб-интерфейс для удаленного доступа к выделенным ресурсам (вычислительным ресурсам, программам и данным) . Компьютер пользователя выступает при этом рядовым терминалом, подключенным к Сети. Компьютеры, осуществляющие cloud computing, называются «вычислительным облаком» . При этом нагрузка между компьютерами, входящими в «вычислительное облако» , распределяется автоматически (фактически, cloud computing – это возвращение эпохи мейнфреймов – гигантских суперкомпьютеров) . Простейшим примером cloud computing являются p2p-сети (peer-to-peer). Концепция «облачных вычислений» зародилась в 1960 г. , когда Джон Маккарти (John McCarthy) высказал предположение, что когда-нибудь компьютерные вычисления будут производиться с помощью «общенародных утилит».

Наиболее известные беспроводные технологии. В настоящее время существует множество беспроводных технологий, наиболее часто известных пользователям по их маркетинговым названиям, таким как Wi-Fi, WiMAX, Bluetooth. Каждая технология обладает определёнными характеристиками, которые определяют её область применения. В настоящее время беспроводные технологии, наиболее известными из которых на сегодня являются Wi-Fi, WiMAX, RFID, Bluetooth, способны обеспечить решение множества задач в различных отраслях производства и сферах человеческой деятельности. Каждая из вышеперечисленных технологий решает свои задачи, но для всех них объединяющим фактором является обеспечение передачи данных через общую беспроводную среду. Задачи, которые решает корпоративная беспроводная сеть, построенная на технологии Wi-Fi, — это высокоскоростной локальный доступ к сетям и данным, передача информации между пользователями сети в пределах территории, на которой она развернута. Низкая стоимость оборудования, высокая скорость передачи данных и гибкость его применения обусловливают широкое распространение технологии Wi-Fi (IEEE 802.11). Отсутствие проводных подключений предоставляет пользователям сети свободу передвижения, свободу выбора места для работы, позволяет более рационально использовать офисное пространство, позволяет быть мобильными, не теряя при этом возможности доступа к необходимым услугам и данным.

Модели развертывания Частное облако (англ. private cloud) — инфраструктура, предназначенная для использования одной организацией, включающей несколько потребителей (например, подразделений одной организации), возможно также клиентами и подрядчиками данной организации. Частное облако может находиться в собственности, управлении и эксплуатации как самой организации, так и третьей стороны (или какой-либо их комбинации), и оно может физически существовать как внутри, так и вне юрисдикции владельца.

Общественное облако (англ. community cloud) — вид инфраструктуры, предназначенный для использования конкретным сообществом потребителей из организаций, имеющих общие задачи (например, миссии, требований безопасности, политики, и соответствия различным требованиям). Общественное облако может находиться в кооперативной (совместной) собственности, управлении и эксплуатации одной или более из организаций сообщества или третьей стороны (или какой-либо их комбинации), и оно может физически существовать как внутри, так и вне юрисдикции владельца.

Гибридное облако (англ. hybrid cloud) — это комбинация из двух или более различных облачных инфраструктур (частных, публичных или общественных), остающихся уникальными объектами, но связанных между собой стандартизованными или частными технологиями передачи данных и приложений (например, кратковременное использование ресурсов публичных облаков для балансировки нагрузки между облаками).

Модели обслуживания. Программное обеспечение как услуга (SaaS, англ. Software-as-a-Service) — модель, в которой потребителю предоставляется возможность использования прикладного программного обеспечения провайдера, работающего в облачной инфраструктуре и доступного из различных клиентских устройств или посредством тонкого клиента, например, из браузера (например, веб-почта) или посредством интерфейса программы. Контроль и управление основной физической и виртуальной инфраструктурой облака, в том числе сети, серверов, операционных систем, хранения, или даже индивидуальных возможностей приложения (за исключением ограниченного набора пользовательских настроек конфигурации приложения) осуществляется облачным провайдером. Платформа как услуга (PaaS, англ. Platform-as-a-Service) — модель, когда потребителю предоставляется возможность использования облачной инфраструктуры для размещения базового программного обеспечения для последующего размещения на нём новых или существующих приложений (собственных, разработанных на заказ или приобретённых тиражируемых приложений). В состав таких платформ входят инструментальные средства создания, тестирования и выполнения прикладного программного обеспечения — системы управления базами данных, связующее программное обеспечение, среды исполнения языков программирования — предоставляемые облачным провайдером. Инфраструктура как услуга (IaaS, англ. Infrastructure-as-a-Service) предоставляется как возможность использования облачной инфраструктуры для самостоятельного управления ресурсами обработки, хранения, сетями и другими фундаментальными вычислительными ресурсами, например, потребитель может устанавливать и запускать произвольное программное обеспечение, которое может включать в себя операционные системы, платформенное и прикладное программное обеспечение. Потребитель может контролировать операционные системы, виртуальные системы хранения данных и установленные приложения, а также обладать ограниченным контролем за набором доступных сетевых сервисов (например, межсетевым экраном, DNS). Контроль и управление основной физической и виртуальной инфраструктурой облака, в том числе сети, серверов, типов используемых операционных систем, систем хранения осуществляется облачным провайдером.

Программное обеспечение как услуга (SaaS, англ. Software-as-a-Service) — модель, в которой потребителю предоставляется возможность использования прикладного программного обеспечения провайдера, работающего в облачной инфраструктуре и доступного из различных клиентских устройств или посредством тонкого клиента, например, из браузера (например, веб-почта) или посредством интерфейса программы. Контроль и управление основной физической и виртуальной инфраструктурой облака, в том числе сети, серверов, операционных систем, хранения, или даже индивидуальных возможностей приложения (за исключением ограниченного набора пользовательских настроек конфигурации приложения) осуществляется облачным провайдером. Платформа как услуга (PaaS, англ. Platform-as-a-Service) — модель, когда потребителю предоставляется возможность использования облачной инфраструктуры для размещения базового программного обеспечения для последующего размещения на нём новых или существующих приложений (собственных, разработанных на заказ или приобретённых тиражируемых приложений). В состав таких платформ входят инструментальные средства создания, тестирования и выполнения прикладного программного обеспечения — системы управления базами данных, связующее программное обеспечение, среды исполнения языков программирования — предоставляемые облачным провайдером. Инфраструктура как услуга (IaaS, англ. Infrastructure-as-a-Service) предоставляется как возможность использования облачной инфраструктуры для самостоятельного управления ресурсами обработки, хранения, сетями и другими фундаментальными вычислительными ресурсами, например, потребитель может устанавливать и запускать произвольное программное обеспечение, которое может включать в себя операционные системы, платформенное и прикладное программное обеспечение. Потребитель может контролировать операционные системы, виртуальные системы хранения данных и установленные приложения, а также обладать ограниченным контролем за набором доступных сетевых сервисов (например, межсетевым экраном, DNS). Контроль и управление основной физической и виртуальной инфраструктурой облака, в том числе сети, серверов, типов используемых операционных систем, систем хранения осуществляется облачным провайдером.

Различия между частным облаком и публичным облаком. Публичное облако. В публичном облаке ИТ-сервисы и инфраструктурные ресурсы предоставляются поверх глобальной сети интернет. Возможность использования инфраструктуры стороннего провайдера создаёт множество возможно-

стей для эффективной загрузки ресурсов и их перераспределения. Большой минус состоит в том, что публичные облака гораздо более уязвимы по сравнению с частными. Публичные облака, тем не менее, являются приемлемым выбором, когда: Стандартизированное приложение используется большим количеством людей, пример – электронная почта. Необходимо протестировать работу программного кода или приложения. Используется SaaS-приложение от проверенного провайдера, имеющего проработанную стратегию в области безопасности. Требуется подкрепить возможности собственной инфраструктуры в ситуации пиковых нагрузок. Облачные сервисы нужны для обеспечения совместной работы.

В частном облаке сервисы и инфраструктурные ресурсы взаимоувязаны на базе частной же сети. Такая модель гарантирует существенно более высокий уровень безопасности и контроля, но расходы на программное и аппаратное обеспечение при использовании такого подхода значительны в сравнении с публичными облаками.

Сходства частного облако от публичного. Технологические различия между частными и публичными "облаками" обусловлены особенностями их предназначения. В основе публичных "облаков" лежит идея создать систему, построенную на относительно дешевом оборудовании и ПО, неограниченно масштабируемую и позволяющую предлагать типовые IT-услуги (IaaS – инфраструктура как сервис, PaaS -платформа как сервис, SaaS – ПО как сервис) для максимально широкого спектра потребителей. Частные "облака", напротив, изначально предназначены для того, чтобы повысить эффективность эксплуатации IT в компании. Часто они представляют собой системы автоматизации и управления. Соответственно, фокус смещается с масштабируемости, которая наиболее важна для публичных "облаков", в сторону максимально широкой поддержки инфраструктуры и ПО, а также возможности "сквозного" управления.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Т.Х.Хакимова. Role of hypertext technology in teaching informatics forprofessional purpose of university students . Congress of theturkic world mathematicians. Kyrgyzstan, Issyk-Kul, 5-7 June, 2014.-64c.

[2] Т.Хакимова .Об использовании гипертекстовой технологий в обучении информационных технологии//Материалы международной научной конференции «Теоретические и прикладные проблемы математики, механики и информатики» - .Караганда Казахстан , 2014.-С . 110-113

[3] Т.Х.Хакимова . Инновационные методы обучения информатике (учебное пособие).ISBN9965-830-45-2.Издательство"NURPRESS", Алматы,2013.-270стр.

Tulepberdinova G., Adilzhanova S., Khakimova T., Gaziz G.G.

On the role of wireless technologies in education information technology for university students

Summary. The formation of the younger generation today takes place in a rapidly changing world. Using the multifunction capabilities of computer technology makes the educational process in high school interesting and accessible at the training of young specialists. In connection with the appearance on the market of new technologies, new types of computers, and software changes. Wireless technology - a subclass of information technology, are used to transmit information to the distance between two or more points without the need for connection of wires. Radio, optical or laser light can be used to transmit information.

Key words. Multifunction capabilities of computer hardware, software, wireless technology, infrared, radio, optical or laser radiation.

Хакимова Т.Х., Адилжанова С.А., Тюлепбердинова Г.А., Газиз Г.Г.

Ақпараттық технологияларды оқытуда университет студенттері үшін сымсыз технологиялардың рөлі.

Түйіндеме. Мақала компьютерлік технологияларды көпфункционалды мүмкіндіктерін пайдалану, жас мамандарды даярлау жоғары мектептерде оқу-тәрбие процесі қызықты және қол жетімдіеттіндігі жайында баяндайды. Жаңа технологияларды, компьютерлердің жаңа түрлерін және ол компьютерлерді бағдарламалық қамтамасыз ету нарықта пайда болуына байланысты студенттерге сымсыз технология қажеттілігі туынады. Сымсыз технология - ақпараттық технологиялар сыныбында, сымдарға қосылу қажеттілігінсіз екі немесе одан көп нүктелер арасындағы қашықтыққа ақпаратты беру үшін пайдаланылады.Сонымен қатар, инфрақызыл, радио, оптикалық немесе лазерлік жарық ақпаратты беру үшін пайдалануға болады.

Кілттік сөздер. Компьютерді аппараттық бағдарламалық қамтамасыз ету, сымсыз технология, инфрақызыл, радио, оптикалық немесе лазерлік сәуле, көп функциялы мүмкіндіктер.

УДК 621.02

М.Б. Курманалиев, К.К. Елемесов, С.А. Бортебаев
(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан sairanmurat@ mail.ru)

ТРЕНИЕ И ИЗНАШИВАНИЕ МЕТАЛЛОВ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Аннотация. Авторами установлено, что привело к отсутствию четких представлений о природе реверса и эффектов, его сопровождающих. Дальнейшие исследования этого эффекта показали зависимость износа пар трения от частоты реверса. На рис. 2 представлены для примера эпюры внутренних напряжений σ для одностороннего (кривые *1, 3*) и реверсивного (кривые *2, 4)* трения колец из стали 45 в среде инактивного неполярного вазелинового масла. Таким образом, реверсивное скольжение, благодаря знакопеременным сдвиговым деформациям, интенсифицирует воздействие поверхностно-активной среды на металл больше, чем одностороннее трение, что значительно усиливает пластифицирующий эффект, который, в свою очередь, облегчает условия реверсивного трения и защищает поверхность от дальнейшего разрушения. Полученные данные представляют интерес, так как открывают практическую возможность снятия вредного эффекта реверса и позволяют увеличить при помощи поверхностно-активных присадок износостойкость подшипниковых узлов, находящихся в условиях реверсивного трения скольжения.

Ключевые слова: реверсивность, эпизодически, генерирование, знакопеременное протекание, адсорбционный эффект, переориентации структуры, расшатывание структуры, интенсификация.

Рассматривая различные узлы трения можно заметить, что многие из них работают в условиях реверсивного скольжения, т. е. когда направление движения циклически или же эпизодически меняется на обратное.

При этом известно значительное число исследований, выполненных на парах реверсивного скольжения, однако в них как правило, не учитывается влияние самого реверса на свойства рабочих поверхности в сравнимых условиях с односторонним трением.

В связи с чем воздействие знакопеременных сдвиговых деформаций при трении на развитие свойств и процессов в поверхностных и глубинных слоях материалов остается невыясненным, что привело к отсутствию четких представлений о природе реверса и эффектов, его сопровождающих. Данное обстоятельство и побудило провести соответ-ствующие исследования.

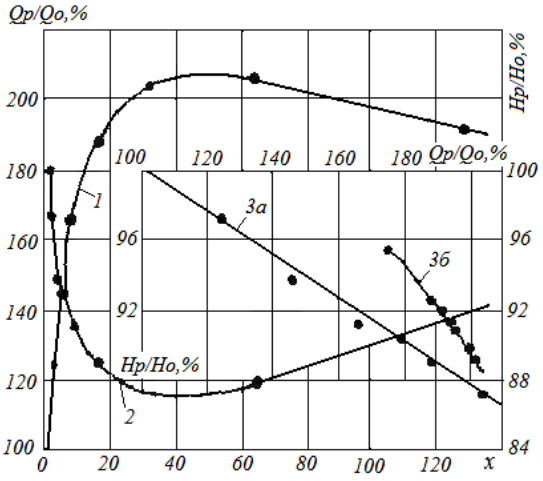


Рис. 1. Влияние частоты реверса на износ и упрочнение поверхности трения (материал – сталь 25, скорость скольжения 1,5 *м/сек,* нормальная нагрузка 260 *н*, продолжительность испытания 8 *мин,* без смазки).

Было обнаружено, что реверсивность скольжения специфически сказывается на упругих и пластических деформациях, упрочнении и напряженном состоянии как поверхностных, так и глубинных слоев, приводит к постоянной переориентации структуры, дополнительному генерированию дефектов, развитию новых поверхностей и интенсификации физико-химических процессов [1].

Знакопеременное протекание сдвиговых деформаций с развитием дефектов поверх-ностей трения, разупрочнением и усталостными процессами приводит к отрицательному эффекту реверса - повышенному по сравнению с односторонним скольжением износу [2].

Дальнейшие исследования этого эффекта показали зависимость износа пар трения от частоты реверса. Так, из рис. 1 видно, что при переходе в идентичных условиях от одностороннего трения к реверсивному износ возрастает более чем в два раза. При этом с ростом частоты реверса происходит разупрочнение поверхностных слоев и резкое снижение износостойкости вплоть до экстремальных значений на перегибах кривых *1* и *2*. На этом участке наблюдается линейная зависимость между отношениями микротвердостей $\left(\frac{H_P}{H_O}\right)$ и износов $\left(\frac{Q_P}{Q_O}\right)$, что для кривой *3а* на рис. 1 может быть выражено формулой

$$\frac{Hp}{Ho} = -a\left(\frac{Q_P}{Q_O}\right) + b \qquad (1)$$

После перегибов кривых *1* и *2* на рис. 1 линейная зависимость нарушается и переходит в квадратную параболу на участке 3 *б*:

$$\frac{Hp}{Ho} = b_o - b_1\left(\frac{Q_P}{Q_O}\right) + b_2\left(\frac{Q_P}{Q_O}\right)^2 \qquad (2)$$

Наличие линейной взаимосвязи между потерей износостойкости и разупрочнением рабочих поверхностей с ростом частоты реверса указывает на доминирующую роль разупрочнения поверхностных слоев в процессах, формирующих износ при реверсивном трении. Если же непрерывная длительность обратных воздействий при реверсе недостаточно велика, что имеет место с ростом частоты реверса, то происходит некоторое увеличение износостойкости и микротвердости по сравнению с их экстремальными величинами на перегибах кривых *1, 2* рисунок 1.

Такой обратный ход кривых подтверждает сделанные авторами вывод о наличии в первые моменты реверса промежуточной стадии упрочнения. Действительно, с ростом частоты реверса сокращается длительность непрерывного обратного воздействия или непрерывного формирования и переориентации обратных сдвигов, поэтому в металле лучше проявляются и сохраняются те стадии, которые были бы промежуточными и весьма завуалированными при более долгом обратном скольжении.

Однако для практических целей наибольший интерес представляют левые ветви кривых *1* и *2* (рисунок 1), так как они показывают, как меняются износостойкость и наклеп при переходе от одностороннего трения к реверсивному. В общем виде эти кривые, представляющие собой кубические параболы, описываются представленными ниже уравнениями, связывающими односторон-нее трение с реверсивным:

для кривой *1*

$$\left(\frac{Q_P}{Q_O}\right), \% = 121{,}5 + 3{,}99x - 0{,}053x^2 + 0{,}002x^3; \qquad (3)$$

для кривой *2*

$$\left(\frac{H_P}{H_O}\right), \% = 96{,}3 - 0{,}5x + 0{,}0066x^2 - 0{,}00002\,x^3; \qquad (4)$$

где x - число реверсивных циклов в базе, т. с. частота реверса (рис.1).

Приведенные выше формулы (1-4) были получены путем обработки соответствующих экспериментальных данных по микротвердости и износу.

Аналогичные рисунок1 закономерности имеют место и при трении со смазкой.

Таким образом, при оценке износостойкости пар трения скольжения следует учитывать существование отрицательного эффекта реверса, повышенного по сравнению с односторонним скольжением плюса. Знакопеременное протекание сдвиговых деформаций при реверсивном трении вызывает в большей степени, чем одностороннее скольжение, расшатывание структуры, образование различного рода дефектов, микротрещин и новых поверхностей, что приводит к интенсификации реверсом адсорбционного эффекта.

На рис. 2 представлены для примера эпюры внутренних напряжений σ для одно-стороннего (кривые *1, 3*) и реверсивного (кривые *2, 4)* трения колец из стали 45 в среде инактивного неполярного вазелинового масла. Кривые показывают различный характер распределения внутренних напряжений для одностороннего и реверсивного трения. Применение поверхностно-активной присадки в виде 2% - ной олеиновой кислоты к вазелиновому маслу коренным образом изменило эпюры внутренних напряжений. Из рис. 2 видно, что кривая *4* лежит ниже кривой *3* одностороннего трения, т. е. реверсивное трение в поверхностно-активной среде вызывает большие напряжения сжатия, чем одностороннее скольжение. При этом происходит и инверсия кривых микротвердости (рис.3).

Однако экспериментально также обнаружено, что под воздействием поверхностно-активной смазки при реверсивном трении сначала происходит более существенное, чем при одностороннем скольжении, адсорбционное разупрочнение с потерей прочности поверх-ностного слоя, которое затем сменяется предельным пластифицированием с некоторым повышением микро-твердости, т. е. кривая *4* реверсивного скольжения в начальный период трения сначала лежит ниже кривой *3,* а затем выше ее после окончания приработки, как это видно из рис. 3.

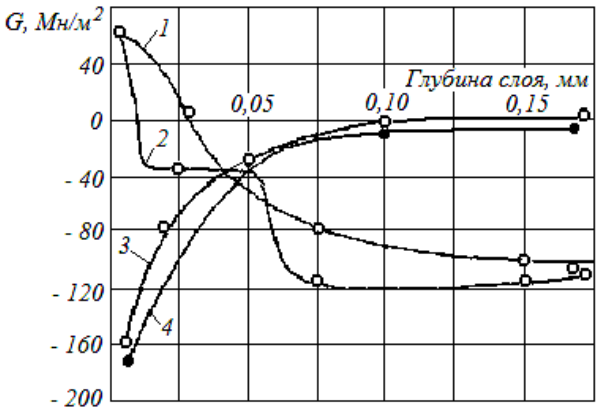


Рис. 2. Влияние поверхностно-активной смазки на внутренние напряжения при трении стали 45 (нормальная нагрузка 590 *н*, скорость скольжения 1,5 *м/сек): 1,2* - смазка вазелиновым маслом; *3, 4* - смазка вазелином + 2% олеиновой кислоты.

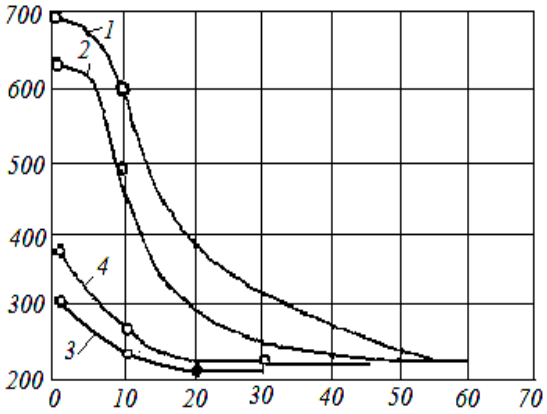


Рис. 3. Влияние поверхностно-активной смазки на глубину упрочнения при трении стали 45 (обозначение кривых и условия трения те же, что и на рис. 2).

Возникающие в поверхностных слоях напряжения сжатия и увеличенная микро-твердость при реверсе в поверхностно-активной среде значительно повысили износо-стойкость стали и изменили отношение износов образцов при реверсивном трении к износу при одностороннем скольжении.

Смазка	$\frac{Q_p}{Q_o}$
Вазелиновое масло	2,2
Вазелиновое масло + 0,2% олеиновой кислоты	1,3
Вазелиновое масло + 2% олеиновой кислоты	1,0 (0,8)
Индустриальное 12	2,0
Индустриальное 1.2 + 2% октилового спирта	1,3
Индустриальное 12 + 2% олеиновой кислоты	1,1

Так, из приведенных данных видно, что в инактивиой среде реверсивное трение дает износ в два раза больший, чем одностороннее трение, а применение олеиновой кислоты дает отношение износов, близкое к единице. В некоторых случаях при реверсивном трении авторами наблюдался износ даже меньший, чем при одностороннем скольжении.

Таким образом, реверсивное скольжение, благодаря знакопеременным сдвиговым деформациям, интенсифицирует воздействие поверхностно-активной среды на металл больше, чем одностороннее трение, что значительно усиливает пластифицирующий эффект, который, в свою очередь, облегчает условия реверсивного трения и защищает поверхность от дальнейшего разрушения.

Полученные данные представляют интерес, так как открывают практическую возможность снятия вредного эффекта реверса и позволяют увеличить при помощи поверхностно-активных присадок износостойкость подшип-никовых узлов, находящихся в условиях реверсивного трения скольжения.

При этом установлено, что эксплуатационными свойствами деталей машин, находящихся в условиях реверсивного трения, можно управлять на основе физико-химической механики материалов.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Евдокимов В.Д. «Проблемы трения и изнашивания», вып. 1, «Техніка», 1971, – С. 96 – 106.

[2] Алябьев А.Я., Шевеля В.В. Износостойкость поверхностного слоя в условиях знакопеременных сдвиговых деформаций при трении скольжения. – «Техніка», 1962, № 1.

[3] Евдокимов В.Д, Ребиндер П.А. О проявлении адсорбционного понижения прочности при реверсивном трении скольжения. – М.: Изд-во АН СССР, 1970, – С. 99 – 115.

[4] Лихтман В.И. и др. Физико-химическая механика металлов. – М.: Изд-во АН СССР, 1975, – С. 77 – 89.

[5] Портер А.И., Прейс Г.А., Сологуб Н.А. Влияние электорхимических процессов на субмикроструктуру поверхностей трения. – В сб.: Проблемы трения и изнашивания, 1975, вып. 7, – С. 59 – 75.

Құрманалиев М.Б., Елемесов Қ.К., Бортебаев С.А.

Металдардың үйкелісі мен тозуы және оны жою тәсілдері

Аңдатпа. Автормен ұсынылған мақаланың зерттеу жұмысында кері бағыттылық және және әсерлерін оның табиғат туралы оны нақты алып жүруге болмауы анықталған. Одан кейінгі зерттеулер осы әсерді кері бағыттылықтың жиілігінен үйкелістің тозу тәуелділігін көрсетті. Мысал үшін эпюраның ішкі кернеудің σ біржақты үшін (қисықтары 1, 3) және кері бағыттылықтың (қисықтары 2, 4) үйкеліс сақиналардың 45 болаттан жасалған ортада инактивті полярлы емес вазелинді майы 1 суретте ұсынылған. Осылайша, кері бағыттылықты сырғанау, үйкеліс күші, бұл артық үстірт белсенді ортаның әсері арқасында металға таңба ығысумен деформацияларға қарқындайды, металл біржақты пластикалық нәтижеде айтарлықтай күшейтеді, ол өз кезегінде одан әрі өтеуден кері бағытты үйкеліс шарттарын жеңілдетеді және үйкеліс бетін қиратудан қорғайды. Алынған деректер кері бағыттылықты жағдайында бар болатын сырғанау үйкелісінің. төзімділігін ұлғайтуға мүмкіндік береді, қосымша мойынтіректі тораптарды белсенді-беттік көмегімен зиянды заттарды жоюға практикалық мүмкіндігін ашады және қызығушылықты ұсынады.

Түйін сөздері: кері бағыттылық, өндіру, таңбалы ағу, адсорбционды әсер, қайта бағдарлау құрылымдар, теңселу құрылымдар, қарқындату.

Kurmanaliev M.B., Elemesov K.K., Bortebayev S.A

Friction and outwearing of metals and method its elimination

Summary. In this operation of a research by authors it is set what resulted in absence of clear ideas of the nature of a reverse and the effects accompanying it. Further researches of this effect showed dependence of wear of couples of friction on reverse frequency. In fig. 2 friction of rings from steel 45 in the environment of inaktivny unpolar vaseline oil are provided for an example of a diagram of internal stresses for one-sided (curves 1, 3) and reverse (curves 2, 4). Thus, reverse sliding, thanks to sign-variable shift deformations, intensifies influence of the surface-active environment one metal bigger, than one-sided friction that considerably strengthens the plasticizing effect which, in turn, facilitates conditions of reverse friction and protects a surface from further corrupting. Data retrieveds are of interest as open a practical possibility of removal of harmful effect of a reverse and allow to increase wear resistance of the bearing blocks which are in conditions of reverse sliding friction by means of surface-active additives.

Key words: reversibility, occasionally, generating, adsorption effect, the reorientation of the structure, loosening the structure, the intensification.

УДК 621.395

О.Т. Бектас, А.Е. Құттыбаева
(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы, ainur_k_75@mail.ru)

РАДИОҚАШЫҚТЫҚТЫ ӨЛШЕУІШТІ ЗЕРТТЕУ МЕН ТЕХНИКАЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІН ЖАҚСАРТУ

Аңдатпа. Бұл жұмыста қашықтықты өлшеудегі кең танымал әдістері талданған. Негізінен корреляциондық өнделген сигналдың қашықтықты өлшеу тәсілінің артықшылығына назар аударылған. Зондталған сигнал ретінде біртональды толқынмен модуляцияланған бұрыштық сигнал қолданылған. Сигналдың өңделуіне байланысты қашықтық өлшеуіштің шығысында біртональді гармоникалық толқындардың біріктіруіне әкеледі. Ол толқындар жиілік модуляциясына тең келеді, осыған байланысты радиоқашықтық өлшегіш жоғарғы көрсеткіштерге ие бола алады.

Түйін сөздер: корреляциялық, модуляция индексі диапазоны, зонд сигнал, сигнал шу спектрі.

Радиолокация дегеніміз радиотолқын көмегімен түрлі объектілерді іздеп табу және оның орнын анықтау. Белгілі бір бағытта жіберіліп, жолындағы объектіден шағылған импульс түріндегі толқын экран бетінен импульс түрінде көрінеді. Оның оралу уақыты арқылы объектіден станцияға дейінгі қашықтығы анықталады.

Радиолокация 30-жылдары радиотехникада ғылыми-техникалық бағыт алды. Авиациялық техника даму үшін негізгі мақсат жоғарғы сипаттамаларға (қашықтық пен дәлдікке байланысты) ие ұшақтар ойлап табу болды.

Өлшеуіштер канал бойынша бірканалды және көп каналды болып бөлінеді.

Өлшенетін координата бойынша немесе обьектінің қозғалысының параметрі бойынша қашықтық өлшеуіш, азимут, бұрыш биіктігі, радиалды және бұрыш жылдамдық арқылы ажаратады.

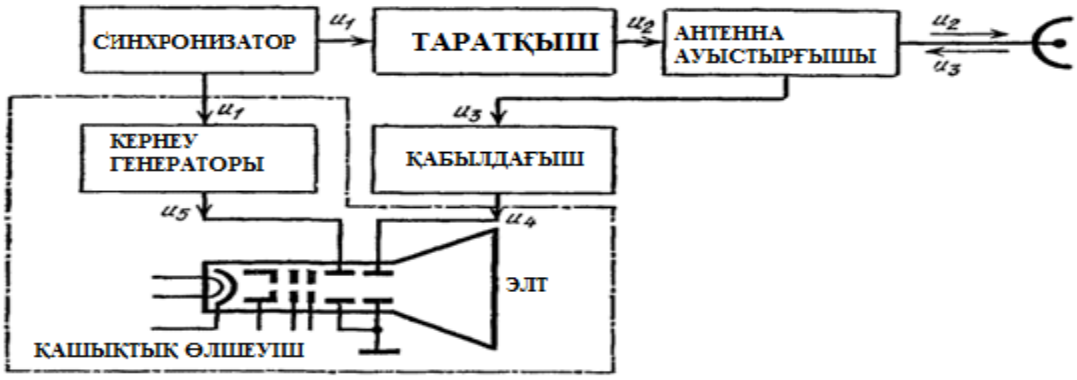
Өлшеуіш әдісі бойынша – амплитудалық, жиіліктік, фазалық, доплерлік әдістар бар және сигналдың параметрі қандай негізде өлшенеді, соған байланысты әдәстер бар.

Сурет 1. Импульстік радардың жұмыс істеу принципі

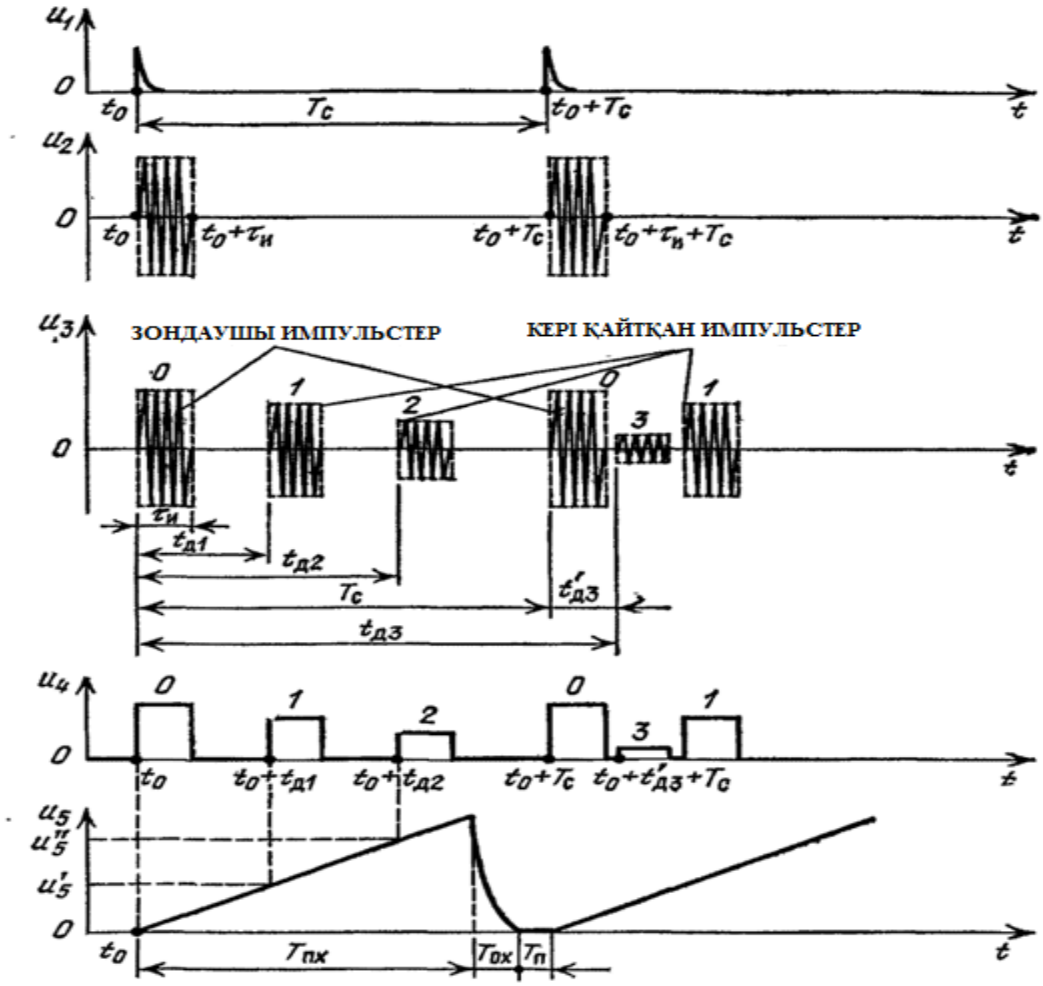
Бұл жұмыстын мақсаты – радиоөлшегіште статистикалық талдау негізінде сигналды j-корреляциялық өңдеу арқылы анықтау және оның потенциалдық өлшеу дәлдігін анықтау болып табылады.

Радиоөлшегіштің функционалдық схемасы 1-ші суретте, ал уақыт диаграммасы 2-ші суретте көрсетілген.

РЛС синхронизаторы тұрақты қайталану мерзімі бар радиолакациялық серпін жасайды. Осы импульспен бір уақытта таратқыш пен генераторды іске қосады. ЭЛТ көлденең иілу пластиналарына түсетін кернеуді іске қосады.



Сурет 2. Импульстік радиоөлшегіштің функционалдық диаграммасы



Сурет 3. Импульстік радиолокациялық қашықты өлшеуіш кернеуінің уақыт диаграммасы

Радиоимпульсті таратқыштың қайталану жиілігі, синхрондайтын U1 импульсінің жиілігіне тең. Антендік қосқыш зондайтын импульсті антенаға бағыттап және тарату уақытында қабылдағыштың кірісін жабады. Жіберген импульс объектіге барып шағылған соң, U3 радиолокациялық импульс пайда болады, ол импульсті сол антена қайта қабылдайды. Антенаның қосқышының (ауыстырғыш) кемшілігінің себебінен қабылдағыштың кірісін кішкене мөлшердегі таратқыштың жоғары жиіліктегі энергиясы енеді, ол энергия бағыттың қашықтығын өлшейтін сигнал болып табылады. Барлық осы радиоимпульстер қабылдағышта күшейтіледі және детектірлінеді. Осының нәтижесінде U4 видеоимпульсі пайда болады. Тігінен ауытқитын ЭЛТ пластинасына еніп, экранның трубкасындағы жарықтың тігінен ауытқуына әкеліп соғады. Ауытқу орны қазіргі кездегі t уақыттың U5 кернеуіне байланысты.

U5 кернеуі ара тәрізді. Кері қайтарылған td уақытының кешуіне байланысты нүктенің бастапқыдан кейінгі орын ауыстырылуы келесі формуламен анықталады.

$$l = v_p t_д = v_p 2Д/c \tag{1}$$

Қашықтықты анықтаудағы есептеудің потенциалдық мүмкіншілігі былай анықталады: бағытталған объектінің жақындау кезінде, кешігу уақыты бір импульстің ұзақтылығына дейін қысқартылғанша олардың импульстерін ажырата алады. Осы шек объекті мен қашықтыққа сәйкес келеді:

$$Д_{мин} = c(\tau_и + t_в)/2 \tag{2}$$

Қашықтықты өлшеудегі потенциалдық дәлдігі келесі формуламен анықталады, барлық қашықтықтың өлшеуіш тәсілдерге сәйкес келеді:

$$\sigma_{дп} = \frac{c\,\tau_и}{2\sqrt{\pi q_0}} = \frac{c}{2\Delta f_э \sqrt{\pi q_0}} \tag{3}$$

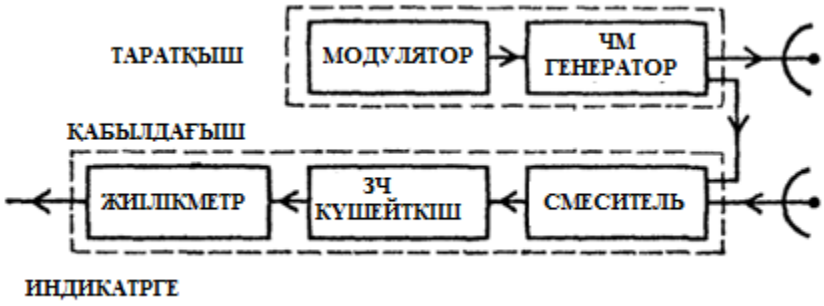
Қашықтықты импульсті тәсілмен өлшеудегі артықшылығы, осы тәсіл мен импульс істейтін аппараттар, бір ғана емес бірнеше объектінің қашықтығын өлшей алады.

Бұл әдіс - тәсілдің кемшілігі, ол жақын, кіші қашықтықтағы өлшеудің мүмкін еместігі. Бұл кемшіліктің түсіндірілуі былай: қайта шағылып келген зондталған сигналды қабылдайтын қабылдағыш жабық болады. Тағы бұл тәсіл арқылы объектінің жылдамдығын анықтай алмаймыз.

Мақсатты және кері жиілік өсімі таратқыш сигнал тарату уақыт өлшеуге негізделген жиілік модуляциясын (FM) пайдалану арқылы мақсатты ауқымын анықтауға болады. Таратқыш жиіліктің көрініс сигнал жиілігі өзгеруі TD = 2D / c уақыт кешігеді деп, сызықтық зан бойынша өзгертілуі мүмкін. Осы толқындардың ауысуына байланысты таза гормоникалық толқын соғысы пайда болады және оның спектрі бір спектрлік сызықтан тұрады. Жиілік соғысының өлшем формуласы тең:

$$F_б = t_з tg\alpha = t_з \frac{df_п}{dt} = \frac{2\,df_п/dt}{c} D \tag{4}$$

Пратикада жиіліктің әр түрлі периодты модуляциясы қолданылады. Мысалға: симметриалық және симметриялық емес ара тәрізді заңы, синусоидалық заң. Жиіліктік модуляциясының симметриялық аратәрізді заңын қарастырайық. РЛС (қашықтықтық өлшегіш) структуралық схемасы 4-ші суретте көрсетілген.



Сурет 4. Жиілікті радиоқашықтық өлшегіштің функционалды схемасы

Таратқыш жіберген сигнал қабылдағыштың кірісіндегі антена арқылы немесе жоспарланған таратқыш линиясы арқылы қабылданады. Қозғалмайтын объектіден шағылып қайта келген сигнал сол сияқты қабылдағыштың кірісіне келеді және t3 уақытына кешеуілдетіледі. Екі ығысқан толқынның біріктірілуі нәтижесінде қабылдағыштың кірісінде соғуы пайда болады. Үздіксіз кері келген радиотолқынның қабылдағыш сезгіштігі қабылдағыш шуылымен шектеледі. Бұл процесті шуылды азайту үшін антенналардың ажыратылуына (өтпелі өлшеуін) арттыру керек. Түзу сигналдың өтемін қолдануда 10-60 дБ айырымды береді.

Жиілік соғысы жолымен анықталатын оңай іске асатын өлшеу тәсілі кең қолданысқа ие болады. Сонымен қай өңделген сигнал дифференциалдау мен шектеуге ұшырайды, содан соң оң немесе теріс импульстер стандартты импульстерді өндейтін құрастырушыны іске қосады. Соңғысы жинақтағыш конденсатордың счетчик қоректендіреді. Симметриялық аратәрізді заң модуляциясында бір период модуляциясындағы импульстер соны келесі формуламен анықталады:

$$n_T = F_{Б0} T_M = 4\Delta f_M D/c \quad (5)$$

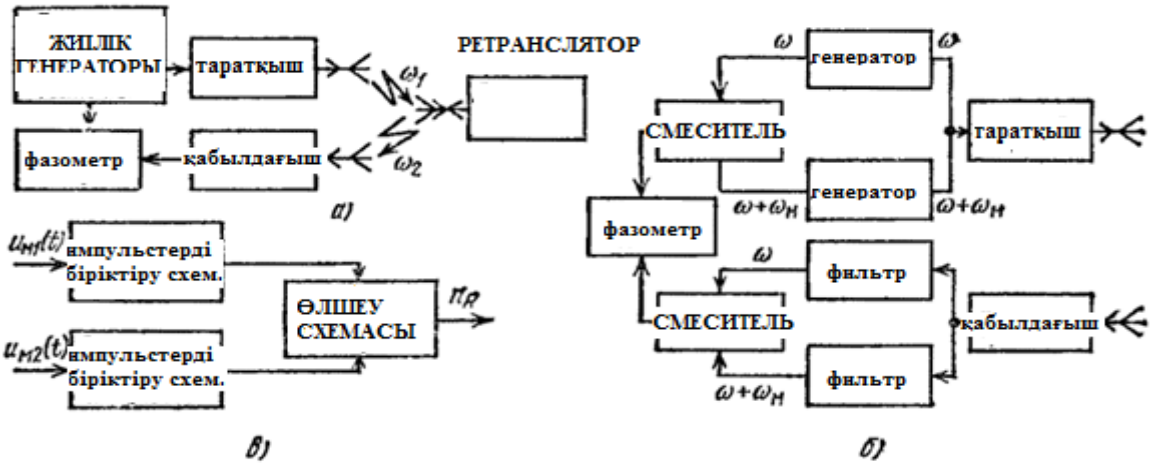
Жиілік тәсілдегі өлшеудің кемшіліктеріне жатады: объектіні өлшеуді аппаратураның күрделі болуы. Қабылдағыш пен таратқыш трактарын ұтымды айырудағы қиыншылықтары; бұл процесс қашықтық өлшеуіш құралдың жұмыс істеуіне керек; сызықтың жиіліктін өзгеруіне жоғарғы талаптар қойылады. Жиілікті өлшеудің негізгі артықшылығы бұл — жіберілетін сигналдың кіші қуатты болуы, импульстік тәсілдегі сигналдың қуатымен салыстырғанда және жақын қашықтықтағы өлшеу жасай алатыны. Бір мәнді өлшеу жүргізу үшін, мысалға 0-100 км аралығындағы масштабтың жиілігі 1,5 кГц аспау қажет. Осындай кіші мәндегі жиілік үшін қашықтық өлшеуіш тарататын радиосигналдың тасымалданбайтын толқынның масштабтың жиілігі ретінде қолдана алмайды. Фазалық қашықтық өлшеуіште масштабтық ретінде жиілік модуляциялайтын толқын немесе сигналдардың тарататын толқын арасында жиілік соғуы.

Қашықтық өлшеуіштің жиілік соғылу ондағы фазаның өлшеу кезінде, бір уақытта екі гармониялық сигнал таралады. Фазаның әр түрлі сипаты келесі формуламен анықталады:

$$R_{MAX} \le c\pi/\omega_M = \lambda_M/2 \quad (6)$$

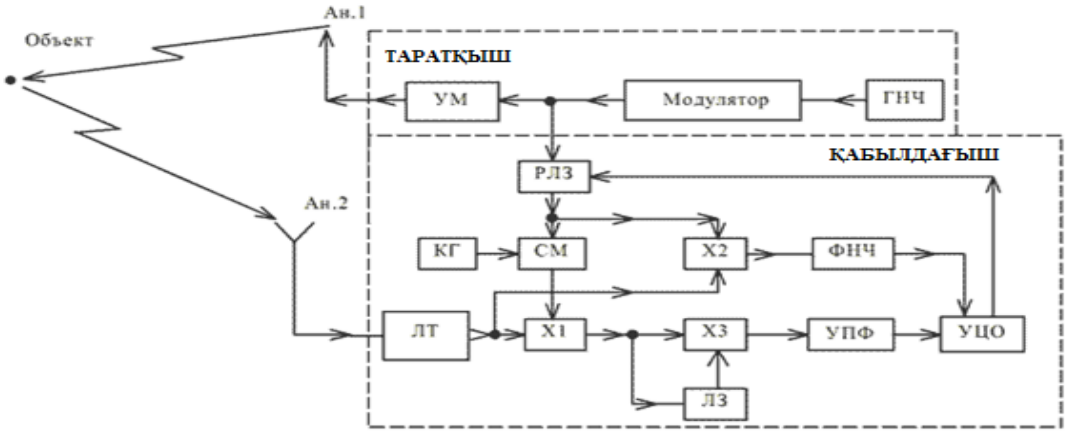
Фазаны өлшеу үшін фазометрдің әр түрлі типін қолданды.

Негізгі артықшылығы, фазалық әдісте масштабтың жиіліктегі өлшеу өте жоғары дәлдікте болады.



Сурет 5. Фазалық радиоқашықтық өлшегіштің функционалды схемасы

Кемшіліктері ретінде көрсетіп кетуге болады: бір сәтте бірнеше объектіні өлшей алмайды, техникалық жоспарлауының күрделі болуы т.б. J– корреляциялық өңделген сигнал негізіндегі радиоқашықтық өлшегіштің схемасы.



Сурет 6. J– корреляциадан өңделген сигнал негізіндегі радиоқашықтық өлшегіштің схемасы

Ан. 1, Ан. 2 – тартқыш және қабылдағыш антенна, ЛТ – тракт сызығы, УМ – қуат күшейткіш, КГ – кварцталған генератор, РЛЗ – калибрленген кешіктірілу линиясы, СМ – араластырғыш, ФНЧ – төмен жиіліктегі фильтр, УПФ – таржолақты жолақты фильтр, ГНЧ – төмен жиіліктегі генератор, УЦО – цифрлық сигналды өңдейтін құрал.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Финкельштейн М. И. Основы радиолокации: Учебник для вузов. 1983.

[2] Теоретические основы радиолокации: Учебное пособие для вузов. Под ред. В. Е.Дулевича. 1978.

[3] Белоцерковский Г. Б. Основы радиолокации и радиолокационные устройства: Учебник для техникумов. 1975.

[4] Монаков А. А. Теоретические основы радионавигации: Учебное пособие. 2002.

[5] Коростелев А. А., Клюева Н. Ф., Мельник Ю. А. Теоретические основы радиолокации. 1978.

[6] Сорочан А. Г. Радиодальномер на основе j–корреляционной обработки сигнала.//Технология и конструирование в электронной аппаратуре. 2005.

[7] Васин В. В. Справочник–задачник по радиолокации. 1977.

Бектас О.Т., Құттыбаева А.Е

Исследования и совершенствования технических характеристик радиодальномера

Резюме. Целью данной работы является статистический анализ радиодальномера на основе J–корреляционной обработки сигнала, определение его потенциальной точности измерения.

Достоинство импульсного метода измерения дальности в том, что при сравнительно простой аппаратуре, позволяет одновременно измерять дальность многих объектов.

Ключевые слова: корреляционный анализ, индекс модуляции, диапазон, сигнал, сигнал / шум, спектр

Bektas O.T., Kuttybayeva A.E.

Research and drawing up specifications radio rangefinder

Summary. In work widely known methods of range measuring are short characterized. The basic at-tention is given features of signal processing in a correlation method of range measuring. It is noticed that the result of signal processing in the range measuring instrument is reduced to formation on an exit one-voice-frequency harmonious fluctuation equal to modu-lating frequency that provides high characteristics of a radio range finder.

Key words: correlation, index modulation range, probing, delay, phase, signal, noise, range, slope.

УДК:622.201

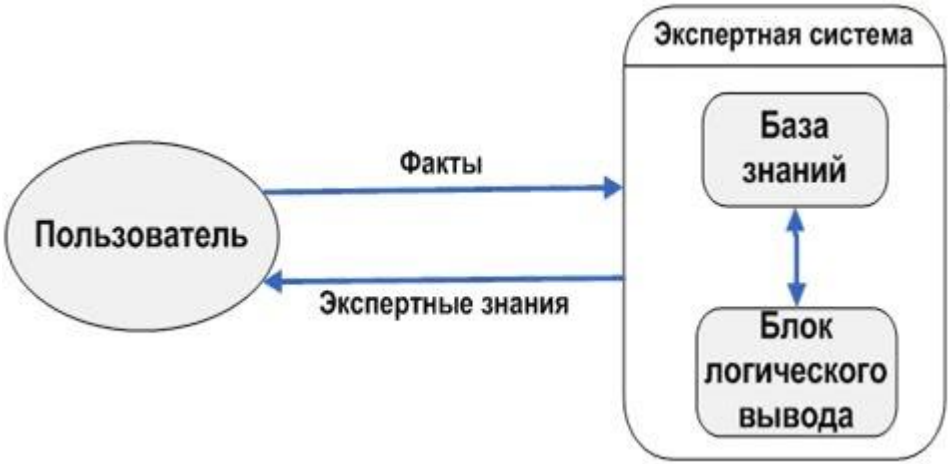
Е.Н. Карабалиев, К.К. Макулов
(Kazakh National Search Technical University by. K.I.Satpayev,
Almaty, Republic of Kazakhstan, Bayern_707@mail.ru)

THE STUDY OF EXPERT SYSTEMS FOR IMPROVING THE WORK OF GOVERNMENT RESOURCES

Annotation. At present, the development of technology has come to the fact that mankind is gradually wants to entrust the decision-making machine, that is to put the computer an accurate assessment concludes at the expert level and, therefore, introduce such technology "expert systems". Expert systems this line of research in the field of artificial intelligence to create computing systems, able to make decisions, similar to expert solutions in a given subject area.

Key words: computer systems, automated information management system, innovative development, expert system.

Expert system — a computer system that can partially replace the professional expert in solving a problem situation. Modern expert systems began to be developed by researchers of artificial intelligence in the 1970s, and in 1980 received the commercial reinforcement. Predecessors of expert systems have been proposed in 1832 by SN Korsakov, creates a mechanical device, so-called "intelligent machines", allows us to find solutions for specific conditions, such as to determine the most appropriate medication for a patient observable symptoms of the disease.[1](pic 1)



Pic 1. «Typical expert system»

In computer science, expert systems are considered in conjunction with the knowledge base as a pattern of behavior experts in the particular field of study, using inference and decision-making procedures, and the knowledge base - a set of facts and rules of inference in the chosen subject area activities.

Typically, expert systems are created to solve practical problems in some highly specialized areas where the expertise play an important role "seasoned" professionals. Expert systems were the first developments that are able to attract a lot of attention to the results of research in the field of artificial intelligence.

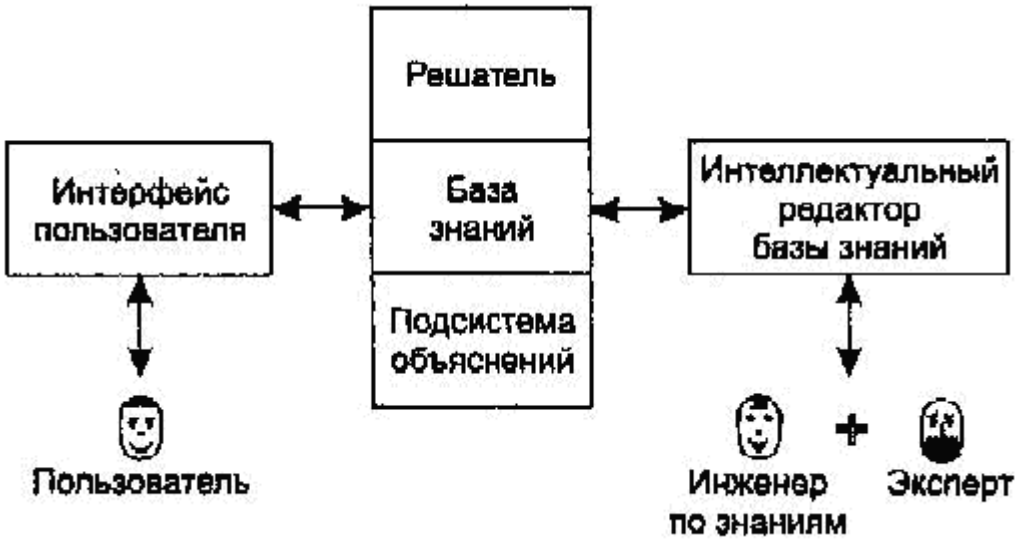
Expert systems have one major difference from other systems of artificial intelligence: they are not intended to address some of the universal problems, such as neural networks or genetic algorithms. Expert systems are designed to solve problems of quality in a specific area developers, in rare cases - areas.[2]

Expert knowledge - a combination of theoretical understanding and practical skills of its solutions, proven effectiveness as a result of the practical work of the experts in this field. The foundation of any type of expert system is a knowledge base, which is compiled based on the expertise of specialists. Properly selected expert and successful formalization of his knowledge give expert system allows unique and valuable knowledge. A doctor, for example, well-diagnose illness and prescribe treatment effectively, not because he has by some innate ability, but because it has a high-quality medical education and extensive experience in

the treatment of their patients. Therefore, the value of all the expert system as a finished product by 90% is determined by the quality of established knowledge base.

Expert System is the result of joint work of experts in a given subject area, knowledge engineers and programmers.

The expert provides the necessary knowledge of carefully selected examples of problems and solutions. For example, when creating an expert system diagnostics diseases doctor tells the engineer on knowledge about diseases known to him. Further, the expert reveals a list of symptoms that accompany each disease, and finally tells him about the known methods of treatment. The knowledge engineer, formalizes all the information in the form of a knowledge base and helps the programmer to write an expert system.[4](pic 2)



Pic 2. «The structure of the expert system»

According to leading experts, in the near future Expert Systems (ES) will find the following applications:

EC will play a leading role in all phases of design, development, manufacture, distribution, sale, and support services;

ES technology, which received commercial distribution, provides a revolutionary breakthrough in the integration of applications from ready intellectually interacting modules.

EC intended for so-called non-formalized problems, ie ES did not reject and do not replace the traditional approach to programming, based on the decision formalized problems.

Formalized problems usually offer the following features:

-an inaccuracy, ambiguity, incompleteness and inconsistency of input data;

-an inaccuracy, ambiguity, inconsistency and incompleteness of knowledge about the problem domain and the task at hand;

-large dimension solution space, ie, bust at finding solutions to very large;

-dynamically changing data and knowledge.[5]

It should be emphasized that non-formalized problems are big and very important class of problems. Many experts believe that these problems are the most massive class of problems solved by computer.

Today has created a large number of expert systems. With them, to solve a wide range of tasks, but only in highly specialized subject areas. As a rule, these are well known and have a more or less clear-cut strategy of decision-making. Now the development of expert systems to a halt a few, and there are a number of reasons:

-Transfer expert systems "deep" knowledge of the subject area is a big problem. As a rule, this is due to the complexity of the formalization of heuristic knowledge experts.

-expert systems are unable to provide a meaningful explanation of its reasoning, as it does people. Typically, expert systems only describe the sequence of steps taken in the search for solutions.

e-Government — way to provide information and assistance already formed a set of public services to citizens, businesses, other branches of the government and public officials, in which the personal interaction between the state and the applicant is minimized and information technology is used as much as possible.[6]

E-government electronic document management system of governance, based on the totality of the automation of management processes across the country and serves as the target of significantly improving governance and reducing social communications costs for each member of society. Creation of e-government involves building a nationwide distribution of the social management system, implementing the decision of the full range of tasks associated with managing documents and their processing.

e-Government Challenges:

1. the creation of new forms of interaction of state bodies;
2. Optimization of the population and business of government services;
3. Support and empowerment of citizens self-service;
4. The growth of technological knowledge and skills of citizens;
5. The increase in the degree of participation of all voters in the country's governance and management processes;
6. The reduction of the impact factor of geographical location;

According to the United Nations report on the level of e-government development in 2016 Kazakhstan took the 7th place among the Asian countries. Above are South Korea, Singapore, Japan, Israel, Bahrain and the United Arab Emirates.

The United Nations E-Government Survey 2014

РЕЙТИНГ	СТРАНА	ИНДЕКС
1	Южная Корея	0.9462
2	Австралия	0.9103
3	Сингапур	0.9076
4	Франция	0.8938
5	Нидерланды	0.8897
6	Япония	0.8874
7	Соединённые Штаты Америки	0.8748
8	Великобритания	0.8695
9	Новая Зеландия	0.8644
28	Казахстан	0.7283

Pic 3. «Ranking countries on e-government»

What would you have suggested? I would suggest using expert systems in e-government in Kazakhstan. The volume of large transactions, it is necessary to make decisions quickly, to save time. Where would this technology would be useful. Perhaps in agriculture. For example: a farmer to know what the weather is expected in the region in order to assess the climate, the weather conditions for the sowing of the crop. It is also possible to implement the system evaluated the region's climate, soil suitability, the prospect of the region.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Агентство РК по статистике http://www.stat.gov.kz/;

[2] Казахстан вошел в десятку стран Азии по уровню развития электронного правительства. https://egov.kz/cms/ru/news/Kazahstan-voshel-v-desyatku-stran-Azii-po-urovnyu-razvitiya-elektronnogo-pravitelstva;

[3] Электронное правительство. https://ru.wikipedia.org/wiki/Электронное_правительство

[4] Экспертные системы. http://www.mari-el.ru/mmlab/home/AI/7_8/

[5] Экспертные системы. http://www.aiportal.ru/articles/expert-systems/expert-systems.html
[6] Малитиков Е. М. Электронное правительство — цивилизационная неизбежность // Федеральная газета. — 2009. — № 1. — С. 4-5

Карабалиев Е.Н., Макулов К.К.

Үкімет ресурстарын жұмысын жақсарту сараптық жүйелерге зерттеу

Түйіндеме. Қазіргі уақытта, технологияның дамуы адамзат біртіндеп шешім қабылдау машинаны тапсыруға қалайды фактісі келді, сол компьютерде дәл бағалауды қоюға сондықтан, мұндай технология «сараптау жүйелерін» енгізу, сарапшылар деңгейінде жасасады және берілген пән саласындағы сараптама шешімдер ұқсас шешімдер қабылдауға қабілетті есептеу жүйелерін, құру үшін жасанды интеллект саласындағы сараптамалық жүйелер зерттеудің осы жолды.

Негізгі сөздер: компьютерлік жүйелер, автоматтандырылған ақпараттық басқару жүйесі, инновациялық даму, сарапшы жүйесі,

Карабалиев Е.Н., Макулов К.К.

Исследование экспертных систем для совершенствования работы ресурсов государственного управления

Резюме. В настоящее время развитие технологий пришло к тому, что человечество постепенно хочет доверить принятие решения машине, то есть чтобы компьютер ставил точную оценку, делал выводы на уровне эксперта и поэтому внедряют такую технологию «экспертные системы». Экспертные системы это направление исследований в области искусственного интеллекта по созданию вычислительных систем, умеющих принимать решения, схожие с решениями экспертов в заданной предметной области.

Ключевые слова: вычислительные системы, автоматизированная информационно-управляющая система, инновационное развитие, экспертная система.

УДК620-91

О. А. Нұрқасым, А. А. Алиұлы, Д.М. Байсеитов, Е. К. Беляев
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Республика Казахстан, Алматы, onurkassym@gmail.com)

ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСЕРГЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ГЕЛИОКОЛЛЕКТОРНЫХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ КЛИМАТА КАЗАХСТАНА

Аннотация. В настоящей работе проведен расчет эксергии (тепловых потерь) различных видов гелиоколлекторных систем с целью выявления наилучшего варианта для отопления и ГВС в климатических условиях Казахстана. Для достижения цели была использована математическая модель, представляющая собой комплекс формул для поочередного элементного расчета системы, температурные данные по солнечной водонагревательной системе ТОО "KunTech". Построен алгоритм расчета тепловых потерь солнечной водонагревательной системы и солнечного теплового насоса. Актуальность полученных результатов очень высока, алгоритм позволяет проводить расчеты по выявлению неэффективных компонентов отопительной системы.

Ключевые слова: эксергия, энтальпия, энтропия, гелиоколлектор, солнечный тепловой насос.

Введение.

При отоплении частных домов с помощью ископаемого топлива выделяется значительное количество загрязняющих веществ, поскольку нельзя обеспечить постоянный контроль выбросов, как это делается, например, на современных электростанциях. Поскольку запасы нефти и газа ограничены, перспективы получения энергии от ископаемого топлива также лимитированы в обозримом будущем.

Способ производства электричества в скором будущем изменится, и предпочтение уже сегодня отдается возобновляемым источникам, таким как энергия солнца и ветра.

Тепловой насос является одним из наиболее популярных сегодня источником возобновляемой энергии. Он использует низкопотенциальную (в диапазоне от -20 до 30 ° С) тепловую энергию, которая находится в земле, воде, воздухе, промышленных и бытовых стоках, вентиляционном воздухе, шахтных водах и т.д., и преобразует ее за счет термодинамического цикла Карно в рабочую

температуру обогрева в диапазоне от 30 до 80 ºС. При этом компрессором рабочего тела, которым выступает антифриз, рассол или фреон, обычно потребляется определенное количество электроэнергии из расчета 1 кВт на 3-5 кВт производимой тепловой энергии (COP 3-5). Тепловые насосы высокоэкономичные, в электрических парокомпрессионных тепловых насосах нет выбросов продуктов горения, так как они используют только электричество, которое также можно получить, например, от ветрогенератора или фотоэлектрических солнечных батарей

Физическая постановка задачи

В ходе работы были рассмотрены 4 системы:

1) Гелиоколлекторная установка ТОО «KunTech».
2) Солнечный тепловой насос.
3) Солнечный тепловой насос прямого расширения.
4) Каскадный солнечный тепловой насос прямого расширения.

Остекленный солнечный коллектор площадью 2,03 м^2 (2х1 м) служит в качестве испарителя (источника тепла) для хладагентов R407C и R134a. Внутри солнечного коллектора имеется листовой алюминиевый абсорбер апертурой 1,78 м^2, прикрепленный к медной трубке теплосъемника сечением 18 мм., где циркулирует рабочее тело в форме либо антифриза пропиленгликоля объемом 1,6 л., либо фреона под давлением. Абсорбер солнечного коллектора-испарителя покрывается селективной черной краской для максимального приема солнечного излучения (Solar absorbtivity $\alpha_{AM1.5}$= 0,95), с минимальным коэффициентом отражения (Thermal emisivity 82°C = 0,16). Пластина абсорбера расположена за остекленной прозрачной поверхностью толщиной 4 мм, за которым есть замкнутое воздушное пространство (рисунок 1). Нижняя часть солнечного коллектора изолируется с использованием минерального утеплителя 50 мм толщиной для предотвращения потери тепла. Солнечный коллектор был спроектирован таким образом, чтобы получить максимальный прием тепла от солнечной радиации, который составляет 2,8 кВт. Используется герметичный компрессор поршневого типа, работающий на фреоне R407C. Для того чтобы избежать перегрузки и внутреннего перегрева, компрессор был оснащен автоматическим реле выключения. Был использован пластинчатый паяный теплообменник (конденсатор) с тепловой нагрузкой 6,9965 кВт и массовым расходом 0,043 кг/с. Ресивер хладагента и смотровое стекло было установлено после конденсатора, после фильтра осушителя и расходомера, которые используются для удаления содержания влажности в хладагенте и измерения расхода. Терморегулирующий вентиль регулирует течение хладагента через солнечный коллектор-испаритель. При проведении экспериментов солнечный коллектор был направлен на юг под углом 45º (широта 51.1 0N, долгота 71.3 0E, Астана, Казахстан) к горизонту.

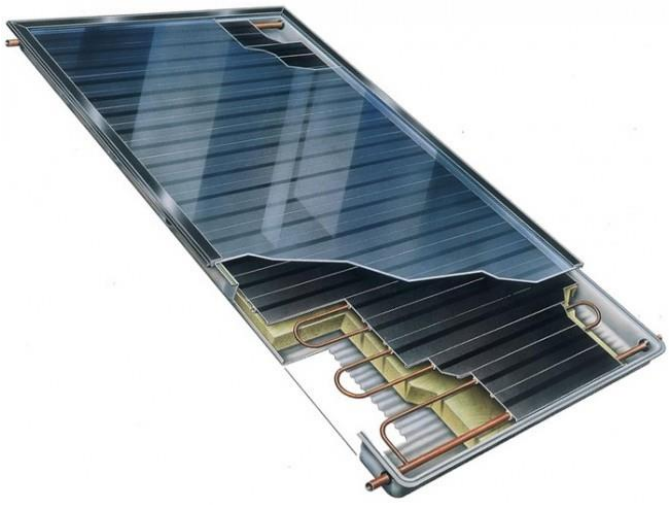


Рис.1. Солнечный коллектор ТОО «KunTech» в разрезе

Система №1. Гелиоколлекторная система ТОО «KunTech». Данная система напрямую подключена к баку-аккумулятору для отопления и ГВС (рисунок 2).

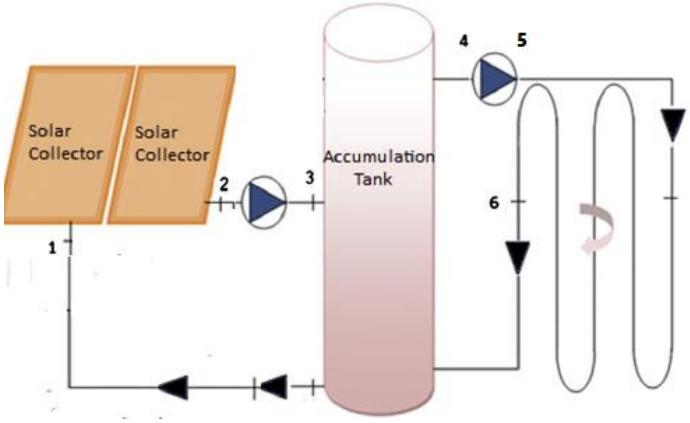


Рис. 2. Гелиоколлекторная система ТОО «KunTech»

Система №2. Солнечный тепловой насос. В данной системе источником тепла для испарителя теплового насоса служит солнечная водонагревательная система (рисунок 3).

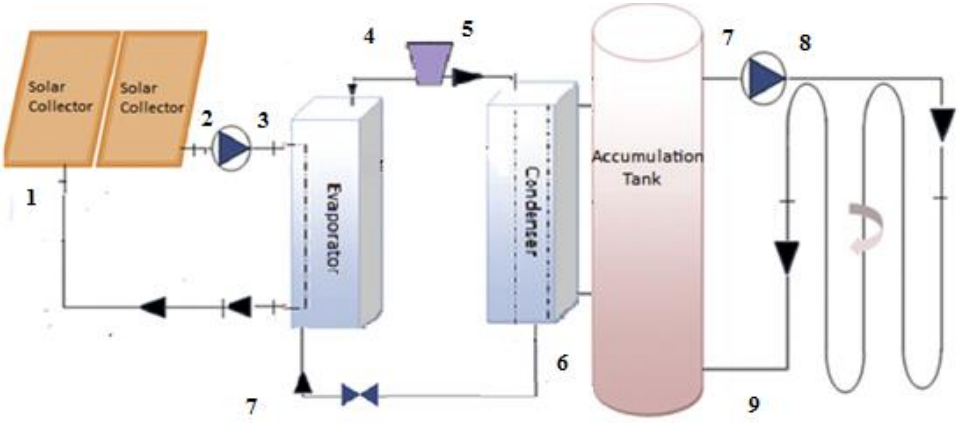


Рис. 3. Солнечный тепловой насос

Система №3. Солнечный тепловой насос прямого расширения. В данной системе в качестве испарителя теплового насоса служит сам солнечный коллектор. Хладагент напрямую расширяется в солнечном коллекторе (рисунок 4).

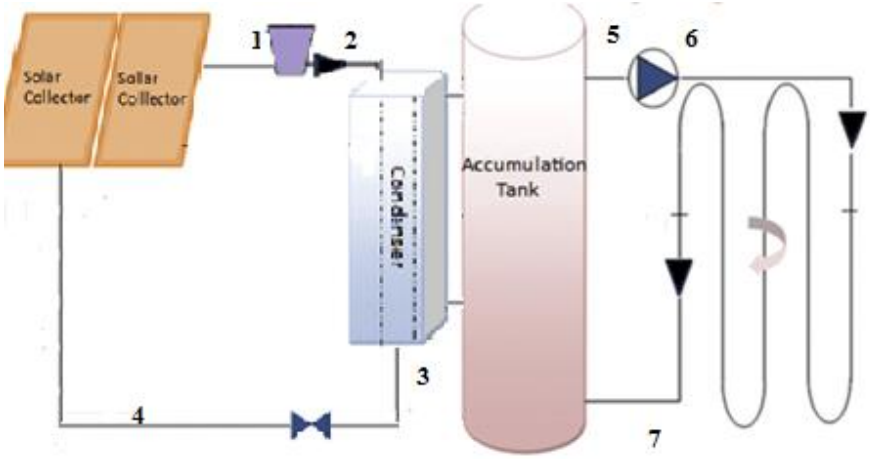


Рис. 4. Солнечный тепловой насос прямого расширения

Система №4. Каскадный солнечный тепловой насос прямого расширения. В данной системе для увеличения диапазона температуры используется два последовательных теплонасосных контура. При этом в первом контуре применяется солнечный тепловой насос прямого расширения (рисунок 5).

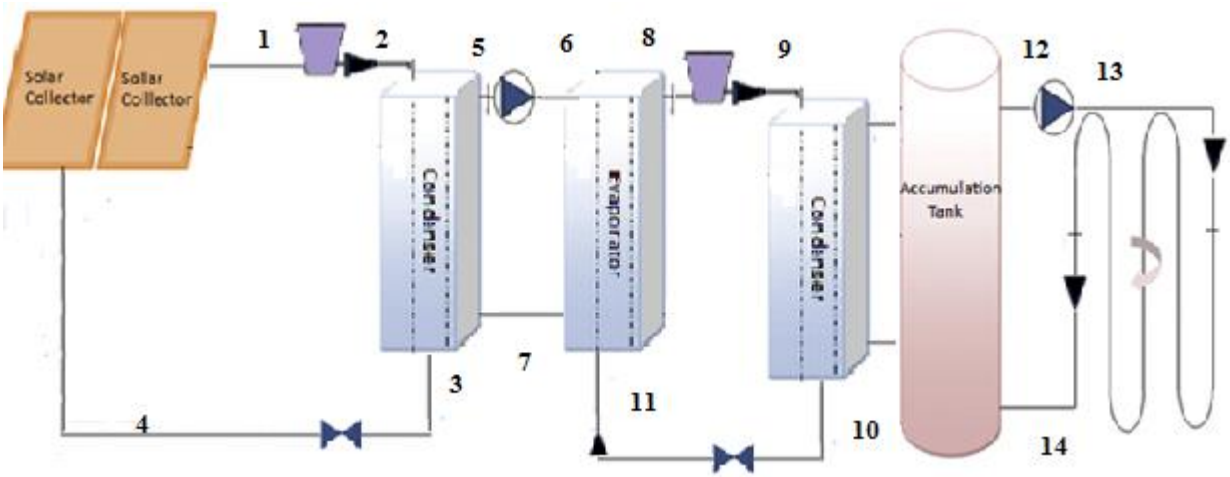


Рис.5. Каскадный солнечный тепловой насос прямого расширения

Математическая модель

Эксергетический анализ широко используется для определения оптимального режима работы гелиоколлекторных систем путем определения неэффективных компонентов системы. Эксергетическая эффективность является показателем совершенства установки.

Эксергетический анализ был проведен с учетом следующих предположений:

– Все процессы стационарные, т.е. не зависит от времени.

– Допускается предположение о пренебрежении потенциальными, кинетическими и химическими эффектами.

– Механическая ($\eta_{\text{mechanical}}$) и электрическая ($\eta_{\text{electrical}}$) эффективности (в некоторой литературе механический и электрический КПД) предполагается равным 0,85.

– Объёмная эффективность (в некоторой литературе объёмный КПД) предполагается равным 0,8.

– Скорость компрессора (N) принимается равным 2900 rpm (оборотов в минуту) при 8,4 м^3/час и 3500 rpm при 10,1 м^3/час.

– Объём перемещения поршня в конце такта всасывания (V_{dis}) равняется 48,06 см^3/оборот (cm^3/rev).

– Два солнечных коллектора площадью (A) 2 м^2 с минимальными конвективными потерями на пластине абсорбера.

Удельная эксергия (ex в кДж/кг) и полный коэффициент эксергии (Ex в кВт) вычисляется с использованием следующих уравнений (1-2):

$$\psi = (h - h_0) - T_0(s - s_0), \tag{1}$$

$$\dot{Ex} = \dot{m}\psi \tag{2}$$

Компрессор

Массовый расход ($\dot{m}_r$) хладагентов R407C и R134a, циркулирующих в системах равен 0.03429 кг/с. Работа ($\dot{W}_{\text{comp}}$), совершенная компрессором определяются следующим образом в соответствии с формулами (3-4):

$$\dot{W}_{\text{comp}} = \dot{m}_r (h_2 - h_1). \tag{3}$$

$$\dot{W}_{\text{comp,elec}} = \frac{\dot{m}_r (h_2 - h_1)}{\eta_{mechanical} \times \eta_{electrical}}. \tag{4}$$

Потеря эксергии ($Ex_{\text{dest(comp)}}$) и эксергетическая эффективность ($\varepsilon_{\text{comp}}$) компрессоров вычисляются по формулам (5-6):

$$\dot{Ex}_{dest(comp)} = \dot{m}_r (\psi_1 - \psi_2) + \dot{W}_{comp,elec} \tag{5}$$

$$\varepsilon_{comp} = \frac{\dot{Ex}_2 - \dot{Ex}_1}{W_{comp,elec}} \tag{6}$$

Конденсатор

Эксергетическая эффективность ($\varepsilon_{\text{cond}}$) конденсатора (паяных компактных теплообменников) вычисляется с использованием соотношения (7).

$$\varepsilon_{cond} = \frac{\psi_2}{\psi_1} \tag{7}$$

Расширительный клапан

Процесс расширения в терморегулирующем вентиле (ТРВ) является почти изоэнтальпическим. Эксергетическая эффективность ($\varepsilon_{\text{(TEV)}}$) вычисляется по формуле (8).

$$\varepsilon_{TEV} = \frac{\psi_2}{\psi_1} \tag{8}$$

Испаритель (Солнечный коллектор)

Эксергетическая эффективность ($\varepsilon_{\text{(s.collector)}}$) солнечного коллектора вычисляется по формуле (9).

$$\varepsilon_{s.collector} = \frac{\dot{m}_r c[(T_2 - T_1) - T_0 \ln(\frac{T_2}{T_1})]}{A\dot{I}\left[1 + \frac{1}{3}\left(\frac{T_0}{T_s}\right)^4 - \frac{4}{3}\left(\frac{T_0}{T_s}\right)\right] + W_p}. \tag{9}$$

Здесь $\dot{I}$ показатель необратимости процесса (в кВт).

Вся система в целом

Потеря эксергии всей системы в целом ($\dot{Ex}_{dest(system)}$) и эксергетическая эффективность ($\varepsilon_{\text{system}}$) вычисляются по формулам:

$$\dot{Ex}_{dest(system)} = \dot{Ex}_{dest(comp)} + \dot{Ex}_{dest(cond)} + \dot{Ex}_{dest(\text{exp}.valve)} + \dot{Ex}_{dest(s.collector)}, \tag{10}$$

$$\varepsilon_{system} = 1 - \frac{\dot{E}x_{dest}}{\dot{E}x_{in}}. \quad (11)$$

Теплофизические свойства в узлах были определены с использованием программы REFPROP.

Описание численного решения задачи

Расчеты были проведены для климатических условий Казахстана (г. Астана) при минимальной средней дневной интенсивности солнечной радиации – 200 Вт/м^2 и температуре окружающей среды: -10 ºС. Проведен термодинамический анализ по второму закону применительно к хладагентам R407C и R134a. Результаты расчетов приведены в таблицах 1-4.

Таблица 1. **Эксергетический расчет системы №1 для температуры -10 ºС**

№	Наименование элемента	Температура, T (K)	Удельная энтальпия, h (кДж/кг)	Удельная энтропия, S, (кДж/кг*К)	Удельная эксергия, ψ, (кДж/кг)
1	На входе коллектора	301,65	418,55	1,7118	31,5740
2	На выходе коллектора	313,15	429,04	1,6899	47,8270
3	На входе в бак-аккумулятор	313,15	161,26	-	-
4	На выходе из бака-аккумулятора / На входе в циркуляционный насос	311,15	159,17	-	-
5	На выходе из циркуляционного насоса	311,65	-	-	-
6	На входе «теплого пола»	311,65	-	-	-
7	На выходе из «теплого пола»,	306,65	-	-	-
8	На выходе из бака-аккумулятора / На входе коллектора	301,65	-	-	-

Таблица 2. **Эксергетический расчет системы №2 для температуры -10 ºС**

№	Наименование элемента	Температура, T (K)	Удельная энтальпия, h (кДж/кг)	Удельная энтропия, S (кДж/кг1К)	Удельная эксергия, ψ (кДж/кг)
1	На входе коллектора	301,65	418,55	1,7118	31,5740
2	На выходе коллектора	313,15	429,04	1,6899	47,8270
3	На входе в испаритель	313,15	161,26	-	-
4	На выходе из испарителя/ На входе в компрессор	311,15	159,17	-	-
5	На выходе из компрессора / На входе в конденсатор	349,15	429,04	1,6899	47,8270
6	На выходе из конденсатора	311,15	253,43	1,1811	6,0870
7	На входе в расширительный клапан	268,15	-	-	-
8	На выходе из конденсатора /На	311,15	-	-	-

	входе в насос				
9	На входе в «теплый пол»,	313,15	146,63	0,5051	82,4362
10	На выходе из «теплого пола»	308,15	167,53	0,5724	2,7300

Таблица 3. **Эксергетический расчет системы №3 для температуры -10ºС**

№	Название элемента	Жидкость	Температура T (К)	Удельная энтальпия, h (кДж/кг)	Удельная энтропия, s (кДж/кг К)	Удельная эксергия, ψ (кДж/кг)
1	Выход из солнечного коллектора/ Вход в компрессор	R134a	266,15	394,47	1,7313	0,08100
2	Выход из компрессора / Вход в конденсатор	R134a	331,15	426,07	1,7035	1,41527
3	Выход из конденсатора / Вход в расширительный клапан	R134a	301,15	238,84	1,1341	0,13347
4	Выход из расширительного клапана / Вход в солнечный коллектор	R134a	278,15	206,75	1,0243	0,02331
5	Выход из конденсатора / Вход в циркуляционный насос	Антифриз	331,15	242,81	0,80610	0,32840
6	Выход из циркуляционного насоса / Вход в "теплый пол"	Антифриз	332,15	246,99	0,81871	0,34504
7	Выход из "теплого пола" / Вход в конденсатор	Антифриз	322,15	205,16	0,69085	0,19530

Таблица 4. **Эксергетический расчет системы №4 для температуры -10 ºС**

№	Название элемента	Жидкость	Температура T (К)	Удельная энтальпия h (кДж/кг)	Удельная энтропия s (кДж/кг К)	Удельная эксергия, ψ (кДж/кг
1	Вход в компрессор 1/ Выход из солнечного коллектора 1	R407C	266,15	406,03	1,7853	0,0897
2	Выход из компрессора 1/Вход в конденсатор 1	R407C	328,15	426,29	1,7113	1,4518
3	Выход из конденсатора 1/ Вход в расширительный клапан 1	R407C	303,15	244,46	1,1520	0,1674
4	Выход из расширительного клапана 1/ вход в солнечный коллектор	R407C	266,15	190,15	0,9638	0,0021
5	Выход из конденсатора 1/ Вход в циркуляционный насос 1	Антифриз	328,15	230,26	0,7680	0,2806
6	Выход из циркуляционного насоса 1/ Вход в конденсатор 2	Антифриз	329,15	234,44	0,7807	0,2960
7	Выход из конденсатора 2/ Вход в конденсатор 1	Антифриз	318,15	188,43	0,6386	0,1464

Продолжение таблицы 4

8	Выход из конденсатора 2/ Вход в компрессор 2	R134a	278,15	401,29	1,7245	0,3830
9	Выход из компрессора 2/ Вход в конденсатор 3	R134a	349,15	429,04	1,6899	1,6397
10	Выход из конденсатора 3/ Вход в расширительный клапан 2	R134a	313,15	256,41	1,1905	0,2273
11	Выход из расширительного клапана 2/ Вход в конденсатор 2	R134a	278,15	206,75	1,0243	0,0233
12	Выход из конденсатора 3/ Вход в циркуляционный насос 2	Антифриз	349,15	318,22	1,0278	0,6868
13	Выход из циркуляционного насоса 2/ Вход в "теплый пол"	Антифриз	350,15	322,42	1,0398	0,7102
14	Выход из "теплого пола" / Вход в конденсатор 3	Антифриз	338,15	272,12	0,8936	0,4538

Результаты численного решения

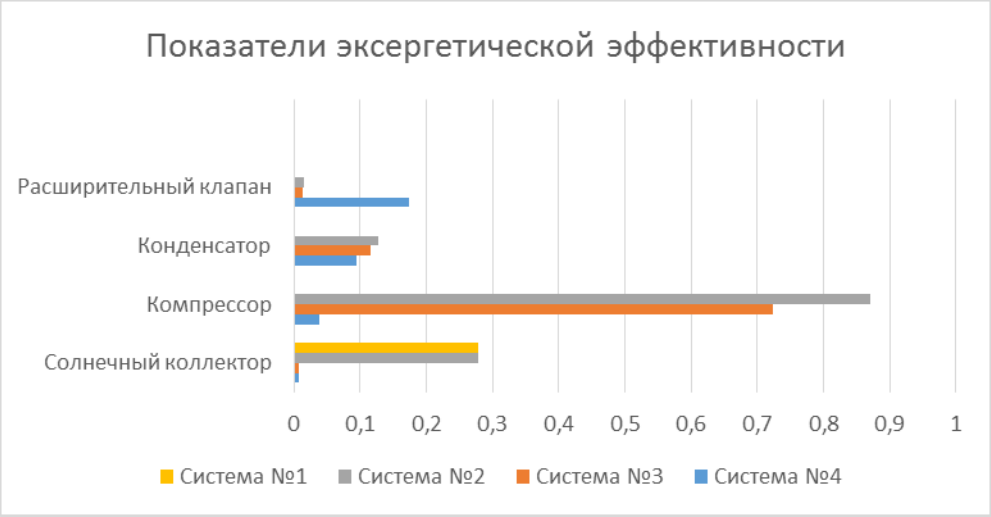


Рис. 6. Показатели эксергетической эффективности систем

На рисунке 6 представлена эксергетическая эффективность каждого элемента гелиоколлекторной системы в зависимости от вида системы. Согласно диаграмме видно, что максимальная эффективность при минимальных потерях тепла наблюдается у системы №4. В систему №1 для увеличения диапазона температур, т.е. увеличения температуры в отопительном контуре при холодных климатических условиях необходимо интегрировать теплонасосную установку в виде систем № 2-4.

При холодных климатических условиях эксергетическая эффективность солнечного коллектора варьируется в пределах 5-27%. Эффективность конденсаторов варьируется между 9-15%. При этом наименее эффективным является компрессор, значения которого варьируются 10-88%.

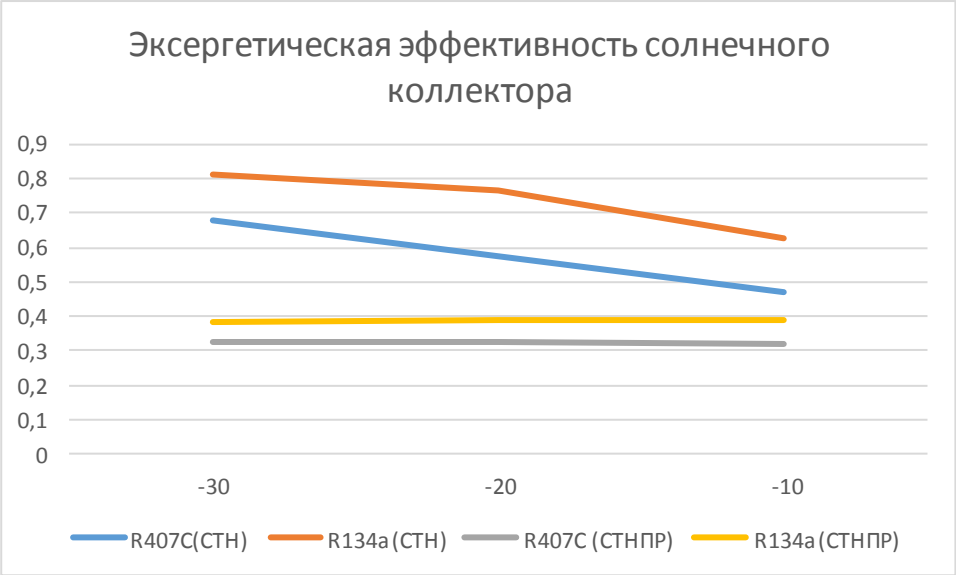


Рис.7. Эксергетическая эффективность солнечного коллектора в зависимости от типа СТН

На рисунке 7 представлена эксергетическая эффективность солнечного коллектора в зависимости от вида солнечного теплового насоса при различных значениях температуры окружающей среды. Исходя из этого можно утверждать, что наиболее эффективным при минимальных потерях является солнечный тепловой насос прямого расширения при испарении хладагента R407C.

Заключение

Получена математическая модель для эксергетической оценки тепловой производительности гелиоколлекторной системы. Проведены численные расчеты и термодинамический анализ функционирования гелиоколлекторной системы: солнечного коллектора-испарителя, компрессора, компактного теплообменника (конденсатора), расширительного клапана.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Zafer Utlu, Devrim Aydin, Olcay Kincay Comprehensive thermodynamic analysis of a renewable energy sourced hybrid heating system combined with latent heat storage //Energy Conversion and Management. – 2014. – Vol.84. – P.311-325.

[2] Ozer Kara, Koray Ulgen, Arif Hepbasli Exergetic assessment of direct expansion solar-assisted heat pump systems// Renewable and Sustainable Energy Reviews 12 (2008) 1383–1401.

[3] E. Torres Reyes et al., Energy analysis and optimization of a solar-assisted heat pump, Energy 23 (1998) 337–344.

[4] J.G. Cervantes, E. Torres-Reyes, Experiments on a solar-assisted heat pump and an energy analysis of the system, Appl. Ther. Eng. 22 (2002) 1289–1997.

[5] Y.H. Kuang, R.Z. Wang, Performance of a multi-functional direct-expansion solar assisted heat pump system, Solar Energy 80 (2006) 795–803.

Нұрқасым О. А., Алиұлы А. А., Байсеитов Д.М., Беляев Е. К.

Қазақстанның климаттық жағдайындағы гелиоколлекторлық жүйелерінің түрлеріне эксергиялық талдау өткізу

Аңдатпа. осы жұмыста әр түрлі гелиоколлекторлық жүйелеріниҚазақстанның климаттық жағдайындағы жылыту және ыстық сумен қамтамасыз ету үшін ең үздік нұсқасын анықтау мақсатында эксергиясы (жылу жоғалту) есептелді. Мақсатқа қол жеткізу үшін жүйенің кезекті элементтер есептеуформулалар кешені білдіретін математикалық моделі және ЖШС "KunTec h"температуралық деректері қолданылды. Болжамды (сандық) шешім теңдеулералгоритмі салынды. Алынған нәтижелердіңөзектілігі өте жоғары.

Түйін сөздер: эксергия, энтальпия, энтропия, гелиоколлектор, күндік жылу сорғысы.

Nurkassym O. A., Aliuly A. A., Baiseitov D.M., Belyaev E. K.

Implementation of exergy analysis of various kinds of solar collector systems for the climate of Kazakhstan

Summary. In this paper, there were conducted calculations of the exergy (heat loss) of various kinds of solar collector systems in order to identify the best option for heating and hot water supply for buildings in the climatic conditions of Kazakhstan. To achieve the goal it was used a mathematical model, which has form of set of formulas for the alternate element calculation system. The temperature data was take from "KunTech" LTD. It was developed an algorithm for the approximate (numerical) solution of the system of equations.

Key words: exergy, enthalpy, entropy, solar collector, solar heat pump.

УДК 004.93'1; 004.932, 004.896

З.Ж. Жанабаев, Т.Ю. Гревцева, Е.Т. Кожагулов*, Д.М. Жексебай
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби, НИИЭТФ, ННЛОТ,
Алматы, Республика Казахстан, kazgu.kz@gmail.com)

МОДЕЛЬ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ С САМООРГАНИЗУЮЩИМИСЯ ЭЛЕМЕНТАМИ

Аннотация. В данной работе предложена новая модель искусственной нейронной сети для задач классификаций сигналов по топологическим (S) и метрическим (K) критериям. Предложенная модель отличается структурой и использованием новой активационной функции в виде нелинейного (спайкового) преобразователя. Были протестированы базовые активационные функции искусственных нейронных сетей, такие как гиперболический тангенс, сигмоидальная функция (сигмоид) и радиальная базисная функция. Построена теория, по которой рассчитываются вычислительные блоки потенциалов действия (исходных сигналов) и блоки “S”, “K”. Последний вычислительный слой классифицирует сигналы в пять областей согласно их нелинейным свойствам. Новизна работы заключается в том, что для разработки и создания искусственной нейронной сети предложена новая структура, учитывающая основные нелинейные закономерности биологических нейронных сигналов, описанная в предыдущих наших работах. В качестве тестовых сигналов были взяты временные ряды одномерного (Фейгенбаум) и двумерного (Хенона) отображении. Приведены результаты обработки тестовых сигналов разными типами активационных функций. Классификация режимов колебаний отображений Хенона, Фейгенбаума показала более высокую разрешающую способность предлагаемой нейронной сети.

Ключевые слова: Искусственные нейронные сети, функция активаций, классификация сигналов, нелинейные закономерности.

Введение

В последнее время возрос интерес научной общественности к исследованию и развитию теории искусственной нейронной сети, о чем говорят множественные научные публикации в этом направлении [1-7]. В первую очередь это может быть связано с тем, что искусственные нейронные сети нашли широкое применение в современных повседневных гаджетах. Такие задачи как классификация векторов, предсказания сигналов, аппроксимации функций и распознавание образов (непрерывное распознавание речи и распознавание рукописного текста) легко решаются на основе моделей нейронных сетей [8-12]. Классификация является одним из наиболее часто встречающихся задач принятия решений искусственными нейронными сетями. Проблема классификаций заключается в том, что исследуемый объект заранее должен быть включен определенную группу на основе ряда наблюдаемых признаков, связанных с этим объектом.

Преимущество использования нейронных сетей [13, 14] очевидно и заключается в следующем. Во-первых, они имеют свойства самоадаптации (приспособиться к задаче) к малым изменениям решаемой задачи. Во-вторых, нейронные сети являются нелинейными моделями используемыми для решения задач сложных систем с нечеткой логикой.

Существует множество моделей [15-18] искусственных нейронных сетей (многослойные персептроны, радиальные базисные сети, самоорганизующийся слой Кохонена, рекуррентные сети), но есть необходимость в создании искусственной нейронной сети, которая учитывала бы основные свойства потенциалов действия биологического нейрона. Основные модели искусственных нейронных сетей учитывают структурную составляющую биологических нейронных сетей, но закономерно-

сти временной зависимости потенциала действия нейронов, описывающие динамику нейронов не учитываются. Первоначально искусственные нейронные сети были разработаны в соответствии с элементарным принципом работы нервной системы. Основополагающими такого рода сетей являются искусственные нейроны и связи между ними, которые в совокупности определяют поведение сети, в основном состоящей из трех (входной, скрытый и выходной слои) или более слоев [19]. Лучшим вариантом является использование модели, которая описывает основные закономерности динамики биологических нейронов. Целью настоящей работы является использование масштабно-инвариантной модели нейронов к созданию модели искусственной нейронной сети для задач классификаций сигналов.

Теоретические основы модели искусственной нейронной сети

Для описания потенциалов действия нейронов могут быть использованы уравнения, предложенные ранее нами [20,21], в итерационном виде

$$V_{i+1}^{(k)} = V_0^{(k)} \left(\left| 1 - F^{(k)}(t) \Big/ \sum_{k=1}^{N} V_i^{(k)} \right| \right)^{-\gamma_k}, \quad (1)$$

$$V_{i+1}^{(k)} = V_0^{(k)} \left(\left| 1 - \sum_{k=1}^{N} V_i^{(k)} \Big/ F^{(k)}(t) \right| \right)^{-\gamma_k}, \quad (2)$$

$$F(t) = A(1 + B\sin(\Omega t)),\ \gamma_k = D_k - d_k \quad (3)$$

где k – порядковый номер нейрона, V_i – потенциал действия нейронов, V_0 – их пороговые значения, $F(t)$ – модулированное значение стимула одного нейрона, γ_k – разность фрактальной и топологической размерностей множества значений V_i. Уравнение (1) учитывает возможность собственных подпороговых колебаний нейрона при $F(t) = 0$, а уравнение (2) – только наличие стимула $F(t) \neq 0$. Роль $F(t)$ могут играть потенциалы действия соседних нейронов. Уравнения (1), (2) описывают экспериментально наблюдаемое разнообразие спайков, хаотичных вибраций, фазовую синхронизацию после всплеска. Уравнения (1), (2) правильно описывают основные экспериментальные закономерности динамики биологической нейронной активности, что было показано в работе [22].

Иерархические структуры ансамблей нейронов моделируются следующими уравнениями

$$V_n = f\left(\ldots f\left(\frac{V_0}{n}, V_n \right) \ldots \right), \quad (4)$$

$$V_{n,F} = f\left(\ldots f\left(\frac{V_{0,F}}{n}, V_{n,F} \right) \ldots \right), n = 1,2,\ldots, \quad (5)$$

где число скобок n задает структуру порядка сложных кластеров.

На основе вышеописанной динамики системы нейронов можно построить искусственную нейронную сеть с иерархическими уровнями (рисунок 1), состоящей из блока входных значений $F^k(t)=\{X_1, X_2, \ldots X_n\}$, из блока функций активации (нелинейного преобразователя) $\{V_1, V_2, \ldots V_n\}$. Элементы сети взаимосвязаны и учитывают изменения состояния соседних элементов. Функция нелинейного преобразователя описывается формулой (1), где $F^{(k)}(t)$ – входные значения сигналов. Далее для каждого преобразованного сигнала вычисляется информационная энтропия (S) и обобщенная метрическая характеристика (K), в блоках вычисления "S" и "K". Зависимость $S(K)$ классифицирует сигнал на пять основные области $S(K)$, которые установлены нами [23]. Эти области метрико-топологической диаграммы с достаточной точностью количественно идентифицируют стохастические, самоподобные, самоаффинные, квазирегулярные, самоорганизованные (хаотические) сигналы. В случае необходимости данную модель можно адаптировать под модели рекуррентных нейронных сетей, что дает возможность управления системой через обратную связь.

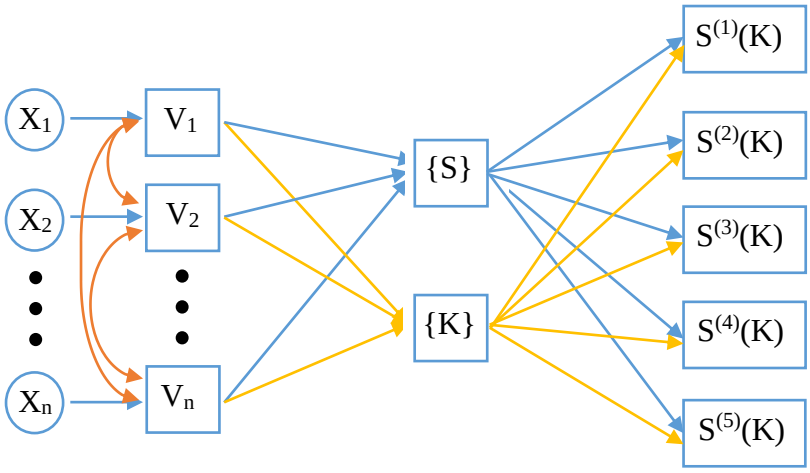


Рис. 1. Модель искусственной нейронной сети с самоорганизующимися элементами

Результаты использования нелинейного проебразователя

Исследовано различие действия функции нелинейного (спайкового) преобразователя (1) от действия общеизвестных активационных функции нейронов (рисунок 2), таких, как сигмоидальная функция (сигмоид) $F(X)=1/(1+e^{-X})$, радиально базисная функция $F(X)=e^{-X^2}$ и гиперболическая тангенциальная функция $F(X)=(e^{X}-e^{-X})/(e^{X}+e^{-X})$. Для количественного сопоставления полученных результатов будем учитывать их нелинейные закономерности, учитывающие фрактальные, информационно-энтропийные и обобщенные метрические характеристики нейронных сигналов. В виде тестовых сигналов взяты известные отображения.

Отображение Фейгенбаума (логистическое отображения) записывается следующим образом:

$$x_{i+1}=rx_i(1-x_i), \tag{6}$$

где x_i принимает значения от 0 до 1 и отражает численность популяции, r – внешний параметр.

Отображение Хенона можно рассматривать как двумерное обобщение логистического отображения:

$$\begin{aligned} x_{i+1}&=1-ax_i^{\,2}+y_i,\\ y_{i+1}&=bx_i, \end{aligned} \tag{7}$$

где a и b – внешние параметры.

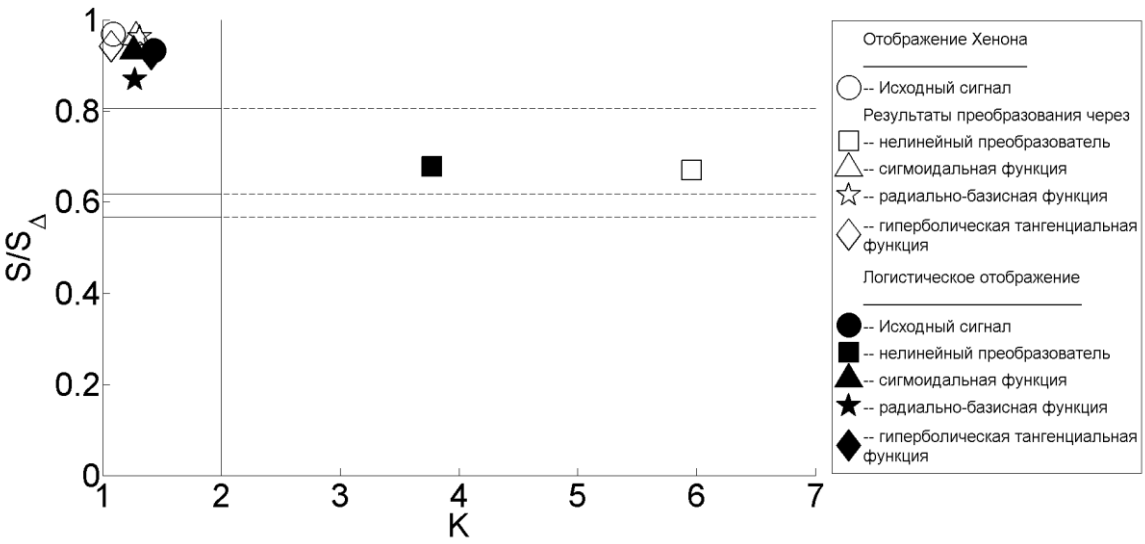


Рис. 2. Метрико-топологическая диаграмма, полученная различными функциями активации нейрона

Алгоритм вычислении нормированной энтропий S/S_{Δ} и метрической характеристики K приведены в работе [23]. Из рисунка 2 видно, что исходные сигналы (отображения Фейгенбаума и отображения Хенона) после обработки функцией нелинейного преобразователя становятся более различимыми, т.к. метрическая характеристика K меняется заметно ($K \geq 3$), для других известных преобразований $K \leq 1.5$.

Используем предлагаемую модель искусственной нейронной сети с самоорганизующимися элементами для задач классификации однотипного сигнала согласно формуле (1).

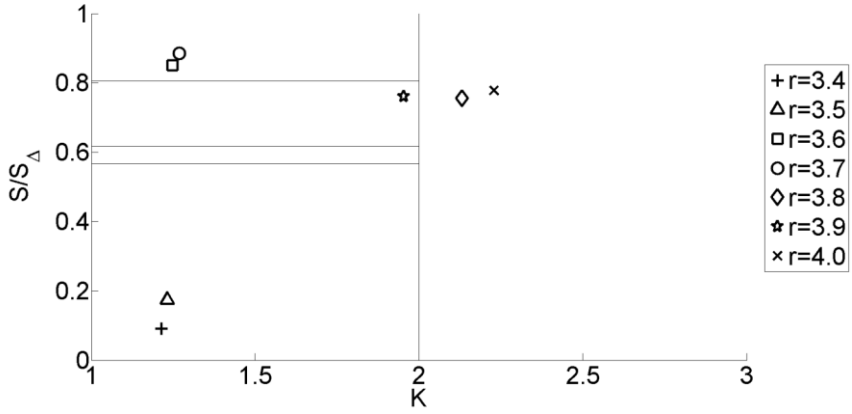


Рис. 3. Классификация сигналов логистического отображения (6) согласно их различным нелинейным свойствам по модели искусственной нейронной сети с самоорганизующимися элементами ($r = [3.4 : 0.1 : 4]$, $\gamma = 0.433$, число отсчетов $N = 10^4$)

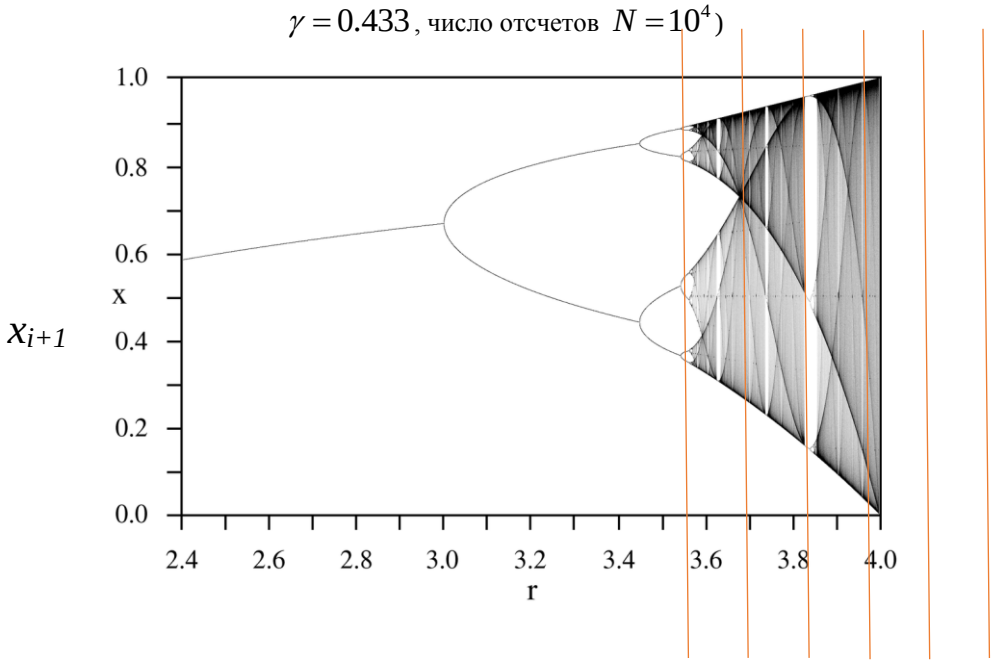


Рис. 4. Бифуркационная диаграмма логистического отображения

На рисунке 3 показана классификация сигналов логистического отображения (6) в зависимости от сложности формы сигналов согласно параметру *r*. Как известно, с ростом параметра *r* степень хаотичности сигнала растет (рисунок 4). При малых значениях r ($r \prec 4$) нет хаотичности во временном ряде x_{i+1} и это соответствует малым значениям энтропии S/S_{Δ} .

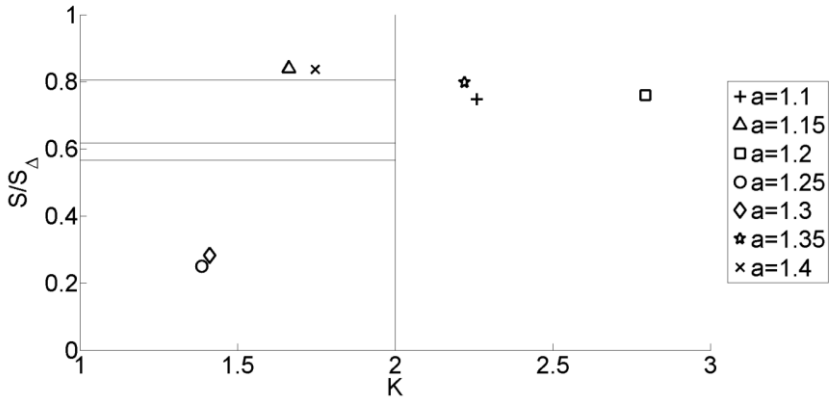


Рис. 5. Классификация сигналов отображения Хенона (7) согласно их различным нелинейным свойствам по модели искусственной нейронной сети с самоорганизующимися элементами ($a=[1.1:0.05:1.4]$, $b=0.3$, $\gamma=0.433$, число отсчетов $N=10^4$)

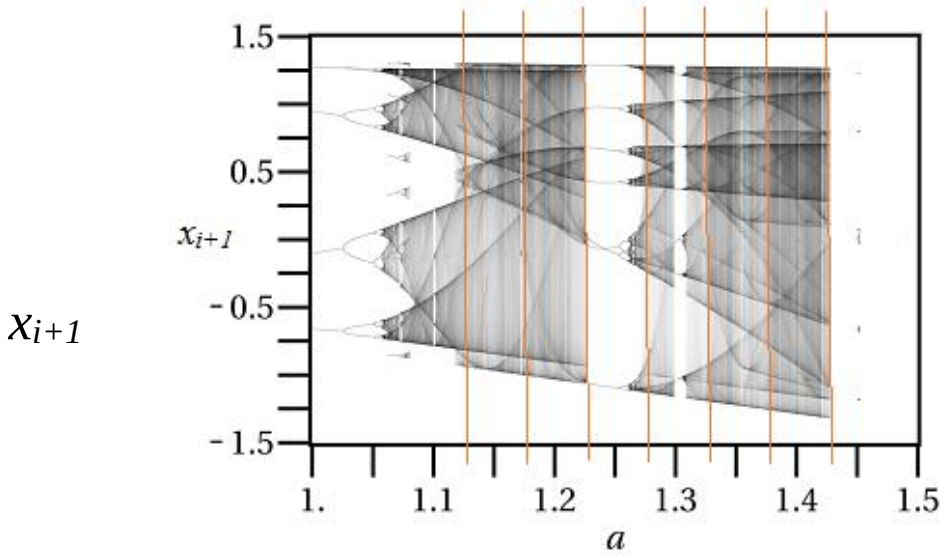


Рис. 6. Бифуркационная диаграмма отображения Хенона

На рисунке 5 показана классификация сигналов отображения Хенона в зависимости от сложности формы сигналов согласно параметру *a*. Как видно, изменение параметра «*a*» отображения Хенона соответствуют изменению сложности входного сигнала (рисунок 6).

Заключение

Предложена новая модель искусственной нейронной сети, основанная на динамике биологического нейрона. Первый вычислительный слой состоит из блоков активационной функции нелинейного (спайкового) преобразователя сигналов, учитывающих изменения состояний соседних нейронов. Именно этот слой является ключевым при классификации хаотических сигналов. Преобразованные сигналы через этот слой выявляют структурные отличия входных сигналов, преобразуя их в формы спайковых сигналов. Следующий вычислительный слой состоит из блоков “S” и “K”, которые учитывают топологические (S) и метрические (K) характеристики сигналов. Физический смысл параметров “S” и “K” заключается в учете энтропийных и обобщенно-метрических характеристик. Последний вычислительный слой качественно классифицирует сигналы в пять областей ($S^{(1)}(K)$ - $S^{(5)}(K)$): стохастичности, самоподобности, самоаффинности, квазирегулярности, самоорганизованности согласно их нелинейным свойствам. Предлагаемая новая нейронная сеть обладает высокой разрешающей способностью при относительно малом объеме вычислений.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Aram Z. et al. Using chaotic artificial neural networks to model memory in the brain // Communications In Nonlinear Science And Numerical Simulation. – 2017. – Vol. 44. – P. 449-459. doi: 10.1016/j.neucom.2016.08.039.

[2] Tehlah N., Kaewpradit P., Mujtaba I.M. Artificial neural network based modeling and optimization of refined palm oil process // Neurocomputing. – 2016. – Vol. 216. – P. 489-501.

[3] Basu J.K., Bhattacharyya D., Kim T. Use of artificial neural network in pattern recognition // International Journal of Software Engineering and Its Applications. – 2010. – Vol. 4. – No 2. – P. 23-34.

[4] Vasilakos A.V. et al. Neural networks for computer-aided diagnosis in medicine: A review // Neurocomputing, – 2016. – Vol. 216. – P. 700-708.

[5] Mehr H.D., Polat H., Cetin A. Resident activity recognition in smart homes by using artificial neural networks // Smart Grid Congress and Fair (ICSG), 2016 4th International Istanbul. – IEEE, 2016. – P. 1-5.

[6] Hamdan M.A. et al. Heat Transfer Analysis of a Flat-Plate Solar Air Collector by Using an Artificial Neural Network // Journal Of Infrastructure Systems. – 2014. – P. A4014004.

[7] Carrillo S. et al. Advancing interconnect density for spiking neural network hardware implementations using traffic-aware adaptive network-on-chip routers // Neural networks. – 2012. – Vol. 33. – P. 42-57.

[8] Ciregan D., Meier U., Schmidhuber J. Multi-column deep neural networks for image classification // Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2012 IEEE Conference on. – IEEE, 2012. – P. 3642-3649.

[9] Hinton G. et al. Deep neural networks for acoustic modeling in speech recognition: The shared views of four research groups // IEEE Signal Processing Magazine. – 2012. – Vol. 29. – No 6. – P. 82-97.

[10] Ciresan D.C. et al. Deep, big, simple neural nets for handwritten digit recognition // Neural computation. – 2010. – Vol. 22. – No 12. – P. 3207-3220.

[11] Kara Y., Boyacioglu M.A., Baykan Ö.K. Predicting direction of stock price index movement using artificial neural networks and support vector machines: The sample of the Istanbul Stock Exchange // Expert systems with Applications. – 2011. – Vol. 38. – No 5. – P. 5311-5319.

[12] Jayalakshmi T., Santhakumaran A.A novel classification method for diagnosis of diabetes mellitus using artificial neural networks // Data Storage and Data Engineering (DSDE), 2010 International Conference on. – IEEE, 2010. – P. 159-163.

[13] Schmidhuber J. Deep learning in neural networks: An overview // Neural Networks. – 2015. – Vol. 61. – P. 85-117.

[14] Bautista C. M. et al. Convolutional neural network for vehicle detection in low resolution traffic videos // Region 10 Symposium (TENSYMP), 2016 IEEE. – IEEE, 2016. – P. 277-281.

[15] Yan H. et al. A multilayer perceptron-based medical decision support system for heart disease diagnosis // Expert Systems with Applications. – 2006. – Vol. 30. – No 2. – P. 272-281.

[16] Broomhead D.S., Lowe D. Radial basis functions, multi-variable functional interpolation and adaptive networks. – Royal Signals And Radar Establishment Malvern (United Kingdom), 1988. – No RSRE-MEMO-4148.

[17] Kohonen T. The Self-Organizing Map // Proceedings of the IEEE. – 1990. – Vol. 78. – No 9. – P. 1464-1480.

[18] Hopfield J.J. Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities // Proceedings of the national academy of sciences. – 1982. – Vol. 79. – No 8. – P. 2554-2558.

[19] Reby D. et al. Artificial neural networks as a classification method in the behavioural sciences // Behavioural Processes. – 1997. – Vol. 40. – No 1. – P. 35-43.

[20] Zhanabaev Z.Z., Kozhagulov Y.T. A Generic model for scale–invariant neural networks // Journal of Neuroscience and Neuroengineering. – 2013. – Vol. 2. – No 3. – P. 267-271.

[21] Zhanabaev Z.Z., Kozhagulov Y.T. Nonlinear Fractal Models of Neuronal Dynamics // International Conference Nonlinear Dynamics of Electronic System. Bari, Italy. 10-12 July, 2013.

[22] Жанабаев З.Ж., Кожагулов Е.Т. Масштабная инвариантность нейронных сетей // Сборник трудов Международной научной конференции «Актуальные проблемы современной физики», посвященной 80-летию профессора Исатаева Совета Исатаевича. –Алматы 29-30 марта 2012г. С. 159-165.

[23] Zhanabaev Z.Z., Kozhagulov Y.T., Khokhlov S.A. Scale invariance criteria of dynamical chaos // International Journal of Mathematics and Physics. – 2013. – Vol. 4. – No 2. – P. 29-37.

Жанабаев З.Ж., Гревцева Т.Ю., Кожагулов Е.Т., Жексебай Д.М.

Өзқауымдасқан элементті жасанды гнейрондық тордың моделі

Түйіндеме: Осы жұмыста топологиялық (S) және метрикалық (K) белгілер бойынша сигналдарды классификациялау есебі үшін жасанды нейрондық тордың жаңа моделі ұсынылды. Ұсынылған модель құрылымымен және бейсызық (спайкты) түрлендіру түріндегі жаңа белсендіргіш функциясын пайдаланумен ерекшеленеді. Жасанды нейрондық тордың негізгі белсендіргіш функциялары сыналған болатын, атап айтсақ, гиперболалық тангенс, сигмоидтық функция (сигмоид) және радиалды базистік функция. Потенциалдар әрекетін (бастапқы сигналды) есептеу блогы және “S”, “K” блоктарын есептеу бойынша теория жасалды. Соңғы есептеу қабаты

сигналдарды бейсызық қасиеті бойынша бес облысқа бөледі. Жұмыстың жаңалығы жасанды нейрондық торды құрастыруда және жасауда биологиялық нейрондық сигналдардың негізгі бейсызық заңдылықтарын ескеретін, біздің алдыңғы жұмыстарда сипатталған жаңа құрылым ұсынуға негізделген. Тестілік сигнал ретінде бірөлшемді (Фейгенбаум) және екіөлшемді (Хенон) бейнелеулердің уақыттық қатары алынған болатын. Тестілік сигналдардың әртүрлі типтегі белсендіргіш функциялармен өңделген нәтижелері келтірілген. Ұсынылған нейрондық тор Хенон, Фейгенбаум бейнелеулерінің тербеліс режимдерін классификациялауда өте жоғары мүмкіндікке рұқсат бере алатыны көрсетілді.

Тірек сөздер: Жасанды нейрондық торлар, белсендіргіш функция, сигналдарды классификциялау, бейсызық заңдылықтар.

Zhanabaev Z.Zh., Grevtseva T.Yu., Kozhagulov Y.T., Zhexebay D.M.

Artificial neural network models with self-organizing elements

Summary. A new model of artificial neural network for signal classification by topological (S) and metrical (K) characteristics has been presented in this paper. The structure and a new activation function as a nonlinear (spike) converter are features of proposed model. The basic activation functions (hyperbolic tangent, sigmoid function, radial basis function) of artificial neural network were tested. Be used the theory that calculated computing units of action potentials and “S”, “K” computing units. The last computation layer classifies signals into five areas according to their nonlinear properties. The novelty of the work consists in the fact that for the development and creation of an artificial neural network is proposed a new structure that takes into account the main nonlinear characteristics of biological neural signals, as described in our previous works. As test signals were taken one-dimensional (Feigenbaum) and two-dimensional (Henon) maps. Classification of oscillation regimes of Henon and Feigenbaum maps showed a higher resolution of the proposed neural network.

Key words: Artificial neural network, activation functions, signal classification, nonlinear characteristics.

ӘӨЖ 621.01

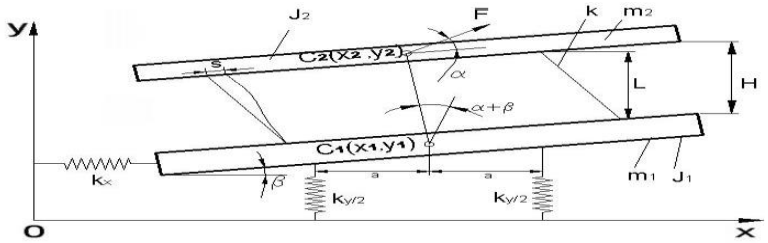
С. Б. Қосболов, Ә. Жауыт
(Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы, Қазақстан, ali84jauit@mail.ru)

ТЕРБЕЛМЕЛІ ҚОНДЫРҒЫ БУЫНДАРЫНЫҢ СЕРПІМДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Бұл мақалада серпімді базада орналастырылған діріл конвейер қарастырылған. Графикалық ұсыну үшін Лагранж теңдеуі әдісін пайдалана отырыпмеханикалық жүйе элементтерінің орналасуын анықтайтын жалпылама координаталар жүйесін шешу анықталған. Дайындалған С бағдарламасын пайдалану арқылы Рунге-Кутта және Гаусс әдісімен координаталардың сандық нәтижелері алынды. Тербелмелі жетектер немесе тербеліс атқарушы қондырғылар өнеркәсіптің көптеген салалары: тамақ өнеркәсібі, химия өнеркәсібі, құю өндірісі, ауыл шаруашылығы индустриясында, жеке бөлшектер мен сусымалы материалдарды тасымалдау үшін кеңінен пайдаланылған. Жобалаушылардың көзқарасымен қарағанда, ағымдағы баламалы электр энергиясын тұтыну, діріл беру және шу эмиссиясының шектеулерді қанағаттандыратын тиімді діріл қоректендіргіштерді елестету болып табылады. Сонымен қатар, әрқашан техникалық қызмет көрсету, пайыздық құнын төмендету ескеріледі. Осыған байланысты, бұл жұмыс пьезоэлектр материалдарды қолдану негізінде эксперименттік тербелістер мен тасымалданатын қозғалыс түрлерінің тұжырымдамасын зерттейді.

Кіліттік сөздер: табақшалы серіппе, сызықты діріл конвейері, діріл, серпімді база, С бағдарламасы.

Тербеліс атқарушы қондырғы машиналар энергияның төмендетілген мөлшерін тұтына отырып әр түрлі материалдарды тасымалдауға қолданылады[1].Бұл машиналар мынадай құрамдас бөліктерден: рама, науаша, серпімді элементтер мен механизм жетегінен тұрады.Серіппелер әсерінен тербеліс атқарушы қондырғы жүйесінің тиісті механикалық еркін дірілді қозғалысы қарастырылатын болады.1-суретте серіппеге бекітіліп орналастырылған серпімді элементтері тұрақты тербеліс атқарушы қондырғы көрсетілген. Науаша тербелмелі рамаларға бекітілген. 1-суретте тербеліс атқарушы қондырғыға ұқсас механикалық жүйе ұсынылады [2].



1- сурет. Тербелмелі рамаларға бекітілген тербеліс атқарушы қондырғы

Серіппеге орналастырылған тербеліс атқарушы қондырғыға зерттеу жүргізіледі. Жалпы жағдайда x_1, y_1, β және s өлшемдерін үйлестіреміз (1-суретке қараңыз). Массалар центрінің x_2 және y_2 жалпылама координатаны ескере отырып, бір мезгілде механикалық жүйе қозғалысының дифференциалдық теңдеулерін құру үшін Лагранж теңдеуі қолданылатын болады [3].

$$\begin{cases} \dfrac{d}{dt}\left(\dfrac{\partial L}{\partial \dot{x}_1}\right)-\dfrac{\partial L}{\partial x_1}=0 \\ \dfrac{d}{dt}\left(\dfrac{\partial L}{\partial \dot{y}_1}\right)-\dfrac{\partial L}{\partial y_1}=0 \\ \dfrac{d}{dt}\left(\dfrac{\partial L}{\partial \dot{\beta}}\right)-\dfrac{\partial L}{\partial \beta}=0 \\ \dfrac{d}{dt}\left(\dfrac{\partial L}{\partial \dot{s}}\right)-\dfrac{\partial L}{\partial s}=0 \end{cases} \tag{1}$$

$L = E_C - E_P$, мұндағы L Лагранж функциясы. Науашаның масса центрінің координаталары:

$$\begin{cases} x_2 = x_1 - L\sin(\alpha+\beta) - S\cos(\alpha+\beta) \\ y_2 = y_1 + L\cos(\alpha+\beta) - S\sin(\alpha+\beta) \end{cases} \tag{2}$$

және оның туындылары

$$\begin{cases} \dot{x}_2 = \dot{x}_1 - L\dot{\beta}\cos(\alpha+\beta) - \dot{S}\cos(\alpha+\beta) + S\dot{\beta}\sin(\alpha+\beta) \\ \dot{y}_2 = \dot{y}_1 - L\dot{\beta}\sin(\alpha+\beta) - \dot{S}\sin(\alpha+\beta) - S\dot{\beta}\cos(\alpha+\beta) \end{cases} \tag{3}$$

Механикалық жүйенің кинетикалық және потенциалдық энергиясы:

$$E_C = \frac{1}{2}m_1(\dot{x}_1^2+\dot{y}_1^2)+\frac{1}{2}J_1\dot{\beta}^2+\frac{1}{2}m_2(\dot{x}_2^2+\dot{y}_2^2)+\frac{1}{2}J_2\dot{\beta}^2 \tag{4}$$

$$E_P = \frac{1}{2}k_x x_1^2+\frac{1}{4}k_y(y_1^2+x_1^2+a^2\beta^2)+\frac{1}{2}ks^2 \tag{5}$$

мұндағы:

x_1, x_2, y_1, y_2 масса центрі координатасының рама мен науаға байланысты өлшемдері;

β қондырғының көлбеу бұрышы;

S раманың деформациясы;

m_2 арқалықтың салмағы;

J_2 арқалықтың инерция моменті;

m_1 төменгі арқалықтың салмағы;

J_1 төменгі арқалықтың инерция моменті;

k тербелмелі рама тұрақтысы;

k_x x өсі бойынша серіпімді тұрақтысы;

k_y y өсі бойынша серіпімді тұрақтысы;

Лагранж функциясы келесі өрнек арқылы өрнектеледі:

$$L = E_C - E_P = \frac{1}{2}m_1(\dot{x}_1^2 + \dot{y}_1^2) + \frac{1}{2}J_1\dot{\beta}^2 + \frac{1}{2}m_2(\dot{x}_2^2 + \dot{y}_2^2) + \\ + \frac{1}{2}J_2\dot{\beta}^2 - \frac{1}{2}k_x x_1^2 - \frac{1}{4}k_y(y_1^2 + x_1^2 + a^2\beta^2) - \frac{1}{2}ks^2 \quad (6)$$

x_2, $\dot{x}_2$, y_2 және $\dot{y}_2$ мәндерін енгізу арқылы Лагранж функциясының келесі нәтижелерін аламыз:

$$L = \frac{1}{2}m_1(\dot{x}_1^2 + \dot{y}_1^2) + \frac{1}{2}J_1\dot{\beta}^2 + \frac{1}{2}m_2(\dot{x}_1^2 + L\dot{\beta}^2 + \dot{s}^2 + s\dot{\beta}^2 - 2\dot{x}_1\dot{\beta}L\cos(\alpha+\beta) - \\ - 2\dot{x}_1\dot{s}\cos(\alpha+\beta) + 2\dot{x}_1\dot{\beta}s\sin(\alpha+\beta) + \dot{y}_1^2 - 2\dot{y}_1\dot{\beta}L\sin(\alpha+\beta) - 2\dot{y}_1\dot{s}\sin(\alpha+\beta) - \\ - 2\dot{y}_1\dot{\beta}s\cos(\alpha+\beta) + 2\dot{\beta}\dot{s}L) + \frac{1}{2}J_2\dot{\beta}^2 - \frac{1}{2}k_x x_1^2 - \frac{1}{4}k_y(y_1^2 + x_1^2 + a^2\beta^2) - \frac{1}{2}ks^2 \quad (7)$$

Жалпы түрдегі Лагранж теңдеуін алу үшін жалпылама координата мен жалпылама жылдамдықтан уақыт бойынша туындысын аламыз:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{x}_1}\right) = m_1\ddot{x}_1 + m_2[\ddot{x}_1 - \ddot{\beta}L\cos(\alpha+\beta) + \dot{\beta}^2 L\sin(\alpha+\beta) - \ddot{s}\cos(\alpha+\beta) + \dot{s}\dot{\beta}\sin(\alpha+\beta) + \\ + \ddot{\beta}\cdot\dot{s}\sin(\alpha+\beta) + \dot{\beta}^2 s\cos(\alpha+\beta)]$$

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{y}_1}\right) = m_1\ddot{y}_1 + m_2[\ddot{y}_1 - \ddot{\beta}L\sin(\alpha+\beta) - \dot{\beta}^2 L\cos(\alpha+\beta) - \ddot{s}\sin(\alpha+\beta) - \dot{s}\dot{\beta}\cos(\alpha+\beta) - \\ - \ddot{\beta}\cdot\dot{s}\cos(\alpha+\beta) + \dot{\beta}^2 s\sin(\alpha+\beta)]$$

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\beta}}\right) = m_2[L\ddot{\beta} + s\dot{\beta} + s\ddot{\beta} - \ddot{x}_1 L\cos(\alpha+\beta) + \dot{x}_1\dot{\beta}L\sin(\alpha+\beta) + \ddot{x}_1\dot{s}\sin(\alpha+\beta) + \dot{x}_1 s\dot{\beta}\cos(\alpha+\beta) - \\ - \ddot{y}_1 L\cdot\sin(\alpha+\beta) - \dot{y}_1\dot{\beta}L\cos(\alpha+\beta) - \ddot{y}_1\dot{s}\cos(\alpha+\beta) + \dot{y}_1 s\dot{\beta}\sin(\alpha+\beta) + \ddot{s}L] + (J_1 + J_2)\ddot{\beta}$$

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{s}}\right) = m_2[\ddot{s} - \ddot{x}_1\cos(\alpha+\beta) + \dot{x}_1\dot{\beta}\sin(\alpha+\beta) - \ddot{y}_1\sin(\alpha+\beta) - \dot{y}_1\dot{\beta}\cos(\alpha+\beta) + \ddot{\beta}L]$$

Теңдеу (1) бойынша Лагранждың дифференциалдық теңдеулері былайша жазылады:

$$\begin{cases} A_1\ddot{x}_1 + B_1\ddot{y}_1 + C_1\ddot{\beta} + D_1\ddot{s} = E_1 \\ A_2\ddot{x}_1 + B_2\ddot{y}_1 + C_2\ddot{\beta} + D_2\ddot{s} = E_2 \\ A_3\ddot{x}_1 + B_3\ddot{y}_1 + C_3\ddot{\beta} + D_3\ddot{s} = E_3 \\ A_4\ddot{x}_1 + B_4\ddot{y}_1 + C_4\ddot{\beta} + D_4\ddot{s} = E_4 \end{cases} \quad (8)$$

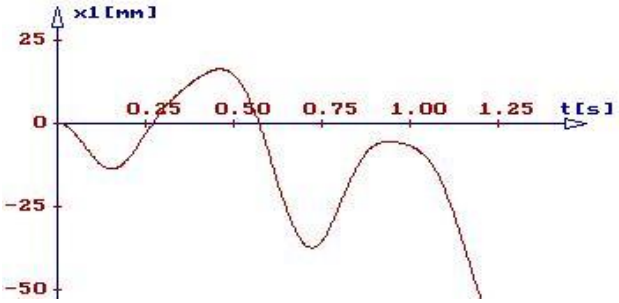
мұндағы:

$$A_1 = m_1 + m_2$$
$$B_1 = 0$$
$$C_1 = -m_2 L\cos(\alpha+\beta) + m_2\dot{s}\sin(\alpha+\beta)$$
$$D_1 = -m_2\cos(\alpha+\beta)$$
$$E_1 = -m_2\dot{\beta}^2 L\sin(\alpha+\beta) - m_2\dot{s}\dot{\beta}\sin(\alpha+\beta) - m_2\dot{\beta}^2 s\cos(\alpha+\beta) - k_x x_1 - k_y x_1$$
$$A_2 = 0$$
$$B_2 = m_1 + m_2$$
$$C_2 = -m_2 L\sin(\alpha+\beta) - m_2\dot{s}\cos(\alpha+\beta)$$
$$D_2 = -m_2\sin(\alpha+\beta)$$
$$E_2 = m_2\dot{\beta}^2 L\cos(\alpha+\beta) + m_2\dot{s}\dot{\beta}\cos(\alpha+\beta) - m_2\dot{\beta}^2 s\sin(\alpha+\beta) - k_y y_1$$
$$A_3 = -m_2 L\cos(\alpha+\beta) + m_2\dot{s}\sin(\alpha+\beta)$$
$$B_3 = -m_2 L\sin(\alpha+\beta) - m_2\dot{s}\cos(\alpha+\beta)$$
$$C_3 = J_1 + J_2 + m_2 s^2 + m_2 L^2$$
$$D_3 = m_2 L^2$$
$$E_3 = -m_2\cdot\dot{x}_1\cdot\dot{\beta}\cdot L\sin(\alpha+\beta) - m_2\cdot\dot{x}_1\cdot s\cdot\dot{\beta}\cdot\cos(\alpha+\beta) + m_2\cdot\dot{y}_1\cdot\dot{\beta}\cdot L\cdot\cos(\alpha+\beta) -$$
$$- m_2\cdot\dot{y}_1\cdot s\cdot\dot{\beta}\cdot\sin(\alpha+\beta) + m_2\cdot\dot{x}_1\cdot\dot{\beta}^2\cdot L\cdot\sin(\alpha+\beta) + m_2\cdot\dot{x}_1\cdot\dot{s}\cdot\dot{\beta}\cdot\sin(\alpha+\beta) +$$
$$+ m_2\cdot\dot{x}_1\cdot\dot{\beta}^2\cdot s\cdot\cos(\alpha+\beta) - m_2\cdot\dot{y}_1\cdot\dot{\beta}^2\cdot L\cos(\alpha+\beta) - m_2\cdot\dot{y}_1\cdot\dot{s}\cdot\dot{\beta}\cos(\alpha+\beta) +$$
$$+ m_2\cdot\dot{y}_1\cdot\dot{\beta}^2\cdot s\cdot\sin(\alpha+\beta) - \frac{k_y}{2}\cdot a^2\beta$$
$$A_4 = -m_2\cos(\alpha+\beta)$$
$$B_4 = -m_2\sin(\alpha+\beta)$$
$$C_4 = m_2\cdot L$$
$$D_4 = m_2$$
$$E_4 = m_2\cdot s\cdot\dot{\beta}^2 - k\cdot s$$

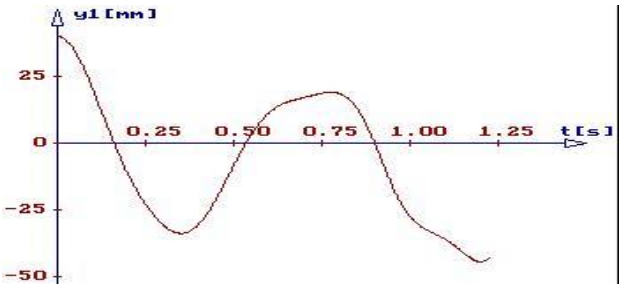
Екінші ретті төрт дифференциалдық теңдеулерден тұратын жүйе (7) арқылы екінші реттік туынды өрнегімен $\dot{x}_1$, $\dot{y}_1$, $\dot{\beta}$ және $\dot{s}$ шешілетін болады, сызықты теңдеулерін шешу үшін Гаусс әдісін пайдаланамыз. Нәтижесінде төрт дифференциалдық теңдеулер алынады, жалпылама координаттары бір ғана екінші ретті туындыны қамтиды, уақытты ескере отырып олардың әрқайсысы:

$$\ddot{x}_1 = F_1(x_1, y_1, \beta, s, \dot{x}_1, \dot{y}_1, \dot{\beta}, \dot{s})$$
$$\ddot{y}_1 = F_2(x_1, y_1, \beta, s, \dot{x}_1, \dot{y}_1, \dot{\beta}, \dot{s})$$
$$\ddot{\beta} = F_3(x_1, y_1, \beta, s, \dot{x}_1, \dot{y}_1, \dot{\beta}, \dot{s})$$
$$\ddot{s} = F_4(x_1, y_1, \beta, s, \dot{x}_1, \dot{y}_1, \dot{\beta}, \dot{s})$$

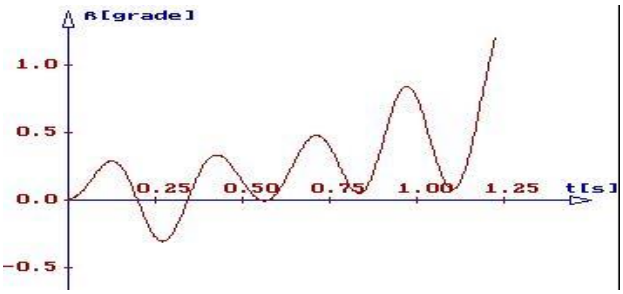
Дифференциалдық теңдеу (8) бастап және белгілей отырып $x_1 = z_1$, $\dot{x}_1 = z_2$, $y_1 = z_3$, $\dot{y}_1 = z_4$, $\beta = z_5$, $\dot{\beta} = z_6$, $s = z_7$ және $\dot{s} = z_8$ бір уақытта сегіз бірінші ретті дифференциалдық теңдеуге әкеледі. Сонымен дифференциалдық теңдеулер жүйесі Рунге - Кутта әдісін пайдалана отырып, жекежеке шешіледі [3].



2- сурет. t уақытқа байланысты x_1 өлшеміңіңөзгеруі



3- сурет. t уақытқа байланысты y_1 өлшеміңіңөзгеруі



4- сурет. t уақытқа байланысты β өлшеміңіңөзгеруі

Қозғалыстың бірінші ретті дифференциалдық теңдеулерінің сандық шешімінен кейін және жалпылама координаталарға сәйкес жылдамдығы анықталды. Келесі суретте 2, 3 және 4 кейбір нәтижелері келтірілген [4].

Қортынды. Тербелмелі қондырғылар тасымалдау үшін пайдаланылатын механикалық жүйелердің ең көне түрлерінің бірі болып табылады және өндірістік жүйенің көптеген салаларында жеке бөлшектер мен сусымалы материалдарға бағытталған. Басқа қондырғы жүйелерімен салыстырғанда, олар прецизионды өнімділігі, икемділігі және сенімділігі ретінде бірқатар тиімді сипаттамаларын ұсынады. Тасымалданатын материалдың траекториясын ескерсек, сонымен қатар тербелмелі қондырғылардың түрлеріне байланысты есептеу қиынға соғады. Осы тектес мәселелерді шешутербелмелі қондырғыларды зерттеуде, жобалауда өте маңызды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Қосболов С.Б., Жауыт Ә. Тербелісті атқарушы қондырғының буындарындағы қозғалысының дифференциялдық теңдеуі // ҚазҰТУ хабаршысы. - 2011. - №5(87). - Б. 134-137.

[2] Жауыт Ә. Алтыбуынды жазық иінтіректі механизмді кинематикалық зерттеуге Ассурдың ерекше нүкте әдісін қолдану // ҚазҰТУ хабаршысы. - 2013. - №4(98). - Б. 233-236.

[3] Жауыт Ә. III класты иінтіректі механизмді кинематикалық зерттеу // ҚазККА хабаршысы. - 2013. - №3(82). - Б. 24-32.

[4] Жауыт Ә. Тербеліс атқарушы қондырғы механизмді кинематикалық зерттеу // ҚазККА хабаршысы. - 2013. - №3(82). - Б. 32-38.

Косболов С. Б., Жауыт А.

Исследование упругости звеньев качающегося устройство

Аннотация. В данной работе исследуется вибрационный конвейер, который помещается на упругом основании. С помощью метода Лагранжа она была определена система, которая должна быть решена, чтобы получить графическое представление для обобщенных координат, определяющих положение механических элементов системы. Разработка программы Ç в которой используется Рунге-Кутта и методы Гаусса были получены численные результаты этих координат. Колебательные приводы и исполнительные устройства колебаний широко применяется во многих отраслях промышленности: пищевой промышленности, в химической промышленности, литейном производстве, в индустрии сельского хозяйства, для транспортировки отдельных деталей и сыпучих материалов. С точки зрения проектировщиков является представление эффективного вибрационного питателя при потребления текущей альтернативной электрической энергии, удовлетворяющие ограничения эмиссии шума и вибрации. Кроме того, всегда учитывается процентное снижение стоимости технического обслуживания. В связи с этим в этой работе на основании применения пьезэлектричечких материалов изучается концепция экспериментальных вибраций и перевозимых видов движения.

Ключевые слова: пластинчатые пружины, линейный вибрационный конвейер, вибрация, упругое основание, программа С.

Kosbolov S. B., Zhauyt A.

Investigation of the elastic links vibrating equipment

Summary. In this paper is studied a vibratory conveyor that is placed on an elastic base. Using the Lagrange equationmethod it was determined the system that needs to be solved to obtain graphical representation for the generalized coordinates determining the position of the mechanical system elements. Developing a C program in which is used the Runge–Kutta and Gauss methods were obtained the numerical results of these coordinates. Oscillating drives and actuating the oscillation device is widely used in many industries: food industry, chemical industry, foundry industry, the industry of agriculture, to transport individual parts and bulk materials. From the point of view of the designers is to present an efficient vibrating feeder at the current consumption of alternative electrical energy, meeting the limits the emission of noise and vibration. Also, always take into account the percentage reduction in maintenance costs. Therefore in this work on the basis of the application materials pezelektrichechkih studied the concept of experimental vibration and movement of species transported.

Key words: lamellar spring, linear vibratory conveyor, vibration, elastic base, C program.

УДК 543.429.22

С. Б. Азамбаев, К.Ш. Жумадилов
(Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева,
Астана, Республика Казахстан, mr.azambaev@mail.ru)

ОЦЕНКА ФОНОВЫХ ДОЗ ПО ЗУБНОЙ ЭМАЛИ ЖИТЕЛЕЙ КАЗАХСТАНА ЭПР МЕТОДОМ

Аннотация. Фоновая доза облучения используется в дозиметрии для оценки профессиональных доз облучения работников или для определение дозы облучение человека от случайного воздействие. В данном исследовании, поглощенная доза и уровень радиационного фона определяется с помощью зубной эмали методом электро парамагнитного резонанса (ЭПР). Также оценивается эффект от использования разных поверхностей зуба и поглощенная доза зубов подвергавшихся медицинскому рентгену. В общей сложности было собрано 20 коренных зубов из двух районов Восточного Казахстана, подвергшимся радиационному воздействию вследствие ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне.

Ключевые слова: ЭПР, дозиметрия, зубная эмаль, фоновая доза, уровень радиации.

Известно, что в настоящее время, электронный парамагнитный резонанс (ЭПР) является лучшим способом измерение зубной эмали для индивидуальной реконструкции дозы. Для оценок доз внешнего облучения сегодня используются расчетные методы [1-4]. Оценка расчетных доз является важной задачей, которая может быть выполнена с помощью метода Электронного Парамагнитного Резонанса (ЭПР) на зубной эмали. Зубная эмаль является наиболее подходящим материалом для ретроспективной дозиметрии, так как она состоит в основном из гидроксиапатита кристаллитов [5].

Люди не могут избежать воздействия окружающей среды, в том числе радиации и космических лучей на протяжении всей жизни. Люди живущие в районах с высокой природной радиоактивностью или проживающие на больших высотах могут получать дозу облучения, которая больше чем у обычных людей. В общем, радиоактивность от природных изотопов, таких как 238U, 232Th и 40K и их продукты нашли в горных породах и почвах, они способствуют 55 % естественному облучению дозы до среднего по всему миру. Это является годовой эффективной дозой. Воздействие космических лучей зависит от высоты над уровня моря, и на его долю приходиться примерно 45% естественной дозы радиации к годовой эффективной дозе[6].

Электронно-парамагнитный резонанс в биодозиметрии – это физический метод, основанный на измерении стабильных радиационно-индуцированных радикалов в твердых тканях (в основном в зубной эмали) человеческого тела [7]. Метод ЭПР-дозиметрии зубной эмали начал активно использоваться в конце восьмидесятых годов прошлого века и его широкое распространение на сегодняшний день подтверждает его эффективность, особенно в качестве инструмента в ретроспективных исследованиях [8]. Дозы, получаемые с помощью ЭПР дозиметрии зубной эмали, содержат в себе фоновую составляющую, дозу от внутреннего облучения и дозу от внешнего антропогенного облучения. Под фоновой составляющей понимаем здесь дозу, образованную в результате фонового излучения (космические лучи, естественные радионуклиды, а также незначительное количество антропогенных радионуклидов от глобальных выпадений) на местности, которая не подверглась изучаемому антропогенному воздействию.

Целью настоящей работы было оценить фоновую дозу по зубной эмали для жителей некоторых районов Восточного Казахстана, подвергшимся радиационному воздействию вследствие ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне. Поглощенную дозу в зубной эмали оценивали двумя методами: метод калибровочной кривой и метод аддивной дозы.

Устройство и принцип работы ЭПР-спектрометра.

Условие парамагнитного резонанса описывается уравнением $h\nu = g\beta H$. Для его наблюдения возможно применить два подхода – изменение частоты электромагнитного излучения при постоянном магнитном поле или изменение напряженности поля при постоянной частоте. Поскольку изменять напряженность магнитного поля в широких пределах на практике значительно легче, чем частоту электромагнитного излучения, в спектрометрах.

ЭПР используется второй метод, и спектр ЭПР представляет собой зависимость поглощения электромагнитной энергии от величины магнитного поля. В этом случае спектрометр ЭПР можно представить в виде схемы, изображенной на рисунке 1.

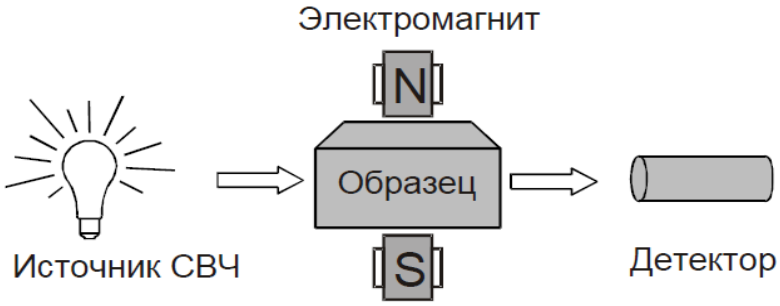


Рис. 1. Схема простейшего спектрометра ЭПР

Однако, подобная схема, основанная на регистрации сигнала пропускания, в современных приборах встречается сравнительно редко. Это связано с тем, что сигналы ЭПР имеют низкую интенсивность, поэтому современные спектрометры используют иной принцип регистрации сигнала ЭПР. Схема типичного прибора представлена на рисунке 2.

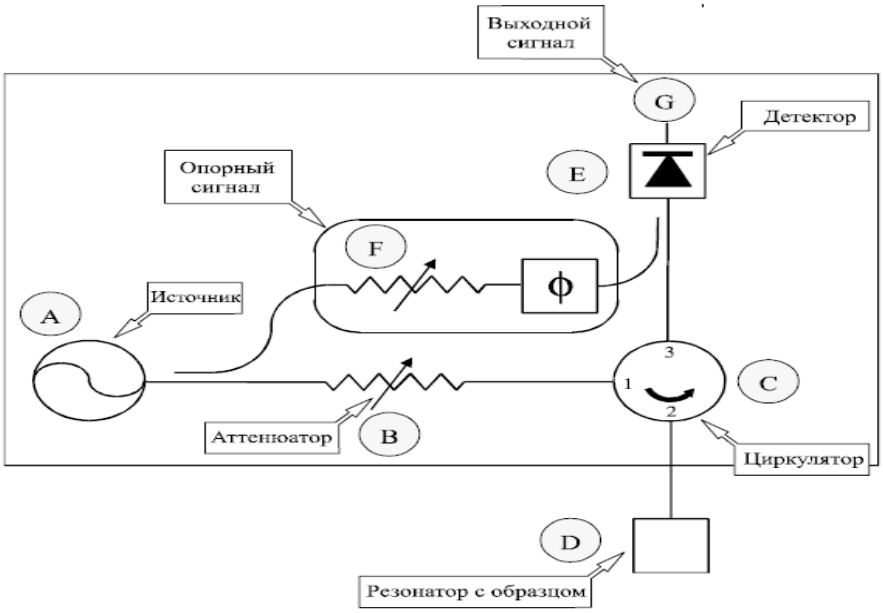


Рис. 2. Схема спектрометра ЭПР

Электромагнитное излучение от источника **A** проходит через аттенюатор **B**, предназначенный для регулировки мощности СВЧ, затем через циркулятор **C** и через волновод попадает на резонатор с образцом **D**. Отраженное от резонатора излучение через циркулятор подается на детектор **E**, сигнал с которого поступает на усилитель **G** с переменным коэффициентом усиления и далее на регистрирующее устройство. Циркулятор необходим для разделения потоков излучения от источника и от резонатора. Таким образом, на детектор попадает только отраженное излучение и не попадает излучение от источника. Усилитель предназначен для согласования уровня сигнала с выхода детектора с уровнем входного сигнала регистрирующего устройства.

Детектор преобразует мощность СВЧ-излучения в электрический ток, при этом зависимость тока от мощности излучения имеет достаточно сложный характер. При достаточно низкой мощности эта зависимость носит квадратичный характер, при более высокой мощности – линейный. Дальнейшее повышение мощности приводит к выходу детектора из строя. Чтобы детектор все время работал в линейной области, в схему введена цепь опорного сигнала **F**. Излучение от источника, проходя через нее, ослабляется аттенюатором до необходимой величины, проходит через фазовращатель и суммируется с отраженным от образца сигналом [9].

Фазовращатель необходим для согласования фаз отраженного и опорного сигналов.

Регистрация сигнала ЭПР осуществляется следующим образом. При достижении парамагнитного резонанса возрастают потери электромагнитного излучения в образце, что в свою очередь приводит к уменьшению добротностирезонатора. Соответственно, нарушается согласование резонатора с остальными частями СВЧ-системы, и возрастает уровень отраженного микроволнового излучения, которое и регистрируется детектором.

Таким образом, для достижения максимальной чувствительности при регистрации спектра необходимо соблюдение ряда условий:

- частота электромагнитного излучения должна совпадать с резонансной частотой резонатора;
- оптимальная настройка интенсивности и фазы опорного сигнала;
- оптимальное согласование резонатора с остальными компонентами СВЧ-системы, т.е. оптимальная настройка ириса.

Материалы и методы

Оценка фоновых доз проводились для сельских жителей Семеновки и Бегень, Восточно Казахстанской области. В рамках данной работы проведены исследования и дана оценка только для фоновых доз методом ЭПР дозиметрии по зубной эмали.

Были собраны зубы удалённые по медицинским показаниям у жителей Семеновки и Бегень. Из которых были подготовлены пробы зубных эмалей. С зуба механически удаляли остатки органических веществ, зубной камень и пигментированные вкрапления. Последние осторожно удалялись с помощью зубоврачебного бора. Затем зуб промывали последовательно в ацетоне, воде и спирте. При механической обработке эмали недопустимо использование инструментов и материалов с парамагнитными свойствами. Очищенный зуб распиливали под струей воды с помощью алмазного отрезного диска на две части: верхнюю, покрытую эмалью, и корень, а затем верхнюю половину зуба вдоль вертикальной оси на две или четыре части в зависимости от его формы. При любой механической обработке необходимо избегать локальных перегревов образцов зубной эмали. Рекомендуется также лучше удалить некоторое количество эмали с вкраплениями дентина, чем оставлять последние в анализируемой пробе зубной эмали. Таким образом, были подготовлены образцы эмали их внутренней и внешней стороны зуба для проведения ЭПР измерений.

Измерение спектров эмали зубов проводилось на ЭПР-спектрометре JEOL JES-FA100. Регистрация спектров эмали проводилась при следующих характеристиках спектрометра: мощность СВЧ-поля — 2 мВт, частота модуляции магнитного поля — 100 кГц, амплитуда модуляции магнитного поля — 0.3 мТл, развертка магнитного поля — 10 мТл, время развертки поля — 30 с, постоянная времени приемника — 30 мс, количество сканирований-40, температура — 21 ° С. [10-11].

Результатом ЭПР измерений является интенсивность сигнала, которую необходимо конвертировать в значение дозы с помощью калибровочной кривой. Поэтому построение калибровочной кривой для всего диапазона измеряемых доз является одной из ключевых задач в ЭПР дозиметрии. Для построения калибровочной кривой обычно используют следующую процедуру:

– подготавливают образцы эмали близкие по массе. Зубы принадлежат не облучавшимся людям;

– образцы группируют согласно схеме калибровочного эксперимента. Схема предписывает количество дооблучений в заданном диапазоне доз (который определяется задачами исследования) и количеством образцов, приходящихся на каждую заданную дозу.

– образцы облучаются и измеряется интенсивность радиационного сигнала для каждого;

– строится линейная регрессия для ЭПР откликов на приложенные дозы с помощью статистического метода наименьших квадратов.

Калибровочный эксперимент проводится обычно на сертифицированном оборудовании - погрешность дозы при дооблучении не превышает 3%. Однако дизайн эксперимента может существенно отличаться [12].

В данной работе нами были исследованы фоновые дозы, которые проводились для сельских жителей Семеновки и Бегень, Восточно Казахстанской Области. Для оценки фона были проанализированы ЭПР измерения зубов 20 доноров 1933-1940 годов рождения. Среди них 50% женщин и 50% мужчин.

Экспериментальные данные приведены ниже в таблице-1 и 2 . А также, приведены графические зависимости оценки дозы ЭПР от позицией зубов (рисунок 3) и от возраста зубов (рисунок 4).

Таблица 1. **Результаты оценки дозы методом ЭПР-спектроскопии по зубной эмали жителей села Семеновка**

Место жительства	Поглощенная доза (mGy)			
	код	Среднее значение ±СОИ	Щечная сторона ±СОИ	Язычная сторона ±СОИ
Семеновка	77	119,75±21	121±22	118,5±20,4
Семеновка	78	136,35±23,4	191,9±24	80,8±22,8
Семеновка	79	65,4±14,95	93,3±14,7	37,5±15,2
Семеновка	80	198,15±33,3	236±17,5	160,3±49,1

Семеновка	81	244,55±25,95	249,2±14,9	199,9±37
Семеновка	82	132,75±14,1	148,7±12,3	116,8±15,9
Семеновка	83	104,75±18,3	93,6±26,1	115,9±10,5
Семеновка	84	87,7±14,45	70,2±15,6	105,2±13,3
Семеновка	85	176,2±21,1	191±19,4	161,4±22,8
Семеновка	86	37,05±12,4	54,8±13,1	19,3±11,7

СОИ - стандартная ошибка измерения

Таблица 2. **Результаты поглощенной дозы методом ЭПР-спектроскопии по зубной эмали жителей села Семеновка и Бегень**

№	Образец кода	Год рождения	Возраст формирования эмали	Год формирования эмали	D_{ex} (mGy)	Er	Место жительства
1	77	1933	5	1938	62,5	28,761231	Семеновка
2	78	1938	7	1945	30,4	26,814407	Семеновка
3	79	1940	7	1947	-11,3	25,401772	Семеновка
4	80	1939	4	1943	108,3	31,543996	Семеновка
5	81	1937	6	1943	147,9	34,647138	Семеновка
6	82	1940	3	1943	64,8	28,660919	Семеновка
7	83	1941	3	1944	64,7	28,608259	Семеновка
8	84	1938	3	1941	51,6	28,006524	Семеновка
9	85	1941	12	1953	117,4	31,624665	Семеновка
10	86	1937	6	1943	-32,7	25,107048	Семеновка
11	87	1936	6	1942	67,2	28,85065	Бегень
12	88	1935	6	1941	113,9	32,078186	Бегень
13	89	1932	5	1937	79,2	29,855358	Бегень
14	90	1936	6	1942	111,9	31,868726	Бегень
15	91	1938	5	1943	21,6	26,514227	Бегень
16	92	1940	6	1946	-25,8	25,162606	Бегень
17	93	1941	6	1947	138	33,577925	Бегень
18	94	1940	7	1947	58,2	28,104548	Бегень
19	95	1939	4	1943	153,3	35,098896	Бегень
20	96	1940	4	1944	98,9	30,812857	Бегень

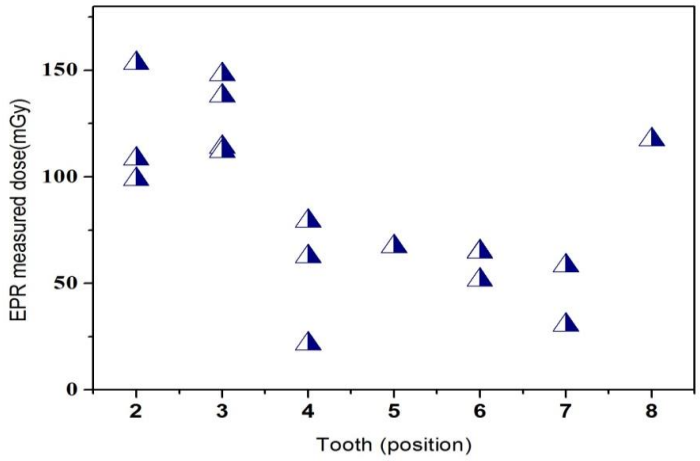


Рис. 3. Зависимость оценки дозы ЭПР от позицией зубов

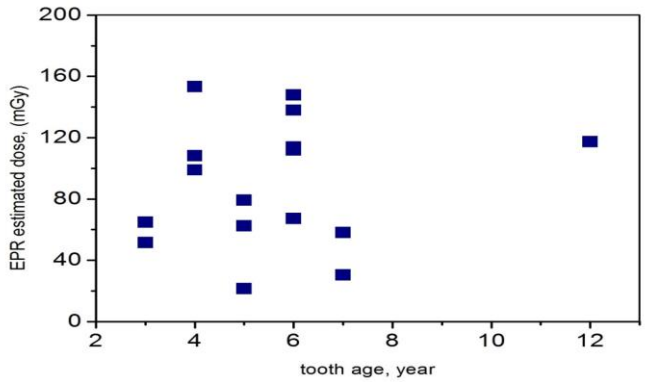


Рис.4. График зависимости оценки дозы ЭПР от возраста зубов

Минимальные и максимальные дозы были -16 ± 36 и 65 ± 24 мГр, соответственно. Результаты для среднего и медиана поглощенной дозы для общего количества образцов 34 ± 3,9 и 32,9 мГр, соответственно.

Средний возраст зубной эмали составляет 39 лет. Было обнаружено что средние дозы для различных участков отбора проб не было существенно (P = 0,57); это говорит о том, что естественной радиоактивности в экспериментальных районах относительно однородным. Таким образом, полученные средние дозы можно рассматривать как репрезентативной для населения в исследуемой области. Вообще, средняя поглощенных доз на наружной поверхности (щечные) исследованных зубов были выше, чем в интерьере поверхность (язычной), но разница между дозой и трансбуккального язычной не было статистически значимым (рисунок 5).

Определения дозы в зубах пропорционально амплитуде радиационно-индуцированного сигнала (РИС). При определении низкой дозы является ниже 50 мГр, а РИС сильно маскируется фоновых сигналов. Чтобы изолировать РИС для измерения его амплитуды, спектры эмали были деконволюции с использованием нелинейных наименьших квадратов аналитической модели. Точность измерение дозы зависит от качество ЭПР-спектра, который находится под влиянием масса пробы, СВЧ-мощности, амплитуды модуляции, и время накопления [13].

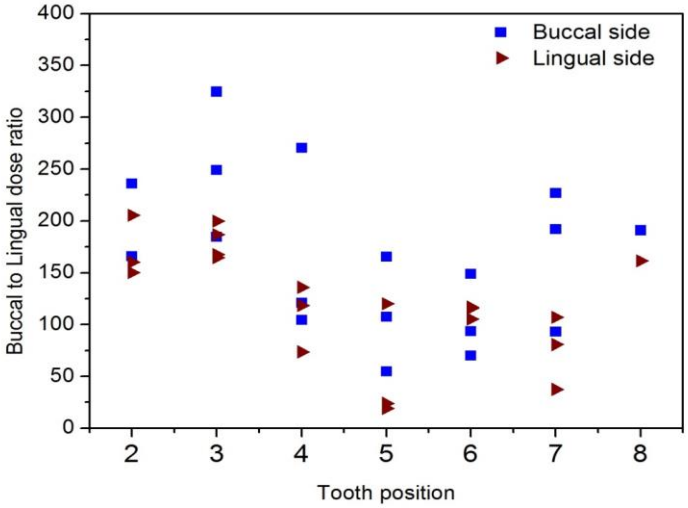


Рис. 5. Сравнение между соотношением щечно-язычной стороны и позицией зубов

Заключение

В данном исследовании определили фоновую дозу по образцам зубой эмали, собранных у жителей Казахстана. А также оценены возможности и ограничения метода ЭПР дозиметрии по реконструкции доз. Исследования позволили оценить методом ЭПР среднюю фоновую дозу для

сельских населения. Ограничения метода, накладываемые на результаты измерений, не позволили выявить четкой возрастной зависимости фоновых доз, однако метод физического усреднения, проведенного для различных возрастных групп, позволил выявить тенденцию накопления дозы с возрастом. Измеренные дозы демонстрируют явно выраженную возрастную зависимость, имеющую пик для возрастов 1932-1941 годов рождения, объясняющийся совпадением периодов кальцификации зубной эмали и поступления радиоактивных изотопов в организм. Исследования продемонстрировали возможность применения метода ЭПР дозиметрии для восстановления доз облучения жителей Семеновки. В сочетании с другими методами ЭПР способен дать более надежную дозиметрическую информацию, чем имеющаяся в настоящее время.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Degteva, M.O. Dose reconstruction system for the exposed population living along the TechaRiver/M.O. Degteva, M.I. Vorobiova, V.P. Kozheurov et al.// Health Phys. – 2000. - V. 78 – P. 542–554.

[2] Chumak, V., Sholom, S., Pasalkaya, L., 1999. Application of high precision EPR dosimetry with teeth for reconstruction of doses to Chernobyl populations. Radiat. Prot. Dosim. 84, – P. 515–520.

[3] IAEA Report, IAEA-TECDOC-1331, 2002. Use of electron paramagnetic resonance dosimetry with tooth enamel for retrospective dose assessment. Vienna, – P. 36–39.

[4] Ivannikov, A.I., Sanin, D., Nalapko, M., Skvortsov, V.F., Stepanenko, V.F., Tsyb, A.F., Trompier, F., Zhumadilov, K., Hoshi, M., 2010. Dntal enamel EPR dosimetry: comparative testing of the spectra processing methods for determination of radiation-induced signal amplitude. Health Phys. 98, – P. 345-351.

[5] Henning, G.H., Herr, W., Weber, E., Xirotiris, N.L., 1981. ESR- dating of the fossil hominid cranium from Petralona Cave, Greece. Nature 292, – P. 533–536.

[6] UNSCEAR Report, 2000. Sources and effects of ionizing radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation publications, Report to the General Assembly, vol. I, Annex B: exposures from natural radiation source, – P. 84–156.

[7] ГОСТ Р 22.3.04-96. Метод определения поглощенных доз внешнего гамма-излучения по спектрам электронного парамагнитного резонанса зубной эмали. – М.: Стандартинформ, 1996. – С. 3-4.

[8] Wieser, A. The second international intercomparison on EPR tooth dosimetry/ A. Wieser, K. Mehta, S. Amira et al.// Radiat. Meas. – 2000. – V. 32. - No. 5–6. - P. 549–557.

[9] Вертц Дж., Болтон Дж. Теория и практические приложения метода ЭПР. – М.: Мир, 1975. - 550 с.

[10] Zhumadilov, K., Ivannikov, A. I., Apsalikov, K. N., Zhumadilov, Zh., Toyoda, S., Zarlyganova, D., Tieliewuhan, E., Endo, S., Tanaka, K., Miyazawa, C., Okamoto, T. and Hoshi, M. (2006) Radiation dose estimation by tooth enamel EPR dosimetry for residents of dolon and bodene. J. Radiat. Res. 47: A47–A53.

[11] El-Faramawy, N. A. (2005) Estimation of radiation levels by EPR measurement of tooth enamel in Indian populations. Appl Radiat Isot. 62: – P. 207–211.

[12] Rodzi, M., Zhumadilov, K., Ohtaki, M., Ivannikov, A., Bhattacharjee, D., Fukumura, A., Hoshi, M. Estimation of background doses for the Peninsular Malaysia population by ESR dosimetry of tooth enamel. Radiat. Environ. Biophys., in press,doi:10.1007/s00411-011-0358-9.

[13] Zhumadilov K, Ivannikov AI, Skvortsov V, Stepanenko V, Zhumadilov Z, Endo S, Tanaka K, Hoshi M(2005)Tooth enamel EPR dosimetry: optimization of EPR spectra recording parameters and effect of sample mass on spectral sensitivity. J Radiat Res 46: – P. 435–442.

Азамбаев С.Б., Жумадилов К.Ш.

Қазақстан тұрғындарының тіс эмалі арқылы ЭПР әдісімен фондық дозаны бағалау

Түйіндеме. Мақалада адам ағзасындағы тіс эмалі арқылы электрондық парамагниттік резонанс әдісімен фондық доза мөлшерін бағалау қарастырылған. Зерттеу жұмысы барысында Шығыс Қазақстан облысындағы Семей сынақ полигонында радиация әсеріне ұшыраған екі аудан тұрғындарынан 20 шақты тіс молярлары алынып, фондық доза мөлшері бағаланды.

Түйін сөздер: ЭПР, дозиметрия, тіс эмалі, фондық доза, радиация мөлшері.

Azambaev S.B., Zhumadilov K.SH.

EPR methods Estimation of Background Doses in teeth enamel of Kazakhstan Residents

Summary. In the present study, the absorbed dose and the background radiation level are determined using the electron spin resonance (ESR) method on tooth samples. The effect of using different tooth surfaces and teeth exposed with single medical X-rays on the absorbed dose are also evaluated. A total of 20 molars were collected from 2 district in East Kazakhstan, exposed to radiation from nuclear tests at the Semipalatinsk test site.

Keywords: EPR, dosimetry, tooth enamel, background dose, radiation level.

УДК 530.1, 681.3.06

Е.А. Дайнеко, М.Т. Ипалакова, М.А. Бродягина, М.В. Юнникова, Ж.Ж. Болатов
(Международный университет информационных технологий,
Алматы, Республика Казахстан,
*E-mail: yevgeniyadaineko@gmail.com)

РАЗРАБОТКА И ТЕСТИРОВАНИЕ ИНТЕРФЕЙСА ВИРТУАЛЬНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Аннотация. Представлена основная концепция разработки пользовательского интерфейса виртуальной физической лаборатории. Приведены основные требования и характеристики тестирования пользовательского интерфейса, а также описана непосредственная процедура тестирования на примере одной из виртуальных лабораторных работ, входящих в состав физической лаборатории.

Ключевые слова: разработка интерфейса, тестирование интерфейса, виртуальная физическая лаборатория, виртуальная лабораторная работа.

Введение

Тестирование пользовательского интерфейса (англ. UI Testing) – это вид тестирования, выполняемого с целью определения эффективности работы пользователя с приложением [1]. Данный метод тестирования относится к тестированию нефункциональных требований, используется для обеспечения надлежащей функциональности графического пользовательского интерфейса (GUI – Graphical User Interface) для данного приложения и проверки соответствия спецификациям [2]. Задачей тестирования графического интерфейса пользователя является обнаружение ошибок следующего характера:

– ошибки в функциональности посредством интерфейса;

– необработанные исключения при взаимодействии с интерфейсом;

– потеря или искажение данных, передаваемых через элементы интерфейса;

– ошибки в интерфейсе (несоответствие проектной документации, отсутствие элементов интерфейса).

В дополнение к функциональности тестирование GUI оценивает элементы дизайна, такие как расположение, цвета, шрифты, размеры шрифта, метки, текстовые поля, текстовое форматирование, заголовки, кнопки, списки, значки, ссылки и содержание.

Можно выделить следующие характеристики GUI тестирования:

– GUI является иерархическим приложением, содержащим графические объекты с рядом свойств;

– во время выполнения значения свойств каждого объекта определяют состояние GUI;

– есть возможность проверить события, такие как нажатие клавиши, щелчок мышью;

– есть возможность обеспечить входные данные для объектов GUI;

– проверка представления GUI для нахождения несоответствий;

– строго зависит от используемых технологий.

В Международном университете информационных технологий на кафедре компьютерной инженерии и телекоммуникаций ведется разработка виртуальной лаборатории по физике, в состав которой входят 6 лабораторных работ. Ниже будет представлена основная концепция разработки пользовательского интерфейса виртуальных лабораторных работ, а также процесс его тестирования.

Основная концепция разработки интерфейса виртуальной лаборатории

Виртуальные физические лаборатории, как один из ярких примеров использования и внедрения ИКТ, можно определить как программное обеспечение (или программный комплекс), осуществляющее математическое моделирование реальных физических процессов [3].

Концепция обучения, наряду с математической/физической точностью, является важным аспектом такого программного обеспечения. В качестве одной из альтернатив обучения может использоваться так называемый «игровой принцип». Данный принцип является мощным инструментом обучения, который в последнее время набирает популярность в педагогической среде.

Помимо игрового подхода, высокая эффективность обучающего процесса во многом достигается за счет тщательно спроектированного пользовательского интерфейса. Дизайн пользовательского

интерфейса не только создает эстетическую привлекательность, но и определяет применимость и общедоступность предлагаемого решения. Дизайн интерфейса включает такие характеристики, как правильная последовательность элементов на экране, удобное расположение элементов управления, функциональность, оптимальное использование свободного пространства экрана и простота концепции.

В процессе разработки пользовательского интерфейса для игр основными характеристиками являются эстетическая привлекательность и увлекательность. Как правило, эти характеристики определяются качеством предлагаемой графики и детализации предлагаемой анимации. Данные характеристики также являются ключевыми в построении игр, направленных на обучение. Во избежание перезагрузки при использовании элементов управления, как правило, выбирают подмножество элементов управления, которые наиболее соответствуют специфике предметной области. Немаловажным фактором качественного интерфейса является соответствие используемых элементов управления выполняемым функциям. Также при разработке интерфейсов должна выдерживаться определенная последовательность установки тех или иных свойств элементов управления. Удобство в использовании определяется согласованностью между формами. Таким образом, выбирается стиль и привязка к нему во всем приложении, даже если для этого необходимо перепроектировать некоторые особенности программы. Единая концептуальная основа дизайна является одним из важнейших факторов при создании пользовательского интерфейса приложений и виртуальной физической лаборатории в частности.

Дополнительная сложность в разработке 3D виртуальных физических лабораторий состоит в том, что необходимо комбинировать 3D и 2D интерфейсы в единое целое. Также очень важно соблюдать перечисленные принципы при создании непосредственно 3D моделей лабораторной комнаты и лабораторной установки, чтобы дать студентам возможность взаимодействовать с объектом изучения, фиксировать результаты протекающего эксперимента.

Чрезмерно усложненный пользовательский интерфейс может сильно затруднить восприятие информации [4]. Поэтому, как было отмечено выше, при создании пользовательского интерфейса для виртуальных физических лабораторных работ были использованы принципы минимализма и информативности. Для интерфейса главного окна виртуальной лаборатории был разработан шаблон (эскиз), представленный на рисунке 1. Это простая и понятная форма, которая является входной точкой во все виртуальные физические лабораторные работы.

Каждая виртуальная лабораторная работа, входящая в состав лаборатории, посвящена конкретному физическому эксперименту и имеет свой специфичный интерфейс. Однако авторами был разработан типовой шаблон (эскиз) с определением основных элементов окна и их функционала, которому должны следовать интерфейсы всех лабораторных работ. Данный шаблон представлен на рисунке 2.

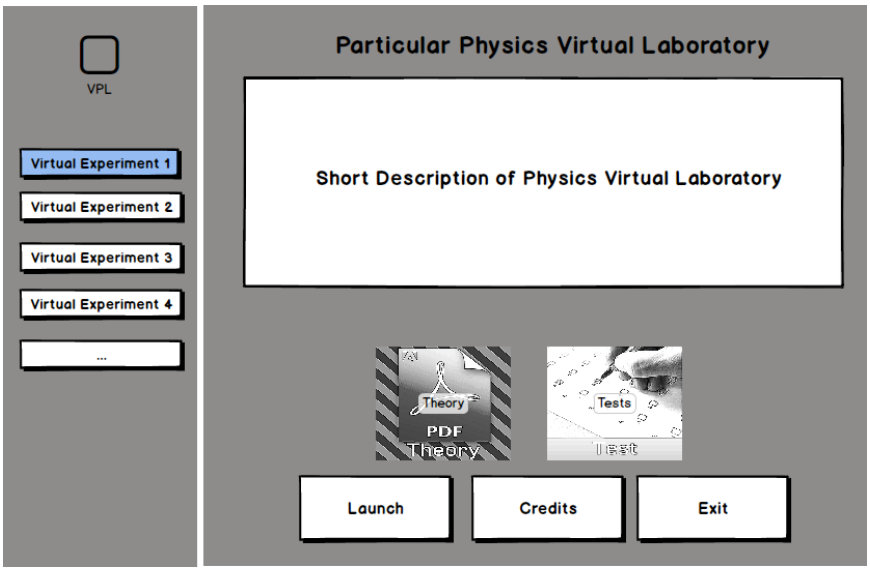


Рис. 1. Эскиз главного окна виртуальной физической лаборатории

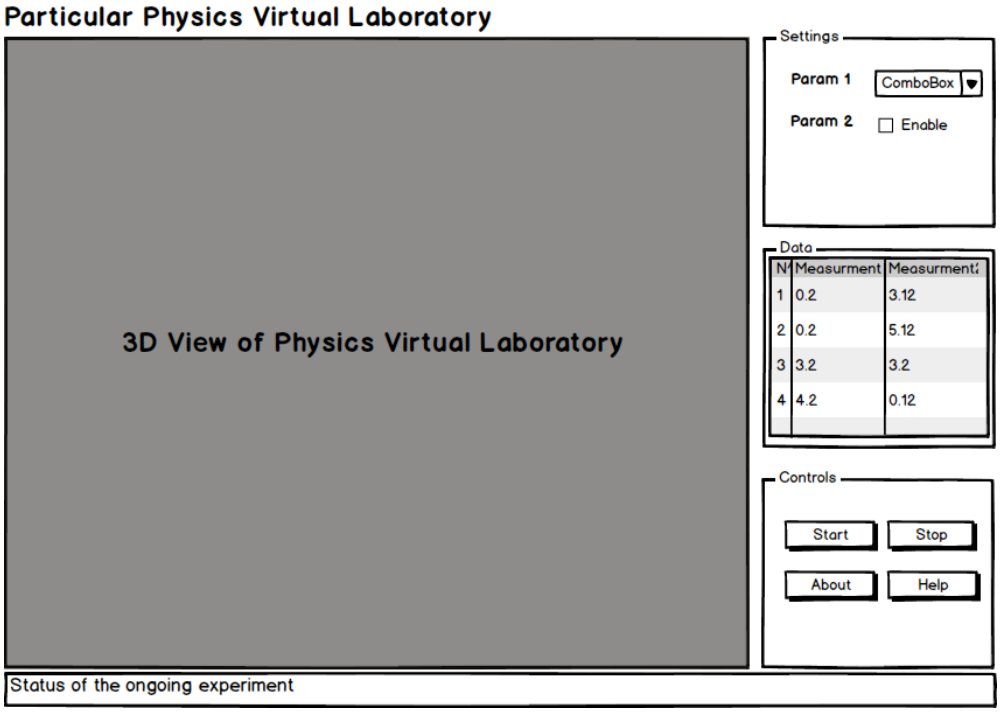


Рис. 2. Типовой шаблон интерфейса виртуальной физической лабораторной работы

В соответствии с типовым шаблоном окно лабораторной работы разделено на 4 части:

1) главное окно, в котором отображена установка, необходимая для проведения физического эксперимента, и происходит непосредственно визуализация процесса опыта;

2) окно для параметров (Settings), в котором пользователь может изменять исходные параметры лабораторной работы, влияя таким образом на ход эксперимента;

3) окно результатов (Data), в котором отображаются результаты лабораторной работы в виде таблиц – выходные физические величины;

4) окно управления (Controls) с кнопками «Start» для запуска эксперимента, а также «Help» для отображения краткого справочника для пользователя.

Подобная единая концептуальная основа дизайна интерфейса и согласованность между окнами приложения будет обеспечивать удобство в использовании виртуальной лаборатории.

Тестирование пользовательского интерфейса

При разработке любого приложения можно выделить функциональные и нефункциональные требования. К функциональным относятся требования, отвечающие за функционирование или поведение системы (behavioral requirements). Они описывают, что нужно реализовать в приложении, а также действия пользователей при взаимодействии с определенными функциями.

Нефункциональные требования описывают, как должно работать приложение, и какими свойствами или характеристиками оно должно обладать. Такие требования определяют качественные характеристики разрабатываемого приложения, например производительность, надежность, масштабируемость.

Для тестирования нефункциональных требований разработанных виртуальных лабораторных работ были применены эвристики юзабилити Якоба Нильсена (Heuristics for User Interface Design: Jakob Nielsen) [5].

1) Пользователь, взаимодействующий с системой, должен быть в курсе текущего состояния работы системы. В разработанных приложениях не предусмотрены оповещения пользователей о состоянии системы в конкретный момент работы. Конкретные действия пользователя мгновенно отображаются на рабочей панели, что исключает необходимость в дополнительных графических элементах, таких как: подсказки и оповещения.

2) Взаимодействие между системой и пользователем должно проходить на знакомом пользователю языке. Данный пункт не подразумевает использование языка страны, в которой живет пользователь, а предполагает использование понятий, образов, концепций, с которыми он знаком по реальному миру. Разработанные приложения направлены на изучение конкретных лабораторных работ по физике и включают в себя специализированные термины, что противоречит второй эвристике, разработанной Якобом Нильсеном. Но графический интерфейс разработанных приложений в точности повторяет объекты и приборы, используемые в лабораторных работах по физике, тем самым облегчая работу пользователям.

3) В случае возникновения ошибок в процессе выполнения лабораторной работы пользователь может вернуться в изначальное состояние и отменить ранее выполняемые действия. Пользователь имеет контроль над системой и возможность изменить текущее состояние программы. Предусмотрен «аварийный выход» из приложения, позволяющий прекратить выполнение текущей операции или закрыть данное диалоговое окно в случае нажатия ошибочной кнопки. Для отмены тех или иных действий пользователя возможно также нажатие клавиши <Escape>.

4) В приложениях дизайн форм основан на классическом интерфейсе Windows-приложений со строгой цветовой гаммой, прямыми линиями и углами. При разработке интерфейса все объекты, функции и действия сделаны легкодоступными и видимыми пользователю, что минимизирует запоминание. Это реализовано в виде продуманной организации элементов интерфейса. Например, в некоторых приложениях предусмотрены всплывающие окна, направляющие пользователя на выполнение каких-либо действий (рисунок 3).

5) Система эффективна для всех пользователей в одинаковом соотношении, так как направлена на одну аудиторию – студентов. В графическом интерфейсе некоторых лабораторных работ включены так называемые «горячие клавиши» – «E», «Q», для взаимодействия с системой.

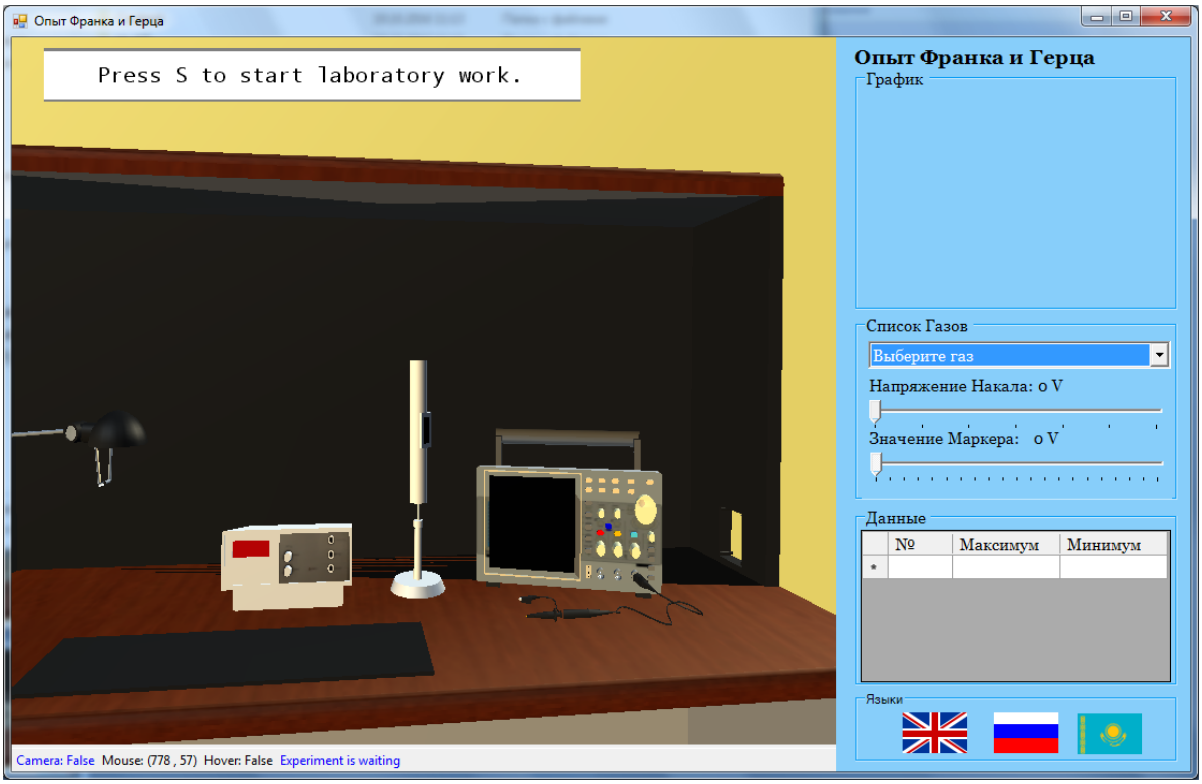


Рис. 3. Модель интерфейса виртуальной лабораторной работы «Опыт Франка и Герца»

6) В ходе тестирования пользователями было отмечено, что интерфейс виртуальных лабораторных работ не загроможден неуместными и малополезными элементами. В окнах приложений представлены только приборы и элементы (кнопки, надписи, флажки), которые необходимы для выполнения лабораторной работы.

7) Система предусматривает ошибки при вводе пользователем неверных данных. В данном случае запускается всплывающее окно с разъяснением ошибок и вариантами их решения. Данный пункт эвристик минимизирует повторение одних и тех же ошибок пользователем при работе с системой.

8) Документация. Система содержит информацию о выполняемой работе и справку к выполнению, которая прикрепляется в виде методологии лабораторной работы. Выполнение любой виртуальной лабораторной работы представляет собой реализацию определённой последовательности действий, которая включает в себя ввод начальных данных, запуск эксперимента и регистрирование результатов. После запуска виртуальной физической лаборатории открывается главное окно, откуда есть доступ к разделам «Тестирование», «Теория» и «Лабораторная работа». Разделы «Тестирование» и «Теория» содержат тестовые задания для закрепления знаний и теоретическую основу для проводимого эксперимента.

При испытании интерфейсов лабораторных работ пользователю предлагалось в «лабораторных» условиях выполнить конкретный виртуальный физический эксперимент и высказывать во время выполнения тестов свои замечания. Наблюдение за тем, как люди взаимодействуют с продуктом, позволяет найти для него наиболее оптимальные решения. Процесс тестирования фиксировался в протоколе и на аудиоустройства с целью последующего более детального анализа. Наряду с респондентами в тестировании участвовали наблюдатели. В качестве участников обеих групп процесса тестирования были привлечены студенты специальности 5В070400 – Вычислительная техника и программное обеспечение. По мере обнаружения проблем наблюдатели должны делать свои заметки о ходе тестирования так, чтобы после можно было синхронизировать их с основной записью протокола.

Таким образом, в рамках проверки эргономичности каких-либо трудностей с пониманием инструкций и выполнением действий тестирующими обнаружено не было. Поэтому типовой шаблон интерфейса виртуальных физических лабораторных работ, представленный на рисунке 2, после проведения процесса тестирования интерфейса остается неизменным.

Заключение

Тщательно спроектированный пользовательский интерфейс является важным аспектом любого программного обеспечения, в том числе и виртуальных лабораторий, построенных на концепции игрового обучения. В статье показаны ключевые моменты разработки и тестирования пользовательского интерфейса виртуальных физических лабораторных работ. Результаты проведенного тестирования показали, что изначальный вариант интерфейса был спроектирован в соответствии с предъявляемыми требованиями, не вызывает затруднений в понимании инструкций и не нуждается в доработке.

Работа выполнена при финансовой поддержке КН МОН РК по программе грантового финансирования научных исследований на 2015-2017гг, грант 2622/ГФ4, рег.№ 20150115РК01145.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Use UI Automation to test your code, “Microsoft,” https://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd286726.aspx (доступен на 17.01.2017).

[2] C# Graphical User Interface Tutorial, http://csharp.net-informations.com/gui/gui_tutorial.htm (доступен на 17.01.2017).

[3] Dwyer, D.C. Learning in the age of technology // Proceedings of the Leadership in Education and Technology Association Conference. – Adelaide, Australia, 1994.

[4] Blythe, M., Hassenzahl, M., and Wright, P. Introduction: Beyond fun // Interactions – Funology. – 2004. – №11 (5). – P. 36-37.

[5] Jakob Nielsen. Heuristic Evaluation http://www.sccc.premiumdw.com/readings/heuristic-evaluation-nielson.pdf (доступен на 17.01.2017).

Дайнеко Е.А., Ипалакова М.Т., Бродягина М.В., Юнникова М.А., Болатов Ж.Ж.

Виртуалды физикалық зертхана интерфейсін құрастыру және тестілеу

Түйіндеме. Мақалада виртуалды физикалық зертхананың қолданушылық интерфейсін құрастыру бойынша негізгі тұжырымдама келтірілген. Сонымен қатар, қолданушылық интерфейсін тестілеу үшін негізгі шарттар мен сипаттамалар келтіріліп, осы тестілеу тәртібі физикалық зертханалар ішінен бір виртуалды зертханалық жұмысқа орындалған.

Түйін сөздер: қолданушылық интерфейсін құрастыру, қолданушылық интерфейсін тестілеу, виртуалды физикалық зертхана, виртуалды зертханалық жұмыс.

Daineko Y.A., Ipalakova M.T., Brodyagina M.V., Yunnikova M.A., Bolatov Zh. Zh.

Development and testing of the user interface of the virtual physical laboratory

Summary. In the article the basic conception of the user interface development for the virtual physical laboratory is presented. The main requirements and characteristics of the user interface testing are shown. On the example of one particular virtual laboratory work the user-interface testing process is described.

Key words: user interface design, user interface testing, virtual physical laboratory, virtual laboratory work.

УДК 622.23.05

А.А. Қуандықов, М.М. Чажабаева
(Каспийский государственный университет технологии и инжиниринга имени Ш. Есенова, Республика Казахстан, kuandik.a@mail.ru)

ПОВЫШЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ШАРОШЕЧНОГО ДОЛОТА

Аннотация. Замена базовых штифтовых отверстий, расположенных на разных плоскостях в пространстве с зазорами по базовым штифтам на плоскую поверхность, позволяет значительно повысить уровень точности сборки секций, а значит и ресурс долота.

Ключевые слова: штифтовые отверстия, двухгранник лап, разновысотность шарошек, радиальное биение.

Буровые шарошечные долота - основной инструмент, с помощью которого осуществляется разрушение породы и ведется строительство скважин в горной промышленности, в геологоразведке, а также при бурении скважин в нефтяной и газовой промышленности.

Процесс углубления скважин в горных породах связан с необходимостью применения эффективных породоразрушающих долот. Усложнение условий бурения определяется повышением глубины залегания природных энергоресурсов (руда, уголь, нефть, газ) и усложнением горно-геологических условий (высокая прочность, неоднородность, слоистость и т.д. горных пород).

Кроме того, все больше стали применять скважины сложных профилей, в том числе с проводкой наклонно-направленных и горизонтальных участков стволов, поэтому к эффективным конструкциям породоразрушающих элементов в настоящее время интерес существенно возрос.

При бурении в породах от средней прочности до очень крепких абразивных до 70 % отказов долот происходит из-за выхода из строя части породоразрушающих зубков и разрушения корпусов шарошек.

Повышение долговечности вооружения буровых долот зависит от целого комплекса конструктивных и технологических факторов, влияющих на стойкость и надежность работы зубков и шарошек в целом. Улучшение какого-то одного фактора способно лишь частично повысить ресурс работы долота, поэтому повышение эффективности его работы возможно только с одновременным проведением комплекса взаимосвязанных исследований [1].

Проведенные многочисленные сравнительные испытания отечественных и зарубежных шарошечных долот показали превосходство последних по долговечности и износостойкости [1].

По данным проведенных исследований [2] повышение точности изготовления деталей долот и их сборки прямо влияет на повышение их проходки.

Например, при использовании 500 серийных долот диаметром 215 мм повышение точности изготовления по разновысотности шарошек относительно торца резьбы с 1,4 мм до 0,5 мм увеличивает проходку на долото до 29,3%.

Чем выше точность изготовления долот, тем значительно выше их показатели в бурении, а значит выше их потребительский спрос и конкурентоспособность. Этим объяснятся настойчивое стремление всех отечественных и зарубежных долотостроительных фирм к непрерывному улучшению технологии и повышению точности выходных параметров выпускаемых буровых долот.

Известны различные способы, устройства и приспособления для сборки буровых долот. Самый распространенных из них - это способ сборки на штифтах 1 (рис.1), размещенных на боковых поверхностях плоскостей двухгранников лап 2 [2].

На точность получения требуемого размера долота по диаметру и правильное осевое расположение секций при сборке на штифтах существенно влияют размеры основных деталей - лапы и шарошки, входящие в размерную цепь диаметра долота.

У лапы (рис.1, 2) - это вертикальная координата A оси штифтового отверстия от точки пересечения осей цапфы лапы и шариковой беговой дорожки на вертикальной проекции лапы, горизонтальная координата B шариковой беговой дорожки - расстояние от вышеупомянутой точки пересечения осей цапфы и шариковой дорожки до вертикальной оси 3 двух-гранника, совпадающей с условной осью долота, угол наклона оси цапфы к оси долота, координаты оси штифтового отверстия B1 относительно плоскостей 2 двухгранника лапы, смещение r оси цапфы в плане, диаметр d штифтовых отверстий, угол $\gamma = 120^0$ наклона плоскостей двухгранника, диаметральный размер D_1 и радиус R профиля шариковых беговых дорожек.

Позициями 4 и 5 обозначены штифтовые отверстия, позицией 6 – смещение оси цапфы от оси двухгранника 3, позицией 8 – обратный конус шарошки, 9 – периферийный венец, 10 – шариковая дорожка, 11 - базовый паз в лапе, 12 – круглый вариант паза, 13 – базовый диск.

У шарошки (рис.1) - это координаты G обратного (калибрующего) конуса 8, координаты E и угол 1 поверхности зубьев периферийных венцов 9, угловая координата обратного конуса, диаметральные размеры беговых дорожек D_1.

Согласно расчету размерной цепи диаметра долота определены требуемые допуски на вышеуказанные размеры лапы и шарошки.

Технологические процессы изготовления лапы и шарошки должны обеспечить точность выполнения этих размеров. Разновысотность шарошек и радиальное биение в собранном долоте свыше допустимых пределов приводят к неравномерному нагружению и износу зубьев шарошек и опоры, снижая долговечность долота. Долота с такими отступлениями от чертежа бракуются.

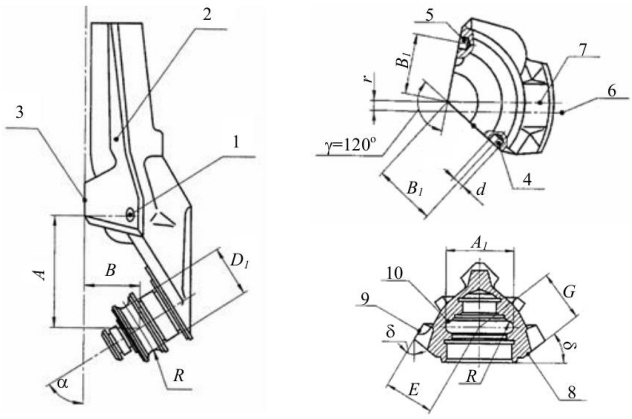


Рис. 1. Геометрические параметры лапы и шарошки при сборке долота на штифтах

Недостаток указанного способа сборки состоит в том, что штифтовые отверстия, а при сборке и сами штифты, расположены в пространстве в разных плоскостях и выполнены со значительными по величине и отличными друг от друга допусками по вертикальной координате. С учетом люфтов, размеров устанавливаемых штифтов для обеспечения сборки всех трех секций, неизбежны их перекосы, а разновысотность шарошек слишком велика.

Предлагается новый способ сборки секций буровых шарошечных долот, позволяющий резко повысить точность одного из основных выходных параметров – торцевого биения шарошек 3.

Этот способ состоит в том, что после полной механической и химико-термической обработки на двухгранниках лап выполняют симметричные узкие базовые пазы, перпендикулярные оси двухгранника на одинаковом расстоянии от точки пересечения осей цапф с осями шариковых беговых

дорожек лап, образующие при сборке секций единую полость, в которую перед сдвиганием секций помещается базовая плоская деталь, предпочтительно в виде диска, толщиной, близкой к ширинепазов, выравнивающая положение секций относительно друг друга и плоскости, перпендикулярной вертикальной оси сборочного приспособления. Наличие общего диска предотвращает наклоны секций от его плоскости. При сборке секции стягивают до получения размера долота по диаметру, сваривают между собой секции и завершают последующие технологические операции.

На рис.2 показан эскиз лапы, на двухграннике которой перед сборкой выполняется узкий паз перпендикулярно оси, на одинаковом расстоянии A_1 от точки пересечения оси цапфы и шариковой беговой дорожки. Форма паза в плане может быть различной, например, круговой, радиусной получаемой при врезании дисковой фрезы или ее проходе вдоль линии, перпендикулярной оси симметрии двухгранника до получения сквозного паза. В указанный паз при сборке долота устанавливают общий для всех трех лап круглый диск (или другую деталь указанной узкой формы, затем сдвигают лапы всех секций до касания их двухгранниками и сваривают.

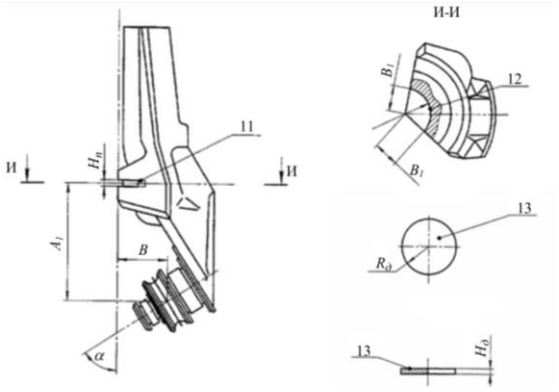


Рис. 2. Геометрические параметры лапы и круглого диска при сборке долота на диске

При минимальной разнице размеров пазов по ширине и дисков по толщине, составляющей сотые доли миллиметра, и при условии, когда вместо трех баз по штифтам, базами для установки по вертикальной координате являются две плоских поверхности диска (верхняя и нижняя), линейные размеры плоскостей диска (диаметр круга, например) или другой плоской детали значительно больше их толщины (2Rп»Нп), где Rп – радиус диска; НП - толщина диска или высота паза. При этом точность базирования секций лап и шарошек при установке их под сборку в долото значительно повышается, а значение разновысотности (трех лап) кратно уменьшается.

На рис.3 представлен вид в плане на три собранные и подготовленные для сварки секции. Позициями 14, 15, 16 показаны три собираемые в долото секции с шарошками и базовым плоским диском 13: Позицией 20 обозначен сварочный узел между секциями.

При минимально возможном зазоре по плоскости и по торцу, выбираемым экспериментально между диском и тремя пазами, на каждой лапе перемещение по поверхности диска практически лишает лапы четырех степеней свободы, оставляя только две - возможность сдвигаться и поворачиваться по поверхности диска. При своем контакте сдвинутые и сжатые секции лишаются последних двух степеней свободы.

Замена базовых штифтовых отверстий, расположенных на разных плоскостях в пространстве с зазорами по базовым штифтам на плоскую поверхность позволяет значительно повысить уровень точности сборки секций, а значит и ресурс долота.

Кроме того, отсутствие перекосов секций относительно плоского сборочного базового диска устранило необходимость установки по поверхностям двухгранников плоских компенсаторов и упростило технологию сборки секций в долото. Сварка секций после сборки может осуществляться известными традиционными способами.

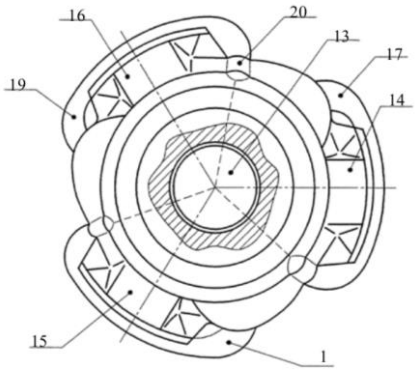


Рис. 3. Сборка шарошечного долота с базированием лап на круглом диске

Испытания опытных образцов, изготовленных с применением предлагаемого способа сборки, подтвердили стабильное повышение стойкости буровых долот в промысловых условиях.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Жидовцев Н.А., Кершенбаум В.Я. Долговечность шарошечных долот. – М.: 1992.

[2] Крылов С.М.и др. «Способ сборки буровых шарошечных долот», решение ФИПС от 12.08.2010г. о выдаче патента по заявке № 2009119835/03(027363).

Қуандықов А.А., Чажабаева М.М.

Шаржылы қашаудың жұмысқа қабілеттілігін жоғарылату

Түйіндеме. Жазық бетте базалық штифттер бойынша саңылаулы кеңістіктегі әртүрлі жазықтықта орналасқан негізді штифтік ойықтарды алмастыру секцияларды құрастырудың дәлдік деңгейін едәуір жоғарылатуға мүмкіндік береді, сондай-ақ қашаулардың ресурсын.

Кілттік сөздер. Штифтік саңылау, двухгранник табандардың екіжақтауы, шарошектің әртүрлі биіктігі, радиалды соғу.

Kuandikov A., Chazhabayeva M.

Raising roller cone bit efficiency

Summary. Replacement of base pinholes located at different planes in the space gaps with pins on the base on a flat surface can significantly improve the accuracy of assembly of the sections, and hence the resourse of the bit.

Key words. Pinholes, two-fased cutters, different altitude, radial runout.

УДК 378

Ж.Б. Мажит, А.Т. Умбетбеков, А.Е. Оразбаев, Г.Б. Танабекова, А.А. Рысмагамбетова

(Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматинский технологический университет, Алматы, Республика Казахстан, ashat.talgat@mail.ru)

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ БОЛОНСКОГО ПРОЦЕССА В КАЗАХСТАНСКОЙ СИСТЕМЕ ОБРАЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ РЕФОРМ

Аннотация. Исследовано развитие образовательной системы Казахстана в контексте Болонского процесса в условиях модернизации. Представлены основные макро-экономические показатели, отражающие экономическое состояние страны, которые характеризуют материальное благосостояние нации, а, следовательно, и уровень жизни его населения. Изучен ряд вопросов по проблемам управления качеством вузовской деятельности, в основном механизм реализации общей концепции, который не позволяет в должной степени адаптировать их к условиям интеграции системы высшей школы в мировое образовательное пространство. В результате анализа выявлены слабые и сильные стороны высшей школы Казахстана.

Ключевые слова: образование, образовательная система, Болонский процесс, высшие учебные заведения, качество.

Образование является одним из важнейшим фактором развития общества, который подтверждается эволюцией цивилизации. Как и в любой стране, в Казахстане образование и наука являются неотъемлемой частью структуры и основными факторами развития социально-экономического капитала страны. Постоянное совершенствование и развитие отрасли образования способствует внедрению инноваций, разработка новых методов, обеспечивает растущее поколение общества необходимыми знаниями и навыками, которые будут способствовать конкурентоспособности на современном рынке труда и являются одной из ключевой движущей силы экономического роста нашей страны. В своем послании народу Казахстана Президент РК Н.А. Назарбаев «Стратегия «Казахстан-2050» отметил, что «знание и профессиональные навыки – ключевые ориентиры современной системы образования, подготовки и переподготовки кадров. Чтобы стать развитым конкурентоспособным государством, мы должны стать высокообразованной нацией» [1] .

Как нам известно, одним из основных макроэкономических показателей, отражающих экономическое состояние страны, является Валовой внутренний продукт (ВВП) страны. Данный показатель характеризует материальное благосостояние нации, а, следовательно, и уровень жизни его населения.

К примеру, по данным исследованиям Ernst&Young, отмечается прямая связь между образованием и экономическим ростом страны:

− увеличение охвата начальным образованием на 1% повышает ВВП страны на 0,35% (Stevens & Weale, 2003);

− увеличение продолжительности обучения в старших классах на один год повышает ВВП страны на 0,44% (Barro, 2002);

− реализация стратегических программ развития образования продолжительностью более 10 лет повышает ВВП страны почти на 5% (Hanushek & , 2007);

− страна, которая набирает на 5 баллов выше среднего балла PISA, повышает уровень производительности труда на 2,5% и ВВП на душу населения на 1,5% (ОЭСР, 2006);

− улучшение на 50 баллов PISA повышает годовой ВВП страны на 1% (Hanushek, 2010).

Фактором, влияющим на качество образования, являются расходы на одного учащегося. Казахстан расходует наименьшую сумму (12% от ВВП на душу населения) на образование одного ученика среди стран Европы и Центральной Азии - участников PISA2012. В России данный показатель составляет 21%, в странах ОЭСР в среднем – 27%.

На сегодняшний день, согласно мировых рейтингов, образование Республики Казахстан отражено в следующей динамике:

- по индексу глобальной конкурентоспособности (The Global Competitiveness Index) 2014-2015 годы Казахстан занял 50 место из 144 стран, по субиндексу «Факторы инноваций и сложности» - 89 место. Вместе с тем, наблюдается снижение позиций страны по 5 следующим направлениям: «Высшее образование и профессиональная подготовка» (-8), «Макроэкономическая среда» (-4), «Технологическая готовность» (-4), «Институты» (-2), «Инновационный потенциал» (-1). Наряду с этим, сопоставительный анализ демонстрирует понижение позиций по показателям «Охват средним образованием» (-13), «Охват высшим образованием» (-4) и опросному показателю «Сотрудничество университетов и бизнеса в сфере НИОКР».

- индекс развития человеческого капитала (Human Capital Index) 2015: за 2 года Казахстан повысил свой рейтинг на 8 позиций (56 место) по показателю блока «Образование» - «Возможности повышения квалификаций на рабочем месте».

- 800 лучших вузов мира (QS WUR) 2014-2015 году в рейтинг вошли 9 Казахстанских ВУЗов. Казахский национальный университет им. аль-Фараби (305), Евразийский национальный университет им. Л. Гумилева (324), и еще 7 университетов находятся на 500-701 позициях [2].

По данным МОН РК на сегодняшний день в нашей стране количество высших учебных заведений с указанием организационно-правовой формы составляет всего 131. Среди них национальные высшие учебные заведения – 10, государственные высшие учебные заведения – 32, негражданские высшие учебные заведения – 14, международное высшее учебное заведение – 1, акционированные высшие учебные заведения – 18, частные высшие учебные заведения насчитывает 55 ВУЗов.

В настоящее время инвестиции в человеческий капитал становятся приоритетным источником экономической динамики, поскольку будущее цивилизованного мира определяется переходом к ка-

чественно новому направлению развития общества – постиндустриальному, при котором на первый план выдвигаются определенные требования к образованному человеку [3].

Роль образовательных услуг в условиях реформационных преобразований общества признана ведущей, т.к. согласно концепции постиндустриального развития знания дополняют триаду факторов производства и предопределяют их взаимодействие. Являясь интенсивным фактором экономического роста, уровень образованности оказывает значительное влияние на размер валового национального продукта и предопределяет социально-экономический роль государства в мировом пространстве [4].

На современном этапе в стране реализуется Государственная программа развития образования Республика Казахстан на 2011 – 2020 годы, целью которой является кардинальная модернизация системы образования, значительное и устойчивое увеличение инвестиций в образование, улучшение его качества и выход на европейский уровень. Выполнение обязательных, рекомендательных параметров Болонского процесса заложены в Государственной программе развития образования до 2020 года, разработанной Правительством РК по поручению Главы государства.

За последние 25 лет, кардинально модернизируя систему образования и проводя новые реформы в образовании, Казахстан достиг мировом обществе положительного уровня развития. К примеру, на сегодняшний день реализуется Государственная программа индустриально-инновационного развития -2 и ведётся подготовка квалификационных кадров в 11 вузах и 10 колледжах страны. Приняты национальные законы РК «Об образовании», «О науке», «О государственной молодежной политике», «О правах ребенка в Республике Казахстан». Утверждена государственная программа развития образования и науки на 2016-2019 годы. Структура казахстанской системы образования приведена в соответствие с Международной стандартной классификацией образования, создаются новые модели организаций как например Назарбаев университет, КИМЭП, а также отечественные вузы находят место в мировом рейтинге. Например, в 2016 году 8 казахстанских вузов вошли в мировой рейтинг лучших университетов мира среди них Казахский национальный университет имени аль-Фараби занял 236 место, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева -345 место, Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева 411-420.

Учитывая сегодняшние достижения, нам необходимо еще более тщательно изучать и выявлять недостатки. Вместе с тем, следует отметить, что в Республике Казахстан проблемам управления качеством вузовской деятельности в основном уделяется внимание в плоскости его макроэкономического регулирования. Это находит отражение в программных документах, определяющих тенденции развития и реформирования высшей школы республики, содержании процессов структурирования национальной системы обеспечения качества и процедур его контроля и оценки. Как правило, эти нововведения носят концептуально-программный характер, который не всегда четко раскрывает механизм реализации общей концепции и не позволяет в должной степени адаптировать их к условиям интеграции системы высшей школы в мировое образовательное пространство. Результаты анализа состояния системы высшего и послевузовского образования в РК свидетельствуют о том, что принимаемые до настоящего времени стратегические решения в данной области требуют более тщательного теоретического и научно-методологического обоснования и согласования, особенно на законодательном уровне, так как от этого зависит создание четко отлаженного механизма его ресурсного обеспечения (экономического, информационного, нормативно-правового, организационного, научно-технического, кадрового и др.) [5].

Главным направлением реформирования высшего образования, явилось создание условий по обеспечению его адаптации к изменениям в экономике, а также вхождению системы образования в мировое образовательное пространство посредством Болонского процесса. Как известно, Республика Казахстан является первым центрально-азиатским государством, которое удостоилось чести присоединиться к Болонской декларации и стать полноправным участником европейского образовательного пространства [6].

Рассмотрим обязательные параметры Болонского процесса и оценим их реализацию в Казахстане (таблица 1). Из таблицы видно, что реализация в настоящее время в республике проводится целенаправленная, последовательная работа по сближению казахстанской системы высшего образования с образовательными системами стран-участниц Болонского процесса [7].

Таблица 1. **Сравнительный анализ на сопоставимость параметров Болонского процесса**

Обязательные параметры Болонского процесса	Реализация параметров Болонского процесса в Казахстане
Трёхуровневая система высшего образования;	Успешно реализовывается вузах РК
Академические кредиты ECTS	В вузах республики внедрена кредитная технология обучения.
Академическая мобильность студентов, преподавателей и административного персонала вузов;	Находится на стадии разработки. Одной из проблем внедрения академической мобильности в вузах является ее финансовая сторона.
Европейское приложение к диплому;	Реализуется только в некоторых вузах РК.
Контроль качества высшего образования.	Успешно внедряется и практикуется.
Создание единого европейского исследовательского пространства.	Разрабатываются проекты по вхождению в единое европейское исследовательское пространство.

В соответствии с принятыми обязательствами, Казахстан должен до 2020 года осуществить ряд мероприятий:

– обеспечение «прозрачности», максимальной сравнимости за счет широкого распространения однотипных образовательных циклов;

– введение единой системы образовательных кредитов (зачетных единиц), одинаковых форм фиксирования получаемых квалификаций и их взаимного признания;

– формирование развитых структур по обеспечению качества подготовки специалистов и др.

В условиях практической реализации основных принципов Болонского процесса в Казахстане возникла необходимость создания структуры, координирующей деятельность вузов и осуществляющей мониторинг эффективности проводимых реформ [8]. В связи с этим, по инициативе МОН РК в рамках функционирования НЦОКО создан **Институт Болонского процесса.**

В результате анализа основных направлений модернизации системы управления высшими учебными заведениями выявлены слабые и сильные стороны высшей школы Казахстана:

1. Положительные результаты реформы системы образования:

– предполагается, что из бакалавров будет формироваться основная масса работников, а из магистров – интеллектуальная элита. Обучение бакалавров нацелено на широкую область профессиональной деятельности, магистров – на овладение узкопрофильными знаниями и особенностями конкретных профессий. Бакалавриат удовлетворит возросший спрос на получение высшего образования;

– Болонская система даст возможность комбинировать знания: можно стать бакалавром по одной специальности, а магистратуру закончить по другой. Отпадет неудобная и расточительная по деньгам и времени практикующаяся в настоящее время система получения платного второго высшего образования;

– двухступенчатая система образования как нельзя лучше подходит в наше время, когда знания имеют свойство быстро устаревать. Новая система образования предусматривает «пожизненное» образование, заключающееся в программах дополнительного образования для выпускников;

– академическая мобильность дает большие возможности и преимущества в пополнении знаний в других вузах, особенно за рубежом. Дипломированный специалист будет больше востребован на мировом рынке труда [9].

2. Отрицательные результаты реформы системы образования

– не вызывает доверия новая система оценивания знаний. Во многом она действует некорректно, двусмысленно и необъективно;

– резкое изменение системы высшей школы в Казахстане привело к ухудшению уровня образования, уменьшению оплаты труда преподавателей (за счет уменьшения «часов» при возросших трудозатратах на подготовку новых программ и адаптацию к новой системе);

– были адаптированы только внешние составляющие – кредиты, многоуровневая система обучения. Внутренние составляющие Болонского процесса – академическая мобильность студентов и преподавателей – практически отсутствуют.

Несмотря на значительное число сторонников и противников Болонской декларации, сейчас мы находимся на той стадии, когда пути назад уже нет. Поэтому необходимо наилучшим способом адаптироваться к происходящим изменениям.

Несмотря на тенденцию к универсализации, в основе которой лежит признание дипломов о высшем и послевузовском образовании, дипломы казахстанских вузов за небольшим исключением не признаются в Европе и Америке [10].

Даже страны СНГ, имеющие многолетний общий опыт подготовки специалистов с высшим образованием, расходятся по многим ключевым вопросам, усложняющим не только процедуру нострификации (признания) дипломов соседней страны, но и привлечения специалистов для научного консультирования в рамках образовательной программы докторантуры PhD.

Мы считаем неоправданным поспешный отказ от присуждения в Казахстане степени доктора наук по классической системе, поскольку наличие четвертого уровня степеней не противоречит принципам Болонского процесса.

По меньшей мере нелогичной является практика присуждения выпускникам программы «Болашак», защитившим, скажем, в России докторскую диссертацию, степени доктор философии, ведь они, являясь кандидатами наук, уже автоматически являются и докторами PhD [11].

Мы считаем, что Казахстан не только может, но и должен установить четырехступенчатую систему подготовки кадров – «бакалавр – магистр – доктор PhD – доктор наук».

В результате проведенного исследования выявлены возможности и угрозы для системы высшего образования в РК (таблица 2).

Таблица 2. **Возможности и угрозы системы управления высшим образованием в РК**

Возможности	Угрозы
Понимание обществом важности инвестирования в высшее образование.	Инертность системы управления вузами, отсутствие стратегического планирования в отрасли и адекватной системы измерителей результатов деятельности высших учебных заведений.
Поддержка международными организациями процесса реформирования системы высшего образования.	Отсутствие эффективной системы планирования подготовки бакалавров в соответствии с потребностями национальной экономики.
Взаимодействие ряда организаций образования с учебными заведениями развитых стран.	Снижение общего уровня жизни населения повышает социальную уязвимость студентов из малообеспеченных семей, вследствие чего имеет место снижение численности абитуриентов и студентов вузов.
Обмен студентами в рамках государственной политики сотрудничества с ведущими высшими учебными заведениями других стран.	Отсутствие интереса к системе высшего образования со стороны сектора предприятий.
Наличие возможности осуществлять подготовку специалистов в странах СНГ в рамках различных соглашений.	Слабо развито стратегическое партнерство системы образования и производства в решении проблем профессионального образования.
Развитие информационных систем, возможностей использования Интернета в системе высшего образования.	Учебные программы системы переподготовки и повышения квалификации работников образования не отвечают требованиям времени, не учитывают потребности общества.
Индустриальная направленность развития страны.	

Реализация принципов Болонского процесса и модернизации системы высшего образования сдерживается неэффективностью системы финансировании образования.

Принципы финансирования образования были закреплены соответствующими постановлениями Правительства Казахстана «О порядке оказания платных образовательных услуг государственными учреждениями образования» (№ 1438 от 22.09.1999 г.), «О порядке использования государственными учреждениями образования финансовых, материальных и валютных поступлений» (№ 1441 от 22.09.1999 г.), Законом Республики Казахстан «О бюджетной системе» от 01.04.1996 г. [12].

Принципам рыночной экономики соответствует принятая в Казахстане модель приема абитуриентов в вузы – выделение государственных образовательных грантов и кредитов при одновременном едином национальном тестировании абитуриентов в период приемных экзаменов. Единый государственный заказ на подготовку специалистов в такой форме позволяет абитуриентам, прошедшим республиканский конкурсный отбор, выбирать для обучения любой вуз Казахстана по тем или иным специальностям. Данное обстоятельство юридически развило рыночные конкурентные отношения в сфере предоставления образовательных услуг высшей школы, привело к усилению государственного финансового контроля качества подготовки специалистов в пределах минимума, установленного государственным стандартом.

В последующие годы в связи с улучшением экономической ситуации в стране и уровня платежеспособности населения резко возросло финансирование высшего образования за счет семейного бюджета. Этот источник становится главным, приближаясь к 4/5 всего объема финансирования подготовки специалистов с высшим образованием [13].

Мы считаем, что сложившаяся ситуация противоречит принципам социальной модернизации Казахстана, озвученным в Послании Президента РК Н.А. Назарбаев к народу Казахстана «Стратегия «Казахстан-2050»: новый политический курс состоявшегося государства». Кроме того, значительный удельный вес в финансировании системы высшего образования средств обучающихся не способствует повышению качества подготовки специалистов, т.к. вузы не заинтересованы в отчислении нерадивых студентов.

Система образования не может существовать и развиваться исключительно за счет рыночных форм. В связи с этим в экономически развитых странах государственное финансирование выступает гарантом реализации принципа справедливости в обеспечении доступа к высшему образованию и его эффективности.

Одним из финансовых источников развития высшего образования являются международные фонды, гранты по международным программам и иные источники, в том числе финансирование подготовки специалистов за счет средств работодателей. К сожалению, последняя форма находится практически в стадии зарождения и не оказывает существенного влияния ни на финансирование вузов, ни на подготовку специалистов для нужд конкретных предприятий [14].

Проблема финансирования академической мобильности между вузами еще не решена и такая мобильность в вузах Казахстана является скорее исключением, чем правилом.

Таким образом, финансовые аспекты совершенствования системы высшего образования Казахстана нуждаются в исследовании и реформировании.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Послание Президента Республики Казахстан – Лидера нации Н.А. Назарбаева народу Казахстана «Казахстан-2050» Новый политический курс состоявшегося государства.

[2] Антонов В.А., Мутанов Г.М., Швец О.Я., Юхневич В.А. Настройка казахстанской системы оценки достигнутых результатов обучения студентов на европейскую систему перезачета кредитов (ESTS)// Материалы МК «состояние и перспективы развития высшего образования в Казахстане – влияние программы ТЕМПУС», Алматы, 21-22 сентября 2010 г. С. 206-212.

[3] Реформирование высшего образования в Казахстане и Болонский процесс: информационные материалы для практических действий – Алматы, 2009 – 120 с.

[4] По материалам zakon.kz

[5] Баталов Ю.В., Колос Е.А. Научно-методологические подходы, инновационное управление высшим образованием Казахстана/ Под ред. Баталов ЮВ.-Усть-Каменогорск: ВКГТУ, 2011.- С.218.

[6] Тенденции обновления систем и образовательных стандартов высшего образования государств-участников СНГ в контексте Болонского процесса: итоговыйаналит. докл.= Tendencies towards renovation of higher education; systems and educational standards of the CIS countries within the context of the Bologna process. - М.:ИЦПКПС, 2006. - 158 с.

[7] Агранович М.Л. Индикаторы в управлении образованием: что показывают и куда ведут? //Вопросы образования. – 2008. – №1. – С.120-145.

[8] Болонья 18-19 июня 1999 года Зона Европейского высшего Образования. Совместное заявление европейских министров образования, г Болонья, 19 июня 1999 г http://www.spbu.ru/News/edusem/bol.htm от 2.01.2005, http://www.meins.gov.pl/proces_-bolonski/p_prawne/deklaracja.php

[9] http://oms.kstu.ru/rus/information/poland.htm

[10] ГОСТ Р ИСО 9000–2001. «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь», Москва: ИПК, Издательство стандартов, 2001.

[11] «Процедуры оценки качества в Европейском высшем образовании. Исследование ЕСОК», Доклад ЕСОК №5, Европейская сеть обеспечения качества в высшем образовании, Хельсинки, 2004. - С.35 www.iseg.ru/sessions/s6/dieced.dos

[12] Акматов А.А. «Оценка Качества Образования: обзор международного опыта», Москва: «Российское педагогическое агентство», 2002.

[13] Гумбольдт В. фон О внутренней и внешней организации высших научных заведений в Берлине // Университетское управление: практика и анализ. 1998. - №3 (6).

[14] Степанишина А.И. Путь Востока. Традиции освобождения. Материалы III Молодежной научной конференции по проблемам философии, религии, культуры Востока. Серия «Symposium», выпуск 4. СПб.: Санкт-Петербургское философское общество, 2000. - С.120-126.

Мажит Ж.Б., Умбетбеков А.Т., Оразбаев А.Е., Танабекова Г.Б., Рысмагамбетова А.А.

Реформациялық өзгертулер шартында Қазақстандық білім жүйесінде Болон процесінің параметрлерін салыстырмалы талдау және дамудың заманауи жағдайы

Түйіндеме. Ұсынылған ғылыми мақала жаңғырту жағдайында Болон процесінің контексінде Қазақстанның білім беру жүйесін дамуын зерттеуге арналған.

Қағаз ұлттың материалдық әл-ауқатын сипаттайтын елдің экономикалық жағдайын, сондай-ақ, демек, оны халықтың өмір сүру деңгейін, сондай-ақ білім беру сапасына әсер ететін факторларды бейнелейтін негізгі макроэкономикалық көрсеткіштерді ұсынады.

Университеттік істің тиісті дәрежесі әлемдік білім беру кеңістігінде интеграциялау жоғары білім беру жүйесінде оларды бейімдеуге мүмкіндік бермейді, ол жалпы тұжырымдамасын іске асыру негізінен механизмін сапа менеджменті мәселелері бойынша бірқатар мәселелер зерттелді. Жоғары оқу менеджмент жүйесі мекемелерінің жаңғыртудың басты бағыттарын талдау Қазақстанның жоғары мектебінің күшті және әлсіз жақтарын анықтады. Білім беру жүйесін реформалаудың оң және теріс нәтижелері.

Кілтті сөздер: білім, білім беру жүйесі, Болон процесі, жоғары оқу орындары, сапа.

Mazhit J.B., Umbetbekov A.T., Orazbayev A.E., Tanabekova G.B., Rysmagambetova A.A.

The current state of development and comparative analysis of the parameters of the Bologna process in the Kazakhstan education system changes in the conditions of the Reformation

Annotation. Presented scientific article is devoted to the study of the development of educational system of Kazakhstan in the context of the Bologna process in the conditions of modernization. The paper presents the main macroeconomic indicators, reflecting the economic condition of the country, which characterizes the material well-being of the nation, and, consequently, the standard of living of its population, as well as factors affecting the quality of education. We studied a number of issues on quality management issues of university activities, mainly the mechanism of implementation of the general concept of which does not allow a proper degree adapt them to the system of higher education integration into the world educational space. An analysis of the main directions of modernization of institutions of higher learning management system revealed the strengths and weaknesses of the higher school of Kazakhstan. The positive and negative outcomes of the education system reform.

Keywords: education, education system, the Bologna process, higher education institutions, quality.

ӘӨЖ 621.01

С. Б. Қосболов, Ә. Жауыт
(Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы, Республика Қазақстан, ali84jauit@mail.ru)

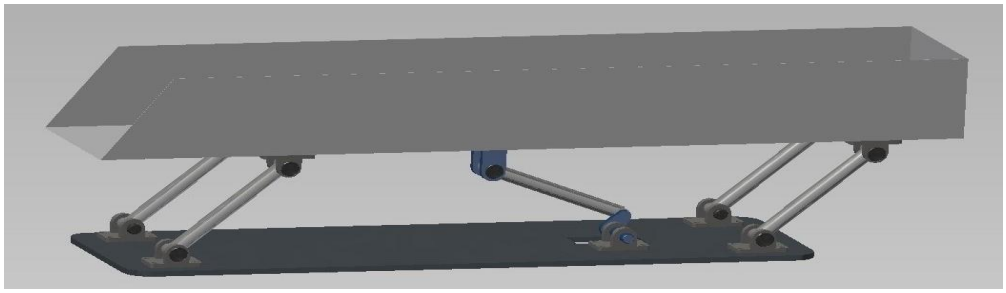
ТЕРБЕЛМЕЛІ ҚОНДЫРҒЫНЫҢ ҚОЗҒАЛЫСЫН ЖӘНЕ КЕРНЕУЛІК-ДЕФОРМАЦИЯЛЫҚ КҮЙІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа: Бұл мақалада діріл конвейердің бетінде салыстырмалы қозғалысты оңтайландыру мәселесі ұсынылған. салыстырмалы қозғалыс сипаттамалары авторлардың әзірлеген С бағдарламасын пайдаланып анықталды. Бұл әр түрлі параметрлердің ықпалын ескерген жағдайда максималды салыстырмалы қозғалыс жылдамдығын анықтайтын тор әдісіне негізделген. Қондырғыға тиесілі науашаны пайдаланып материалдық бөлшектер қозғалысын модельдейтін Рунге – Кутта дифференциалдық теңдеулерінің шешімін таптық. Есептің мақсаты тербелмелі қондырғының қозғалысын және кернеулік-деформациялық күйін APM structure 3D прог-

раммасында зерттеп, алынған нәтижелерді салыстыра отырып тербелмелі қондырғыны тиімді жобалау. Тербелмелі қондырғы науашаның қозғалыс режимінің және жүктің қозғалыс сипаттамасына қарай инерциялы (науашада жүк айнымалы және тұрақты) болады. Жүк күш инерциясының әсерінен науашада сырғанайды. Тербеліс әсерінен жүк науашадан көтеріледі және микросекірістермен науаша бойында орын ауыстырады. Жүктеу мен тасымалдауға арналған осы тектес қондырғылрдың маңызы зор. Өндіріс орындарында қолданылу ерекшеліктеріне қарай сұраныс күннен-күнге артуда, сондықтанда соңғы кездері тербелісті атқарушы қондырғылар кеңінен қолданылуда.

Кіліттік сөздер: механизм, шайқау конвейері, Рунге- Кутта әдісі, синтез, кернеулік-деформациялық күй.

Ыстық және улы, химиялық агрессивті жүктерді, азық-түлік өнімдерін, тасымалдау кезінде толық қауыпсыздігін сақтай отырып жүктемелеу үшін қолданылатын, сонымен қатар эмульсияға, майға және ыстық топыраққа батырылған метал жоңқаларын тасымалдау үшін құйма формаларынан соғылған ұсақ құймалар мен құйма шихталары т.б. әртүрлі өнеркәсіп салаларында тербелмелі қондырғылар кеңінен қолданыс тапқан.Тербелмелі қондырғының қозғалысын зерттеуде объективті функция салыстырмалы қозғалыс жылдамдығы болып табылады, және біздің мақсатымыз оны барынша оңтайландыру болып табылады. 2-ші суретте гармоникалық заңға сәйкес, Δ бағыт бойымен гармоникалық қозғалыс орындайтын тербелмелі науашаны сипаттайтын пластина ұсынылған [1].

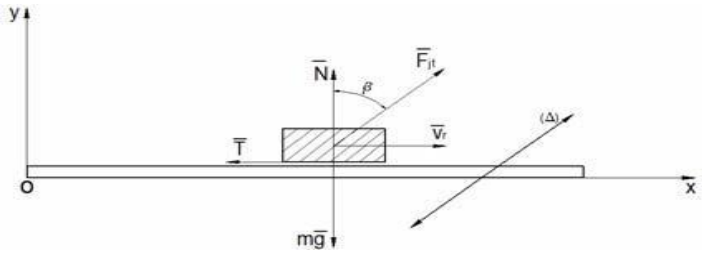


1- сурет. Жүк тасымалдаушы тербелмелі кондырғы

$$S = A \cdot \cos(\omega t) \tag{1}$$

Осыған байланысты қозғалыс массасы m тербелетін науада жылжиды.

Массасы m салыстырмалы қозғалыстың дифференциалдық теңдеулері Оху декарттық кадрда сілтемесі анықталады. Мынадай дифференциалдық теңдеулер бір мезгілде тербеліс кестесінде объектінің салыстырмалы қозғалысын модельдейді[1-2]:



2- сурет. Тербелмелі науашаны сипаттайтын пластина

$$\begin{cases} m\ddot{x} = F_{jt}\sin(\beta) - T \\ m\ddot{y} = -mg + F_{jt}\cos(\beta) + N \end{cases} \tag{2}$$

онда:

$$F_{jt} = ma_t = m\omega^2 A\cos(\omega t) \tag{3}$$

$$\bar{T} = -\mu N \frac{\bar{V}_r}{|\bar{V}_r|} \tag{4}$$

μ үйкеліс коэффициенті.

Массасы m науаша тербеліс атқарушы қондырғымен бірге қозғалады деп есептей отырып: $y = 0$ және $N \geq 0$.Сонымен, нормал күш N ді былайша есептейміз:

$$N = mg - F_{jt}\cos(\beta) \geq 0 \tag{5}$$

Салыстырмалы қозғалыстың нәтижесінде дифференциалдық теңдеу мынадай болып жазылады:

$$\ddot{x} = \omega^2 A\cos(\omega t)\cdot\sin(\beta) - \mu\sin\left(g - \omega^2 A\cos(\omega t)\cdot\cos(\beta)\right) \tag{6}$$

Екінші ретті дифференциалдық теңдеу (6) екі бірінші ретті дифференциалдық теңдеулер жүйесі ретінде жазып көрсек,

$$\begin{cases} \dot{Z}_1 = Z_2 \\ \dot{Z}_2 = \omega^2 A\cos(\omega t)\cdot\sin(\beta) - \mu\sin\left(g - \omega^2 A\cos(\omega t)\cos(\beta)\right) \end{cases} \tag{7}$$

айнымалылардың өзгеруі

$$Z_1 = X\ ,\ Z_2 = \dot{X}$$

Салыстырмалы қозғалыс кезінде объектіні ауыстыру және жылдамдықтың сызықты теңдеулер жүйесін (7) Рунге- Кутта әдісінің төртінші дәрежесімен шешкенде, авторлардың жазылған С бағдарламасын пайдалана отырып, дәлдігі анықталды [2].

Сондай-ақ, алынған мәндерге сәйкес келетін ең кіші квадраттар әдісін пайдалана отырып көлбеуі мен қиылыс анықталды $c_1 t + c_2$.

Ауыстыру мәндері X_1, X_2,…, X_n анықталады, әрбір итерация қадамында уақыттың орындалуы t_1, t_2,…, t_n жүйесінің (7) сандық шешімінен кейін, біз көлбеу есептеу үшін c_1 және қиып өту үшін c_2 ні ауыстыру диаграммасына сәйкес келетін жүйені іздейміз. Бұл жүйені шешудің нәтижелері:

$$\begin{cases} \left(\sum_{i=1}^{n} t_i^2\right)c_1 + \left(\sum_{i=1}^{n} t_i\right)c_2 = \sum_{i=1}^{n} X_i \cdot t_i \\ \left(\sum_{i=1}^{n} t_i\right)c_1 + n \cdot c_2 = \sum_{i=1}^{n} X_1 \end{cases} \tag{8}$$

Бұл коэффициентінің мәндері болып табылады

$$c_1 = \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} X_i \cdot t_i\right) - \left(\sum_{i=1}^{n} t_i\right)\cdot\left(\sum_{i=1}^{n} X_i\right)}{\Delta} \tag{9}$$

$$c_2 = \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} t_i^2\right)\cdot\left(\sum_{i=1}^{n} X_i\right) - \left(\sum_{i=1}^{n} t_i\right)\cdot\left(\sum_{i=1}^{n} X_i \cdot t_i\right)}{\Delta} \tag{10}$$

Онда

$$\Delta = n \cdot \left(\sum_{i=1}^{n} t_i^2 \right) - \left(\sum_{i=1}^{n} t_i \right)^2 \qquad (11)$$

Салыстырмалы қозғалысты анықтау үшін әр түрлі шамалар қарастырған:

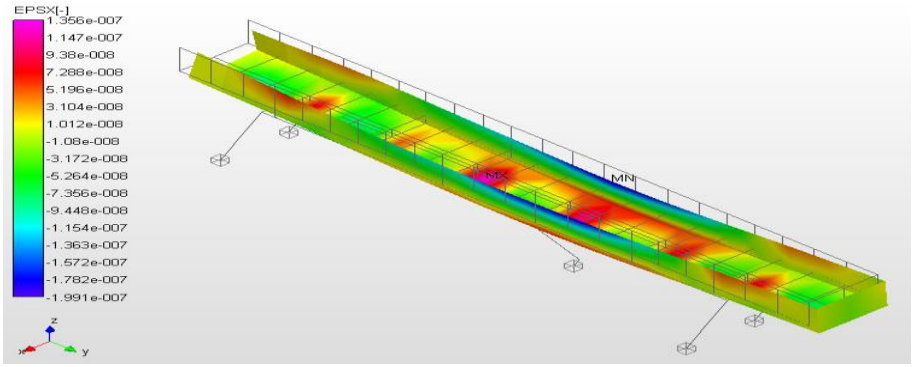
1. Үйкеліс коэффициенті μ және бұрыш β айнымалы өлшемдер ретінде, амплитуда мен жиілік тұрақты параметр ретінде қарастырылады.

2. Үйкеліс коэффициенті μ және бұрыш β тұрақты өлшемдер ретінде, жиілік пен амплитуда айнымалы өлшем ретінде қарастырылады.

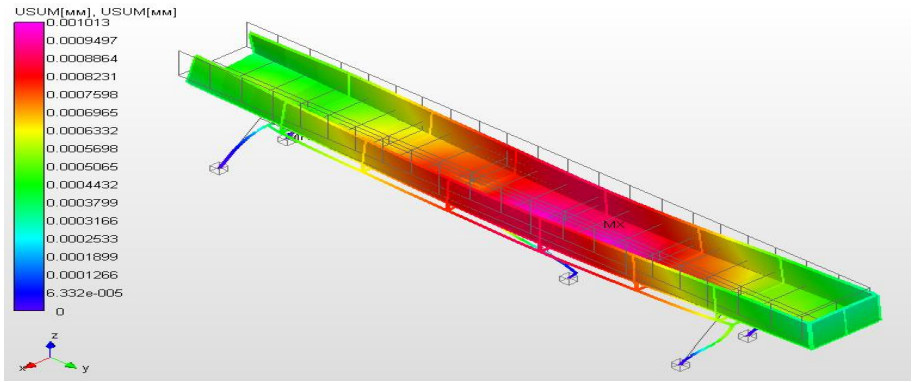
3. Үйкеліс коэффициенті μ және амплитуда тұрақты өлшемдер ретінде, бұрыш β мен жиілік айнымалы өлшем ретінде қарастырылады.

4. Жиілік және бұрыш β тұрақты өлшемдер ретінде, үйкеліс коэффициенті μ пен амплитуда айнымалы өлшем ретінде қарастырылады.

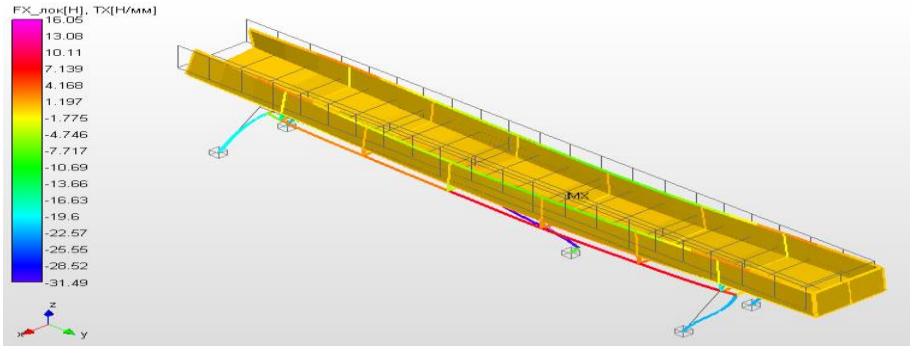
5. амплитуда және бұрыш β тұрақты өлшемдер ретінде, Үйкеліс коэффициенті μ мен жиілік айнымалы өлшем ретінде қарастырылады. Алынған сандық нәтижелерді зерттей отырып, бастапқы жағдайда салыстырмалы қозғалыс жылдамдығын белгілеу мәселесі бойынша дәлдігі ең жоғары болып саналды. Үйкеліс коэффициенті μ және β бұрышының айнымалы жағдайындағы өлшемдерін ұсыну қызығушылық тудырады. Бастапқы деректер бойынша: амплитудасы = 0.0010 [m], айналу жылдамдығы = 800 [rpm], Итерация саны = 6450, итерация қадамы = 0.00500 [s], μ - 0.0750 және 0.250 аралықта, β - 60° және 77.5° аралықта. $\mu = 0.250$ және $\beta = 60^\circ$ салыстырмалы қозғалыстың максималды жылдамдығы үшін алынғанын байқадық [3-4].



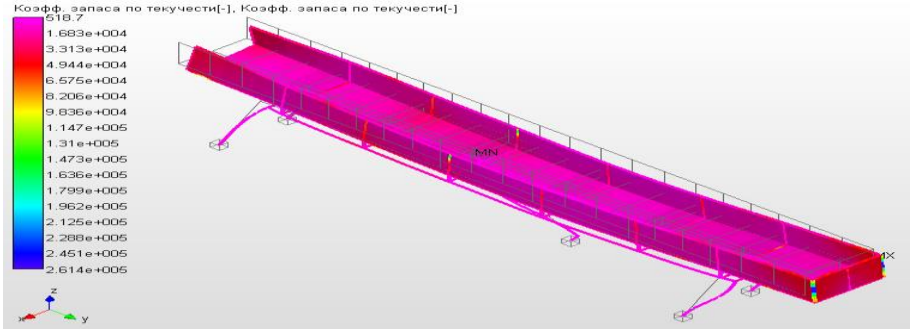
3- сурет. Кернеу картасы



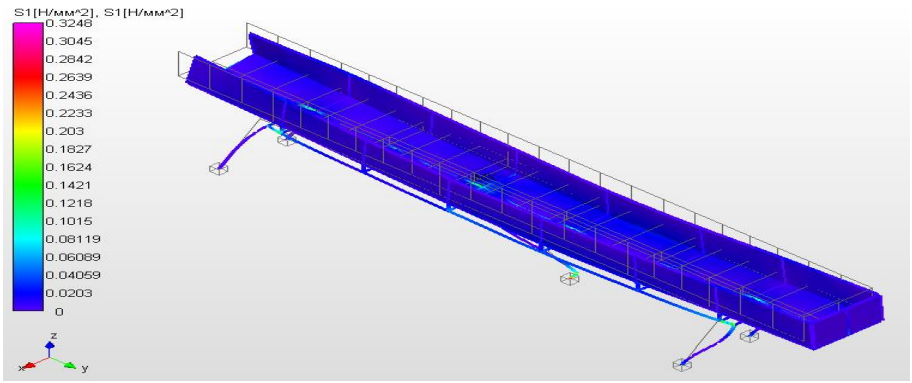
4- сурет. Орынауыстыру картасы



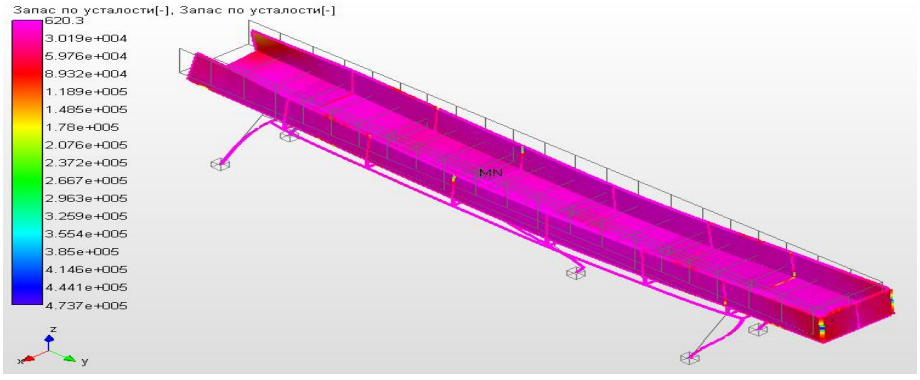
5- сурет. X өсіндегі күш пен тең таралған күштің қарқындылығы



6- сурет. Аққыштық қор коффициенті картасы



7- сурет. Жалпы кернеу картасы



8- сурет. Қажу қорының еселік картасы

APM Structure 3D программасында бір жерден қозғалыс берілген механизмнің моделін жасап, есепке жіберіп, нәтижесін аламыз. Нәтиже картасынан топсадағы реакцияларды, кернеудің мәндерін аламыз. Ең үлкен кернеуі 0,3248 Н/мм^2, ал топсадағы реакциялардың мәндері төмендегі кестеде көрсетілген [4]. APM Structure3D программасында тербелмелі қондырғының кернеулік-деформациялық күйін зерттеу модульдері енгізілген. Құралдар шекті элементтер әдісі бойынша, динамикалық күй бойынша анализ амалдарында механикалық құрылымдар және олардың орнықтылығы біртексіз жүктемелеу кезінде орындалды.

Қортынды. Есептеу соңында кернеулік-деформациялық күйін APM structure 3D программасында қондырғының әрбір буындарын беріктікке, қатаңдыққа, орнықтылыққа зерттеу қарастырылған. Жазық иінтіректі механизмдерді кинематикалық және динамикалық синтездеудің және анализдің жалпы әдістері жасалған. Осы әдістерді өндіріске қажетті нақты механизмдер жобалауға пайдалану қажет.Қорта келе қарастырылған қондырғының жұмыс атқару кезінде оның буындарының беріктігін, қатаңдығын және орнықтылығын есептеу арқылы зерттеп олардың min және max мәндерін көрсету арқылы өнеркәсіпте қолдануға ұсыныс жасау.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Қосболов С.Б., Жауыт Ә. Тербелісті атқарушы қондырғының буындарындағы қозғалысының дифференциялдық теңдеуі // ҚазҰТУ хабаршысы. - 2011. - №5(87). - Б. 134-137.

[2] Жауыт Ә. Алтыбуынды жазық иінтіректі механизмді кинематикалық зерттеуге Ассурдың ерекше нүкте әдісін қолдану // ҚазҰТУ хабаршысы. - 2013. - №4(98). - Б. 233-236.

[3] Жауыт Ә. III класты иінтіректі механизмді кинематикалық зерттеу // ҚазККА хабаршысы. - 2013. - №3(82). - Б. 24-32.

[4] Жауыт Ә. Тербеліс атқарушы қондырғы механизмді кинематикалық зерттеу // ҚазККА хабаршысы. - 2013. - №3(82). - Б. 32-38.

Косболов С. Б., Жауыт А.

Исследование движения и напряженно-деформационного состояния качающегося устроиства

Аннотация. В статье рассматривается задача оптимизации относительного движения на вибролотках поверхности. Относительные характеристики движения определялись с помощью программы, разработанной авторами. На основе метода Сетка была определена максимальная относительная скорость движения с учетом влияния различных параметров. С использованием установленного желоба нашли решение дифференциальных уравнений принадлежащих Рунге-Кутта моделирования движения материальных частей. Цель работы исследование в программе APM Structu re 3D движения и напряженно-деформированного состояния колебательной установки. В зависимости от режима движения желоба и характеристики груза колебательная установка может быть инерционной (груз в желобе постоянная и переменная). Под действием силы инерции груз по желобу скользит. Под действием колебаний груз в желобе поднимается и микрорывками перемещаются по желобу. Подобные установки очень важны для транспортировки и погрузки. В зависимости от особенностей применения растет спрос.

Ключевые слова: механизм, конвейер, метод Рунге-Кутта, синтез, напряженно-деформационное состояние

Kosbolov S. B., Zhauyt A.

Study of the movement and stress-strain state of the vibrating equipment

Summary. In this article the problem of optimizing the relative motion on a vibratory conveyor surface is presented. The relative motion characteristics were determined using a C program developed by the authors. Based on the Grid method it was determined the maximum relative motion speed considering the influence of various parameters. Using established trough find solutions of differential equations belonging Runge-Kutta method of modeling the movement of material parts. The aim of the study in the APM Structure 3D software movement and the stress-strain state of the vibrational installation, and comparing the results to design the optimal oscillation unit. In zavisimostiot mode trough movement and the characteristics of the load oscillating unit can be inertia (load in the trough constant and variable). Under the force of inertia of the load to slide down the chute. Under the influence of fluctuations in the cargo chute rises and micro choppy move down the chute. Such installations are very important for the transportation and loading. Depending on the particular application in the field of production with each passing day, the demand, so in recent years is widely used actuators fluctuations.

Key words: mechanism, shaking conveyor, Runge - Kutta method, synthesis, stress-strain state.

УДК 631.311.6

А.Е. Оразбаев, А.Ғ. Омархан, Г.А. Мұқанова, А.К. Таныбаева, А.Н. Ердесбай, Г.Б. Танабекова
(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы, orazbaevadilkhan75@gmail.com)

ҚАЗІРГІ ЗАМАНАУИ ЖАҒДАЙДАҒЫ ЭКОМӘДЕНИЕТТІЛІК (ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗУУ МЫСАЛЫНДА)

Аңдатпа. Зерттелу жұмысында Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің қазіргі заманауи жағдайдағы жастардың экологиялық мәдениеттілік деңгейін, экологиялық сананы, экологиялық құндылықтар мен экологиялық білімді және экологиялық іс-әрекетті анықтауға бағытталған сұрақ-жауап арқылы алынған нәтижелері талқыланған.

Түйін сөздер: Экологиялық мәдениеттілік, детерминант, экологиялық білім.

Экологиялық тұрақсыздықтың ең басты детерминанты - адам және оның күнделікті жасайтын іс-әрекеті, ол тек экофильді жаққа өзгермей қана қоймай, сонымен қатар қоғамдағы сынның объектісі де болмайды, экологиялық мәселе шетте қалады. Осы жағдайды шешетін басты жолдардың бірі - экологиялық білім беру мен тәрбие [1]. Бүгінгі таңда қарапайым тұрмыстық және өндірістік экологиялық мәдениеттің және халықтың, әсіресе, жас ұрпақтың әлемге деген дұрыс көзқарасы қалыптасуы үшін жұмыс жасаудың сәті түсіп тұр!

Өсіп келе жатқан ұрпақтың экологиялық білімі мен тәрбиесі қазіргі заман талаптарына сай емес. Бұл, біріншіден, экологиялық балансты сақтаудағы мақсаттарға бөлінетін қаржының жеткіліксіздігімен, экологиялық білімді қадағалайтын, басқаратын мемлекеттік–қоғамдық нәтижелі механизмдердің болмауымен байланысты. Экологиялық білімнің төмендігі кадрлық қамтамасыз етумен, яғни білікті мамандардың аз болуымен, материалдық - техникалық базасы деңгейінің төмен болуымен түсіндіріледі [2]. Осыған байланысты біздің зерттеу жұмысымыздың алға қойған мақсаты: қазіргі заманауи жағдайдағы жастардың экологиялық мәдениет деңгейін зерттеу болып табылады.

Американдық ғалымдар Д. Джюрин мен Р. Фортнердің және П. Стерннің ұсынып отырған әдіснамаларына сүйене отырып және кейс-стади мен кросс-мәдени зерттеулер әдістесі негізінде біз экология мәдениеттің түрлі деңгейлерін қарастырдық. 1-ші бөлімде қарапайым адамдар мен басқа мамандық студенттеріне жүргізілген сауалнама нәтижесі, ал 2-ші бөлімде экологияға қатысты мамандықта оқитын және сол салада қызмет ететін адамдарға жүргізілген сауалнама нәтижесі келтірілді.

Осылайша, біз субъектінің экологиялық мәдениеттілік деңгейін экологиялық сананы, экологиялық құндылықтар мен экологиялық білімді және экологиялық іс-әрекетті анықтауға бағытталған сұрақ-жауап арқылы экологиялық мәдениеттілікке жіктейміз. Бұл жіктеуде субъектінің экологиялық мәдениет деңгейін 3 типке: «Экологиялық мәдениеті жоғары тип», «Экологиялық мәдениеті орташа тип» және «Экологиялық мәдениеті төмен тип» деп топтастырамыз.

Жіктеудің бұл тәсілінің мазмұнында экологиялық сана, экологиялық білім және экологиялық құндылықтар мен экологиялық іс-әрекет сияқты, субъектінің экологиялық мәдениетінің негізгі компоненттері синтезделеді. Сұрақтар 4 блоктан тұрады, 1-ші блокта субъектінің экологиялық саналылығы мен абыржулығы, 2-ші блокта экологиялық құндылықтар, ал 3-ші блокта экологиялық білімділігі, 4 блокта экологиялық іс-әрекеті бойынша сұрақтар қамтылған (қосымша 1).

Жіктеуді жүргізу мақсатында зерттеуге алынған субъектілердің жасы 18 жас пен 45 жас аралығында. Зерттеуге 200 адам қатыстырылды. Жүргізілген зерттеу нәтижелері бойынша мынандай қорытынды жасауға болады: сұралғандардың ішінде 91 адам, яғни 45 пайызы «Экологиялық мәдениеті жоғары типке», 67 адам, яғни 34 пайызы «экологиялық мәдениеті орташа типке» және 42 адам, яғни 21 пайызы «экологиялық мәдениеті төмен типке» жататынын көреміз.

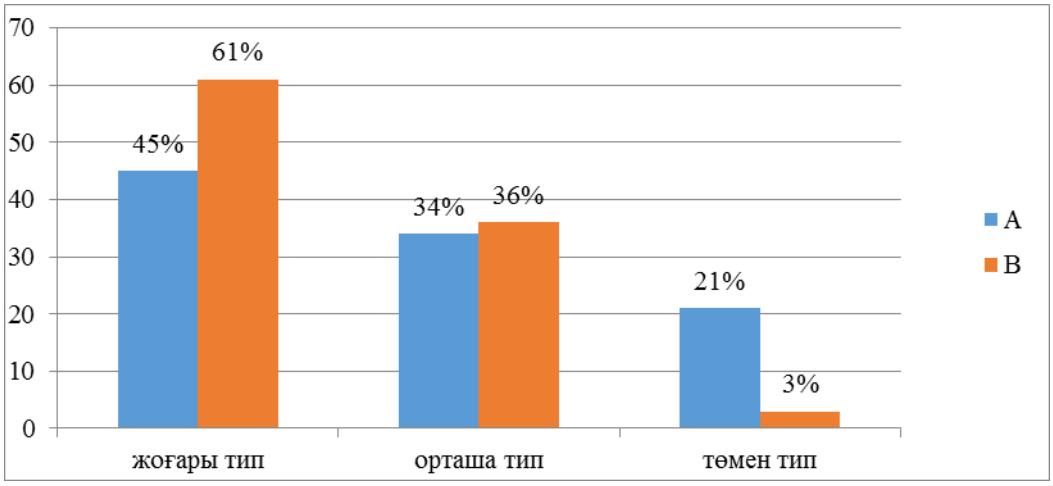
Енді жоғарыда жүргізілген зерттеулер жасы 18 жас пен 45 жас аралығындағы «Экология», «Биология», «География», «Өмір қауіпсіздігінің негіздері» мамандығының студенттері мен экологиялық ұйымдарда қызмет істейтін тұлғаларға жүргізілді, зерттеуге қатысқан жалпы адам саны – 200 (сурет 1).

Жүргізілген социологиялық сұрақ-жауап нәтижелеріне талдау жасай отырып, біз мынандай қорытындыға келдік: «Биология» мен «География» мамандығының студенттеріне жүргізілген зерттеу-

лерде көрсеткіштертер шамамен бірдей, ал «Экология» және «Өмір қауіпсіздігінің негіздері» мамандығының студенттері мен мен Экологиялық ұйымдар мен экологиялық қозғалыстар мүшелерің көрсеткіштері алдыңғыларға қарағанда едәуір жоғары.

Сұрақ-жауап нәтижелері экологиялық бағытта білім алатын және қызмет атқаратын тұлғалардың экологиялық мәдениеттілік деңгейі басқа тұлғаларға қарағанда жоғары екенін көрсетті. Бұл дегеніміз білім алу барысында экоцентрлік негізде тұрғызылған дидактикалық кешендерді пайдалану тұлғалардың экологиялық мәдениетін едәуір көтеретінін білдіреді.

Сұралғандардың ішінде 120 адам, яғни 61 пайызы «Экологиялық мәдениеті жоғары типке», 72 адам, 36 пайызы «экологиялық мәдениеті орташа типке» және 8 адам, 3 пайызы «экологиялық мәдениеті төмен типке» жататынын көреміз (сурет 1).



Сурет 1. Экологиялық мәдениеттің типтері (экологиялық және оған іргелес мамандықтар (В) мен басқа мамандықтар (А) салыстырмалы түрде)

Бұл дегеніміз, арнайы экологиялық білімі бар және жоғары дәрежеде экологиялық дағдысы қалыптасқан тұлғаның қоршаған ортаны қорғауға талпынысы, табиғатты аяушылық сезімі, сонымен қатар экологиялық іс-әрекеті жоғары болады. Сондықтан «Экология» немесе қоршаған ортаны қорғаумен байланысты пәндерді бала бақшадан бастап жоғары мектеп енгізудің маңыздылығы артады.

Сонымен, 1-суретте әртүрлі мамандық иелерінің экологиялық сана деңгейлерінің бірдей еместігін көрсетеді. Оған қоса қоршаған ортаны қорғау туралы сұрақтарды қозғағанда тұрғындардың тұратын аймағының да рөлі ерекше. Экологиялық жағдай едәуір нашар аймақтарда саналы түрдегі экологиялық мінез-құлық әдеттегі құбылыс болып саналады.

Сондықтан, жеке тұлғаның моральдық-өнегелік бағытына, оны нұсқаушы реакцияларына, құндылық ортасына негізделген экологиялық сананы қалыптастыру субъектінің қызығушылығын ескере отырып, арнайы ұйымдастырылған немесе жоспарланған оқыту курстары арқылы жүзеге асырылуы қажет. Экологиялық құндылық жүйелері мен нормаларын, қоршаған ортамен байланыс тәсілдерін және осылардың негізінде экологиялық сананы қалыптастыруда ең тиімді болып саналатын, уақытпен есептегенде адамның мектептен бастап кәсіби қызметіне дейінгі уақытын алып жатқан оқу іс-әрекеті. Тек осы жағдайда ғана экологиялық сана компоненттеріне тиімді әсер етіп, экологиялық мәдениетті анықтаудың ең жоғарғы сатысы болып саналатын экологиялық мінез-құлық қалыптастыра аламыз [3].

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Маркович Д.Ж. Социальная экология. Книга для учителя. Москва: Просвещение, 1991. - 176с.
[2] Бимағамбетова Б. Экологиялық мәдениетті қалыптастыру. // Білім-Инфо. - 2007. – № 2-3. – Б.32-33.
[3] Чильдебаев Ж. Экологияны оқыту әдістері. Оқулық. - Алматы: Экономика, 2002. - 105 б.

Оразбаев А.Е., Омархан А.Г., Муканова Г.А., Ердесбай А.Н., Танабекова Г.Б.

Современное состояние экокультуры (на примере КазНУ им. аль-Фараби)

Резюме. В работе рассмотрены результаты вопросов-ответов направленных на определение экологических действий, экологического образования и экологических ценностей, экологического мышления, уровень экологической культуры молодежи Казахского национального университета им. аль-Фараби.

Ключевые слова: Экологическая культура, детерминант, экологическое образование.

Orazbayev A.E., Omarkhan A.G., Mukanova G.A., Erdesbay A.N., Tanabekova G.B.

The current state of ecological culture (for example, Al-Farabi Kazakh National University)

Summary. The research work about results of questions and answers aimed at identifying ecological action, ecological education and ecological values, ecological thinking, the level of youth ecological culture of the Al-Farabi Kazakh National University.

Key words: Ecological culture, determinants, ecological education.

ӘӨК 379.85:620.91

А.Т. Умбетбеков, А.Н. Тұрсынбек, А.Е. Оразбаев, А.К. Таныбаева, А.С. Сатарбаева
(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы)

ҚАЗАҚСТАН ТУРИЗМІНДЕ БАЛАМАЛЫ ЭНЕРГИЯ КӨЗДЕРІН ПАЙДАЛАНУДЫҢ ТИІМДІЛІГІ

Аңдатпа. Энергия – дүниежүзілік экономиканың көкейкесті мәселелерінің бірі. Ал заманауи технологиялар энергетика саласында жаңа мүмкіндіктерді ашады. Қазіргі таңда көптеген дамыған мемлекеттерде жаңа альтернативті энергия көздерін іздестіру және оларды белсенді түрде пайдалану – өмірлік маңызы бар стратегиялық қажетті ресурс, экономиканың ұзақ мерзімді дамуын қамтамасыз ететін кілт. Өз кезегінде баламалы энергия көздері туризмнің тұрақты даму концепциясын жеделдететін экологиялық таза, экономикалық тиімді ресурстар болып табылады. Зерттеу барысында энергетикалық тиімділікті арттырудың негізгі жобасы қарастырылды. Қазақстан алғашқылардың бірі болып, қоршаған ортаны сақтау үшін әрі туризм саласын залалсыз дамыту үшін энергияның баламалы түрлеріне көшу мәселесін көтеріп, әлемді залалсыз, табиғатқа да, адамзатқа да пайдалы баламалы қуат көздерін дамытуды насихаттап, елімізде жасалып жатқан сол бағыттағы жаңа технологияларды ұсынбақ.

Түйін сөздер: баламалы энергия көздері, жасыл экономика, туризм, «жасыл үйшік», болашақ энергиясы, технологиялық прогресс.

Әлемде қарқынды дамып келе жатқан халықтың өмір сапасы оның энергиямен қамтамасыз етілуімен байланысты. Алайда бастапқы дәстүрлі энергоресурстар жер шары бойынша біркелкі әрі «әділ» тараған деп айту қиын: кейбір мемлекеттерде олардың мөлшері тым көп болса, басқа мемлекеттерге импорттауға тура келеді. Мұнай, газ, көмір және уранмен салыстырғанда, баламалы энергия көздері әлемде барынша бірыңғай тараған, сондай-ақ елдердің көп бөлігінде энергетикалық тұтынушылықты қамтамасыз етуге қолайлы жағдайлар баршылық.

Энергетиканың экологиялық тазалығы өте маңызды. Дәстүрлі энергетика қоршаған ортаға 50% зиянды қалдықтар шығарады, ал баламалы энергия көздері экологиялық қауіпсіздік тұрғысынан зияны тым төмен. Энергетика саласында жаңа технологияларды ойлап табу, әрі оларды енгізу ондаған жылдарды қажет етеді, сондықтан органикалық отынның «арзан» қорының сарқылуы мен энергия қорларына бағалардың өсуіне байланысты, бүгіннен бастап, баламалы энергия көздерін пайдалануымен қатар, жаңа, экологиялық таза әрі тиімді технологиялар әзірлеп, белсенді түрде зерттеулер жүргізу қажет.

Баламалы энергия көздерінің қозғаушы күші – технологиялық прогресс, яғни дәстүрлі энергия көздерімен салыстырғанда оларды бәсекеге қабілетті ететін күш. Ол техникалық және экономикалық көрсеткіштерді жақсартып, орнатылған киловатт құнын төмендетуге ықпал жасайды. Баламалы энергия көздері үшін пайдалану шығындарының өте төмен екендігін ескерсек, одан алынатын энергия

көздерінің бағасы да, сәйкесінше, жылдан-жылға азая бермек, ал бұл ретте дәстүрлі энергия көздерінің бағасы тек қана шарықтауда.

Әлемдік экономиканың 11%-ын қаматамасыз ететін туризм саласының да өз кезегінде тұрақты түрде дамуы үшін қоршаған ортаға келтіретін зиян шығынын азайту қажет, яғни дәстүрлі энергия ресурстарын баламалы энергия көздерімен алмастыратын болсақ, біріншіден, қоршаған ортаны залалсыздандырамыз, екіншіден, рекреациялық ресурстардың тартымдылығы артады. Ал ең бастысы энергияның қолжетімділігі төмен аймақтарды энергия көзімен қамтамасыз етуге мүмкіндік аламыз.

Баламалы энергия көздері жөніндегі халықаралық агенттік (ИРЕНА), баламалы энергия көздеріне көшуді мақсат ететін елдерге қолдау көрсету функциясын атқаратын үкіметаралық ұйым, Дүниежүзілік туристік ұйым (ЮНВТО), сондай-ақ БҰҰ-ның туризм саласы бойынша мамандандырылған мекемесі – аралды аймақтарда баламалы энергия көздерін дамыту мақсатында өз күштерін біріктіруде. Аталған ұйымдар өздерінің бірлескен мәлімдемелерінде шағын аралдық дамушы мемлекеттердің қазбалы отын түрлеріне тәуелділігін төмендетіп, жаңартылатын энергия көздерін пайдалану арқылы энергия тиімділігін арттыруды қолға алғандықтарын ашып көрсетті. Сондай-ақ мәлімдемеде қонақ үй торларын да толықтай дерлік баламалы энергия көздеріне көшуге шақыратындықтары айтылған. Әлемде, оның ішінде аралдарда, тұрақты, бәсекеге қабілетті туризм саласын дамытуда баламалы энергия көздерінің атқаратын рөлі зор екендігін ескере отырып, ұйымдар энергия тиімділігін арттыруға кететін қаржының көлемін ұлғайтуды жөн деп шешті.

ЮНВТО Бас хатшысы Талеб Рифаи: «Туризм – көптеген елдер үшін негізгі экономикалық сектор және инклюзивті әлеуметтік-экономикалық өсудің басты қозғаушы күші. Дегенмен, шағын аралдық мемлекеттерде тұрақты туризмнің дамуына көптеген сын-қатерлер кедергі жасайды, олардың ішінде ең маңыздысы – қазбалы отын түрлеріне тәуелділік деңгейінің аса жоғарғы көрсеткіші. Туризм синергиясы мен баламалы энергия көздері өзара қуатты күшке ие, бүгінгі таңда аралдардыңтұрақты дамуына жол ашатын бірден-бір жол» деп айтты. 2013 жылы шағын аралдық мемлекеттерге (МОРАГ) 41 млн. халықаралық туристер саяхат жасап, олардан түскен табыс 61 млрд. АҚШ долларын құрады [1].

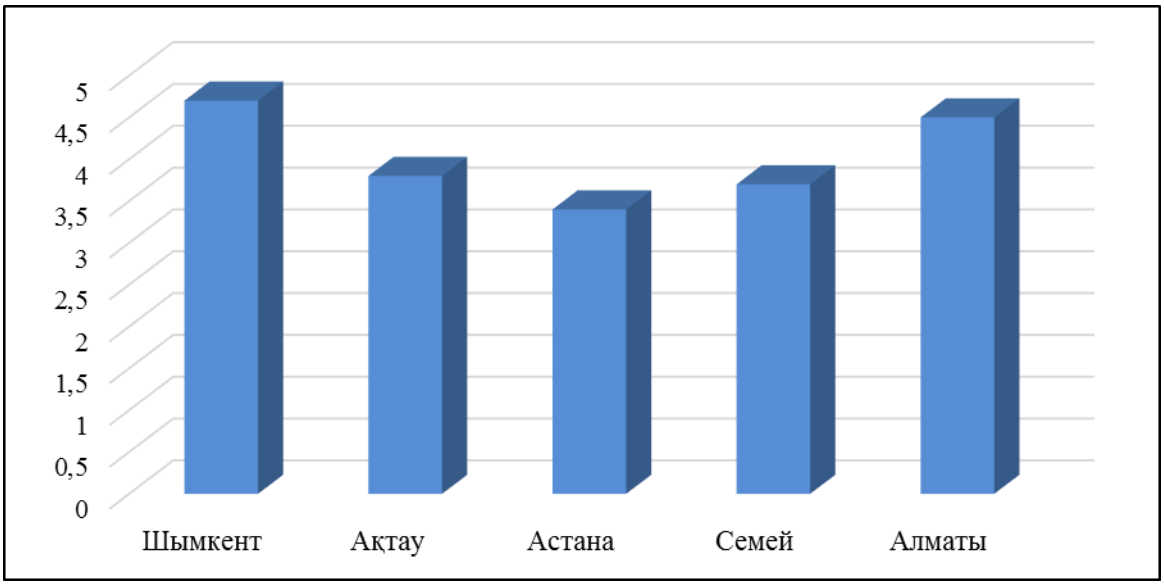
Осындай тәжірибе көзін өз елімізде, яғни Қазақстанда да іске асыруға мүмкіндік мол. Себебі елімізде тек күн энергиясын ғана емес, сондай-ақ жел, су энергияларын, тіпті биоэнергетика түрлерін де дамытуға ресурсымыз жетерлік. Тек қажетті технологиялар болса болғаны. Қазақстан Еуразия құрлығының орталығында орналасқан және біздің еліміздің географиялық орналасуы бірегей болып табылады. Еліміз көмірсутегі мен күн энергетикалық ресурстарына аса бай, дегенмен де күн қондырғыларының үлесіне барлық өндірілетін энергияның тек 0,2% тиесілі, негізгі бөлігінің шамамен 72% көмір, 12,3% гидроресурстар, 10,6% газ және 4,9% мұнай иеленеді [2].

Қазақстанда туризм саласы қарқынды дами қоймаса да, елімізге келіп жатқан туристердің саны артпаса, кеміп жатқан жоқ. Сондықтан да олардың ағымын одан да күшейту үшін туристерге максималды қолайлылық пен рекреациялық тартымдылық жағдайын жасауымыз қажет. Туризм саласында баламалы энергия көздерін тиімді пайдаланудың жолы ретінде «жасыл үйшік» жобасын ұсынамыз. Қазақстан аумағында ұйымдастырылатын бұл жоба барлық жағынан табиғат және техникалық талаптарға сай болады. Жасыл экономика, энергетика және экология, яғни үш «Э» жобасынының айналасында болмақ.

«Жасыл үйшік» нысаны еліміздің белсенді туризмі дамыған туристік аймақтарда, нақтырақ айтқанда, тау етектерінде, яғни энергия қолжетімсіз аумақтарда орналастырылады. Үйшіктің шатырына күн панельдері орналастырылып, күн шыққаннан күн батқанға дейіін үздіксіз энергия жинақталады, түнгі уақытта немесе күн бұлтты ауа-райында энергия қолжетімді болады. Алғаш көргеннен-ақ өзінің тартымдылығымен туристердің назарын аударатын бұл туристік нысан барлық тұрмыстық жабдықтармен қамтамасыз етіледі: жарық, ток көзі, тоңазытқыш, теледидар, тіпті интернет желісі. Әрине, бағасы да арзан болмайтыны анық. Дегенмен де, таулы аймақта мұндай қолайлылықтан ешкім бас тарта қоймас. Бұл жоба ең алдымен, табиғатқа ешқандай зиянын келтірмейді, әрі туризмнің де дамуына айтарлықтай үлесін қосады деп сенеміз.

Бүгінгі таңда әлем бойынша баламалы энергия көздерінің оңтайлы дамыған түрлеріне күн энергиясы мен жел энергиясы жатады. Географиялық және метеорологиялық тұрғыдан қарасақ, Қазақстан Республикасы мұндай жаңартылатын энергия көздерін кең масштабта қолданатын мемлекеттер қатарында. Республикамызда күн радиациясы 1300-1800 кВт.с/м^2.жыл құрайды. Континентальды

климатқа байланысты жылына күн сағаттары шамамен 2200-3000. Климатымызда ашық күндер басым (әсіресе жаз айларында), ауа температурасы жоғары және жыл бойына жауын-шашын мөлшері тым төмен. Төменде (сурет 1) Қазақстанның әртүрлі аймақтарында күн белсенділігінің (күніне кВт/м^2) орташа жылдық көрсеткіші келтірілген.



Сурет 1. Күн белсенділігінің (күніне кВт/м^2) орташа жылдық көрсеткіші

Әлемдік энергия тұтынуда альтернативті энергетиканың үлесі (күн, жел, геотермальды, т.б.) жыл сайын өсіп, ал 2030 жылға қарай 30%, 2050 жылы – 50% құрайды деген болжам бар. Алайда, көп үміт күттіретін нәтижелерге қарамастан, баламалы энергия көздері әлі де жаппай тұтынушылар үмітін ақтарлық оңтайлы деңгейге жете қойған жоқ. Біздің елімізде бұл сала даму сатысында, мысалы, Қапшағайда ТМД және Орталық Азия елдері арасында алғашқы энергия сақтаушы жүйе іске қосылды. Оның коммерциялық бағыттағы өндірісі 2017 жылы басталады. Технология Қазақстанда алғаш рет қолданыс үстінде, бұл аймақта күн энергиясының сұранысы аумақтағы шаруашылық өндірістік нысандар есебінен туындап отыр. Сондықтан да бізге бұл саланы дамыту қажет. Дәстүрлі энергия жүйесіне оңай кірігу үшін әрі күн энергиясын пайдалану үшін бізге ұзақ мерзімді қызмет ететін батареялық жүйе қажет [3].

Осы ретте Астана қаласында EXPO-2017 көрмесін өткізу туралы шешім Қазақстан үшін маңызды тарихи оқиғаға айналды. Халықаралық көрмелер бюросының 152-ші Бас Ассамблеясының жасырын дауыс беру нәтижесінде Қазақстанның астанасы басым дауыспен белгиялық Льеж қаласын басып озып, «ЭКСПО-2017» көрмесі өтетін орын ретінде жарияланды. EXPO-2017 халықаралық көрмесін ұйымдастыру – Қазақстанның басты жобаларының бірі, себебі оны жүзеге асыру еліміздің экономикалық дамуын ынталандырып, ұлттық туристік индустрияның жаһандық экономикамен бірігуіне ықпал жасайды, осылайша, туризмнің тұрақты дамуын қамтамасыз етеді.

Дүниежүзілік көрмені ұйымдастыруда, халықаралық тәжірибені зерттеу нәтижесі бойынша, халықаралық сарапшылар Астана қаласында ЭКСПО-2017 көрмесін өткізудегі негізгі бағытты көрсетті: энергия тиімділік және баламалы энергия көздерінің шешімдері. Осылайша, ЭКСПО-2017 «Болашақ энергиясы» көрмесінің басты тақырыбы Қазақстанда курорттардың «төртінші буынын» дамытуға серпін береді. Бұл курорттар баламалы электроэнергия көздерін, экологиялық таза құрылыс материалдары мен азық-түлік өнімдерін қолдану арқылы жобаланады.

«Болашақ энергиясы» жобасының нақты мақсаты – тұрақты энергия көздерін дамытуға бағытталған стратегияларды, бағдарламалар мен технологияларды зерттеу, энергиямен жабдықтау тиімділігін және сенімділігін арттыру, баламалы энергия көздерін пайдалануды ілгерілету және келушілерге энергетикалық ресурстарды тиімді пайдалану жолдарын қарастыруда белсенді қатысуын жүзеге асыру [4].

«Болашақ энергиясы» жобасының идеясы қоғамның назарын тұрақты энергия көздерін басқаруды қамтамасыз ететін әдістер мен шешімдерге аудару болып табылады. Бұл әдістер:

- климаттың өзгеруі мен көмірқышқыл газының қалдықтарын төмендету үшін күрес;
- баламалы энергия көздерін пайдалануды жүзеге асыру – бағдарламалар енгізу;
- энергиямен жабдықтау сенімділігін қамтамасыз ету,
- энергияны өндіру, сақтау және пайдалануды бақылау,

- тұрақты энергия көздеріне қолжетімділікті қамтамасыз етуге бағытталған.

Әлеуметтік-экономикалық сала бойынша жобада қаралатын негізгі ұғымдар:

- жаңартылатын энергия көздерімен қатар басқа да баламалы энергия көздерін пайдалануды ынталандыру,
- энергияны пайдаланудың тиімділігі мен тұтынудың ұтымдылығы;
- көлікті электрлендіру;
- экологиялық таза энергияның қолжетімділігі;
- энергиямен жабдықтау;
- энергия мен материя, адам мен өмірдің байланысы [5].

Қазақстанда баламалы энергия көздерін енгізу қоршаған ортаға деген зиянды әсердің алдын алып қана қоймай, сондай-ақ тұтастай алғанда өндірістің дамуына ықпал жасайды. БЭК Қазақстанда қолданылуы әзірге алғашқы сатыда, алайда еліміздегі БЭК энергетикалық потенциалы айтарлықтай жақсы нәтиже күттіреді. Сонымен қатар ҚР заңнамасы білікті энергия өндіруші ұйымдар үшін БЭК пайдалана отырып өндірілген электрлік және жылу энергиясын тарату үшін қолайлы жағдайлар қарастырған. Сондықтан да біз аталмыш сектор экономикасына қаржы салу өте тартымды әрі тиімді деп үміттенеміз, сондай-ақ бұл жағдайда тек инвесторлар ғана емес, энергия өндірушілер де, мемлекет, халық та ұтымды табысқа жетеді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Концепция по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике». Утверждена Указом Президента РК от 30 мая 2013 года

[2] www.windenergy.kz Программы развития ООН и Глобального экономического фонда // Казахстан – инициатива развития рынка ветровой энергии. – Проект Правительства РК – № 577.

[3] Законы РК, подзаконные нормативные правовые акты и региональные программы. Политика энергосбережения в РК// Научно-техническая конференция. – Астана, 2008.

[4] Госсен Э.Ф. Ландшафтно-оздоровительные и производственно-технологические зоны Казахстана. // Юбилейная серия научно-популярных брошюр о целине. Энергетика – хлебной ниве Казахстана. – Алматы, 2004.

[5] Нестеренков А.Г., Нестеренков В.А., Шишкин А.А. Эффективность солнечного модуля с концентратором //Энергетика и топливные ресурсы Казахстана – 2010 – № 4. – С. 30-32.

Умбетбеков А.Т., Тұрсынбек А.Н., Оразбаев А.Е., Таныбаева А.К., Сатарбаева А.С.

Эффективность использования возобновляемых источников энергии в туризме Казахстана

Аннотация. Направление «зеленой» экономики Республики Казахстан: энергетическая отрасль Значительный потенциал Казахстана в энергосбережении до настоящего времени недооценен, фокус в нынешней политике сделан на наращивание энергомощностей. Развитие «зеленой» экономики позволит избежать стране экологического кризиса. Стратегической задачей Казахстана является переход к зеленой экономике, которая должна реализоваться через модель становления на «зеленый» путь развития. Это новые отрасли экономики, чистые и «зеленые» приносят пользу природе.

Ключевые слова: зеленая экономика, рациональное использование природных ресурсов, экологический кризис.

Umbetbekov A.T., Tursynbek A.N., Orazbayev A.E., Tanybaeva A.K., Satarbayeva A.S.

Efficiency of applying renewable sources of energy in the tourist industry of Kazakhstan

Summary. The direction of the «green» economy of the Republic of Kazakhstan: power industry The significant potential of Kazakhstan in energy saving so far undervalued, the focus in the current policy is made on building power capacities . Development of «green» economy will allow avoiding to the country of ecological crisis. Strategic problem of Kazakhstan is transition to green economy which has to be realized through

formation model on the «green» way of development. These are new branches of economy, pure and «green» technologies, and improvement of an ecosystem which is urged to help and bring benefit to the nature.

Key words: green economy, rational use of natural resources , environmental crisis.

УДК 622.054

[1]Б.А. Сакыбаев, [1]К.С. Надиров, [1]А.С. Садырбаева, [1]М.Н. Шерембетов,
[1]А.М. Туребекова, [1]С.Ж. Айкенова
([1]Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауезова, Казахстан, Шымкент.
[2]С.Е. Байботаева
[2] Казахский национальный технический исследовательский университет им. К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан)

ВЫБОР НАПОЛНИТЕЛЕЙ ЭПОКСИДНО-ГОССИПОЛОВЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПОКРЫТИЙ ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ РЕЗЕРВУАРОВ

Аннотация. Разработана и апробирована эпоксидно-госсиполовая композиция для нанесения на внутренние поверхности резервуаров, имеющая существенные отличия по структуре, составу и свойствам вследствие использования мелкодисперсного модифицированного наполнителя – монтмориллонита и отхода производства масложировой промышленности - госсиполовой смолы. Полупромышленные испытания предложенной композиции в качестве лакокрасочного материала показали высокие значения долговечности полученных покрытий при действии рабочих сред нефтяных резервуаров. Применение такого покрытия позволит обеспечить оптимальное соотношение между стоимостью и эффективными характеристиками композиционного материала за счет применения доступных и недорогих наполнителей (монтмориллонит), а также отхода - госсиполовой смолы, использование которых позволяет снизить себестоимость продукции с одновременным повышением её качества.

Ключевые слова: эпоксидно-госсиполовая композиция, модифицированный наполнитель, монтмориллонит, резервуар, госсиполовая смола, волластонит.

К числу достаточно актуальных проблем нефтегазовой отрасли в настоящее время можно отнести задачи повышения защитных свойств и долговечности покрытий внутренней поверхности резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов. Анализ литературных данных показывает, что резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов в процессе эксплуатации подвергаются значительному коррозионному разрушению. Наиболее прогрессивным способом защиты резервуаров является применение современных лакокрасочных покрытий, что позволяет продлить межремонтный период и срок эксплуатации резервуаров на пять и более лет в зависимости от типа покрытий и условий эксплуатации [1].

Защитные лакокрасочные покрытия представляют собой сложные композиции, состоящие из различных ингредиентов функционального назначения, поэтому их состав определяет основные свойства и долговечность таких покрытий. Необходимость успешно конкурировать с зарубежными аналогами и постоянно растущий уровень технических требований на пути к индустриально-инновационному развитию вызывает необходимость совершенствования и расширения ассортимента композиций, применяемых для повышения защитных свойств и долговечности лакокрасочных покрытий. Один из путей решения этой задачи – разработка новых материалов на базе отечественного сырья [2]. Достижение оптимального соотношения между стоимостью и эффективными характеристиками композиционного материала достигается за счет применения доступных и недорогих наполнителей, а также различных отходов производств, использование которых позволяет снизить не только себестоимость продукции, но и устранить их негативное влияние на окружающую среду [3].

Целью работы является совершенствование состава эпоксидных покрытий внутренней поверхности резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов с использованием отходов масложировой промышленности, в частности – госсиполовой смолы. Универсальность применения эпоксидных покрытий обусловлена широким температурным интервалом отверждения и возможностью получения

различных эксплуатационных характеристик материалов путем варьирования состава и соотношения компонент. Изменение состава, строения и свойств эпоксидных композиций достигается совместимостью со многими другими олигомерами, многообразием отвердителей для них, возможностью химической модификации благодаря высокой реакционной способности эпоксидных групп [4]. Используемые в настоящее время покрытия обеспечивают хорошую защиту от коррозии внутренней поверхности резервуаров, однако, воздействуя на состав лакокрасочных покрытий, можно повышать их защитные свойства и ресурс использования.

Поскольку выбор какого-либо одного параметра, характеризующего интенсивность старения покрытия непосредственно на изделии, затруднителен, для изучения состояния покрытий использован стандартный метод (ГОСТ 9.407-84) количественной оценки внешнего вида покрытия по нескольким показателям (устойчивости к образованию пузырей, трещин, отслоения покрытия, коррозии металла). Коррозию металла определяли визуально по площади поражения. Коэффициенты сорбции и диффузии жидких сред в полимерных материалах определяли по ГОСТ 12020-72. Изменение массы и механических свойств образцов отвержденных лакокрасочных композиций оценивали после экспозиции в рабочих средах в течение определенных периодов времени. Исследование микроструктур поверхности проводили с помощью микроскопа просвечиванием платиново-углеродных реплик, снимаемых с исследуемой поверхности образцов. Исследование гидрофобных свойств покрытий по краевым углам смачивания проводили методом сидячей капли на пластинках из исследуемых материалов.

Волластонит — минерал из класса силикатов, природный силикат кальция с химической формулой $Ca_3(Si_3O_9)$. В состав волластонита входят окись кальция (CaO) — 48,3%, двуокись кремния (SiO_2) — 51,7%; иногда в состав входит до 9% закиси железа. Плотность волластонита - 2900 кг/м^3, pH водной дисперсии 9,9. Для природного волластонита характерна вытянутая по длине структура кристаллов, при раскалывании которых образуются зерна игольчатой формы. Волластонит не растворяется в воде и органических растворителях, но реагирует с соляной кислотой. Волластонит применяется в качестве добавки-наполнителя в пластмассах, в цветной металлургии, в шинной, асбоцементной и лакокрасочной промышленности, в производстве керамики. Используется волластонит и в автомобилестроении, он входит в состав наполнителя для ряда важных узлов автомобиля: тормозных колодок, подшипников скольжения, применяется в антикоррозийных покрытиях. Незаменим этот минерал при герметизации подземных сооружений, так как позволяет формировать такую структуру производимого герметика, которая пропускает воздух, но задерживает воду. Даже небольшие его добавки увеличивают прочность различных материалов на два порядка, снижают технологическое время и температуру термообработки, увеличивают жаростойкость, химическую стойкость и износостойкость изделий, улучшают электроизолирующие и диэлектрические характеристики [5]. По запасам волластонита (56,5 млн тонн) Казахстан занимает 3-е место в мире после Китая (131 млн тонн) и Мексики (100 млн тонн). Его крупные месторождения находятся в Карагандинской, Южно–Казахстанской и Восточно-Казахстанской областях. В Южном Казахстане месторождение Ирису находится в Тюлькубасском районе в 20 км на юго-восток от железно-дорожной станции Тюлькубас. Месторождение Верхнебадамское расположено в Толебийском районе, в 50 км к юго-востоку от г. Ленгер. Прогнозные ресурсы волластонита в РК- 4 млн.т.

Монтмориллонит (ММТ) (иначе - наноглина) — глинистый минерал, относящийся к подклассу слоистых силикатов, основной компонент бентонита. Данный минерал обладает способностью к сильному набуханию благодаря своему строению и имеет ярко выраженные сорбционные свойства. Химический состав непостоянный, сильно зависит от варьирующего содержания воды. По анализам чистых разностей устанавливаются следующие колебания (в %): SiO_2 - 48-56, Al_2O_3 - 11-22, Fe_2O_3 - 5 и более, MgO - 4-9, CaO - 0,8-3,5 и более, H_2O - 12-24. Кроме того, иногда устанавливаются K_2O, Na_2O и др. Структура монтмориллонита отличается симметричным сложением пачек слоев. Между "пирофиллитовыми" пакетами размещаются молекулы межслоевой воды и атомы обменных оснований Ca, Na и др. Характерно большое расстояние между пачками слоёв. Образует плотные глинистые массы. Кристаллы очень мелки и видны только под электронным микроскопом, - обычно имеют вид неправильных листочков [6]. Был использован ММТ, выделенный из бентонитовой глины Ибатинского месторождениях (Казахстан). Основным породообразующим минералом бентонитовых глин является ММТ (60-65%), второстепенными – гидрослюды, каолинит, замечены редкие зерна пирита.

Из вредных примесей, ухудшающих стабильность глинистых растворов, на месторождении Ибата обнаружены гипс, фрагментарно отмеченный в узкой (0,2-0,3м) зоне гипергенеза глин, непосредственно выходящих на дневную поверхность. Выделенный ММТ обладает способностью к сильному набуханию благодаря своему строению и имеет ярко выраженные сорбционные свойства. Известно, что основной проблемой при создании слоистосиликатных нанокомпозитов является несовместимость органической (полимер) и неорганической (слоистый силикат) составляющих композитов. Данная проблема решается использованием органомодифицированных слоистых силикатов (ОМСС). Это продукт замещения неорганических катионов в галереях слоистых силикатов органическими катионами. Для модификации ММТ нами использован 10% акрилат гуанидина. Производные метакриловой кислоты, содержащие химически активные функциональные группы, представляют собой перспективный ряд мономеров. Органически-модифицированные слоистые силикаты являются перспективными нанонаполнителями, которые улучшают механические свойства ряда полимеров, в которых они были диспергированы. Многочисленные исследования подчеркивают уникальные комбинации физико-механических и термических свойств этих материалов уже при низком содержании (обычно менее 5 % масс.) органоглины.

Одним из эффективных направлений по уменьшению термических напряжений в покрытии является применение инертных наполнителей, имеющих более низкий коэффициент термического расширения, чем у стали. Проведено сравнение коэффициентов термического расширения различных минеральных наполнителей и свойств полученных покрытий, в результате в качестве компромиссного варианта были выбраны волластонит и монтмориллонит.

В таблице 1 приведены данные, характеризующие влияние наполнения эпоксидной композиции волластонитом и монтмориллонитом на внутренние напряжения в покрытии.

Таблица 1. **Влияние содержания наполнителей на внутренние напряжения в покрытиях, полученных нанесением новой эпоксидной композиции**

Тип наполнителя	Содержание наполнителя, %	Внутренние напряжения покрытий, МПа
-	-	6,9
Волластонит при удельной поверхности наполнителя 68 $м^2/г$	1	6,0
	3	5,1
	5	4,2
	7	3,0
	10	3,1
	20	3,7
Монтмориллонит (ОМСС) при удельной поверхности наполнителя 115 $м^2/г$	1	5,1
	3	4,8
	5	3,0
	7	2,7
	10	2,7
	20	2,9

С целью поиска оптимального состава композиции проведен полный факторный эксперимент с последующей математической оптимизацией, в результате чего получен состав защитной лакокрасочной композиции «Госси-ОМСС» с наиболее рациональным сочетанием свойств. При оптимизации составов и изучении структуры предлагаемых композиций было проанализировано множество взаимосвязей, определен характер взаимодействия отдельных составных частей и целого, а также учтено влияние на материал многочисленных сырьевых, рецептурных, технологических и эксплуатационных факторов. Выбор метода решения многокритериальной задачи оптимизации и преодоление возникающих при этом математических проблем могут быть осуществлены только после построения математической модели задачи определения оптимального соотношения «состав-свойство» многокомпонентных смесей. В задаче оптимизации присутствовали нелинейные невыпуклые функции. Применение для ее решения градиентных методов не дало положительных результатов. Поэтому для решения задачи был выбран метод «ψ-преобразования». Сущность этого метода заключается в том, что объек-

том исследования и анализа является не сама целевая функция L (z), а некоторая функция ψ(ς), образуемая в результате преобразования L (z). В основе этого метода преобразования лежит понятие разбиения, применяемого для построения интеграла Лебега. Преимуществом метода «ψ-преобразования» является то, что он позволяет найти глобальный экстремум в задачах оптимизации с многоэкстремальными целевыми функциями. При расчетах был использован алгоритм решения задачи, предложенный в работе [7], и разработанный в Казанском государственном архитектурно-строительном университете пакет программ, позволяющий численно реализовывать алгоритм предложенного подхода к подбору оптимального состава многокомпонентных смесей для поставленной задачи.

В таблице 2 приведен состав лакокрасочной композиции «Госси-ОМСС», обеспечивающий минимальные внутренние напряжения в покрытии без снижения основных рабочих характеристик.

Таблица 2. **Оптимальный состав лакокрасочной композиции «Госси-ОМСС**

Компонента состава	Содержание, масс%
Эпоксидная смола ЭД-20	52,5
Смола оксилин-6	14,1
Отвердитель АФ-2	5,4
Монтмориллонит в виде ОМСС	6,8
Полиэтиленполиамин	6,1
Госсиполовая смола	15,1

В таблице 3 приведены данные, характеризующие некоторые физико-химические свойства новой лакокрасочной композиции «Госси-ОМСС и покрытий на её основе, которые свидетельствуют о высоком качестве таких покрытий. Детально исследованы структура, состав и свойства покрытий, полученные результаты свидетельствуют о наличии существенных отличий от известных покрытий подобного состава вследствие использования мелкодисперсного модифицированного наполнителя – монтмориллонита и синергетического компонента – госсиполовой смолы.

Таблица 3. **Основные свойства покрытий на основе лакокрасочной композиции «Госси-ОМСС***

$\sigma_р$, МПа	δ, %	D, $м^2/с*10^{12}$		S, $г/см^3$		Т кр, годы		
		вода**	нефть	вода	нефть	вода	нефть	парогазовоздушная среда
15,3	5,9	1,38	3,12	2,41	3,69	7,9	11,2	7,9

* - Ткр – долговечность покрытия, D- коэффициент диффузии, S- коэффициент сорбции.

** вода подтоварная

Таким образом, разработана и апробирована эпоксидно-госсиполовая композиция для нанесения на внутренние поверхности резервуаров, имеющая существенные отличия по структуре, составу и свойствам вследствие использования мелкодисперсного модифицированного наполнителя – монтмориллонита и отхода производства масложировой промышленности - госсиполовой смолы. Полупромышленные испытания предложенной композиции в качестве лакокрасочного материала показали высокие значения долговечности полученных покрытий при действии рабочих сред нефтяных резервуаров. Применение такого покрытия позволит обеспечить оптимальное соотношение между стоимостью и эффективными характеристиками композиционного материала за счет применения доступных и недорогих наполнителей (монтмориллонит), а также отхода производства - госсиполовой смолы, использование которых позволяет снизить себестоимость продукции с одновременным повышением её качества.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Правила антикоррозионной защиты резервуаров. РД-05.00-45.21.30 -КТН-005-1-05. ОАО «АК «ТРАНСНЕФТЬ». - Москва - 2005.

[2] Научно-техническая программа «Разработка перспективных новых материалов различного назначения на 2006-2008 годы» - Астана. – 2006.

[3] Мэттьюз Ф., Ролингс Р. Композитные материалы. Механика и технология. - М.: Техносфера. - 2004. – 408 с.

[4] Алексеева Н.А. Повышение защитных свойств и долговечности эпоксидно-оксилиновых покрытий путем совершенствования их состава и структуры. Автореф. … канд. техн.наук. – Уфа. – 2004.

[5] Волластонит – уникальное минеральное сырье многоцелевого назначения / В. А. Тюльнин, В. Р. Ткач, В. И. Эйрих, Н П. Стародубцев. - М.: Издательский дом «Руда и металлы», - 2003. - 144 с.

[6] Геологический словарь: в 2-х томах/ Под редакцией К. Н. Паффенгольца и др. — М.: Недра. - 1978.

[7] Ахмадиев Ф.Г., Гильфанов Р.М. Математическое моделирование и оптимизация «состав-свойство» многокомпонентных смесей //Известия КГАСУ. – 2012. № 2 (20). - с. 289-297.

Сакыбаев Б.А., Надиров К.С., Садырбаева А.С., Шерембетов М.Н. Туребекова А.М.,
Байботаева С.Е., Айкенова С.Ж.

Резервуарлардың ішкі бетінің қорғану қасиетін және ұзақмерзімділігін арттыру үшін эпоксидті-госсипол композициясының толықтырғыштарын таңдау

Түйіндеме. Ұсақ дисперсті модифицирлі толықтырғыш – монтмориллонит және май шығаратын өнеркәсіп өндірісінің қалдығы – госсипол шайырын қолдану есебінен құрылымы, құрамы және қасиеттері бойынша ерекшеленетін резервуардың ішкі бетіне жағуға арналған эпоксидті-госсипол композициясы әзірленіп, сыналған. Ұсынылған композицияның лактық-сырлау материалы ретінде жартылай өнеркәсіптік сынау жұмыстары мұнай резервуарларының жұмысшы орталары әсер еткендеалынған қаптамалардың ұзақ мерзімділігінің жоғары нәтижелерін көрсетті. Мұндай қаптаманы қолдану қол жетімді және қымбат емес толықтырғыштарды (монтмориллонит), сонымен қатар – қалдық – госсипол шайырын қолдану есебінен композициялық материалдардың құны мен тиімді сипаттамалары арасындағы тиімді қатынасты қамтамасыз етуге мүмкіндік береді, бұл қоспаларды қолдану өнімнің өзіндік құнын төмендете отырып, оның сапасын арттыруға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: эпоксидті-госсипол композициясы, модифицирлі толықтырғыш, монтмориллонит, резервуар, госсипол шайыры, волластонит.

Sakybaev B.A., Nadirov K.S., Sadyrbaeva A.S., Sherembetov M.N., Turebekova A.M.,
Baibotayeva S.E., Aykenova S.Jh.

Selection of excipients gossipol epoxy compositions to improve durability and protective properties of the inner surface of tanks coatings

Summary. Designed and tested gossipol epoxy composition for application to the inner surface of the tank, which has significant differences in structure, composition and properties due to the use of the modified fine filler - montmorillonite and waste production of oil industry - gossipol resin. Half of the proposed test composition as a paint material showed high values of durability of coatings obtained by the action of the working media of oil tanks. Applying such a coating will provide a balance between cost and efficiency characteristics of the composite material by the use of inexpensive and available filler (montmorillonite), and waste - gossipol resin whose use reduces the cost of production while improving its quality.

Key words: epoxy gossipol composition, the modified filler, montmorillonite, tank gossipol resin, wollastonite.

[1]У.А. Мурзахметова, [2]Г.Т. Шокобаева, [1]А.М. Алимжанова, [1]А.К. Талгарбаева
([1]Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева,
[2]Казахский национальный университет имени Аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан, u_murzakhmetova@mail.ru)

ВЛИЯНИЕ МЕЛКОЗЕРНИСТОЙ СТРУКТУРЫ И СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ СПЛАВА МАРКИ ВТ6 НА ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОТЕКАНИЯ ПРОЦЕССОВ ИХ ОКИСЛЕНИЯ

Аннотация. Изучение структурных моделей металлических материалов и исследование функциональных свойств материалов с мелкозернистой структурой является актуальным вопросом материаловедения. Изучение закономерностей анодного растворения титановых сплавов с МЗ структурой необходимо для определения условий химической обработки, обеспечивающих повышение коррозионной устойчивости изделий из этих материалов. В работе приведены результаты исследования по влиянию объемной мелкозернистой структуры титанового сплава марки ВТ6 на его коррозионное поведение и анодное растворение. Выбран режим анодного оксидирования для проведения процесса электрохимической обработки.

Ключевые слова: титановые сплавы, анодное оксидирование, коррозионная стойкость титановых сплавов, ИПД технология, влияние процессов оксидирование на МЗ структуру.

Перспективным направлением при создании новых конструкционных и функциональных металлических материалов является перевод крупнозернистой (КЗ) структуры металлов и сплавов в мелкозернистую и субмикрокристаллическую (СМК) структуру. Начиная с 90-х годов XX-го столетия, исследователи в области материаловедения уделяют пристальное внимание процессам, происходящим в металлах и сплавах в ходе большой пластической деформации при пониженных температурах. Для тех случаев, при которых большие степени деформации достигаются в условиях больших приложенных давлений при низких температурах, используется также термин «интенсивная пластическая деформация» (ИПД) [1,2].

К наиболее разработанным методам ИПД относятся сдвиг под давлением, равноканальное угловое прессование (РКУП), накапливаемое соединение прокаткой, винтовая экструзия и ряд других [2].

Наноструктурирование (НС) металлических материалов приводит к существенному улучшению их физико-механических характеристик: наблюдается повышение микротвердости, возрастание пределов прочности и текучести, понижение уровня деформации до разрушения по сравнению с крупнозернистыми материалами [3]. Известно, что деформационная обработка металлов приводит к возрастанию доли межзеренных границ, концентрации дефектов и напряжений в теле зерна, что в целом, способствует повышению степени неравновесности структуры, увеличению диффузионной проницаемости металла. Изменение структуры металла также является причиной изменения его реакционной способности, в частности, по отношению к окислению при термической обработке и при контакте с растворами [4]. Однако, устойчивость наноструктур металлов и сплавов к окислению и к воздействию коррозионно-активных сред систематически не изучена.

В настоящее время в разных отраслях промышленности очень широко применяются титановые сплавы, являющиеся одним из основных конструкционных материалов благодаря присущему титану и его сплавам комплексу свойств, таких как высокая удельная прочность, коррозионная стойкость во многих агрессивных средах, хорошая жаропрочность при температурах эксплуатации до 500–600 ºС[3]. В то же время, в виду недостаточного объема экспериментальных данных по химической устойчивости мелкозернистой структуры материалов на основе титана возникают определенные трудности в прогнозировании их поведения в различных окисляющих средах.

Целью исследований являлось установление влияния объемной мелкозернистой структуры титанового сплава марки ВТ6 на его коррозионное поведение и анодное растворение.

Объектами исследования были образцы из титанового сплава марки ВТ6 шириной 250 мм и высотой 70 мм в деформационно-отожжённом состоянии. Химический состав исследуемых образцов: 6,05 ÷ 6,11 % Al; 3,69 ÷ 3,76 % V; 0,3 % Fe; 0,1 % C; 0,15 % Si; 0,05 % N; 0,03 % Zr; 0,2 % O; 0,015 % H. Для придания полученным заготовкам равноосной крупнозернистой структуры их отжигали при температуре 900°С с выдержкой при этой температуре 2 часа. Для получения объемной мелкозернистой структуры отожженные образцы подвергали последующей прокатке на специальном 5–ти клетьевом стане до тонких листов высотой 1,5 мм. Из прокатанных заготовок вырезали темплеты для анодного оксидирования размерами 100х25х1,5 мм. Выбранные темплеты взвешивали на аналитиче-

ских весах с точностью четвертого знака.

При проведении эсперимента использовали набор образцов сплава марки ВТ6 с исходной крупнозернистой (№ 1 образец, КЗ, $d_{ср}$= 22 мкм) и полученной после ИПД мелкозернистой (№ 2 и № 3, МЗ, с размерами зерна $d_{ср}$=0,46 и мкм $d_{ср}$=0,36 мкм, соответственно) структурой. Образцы перед проведением эксперимента предварительно обрабатывали.

Для анодного оксидирования температура охлаждающей среды должно быть от 15 ÷ 25°С, плотность тока: 10; 12,5 и 15 А/дм^2, напряжение Е =20 В, длительность проведения эксперимента: от 0,5 до 65 минут.

Формирование оксидных пленок осуществлялось в электролизере с системой водяного охлаждения с использованием постоянного тока. Катодами служили свинцовые пластины. Электролит для анодирования состоит из 20%-ного водного раствора H_2SO_4. Водный раствор готовились на дистиллированной воде по общепринятой методике.

Для обезжирования образцы помещали в стакан с нагретым до 50 °С раствор, содержащим 50 г Na_3PO_4, 5 г NaOHи 10 г жидкого стекла в 1 л воды. Время обезжирования 3 минуты, после чего образец сначала промыли теплой (60°С), затем проточной холодной водой в ванне, одновременно протирая его щеткой. Заранее подготовленные образцы помещали в электролит, соединяя с положительно заряженным электродом источника тока (анодом). Напряжение по вольтметру равен 20 В. Температура электролита не выше 25°С и не ниже 23°С, т.к. в процессе анодирования электролит нагревается. Чтобы соблюдать температурный режим, необходимо постоянно регулировать подачу воды в термостате. Напряжение на ванне тоже необходимо строго поддерживать с начала и до конца анодирования. По истечении выбранного времени (в минутах) выключаем ток, затем вынимаем из стакана приспособление с электродами, отсоединяем опытный титановый образец (анод), промываем его холодной водой, сушим фильтровальной бумагой и в сушильном шкафу при 100° - 120°С.

В результате, в первые секунды анодирования на образцах образовывается барьерный слой, сначала в активных центрах образовывая полусферические линзообразные микроячейки, срастающиеся затем в сплошной барьерный слой. Толщина образованного барьерного слоя остается практически неизменной. Показатели толщины покрытого слоя после оксидного анодирования приведены в таблицах 1 – 3.

Таблица 1. **Показатели толщины покрываемого слоя при Е = 20 В**

Время, τ	Толщина покрытий (мм) в зависимости от напряжения 20 В при разной плотности тока								
Номера образцов из марка сплава ВТ6	№1			№2			№3		
	i_a = 10	i_a = 12,5	i_a = 15	i_a = 10	i_a =12,5	i_a =15	i_a =10	i_a = 12,5	i_a = 15
	А/дм^2			А/дм^2			А/дм^2		
0,5	25	42	63	28	45	66	31	48	69
10	48,2	67,5	85,6	38	61,2	77	41	64,2	80
15	54,9	72,1	91,5	51,2	70,5	88,6	54,2	73,5	91,6
20	61,2	77,5	96,7	57,9	75,1	94,5	60,9	78,1	97,5
25	68,1	81	101	63,2	80,5	99,7	67,2	83,5	102,7
30	74	85	112,3	71,1	84	104	74,1	87	107,7
35	78,3	91,6	123,9	77	88	115,3	80	93	118,3
40	85,2	99,5	130,2	81,3	94,6	126,8	84,3	96,6	130,9
45	91,8	112,4	141,6	88,5	105,5	133,2	91,5	105,5	136,2
50	92	123,4	148,9	94,8	115,4	144,6	97,8	118,9	147,6
55	89	132	151	95	126,4	150,9	92	130,4	153,9
60	89	132,7	152	89	135	151	89	132	151
65	88	130	149	89	135	152	89	132,7	152

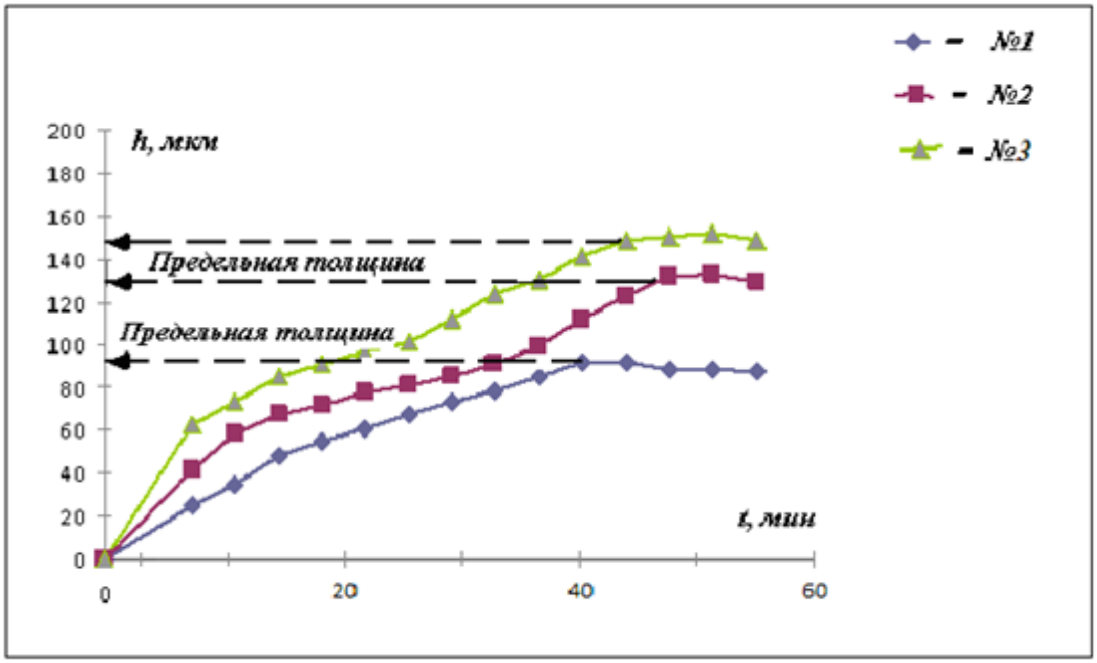


Рис. 2. Влияние асимметричности переменного тока ($i_к/i_a > 1$) на кинетику роста анодных покрытий на титановых сплавах в электролите при плотности анодного тока 10 А/дм^2, Е=20 В

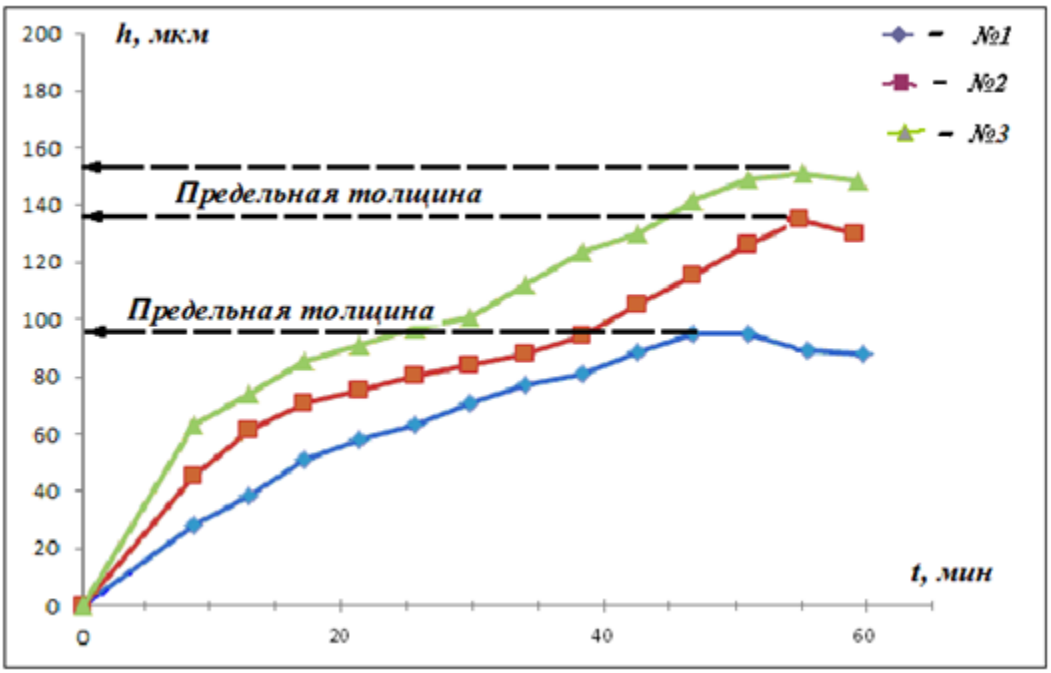


Рис. 3. Влияние асимметричности переменного тока ($i_к/i_a > 1$) на кинетику роста анодных покрытий на титановых сплавах в электролите при плотности анодного тока 12,5 А/дм^2, Е=20 В

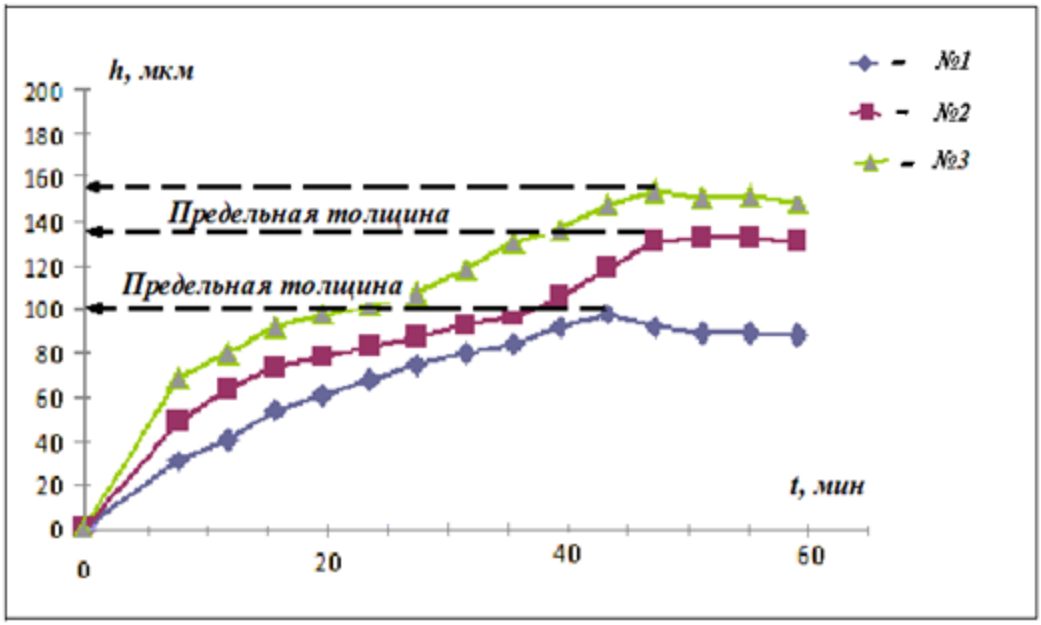


Рис. 4. Влияние асимметричности переменного тока ($i_к/i_a > 1$) на кинетику роста анодных покрытий на титановых сплавах в электролите при плотности анодного тока 15 А/дм^2, Е=20 В

i_a = 10 А/дм^2 i_a = 12,5 А/дм^2 i_a = 15 А/дм^2

а) б) в)

Рис. 5. Распределение покрываемого слоя в зависимости от подачи плотности тока

Из графика видно, что для проведения анодного процесса нужно выбрать следующие режимы: Е = 20 В и i_a = 15 А/дм^2. В анодном режиме проведения процесса электрохимической обработки в присутствии электролита при pH = 9,7 скорость перехода «неэффективных» сквозных пор в «эффективные», намного меньше скорости плотного заполнения последних («эффективных» пор) продуктами окисления металлического дна сквозных пор. А катодная реакция проходит со смещением в сторону положительных потенциалов на меньшую величину, причем скорость коррозии значительно увеличивается, т.е. пластическая деформация облегчает анодную и катодную реакции.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Валиев Р.З., Александров И. В. Объемные наноструктурные материалы: получение, структура и свойства. – М.:ИКЦ «Академкнига», 2007. – 398 с.

[2] Носкова Н.И., Мулюков Р.Р. Субмикрокристаллические и нанокристаллические металлы и сплавы. − Екатеринбург: УрО РАН, 2003. – 279 с.

[3] Некрасова Т.В. Теория и технология получения наноструктурированных компактных материалов / Т.В. Некрасова, В.Н. Некрасова – Учебное пособие. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2013. – 129 с.

[4] Амирханова Н.А. Электрохимическая размерная обработка материалов в машиностроении /Н.А. Амирханова, А.Н. Зайцев, Р.А. Зарипов. – Уфа. 2004. – 258 с.

Мурзахметова Ұ.А., Шоқобаева Г.Т., Әлімжанова Ә.М., Талғарбаева А.К.

ВТ6 еңтаңбалы қорытпаның ұсақ түйіршікті құрылымы мен беткі қабатының күйінің тотығу үдерісінің заңдылығына әсері

Түйіндеме. ұсынылылып отырған мақалада ВТ6 еңтаңбалы титанды қорытпаны анодты тотықтыру үдерісінің жүрісіне ұсақ түйіршікті құрылымы мен беткі қабатының күйінің тотығу үдерісінің

заңдылығына әсері қарастырылды. Анодты тотықтыру режимі анықталынды. Ұсақ түйіршікті құрылымы бар титанды қорытпаның анодты тотығу заңдылығын танып білу, химиялық өңдеу үдерісінің жүрісін игеруде өте маңызды болып табылады.

Кілтті сөздер: титанды қорытпалар, анодты тотықтыру, титанды қорытпалардың коррозиялық төзімділігі, ИПД технологиясы, ұсақтүйіршікті құрылымға тотықтыру үдерісінің әсері.

Murzakhmetova U.A., Shokobayeva G. T., Alimzhanova A. M, Talgarbayeva A. K.

Influence of fine-grained structure and condition of blankets of alloy of the bt6 brand on regularities of course of processes of their oxidation

Summary. Results of a research on influence of volume fine-grained structure of titanic alloy of the VT6 brand on his corrosion behavior and anode dissolution are given in article. It is chosen the mode of anode oxygenating. Studying of regularities of anode dissolution of titanic alloys with fine-grain structure is necessary for definition of the conditions of chemical processing providing increase in corrosion stability of products from these materials.

Keywords: titanic alloys, anode oxygenating, corrosion resistance of titanic alloys, IPD technology, influence of processes oxygenating on fine-grain structure.

ӘОК 678.012

Г.Г. Канапиянов, Д.Б. Бекмухамбетова, Н.Н. Жекебатыр, Ғ. Ерғалиұлы.
(Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университеті,
Астана, Қазақстан Республикасы, ganimka_93@mail.ru)

ЕНДІРІЛГЕН МАТЕРИАЛДАРҒА ИЕ КЕУЕКТІ ШЫНЫЛАРДЫҢ МОРФОЛОГИЯСЫ ЖӘНЕ ЕСКІРУ ЭФФЕКТІЛЕРІ

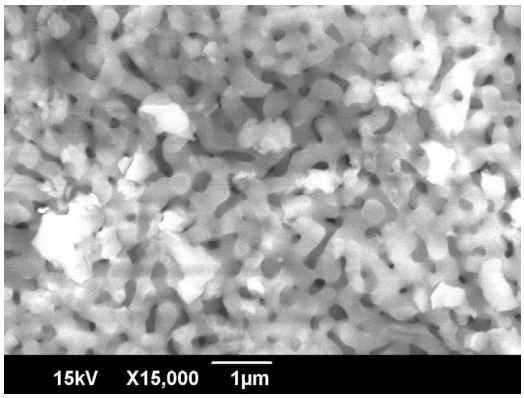
Түйіндеме. Натрий нитриттері және нитраттары ендірілген нанокомпазитті материалдарға ие кеуекті шыны негізінде зерттеу жүргізілді. Қалыпты жағдайда сақатаған кезде материалдың тесіктен бетке шығып перекристалдану жүретіні көрсетілді. Осы шынылардың тесіктеріне енгізілген қалайының кеңістіктік таралуы ионық жұғу мен Оже-спектрометриясы арқылы зерттелінді.

Түйін сөздер: шынының ескіруі, нанокомпазитті материалдар, иондық жұғу, Оже-спектроскопиясы.

Наноқұрылымды материалдарды зерттеу – қатты дене физикасының өзекті мәселелерінің бірі, себебі бұл қасиеттер практикалық қолдануға көп қызығушылық тудырады. Сонымен қатар жасанды шектеулі геометриялық ортада орналасқан белгілі классикалық материалдарды зерттеу фундаменталды ғылымға маңызды, себебі масиивті материалдарға қарағанда негізгі физикалық қасиеттері айтарлықтай өзгеріске ұшырайды. Осылай мысалы, нанобөлшектер үшін магнетиктер және сегноэлектриктер фазалық ауысым тудырады. [1;2], өлшем кішірейген кезде ендірілген материалдардың кристалдық құрылымы өзгереді (In, Nb) [3;4], диэлектрикалық өтімділіктің орасан зор өсуі анықталған [5;6], фондық спектрлердің айтарлықтай модификациясы [7-11] және т.б. Сонымен қатар, осындай нанокомпозитті материалдардың ескіру процесі зерттелінбеген, бұл олардық практикалық қолданылуына аса маңызды және көп уақытты сақтау кезінде ендірілген материалдың кеуекті матрица бойында таралу өзгерісі зерттелінбеген. Осы сұрақтарға жауап беру мақсатында мақала жазылды. Бұнда тесіктеріне тезбалқығыш металдар (Sn), сегноэлектрик $NaNO_2$ және диэлектрик $NaNO_3$ енгізілген борсиликатты шыны негізіндегі НКМ зерттеулері көрсетілген. Жұмыс барысында ие нанокомпозитті материалдардың беткі қабат морфологиясы дайындалғаннан кейінгі және жарты жыл өткен уақыттан кейінгі қарастырылды, және осы үлгілердегі материалдың көлемдік таралу визуализациясы көрсетілді.

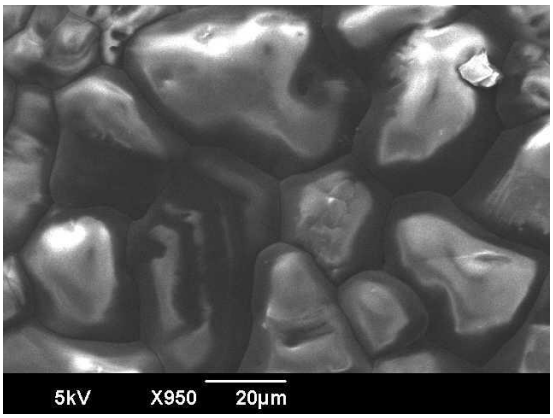
Барлық ие нанокомпозитті материалдар кеуекті шынының үш типті матрицасы негізінде алынған, онда тесіктер кездейсоқ үшөлшемді жүйе құрап отырған (бетке шығатындай), каналдар диаметрлері 7, 46, 370 нм (Сурет 1). Каналдардың орташа диаметрі сынапты порометрия әдісімен немесе (тесіктің диаметриі орташадан үлкен шынылар үшін) тесіктегі азот сорбциясының-десорбциясының температуралық тәуелделігіне байланысты анықталынып отырған. Тесіктер көлемі кеуекті шынылар үшін барлық көлемнің 23-25%

құрады ал басқа шыныларда 7 нм және ~40%. Металл кеуекті шыныларға жоғары қысымда балқытылған күйінде енгізілді, толу деңгейі тесіктердің барлық көлемінен 90% болды. $NaNO_2$ вакуум жағдайында балқымадан енгізілді, ал $NaNO_3$ сулы ертіндіден бірнеше цикл бойы толтырылды және 150-200^o С темепературала кептіріліп отырды, толытырылу 40-50% болды. Зерттеу JSM 6390 LV (JEOL, Жапония) 7 нм ажыратымды растрлық электрондық микроскопта және JAMP – 9500 (JOEL, Жапония) Оже-микроанализаторда бетті Е=500 эВ аргон иондарымен жұқтыру арқылы жүргізілді.

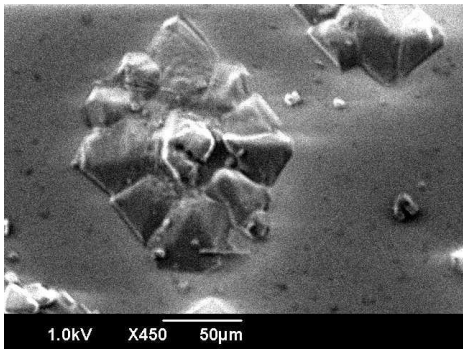


1-сурет. Растрлық электрондық микроскопта (РЭМ)
алынған кеуекті шынының дендритті құрылымының мысалы. [12]

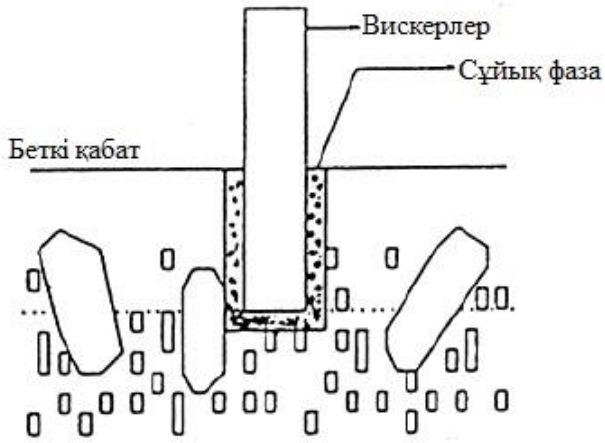
$NaNO_2$ және $NaNO_3$ ендірілгеннен кейін үлгі беттері мұқият тазартылды және осы үлгілерге жүргізілген кристлдық құрылымды зерттеу макроскопиялық крситалдардың жоқ екенін көрсетті. Жарты жылдан кейін жүргізілген зерттеулер көрсеткендей $NaNO_2$ бар үлгілердің (балқымадан енгізілген) бетінде 28 мкм (сурет 2) өлшемге ие макроскопиялық кластерлердің (кристалдардың) пайда болғанын көрсетті және $NaNO_3$ қосылған (сулы ерітіндімен ендірілген) кеуекті шыныларда 100 мкм (Сурет 3) өлшемге ие жақсы құрылымдалынған кристалардар пайда болған. Бұндай макроскопиялық құрылымды агломераттардың пайда болуы мүмкін капиллярлы эффекті және су буының болуынан көпретті қайта кристалдану нәтижесінде материалдың тесіктен шығу нәтижесінде болуы мүмкін. Бұл механимнің жұйесі сурет 4 көрстеліген. Су буы тесіктерге енгізілген ерігіш тұздың сулы ерітінліге айналуына әкеледі, ол интерфейсті қабатына қарай бетке ағып шығады, су буланып кетеді де тұз «үлгі және қоршаған орта» шекарасында кристалданады. Бұндай кезде жіптәріздес кристалдардың – вискерлердің (whiskers) пайда болуын болжауға болар еді.



2-сурет. $NaNO_2$ –ге ие үлгілердің тесіктерінің бетіндегі кластерлер. [12]

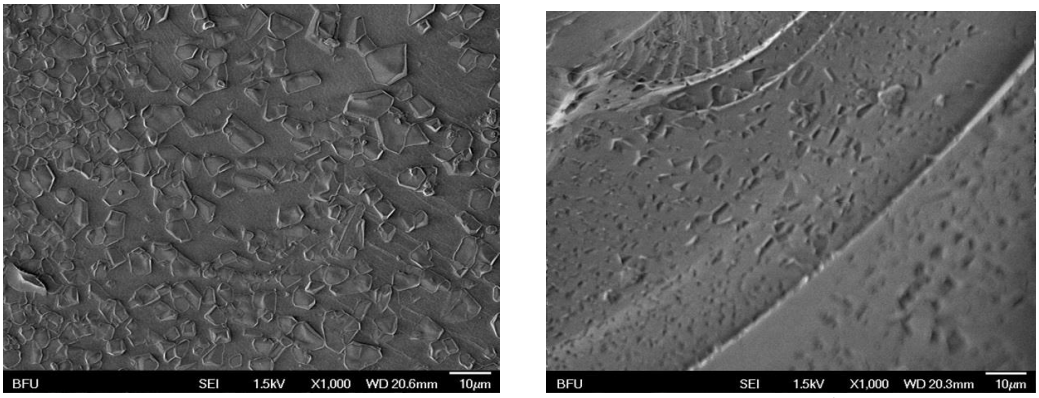


3-сурет. $NaNO_3$ қосылған үлгі тесіктерінің бетіндегі кристалдар. [12]



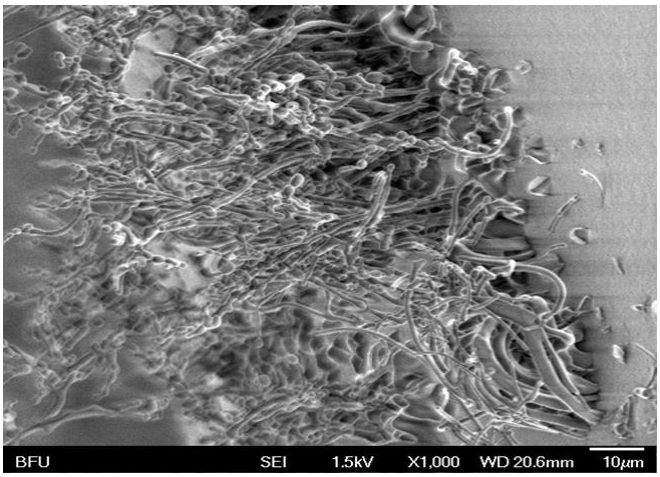
4-сурет. Жіптәріздес кристалдардың пайда болуының жүйесінің болжамы. [12]

Тура сондай жағдайда сақталынған үлгілерді тағы да жарты жылдан кейін жүргізілген зерттеулер беттің морфологиясының өзгерісі динамикалық екенін көрсетті: $NaNO_2$ шынысында үлкен кластерлердің бұзылуы және олардың кішкенелерге бөлінуі (сурет 5, а). Кластерлердің өлшемі 5-10 есе кішірейген. $NaNO_3$ натрий нитраты қосылған шыныларда үлкен кристалдардың бұзылуымен қатар (сурет 5, б) беткі қабаттың кейбір бөліктерінде күткеніміздей диаметрі шамамен 1 мкм (сурет 6) жіптәріздес крситардар өскен. Натрий нитритінде $NaNO_2$ вискерлердің түзілуі байқалмағандықтан, оның себебі макроскопиялық құрылымның ерекелігі деп болжай аламыз. Осынлайша, $NaNO_2$ бөлме температурасында (зерттеу жүргізілген температура) – сегноэлектрик, ал $NaNO_3$ – кәдімгі диэлектрик. Осы айырмашылықтар аса маңыздыма екенін анықтау қажет.



а б

5-сурет. 6 ай сақталынған кейінгі нәтиже. а - $NaNO_2$ қосылған; б – $NaNO_3$ қосылған. [12]



6-сурет. $NaNO_3$ вискерлері. [12]

Натрий нитриті және нитраты ендірілген кеуекті шынылардың беткі морфологиясының уақытша эфолюциясын зерттеу, қалыпты жағадайда сақтаған кезде ендірілген материалдың тесіктерден, капилляр эффектісі және су буының әсерінен, шығып қайтакристалдануға интерфейсті қабатта ұшырайтының көрсетті. Осылайша, ие нанокомпозитті материалдарға ендірілген суға ерігіш тұздармен ұзақ уақыт сақтау тек қана ылғалдың болмауында ғана жүзеге асады. Қалайыға ие нанокомпозитті материалдарды Оже-спектроскопиясы мен иондық жұғу әдісімен зерттеу ендірілген материалдың көлемдік таралуы туралы ақпаратты алуға көмектесті.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Golosovsky I. V., Mirebeau I., Sakhnenko V. P. et al. Evolution of the magnetic phase transition in MnO confined to channel type matrices: Neutron diffraction study // Physical Review. –2005. –B72. –P. 144409-1—144409-5.

[2]Fokin A. V., Kumzerov Yu. A., Naberezhnov A. A. et al. Temperature Evolution of Sodium Nitrite Structure in a Restricted Geometry// Physical Review Letters. –2002. –Vol. 89. –P. 175503-1—175503-4.

[3] Balamurugan B., Kruis F. E., Shivaprasad S. M. et al. Size-induced stability and structural transition in monodispersed indium nanoparticles // Applied Physics Letters. –2005. –Vol. 86. –P. 083102-1—083102-3.

[4] Chattopadhyay P. P., Nambissan P. M. G., Pabi S. K., Manna I. Polymorphic bcc to fcc transformation of nanocrystalline niobium studied by positron annihilation // Physical Review. –2001. –B63. –P. 054107-1—054107-7.

[5] Colla E. V., Fokin A. V., Koroleva E.Yu. et al. Ferroelectric phase transition in materials embedded in porous media // NanoStructured Materials. –1999. –Vol. 12. –P. 963—966.

[6] Pan'kova S. V., Poborchii V. V., Solov'ev V. G. The giant dielectric constant of opal containing sodium nitrate nanoparticles // Journal of Physics: Condensed Matter. –1996. –Vol. 8. –P. L203—L206.

[7] Golosovsky I. V., Delaplane R. G., Naberezhnov A. A., Kumzerov Y. A. Thermal motions in lead confined within porous glass // Physical Review. –2004. –B69. –P. 132301- 1—132301-4.

[8] Golosovsky I. V., Smirnov O. P., Delaplane R. G. et al. Atomic motion in Se nanoparticles embedded into a porous glass matrix // European Physical Journal. –2006. –B54. –P. 211—216.

[9] Паршин П. П., Землянов М.Г, Панова Г. Х. и др. Особенности атомной динамики свинца, внедренного в нанометровые поры стекла// Журнал экспериментальной и технической физики. –2010. –Т. 138 (6). –С. 1127—1134.

[10] Вахрушев С. Б., Иванов А., Кумзеров Ю. А. и др. Исследование продольных колебаний О-Н групп в хризотиловом асбесте методами нейтронного рассея ния и поляризационной ИК-спектроскопии // Физика твердого тела. –2011. –Т. 53(2). –С. 381—385.

[11] Шиков А. А., Панова Г. Х., Землянов М. Г. и др. Низкотемпературные колебательные свойства наночастиц олова в пористом стекле // Физика твердого тела. –2011. –Т. 53(12). –С. 2389—2392.

[12] Н. М. Никулин, А. К. Овсяников, Н. И. Поречная, А. В. Фокин, Е. Рысякевич-Пасек Эффекты старения и морфология пористых стекол, содержащих внедренные материалы // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. –2011. –Т. 46. –С. 38-43

Канапиянов Г.Г., Бекмухамбетова Д.Б., Жекебатыр Н.Н., Ергалийулы Г.

Эффекты старения и морфология пористых стекол, содержащих внедренные материалы.

Резюме: Исследованы процессы старения нанокомпозитных материалов на основе пористых стекол, содержащих внедренные в поры нитрит ($NaNO_2$) и нитрат ($NaNO_3$) натрия. Показано, что при хранении в нормальных условиях наблюдается выход материала из пор с перекристаллизацией на поверхности образцов. Пространственное распределение олова, введенного в поры этих же стекол, изучено с использованием метода ионного травления и Оже-спектрометрии.

Ключевые слова: старение, нанокомпозитные материалы, ионное травление, Оже-спектроскопия.

Kanapiyanov G.G., Bekmuhambetov D.B., Zhekebatyr N.N., Ergaliyuly G.

The effects of aging and the morphology of the porous glasses containing embedded materials.

Summary: The ageing of nanocomposites on the base of porous glasses with $NaNO_2$ and $NaNO_3$ embedded into pores has been studied. It is shown that storage of NCM at ambient conditions leads to creeping out of salts and recrystallization on sample surface. Space distribution of tin filled up the pores of porous glasses has been studied using a combination of ionic etching and Auger-spectroscopy.

Key words: ageing, nanocomposite materials, ionic etching, Auger-spectroscopy.

УДК 669.01

А.Б. Телешева, Е.В. Чумаков, А.Б. Бақытбек
(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
telesheva_a@kaznu.kz)

АД31 ҚОРЫТПАСЫН ҚҰЮ КЕЗІНДЕ МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНЕ САЛҚЫНДАТУ РЕЖИМДЕРІНІҢ ӘСЕРІ

Аңдатпа. Қазіргі таңда алюминий қорытпалары қолданылуына байланысты темір негізіндегі қорытпалардан кейінгі екінші орынға шықты. Сол себепті олардың физико- механикалық қасиеттерін температуралар, жүктемелер және басқа да арнайы шарттар негізінде кең ауқымда зерттеу аса маңызды болып табылады.

Кілттік сөздер: алюминий қорытпалары, механикалық қасиеттер, құю.

Алюминий қорытпаларынан жасалған бұйымдардың бірегей қасиеттерінің жиынтығы арқасында өндірістің әр түрлі аумағында кеңінен қолданылады, сыған орай жартылай фабрикаттардың үлкен үлесі престелген өнімге келеді. Құрылымды балқыту процесінде алынған «сапа» материалдың одан кейінгі металл бұйым жасау мен оның эксплуатация процесіндегі барлық іс әрекеттерін анықтайды. Сол себепті өндіріске және эксплутацияға тиімді физико-механикалық қасиеттерімен қорытпалар алу жолдарын іздеу маңызды тапсырма болып табылады.

АД31, АД33, АВ қорытпалары жоғары илемділігімен және жемірілуге төзімділігімен Al- Mg- Si жүйесінде бір тәртіп бойынша нығайтылады: шынықтыру кезіндегі қыздыру температурасы 520-530℃, жасанды ескіру температурасы 160-170℃ , ұстау уақыты 10-12 сағат. Ауыспалы жүктемелер шарттарында жұмыс жасайтын, жоғары күш түсірілген бөлшектер үшін ескіруді 150-160 ℃ температурада жүргізеді. Ең максималды беріктікке жету үшін жартылай өнімдердің ескіруін шынықтырудан кейін 1 сағ.кеш болмай өткізу керек, әйтпесе сұйықаққыштық пен уақытша қарсыласудың мәндері 30-50 МПа дейін төмендеуі байқалады. АД31 қорытпасы жақсы жемірілуге тұрақтылық пен сәнді көрініс талап етілетін , 70-50℃ температура аралығында жұмыс жасайтын беріктігі төмен тетік-бөлшектер үшін қолданылады. Қорытпа ұшақтардың кабина бөлшектері мен тікұшақтардың түрлітүсті жабындары үшін пайдаланылады. Құрылыста есік жақтаулары, терезе қаптаулары мен эскалатор үшін , сондай-ақ автомобильді ,жеңіл және жиһаздық өнеркәсіпте қолданылады. [1].

Қазіргі кезде деформацияланған барлық алюминий қорытпаларының құймаларын алудың өнеркәсіптік тәсілі үздіксіз құю болып табылады. Осы тәсіл бойынша алынған кристалдану мен құйма құрылымы туралы сұрақтар [2] жұмыстарда егжей-тегжейлі қарастырылды.

Al-Zn-Mg және Al-Mg-Si қорытпалар жүйесінің құю қасиеттері төмен [22]. Біртексіз эвтектикалардың көлемді үлесі аз, тіпті аз жылдамдықтағы құю кезінде отыру кеуектілікке тенденция бар

.Кристалданудың кең аралықты болуынан бұл қорытпалар, әсіресе қатты легірленген және Zn/Mg немесе Si/Mg қатысы бар қорытпалар ыстық сызаттар түзуге бейім. Мыстың қоспалары ыстыққасынғыштықты арттырады. Басқа элементтер әдеттегі мөлшерде құрамға енгізілгенмен айтарлықтай құю қасиеттеріне әсер етпейді [3].

Экспериментті балқытулар әр түрлі салқындату режимдерінде жүргізілді. Бірінші кезеңде дайындалған материал 750°С температураға дейін қатты қызып кету балқымасымен бірге балқыту температурасына дейін қыздырылды. Қыздыру жылдамдығы 20-25 град/мин құрады.Балқыманы құю арнайы қорамда жүргізілді. Құймалардың салмағы 730 граммнан аспады. Құюдан және кристалданудан кейін 22х22х190 мм^3 өлшемдерімен кесілген материалдар алынады. Олардан механикалық сынаулар үшін үлгілер дайындалды. Әр құймадан 8 үлгіден дайындалды. Үлгінің үстіңгі бөлігін шлифтеу мен токарлық өңдеуден кейін оптикалық микроскоптың көмегімен бақылау жүргізілді, нәтижесінде механикалық сынаулар үшін 3 - 5 дана үлгілер тандалып алынды.

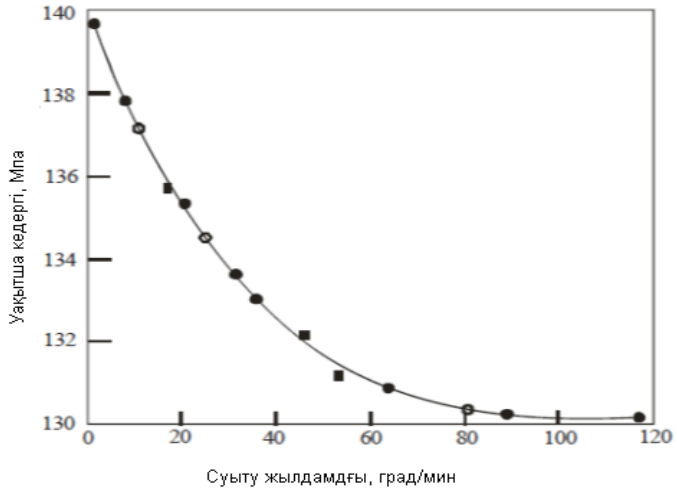
Сынау нәтижесінде созу диаграммаларының бірнеше сериясын алдық. Әдебиеттерде көрсетілгендей, майда түйірлі құрылым алу үшін кристалдану жылдамдығы максимальды болғанда арнайы шарттар жасалу керек. Бұл жағдайда төмен беріктік қасиеттерімен , бірақ жоғары илемділікпен қорытпа аламыз. Бірақ сол уақытта жоғары суыту жылдамдықтары кристалданушы қорытпаның ішкі және сыртқы қабаттарында температуралардың үлкен майысуларына алып келеді. Олар өз кезегінде, материалда ескіру мен гомогенизация процестерінде байқалатын ішкі үлкен кернеулердің қалыптасуына себеп болады. Бұл жағдайда суыту жылдамдығы 118-2,5 град/мин аралығында өзгерген нұсқа таңдалып алынды. Шынайы эксперименттерде кристалдану уақыты суыту басталуынан дайындаманың орталық бөлігіндегі бөлме температурасына жеткенге дейін саналды. Кристалданудан кейін алынған құймалардан механикалық сынаулар үшін үлгілер дайындалды.

Эксперименттік жолмен алынған созу диаграммалары механикалық қасиеттердің мәндерін есептеп шығаруға мүмкіндік берді: аққыштық шегін, уақытша қарсыласу, илемділік ресурсын. Мұндай есептеулердің нәтижелері 1 кестеде көрсетілген. Кестеде 1-8 нөмірлі нәтижелер №1 балқыту үлгілерінен, 9-11 нөмірлі №2 балқыту үлгілерінен, 12-14 нөмірлі нәтижелер №3 балқыту үлгілерінен алынған.

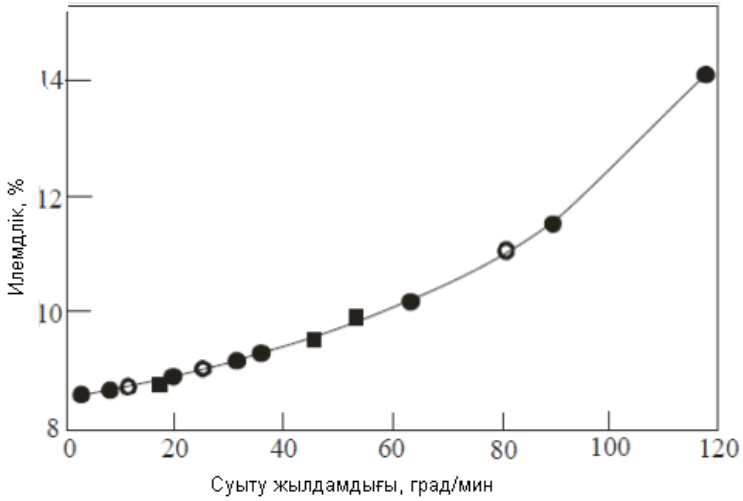
1-кесте. **АД31 алюминий қорытпасының әр түрлі суыту жылдамдықтарымен кристалданудан кейінгі аз уақытты механикалық қасиеттері**

№	V, град/мин	$\sigma_{0,2}$, МПа	$\sigma_в$, МПа	δ, %
1	118	82,0	130,1	14,1
2	89	82,6	130,2	11,6
3	64	85,3	130,9	10,2
4	36	89,2	133,1	9,3
5	31	90,3	133,7	9,2
6	20	93,7	135,3	8,9
7	8	98,3	137,8	8,7
8	2,5	100,8	139,7	8,6
9	11	96,9	137,8	8,7
10	25	92,0	134,5	9,1
11	81	83,5	130,3	11,1
12	17	94,1	135,7	8,7
13	46	88,3	132,3	9,4
14	53	87,3	131,4	10

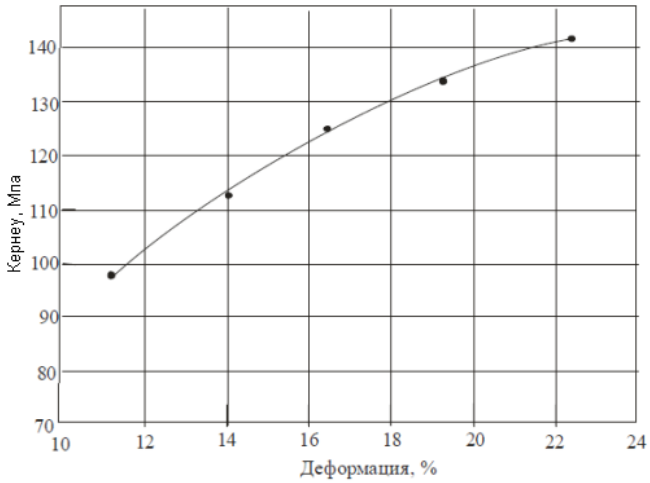
Эксперименттік нәтижелерді ең қолайлы анализдеу оларды графикалық түрінде көрсету болып табылады.



1-сурет. АД31 қорытпасының кристалдану кезіндегі уақытша қарсыласудың суыту жылдамдықтарынан тәуелділігі (әртүрлі белгілермен үлгілердің түрлі партиясы белгіленг



2-сурет. АД31 қорытпасының кристалдануы кезіндегі илемділік ресурстарының суыту жылдамдықтарынан тәуелділігі (үлгілерлердің түрлі партиялары әртүрлі белгілермен белгіленген)



3 - сурет. АД31 алюминий қорытпасынан жасалған үлгілердегі кернеудің деформация шамасынан тәуелділігі (сынау температурасы 20 °С)

Жасалған эксперименттік жұмыс келесідей қортытынды жасауға мүмкіндік береді:

Барлық үш график те сызықты емес. Бір назар аударатыны, эксперименттік нүктелер зерттелетін параметрлердің өзара байланысын көрсететін, алгебралық теңдеу жазуға және тәуелділіктерді орнатуға көмек бере алатын анализ сызықтарына жақсы орналасады. Илемділіктің аққыштық шегінің төмендеуімен бірге өсуі және алынған тәуелділіктегі уақытша қарсыласу суыту жылдамдығы артқанда түйірлер құрылымының майдалануымен түсіндірілуі мүмкін.

ӘДЕБИЕТ

[1] Жансеркеева З.А., Сыздыкова Б.О., Чумаков Е.В. Комплексные исследования стали 09Г2С. Влияние деформационного упрочнения на механические свойства// Труды первой Международной конференции «Новое в станкостроении, материаловедении и автоматизированном проектировании машиностроительного производства», Том I, Алматы 2010. – С. 275-278.

[2] Елагин В.И., Захаров В.В., Дриц А.М. Структура и свойства сплавов системы Al-Zn-Mg. М.: Металлургия, 1982. - 224 с.

[3] Добаткин В.И. Слитки алюминевых сплавов. - Сверловск: Металлургия, 1960.- 175 с. ил.

[4] Фридляндер И.Н. Алюминиевые деформируемые конструкционные сплавы. М.: Металлургия, 1979. - 208 с.

[5] United States Patent Offise , 3,743, 549, July 3,1973.

[6] Di Russo E., Conservo M., Gatto F. Markus H./ Met. Traus., 1993. - Vol. 4, № 4. - P. 1133 - 1144.

Телешева А.Б., Чумаков Е.В., Бақытбек А.

Влияние режимов охлаждения на механические свойствасплава ад31 при литье

Резюме. На сегодняшний день алюминиевые сплавы по своему использованию вышли на второе ме-сто после сплавов на основе железа. По этой причине исследования их физико-механических характеристик в широком диапазоне температур, нагрузок и других специфических условий приобретает все большее значение.

Ключевые слова: алюминиевые сплавы, механические свойства, литье.

Telesheva A.B., Chumakov E.V., Bakyitbek A.

Influence of the modes of cooling on mechanical propertiesad31 alloy when casting

Summary. Today aluminum alloys on the use came to the second the place after alloys on the basis of iron. For this reason of a research of their physicomechanical characteristics in wide range of temperatures, loadings and other specific conditions gains the increasing value.

Key words: aluminum alloys, mechanical properties, casting.

УДК 621.642-034.14

Ф.Н. Оспанов

(Казахский национальный технический университет им. К.Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан, f.ospanov.92@gmail.com)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЕМКОСТЕЙ, РАБОТАЮЩИХ ПОД ВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ САПР

Аннотация. В современном мире, где все более широкое распространение получают высокие технологии, применение устаревших методов и средств производства теряет актуальность и становится нецелесообразными. В данной работе рассмотрены процессы проектирования и изготовления емкостей, работающих под высоким давлением с применением САПР. Приведены сравнение аналитического метода расчета резервуаров и расчета с применением современной САПР системы. Рассмотрено применение аппарата для автоматической сварки под слоем флюса и получен положительный результат в виде уменьшения времени и трудоемкости выполнения сварочных операций при изготовлении емкости высокого давления.

Ключевые слова: емкости высокого давления, САПР, проектирование, производство, автоматическая сварка.

Емкости высокого давления горизонтального типа являются одним из наиболее распространенных изделий машиностроения, находящие применения в нефтегазовой, химической и других видах промышленности. В связи с постоянной конкуренцией на рынке производимого оборудования

для нефтегазовой отрасти, производители стараются находить методы совершенствования конструкций, повышения качества и при этом уменьшения стоимости готовой продукции. Такая задача достигается за счет внедрения прогрессивных методов расчета и анализа и оптимального проектирования.

Аналитический метод расчета емкостей высокого давлении основан на упрощенных схемах расчета с применением математических моделей, которые не учитывают реальную геометрию конструкции, всех возникающих нагрузок и ряд других факторов. [1]. Процесс аналитического расчета сложен и требует большого количества времени на выполнение. Требуется производить расчет прочности не только самого корпуса ёмкости [2], а так же днищ и крышек [3], укрепления выполненных отверстий [4], фланцевых соединений [5], необходимо так же учитывать дополнительные нагрузки от опор [6]. При этом следует учитывать установленные требования, предъявляемые к ёмкостям высокого давления в Республике Казахстан [7]. Для оптимального проектирования требуется рассмотрение нескольких вариантов конструкций таких ёмкостей, что требует пересчета прочности для каждой рассматриваемой конструкции. В итоге мы получаем сложный, трудоемкий и долгий процесс проектирования, требующих больших усилий и квалификации проектировщика.

Однако время не стоит на месте, с бурным развитием технологии увеличивается доступность к современным средствам вычисления и анализа. Появляется возможность создавать сложные математические модели, имеющие максимально близкие характеристики с натурным изделием. На рынке разработчиков САПР для расчета прочности емкостей высокого давления так же существует конкуренция, проектировщик может выбрать программу, отвечающую его потребностям, предъявляемым критериям и возможностям. К примеру, существуют программы российских разработчиков: «ПАССАТ» (НТП «Трубопровод»), PVP Design, зарубежных разработчиков: «COMPRESS» (Codeware), PV Elite® (Intergraph®). Несмотря на различные интерфейсы, исходные коды и алгоритмы расчета по сути каждая из вышеуказанных программ предлагает одинаковую функцию – прочностной расчет и анализ емкостей после внесения исходных данных. Различные варианты конструкций можно рассчитать и проанализировать, изменяя лишь набор входных данных. Для казахстанских предприятий предпочтительно использование приложений российских разработчиков, т.к. они ориентированы на нормативно-техническую базу Российской Федерации [8], которая близка к стандартам Республики Казахстан. Пример результата проектирования горизонтальной емкости с применением программы «ПАССАТ» изображен на рис. 1.

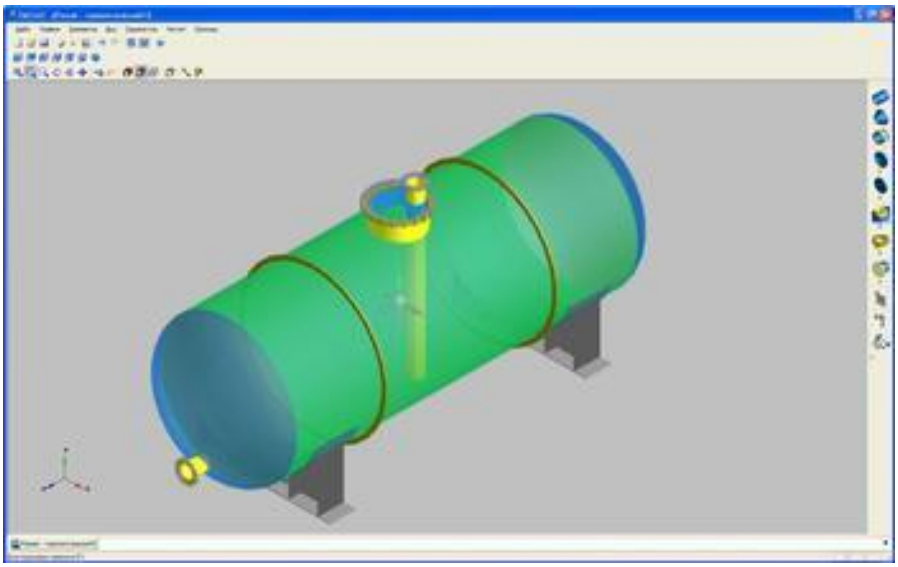


Рис. 1. Пример результата проектирования горизонтальной емкости с применением программы «ПАССАТ».

Изготовление горизонтальных емкостей высокого давления достаточно трудоемкий процесс. На рис. 2 изображен чертеж горизонтальной емкости объемом 50 м^3, без установки опор и арматуры.

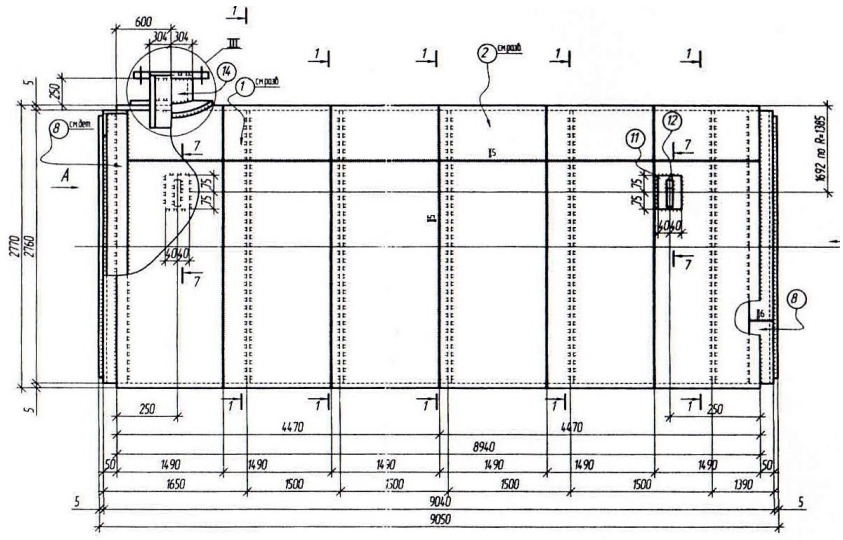


Рис. 2. Чертеж горизонтальной емкости объемом 50 м^3.

Данная емкость изготовлена из стали марки Ст3сп5, детали соединены ручной сваркой. Из чертежей развертки деталей 1 и 2 изображенных на рис. 3 можно вычислить следующее: длина стыковых сварных швов до вальцовки составляет 21842 мм на каждую деталь, стыковое соединена кромок обеих деталей 8940 мм, длина соединения полученных после вальцовки обечаек - 8686 мм.

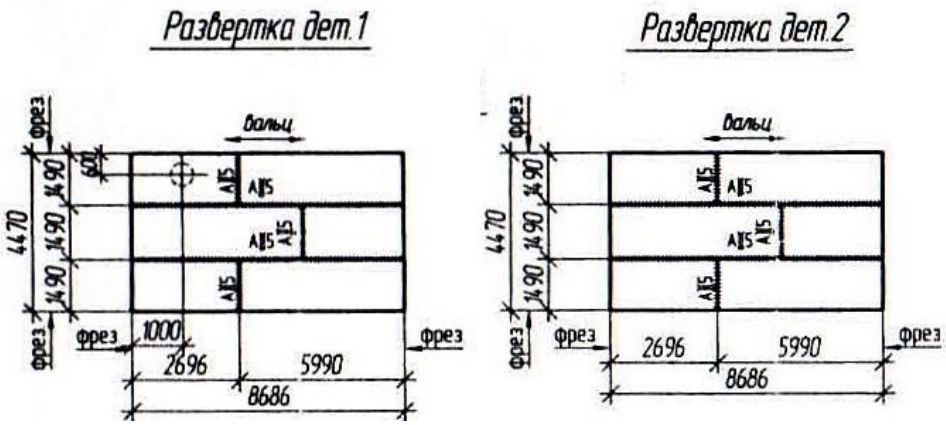


Рис. 3. Развертка деталей 1 и 2 горизонтальной емкости объемом 50 м^3

Согласно технологической карте сварки емкости [9] сварка производится в 4 прохода: 1 – корневой шов аргонно-дуговой сваркой (АДС), максимальная производительность 50 мм/мин, 2 – горячий проход АДС, максимальная производительность 60 мм/мин, 3 – заполняющий шов электродуговой сваркой (ЭДС) плавящимся электродом, максимальная производительность 100 мм/мин, 4 – облицовочный шов (ЭДС), максимальная производительность 175 мм/мин. Общая длина стыковых швов деталей 1 и 2 составляет 61310 мм. По этим данным можно рассчитать время на выполнение сварочного процесса цилиндрической обечайки диаметром 2770 мм и длинной 8940 мм, являющейся наружной стенкой емкости. На 1 проход требуется 1226 минут, на 2 проход – 1022 минуты, на 3 проход – 613 минут, на 4 проход – 350 минут. Итого на процесс сварки обечайки затрачивается 3211 минут, или около 54 часов без учета времени на остальные технологические операции. Уменьшения трудоемкости можно добиться внедрением в производство автоматической сварки под слоем флюса с использованием сварочного трактора типа А2 с блоком управления. При использовании данного вида сварки необходимо выполнять двухсторонний шов по одному проходу на лицевую и обратную сторону. Производительность сварочного трактора типа А2 например АДФ-1000 составляет от 12 до 120 м/ч. При минимальной скорости работы процесс сварки обечайки занимает около 5 часов для прохо-

да на каждую сторону или 10 часов на весь процесс. Однако использование сварочного трактора при изготовлении подобного цилиндрического изделия требует применения дополнительной оснастки. Для соединения кромок обечайки с внешней стороны требуется установить трактор на высоту больше диаметра обечайки и обеспечить страховку от возможного соскальзывания и падения оборудования. Для выполнения внешнего кольцевого шва стыка двух обечаек необходимо обеспечить плавное вращение обечаек со скоростью, соответствующей скорости движения трактора зафиксированного в одном положении и перемещающегося только относительно свариваемых деталей.

Уменьшение времени затрачиваемой на процесс сварки более чем в пять раз перекрывает недостатки в виде необходимость применения дополнительной оснастки, оборудования и более тщательной подготовки деталей. Так же автоматическая сварка под слоем флюса имеет преимущества перед ручной в показателях качества и равномерности полученного соединения.

Внедрение систем автоматизированного производства при проектировании на предприятиях уменьшает время и трудоемкость расчетов и подготовки производства, а так же способствует повышению качества проектирования и достижению целей оптимального проектирования. Внедрение автоматизированных средств производства значительно уменьшает трудоемкость и время выполнения определенных технологических процессов, понижает требование к квалификации рабочего, что в конечном итоге способствует уменьшению стоимости и повышению конкурентоспособности выпускаемых предприятием изделием на рынке машиностроительного оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Колдин В.А. Расчет на прочность и оптимальное проектирование горизонтальных цилиндрических резервуаров. – Москва. 2005.

[2] Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Межгосударственный стандарт: ГОСТ 14249-89. Москва: ИПК издательство стандартов.

[3] Сосуды и аппараты. Днища и крышки сферические неотбортованные. Нормы и методы расчета на прочность. Государственный стандарт: ГОСТ 25221-82. Москва: Государственный комитет по стандартам СССР.

[4] Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность укрепления отверстий. Государственный стандарт: ГОСТ 24755-89. Москва: Государственный комитет по стандартам СССР.

[5] Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность и герметичность фланцевых соединений. Руководящий документ: РД26-15-88. Москва.

[6] Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность обечаек и днищ от воздействия опорных нагрузок. Государственный стандарт: ГОСТ 26202-84. Москва: Государственный комитет по стандартам СССР.

[7] Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. Утверждены приказом Министра по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан от 29 октября 2008 года № 189.

[8] Расчет конструкций сосудов и аппаратов на прочность и устойчивость [Электронный ресурс], ООО «НТП Трубопровод» - Москва. Режим доступа: http://www.truboprovod.ru/cad/soft/passat.shtml, свободный.

[9] Технологическая карта сварки емкости V=50 м^3. АО «Уральский завод «Зенит» - Уральск – 2015.

Оспанов Ф.Н.

АЖЖ пайдалыны отырып жоғары қысымда жұмыс істейтін сыйымдылықтарды жобалау және өндіру.

Түйіндеме. Мақалада АЖЖ-ны қолдану жоғары қысымда жұмыс істейтін сыйымдылықтарды жобалау және өндіру процестері қарастырылған. Аналлиткалық әдіс арқылы сыйымдылықтарды есептеу және заманауи АЖЖ системасын колдану арқылы есептеу салыстырмалы түрде жүргізілген. Аппаратты автоматты флюс қабатты астында дәнекерлеуді қолдануды, уақыт қысқарту түріндегі оң нәтиже алынуды және жоғары қысымды сыйымдылықтар өндіру кезіндегі дәнекерлеу операциясының еңбек сайыдылағаның орындалуын қарастырылған.

Негізгі сөздер: жоғары қысымда жұмыс істейтін сыйымдылықтар, АЖЖ, жобалау, өндіру, автоматты дәнекерлеу.

Ospanov F.N.

Design and manufacture of high pressure tanks, with the use of CAx.

Summary. The article discusses the processes of design and manufacture of high pressure tanks, with the use of CAx. Comparison of the analytical method of calculation and calculation of tanks using modern CAx systems. The application of the device for automatic submerged arc welding and a positive result is obtained in the form of reducing the time and complexity of the welding operations in the manufacture of pressure vessel. **Key words:** high pressure tank, CAx, design, production, automatic welding.

УДК 622.692.12; 622.276.8; 662.692.2; 622.692.4

[1]Н.Г. Дарибаева, А. Андасбаева, О.Ж. Байдельдина, [2]Б.М. Нуранбаева

([1]Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан, e-mail: ndaribaeva@gmail.com
[2]КУ, Каспийский университет, Алматы, Республика Казахстан)

ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДОБЫЧИ, СБОРА И ПОДГОТОВКИ ПАРАФИНИСТЫХ НЕФТЕЙ

Аннотация. Выполненный литературный обзор и анализ результатов теоретических и промысловых исследований показал, что основные методы повышения эффективности технологических процессов добычи, сбора, подготовки и транспортировки высоковязких нефтей направлены на снижение содержания парафина в нефти. Применение их во много раз облегчает эти технологические процессы и улучшает товарные качества нефти. Компонентный состав нефти является одним из важнейших и определяющих факторов, от которого зависят ее физико-химические и реологические свойства, влияющие на условия добычи и перекачки нефти и на оптимальные условия дальнейшего ее хранения. В статье приведены результаты исследований по определению методов повышения эффективности добычи и подготовки нефтей с повышенным содержанием парафинов и асфальтенов. Предлагается состав, предотвращающий отложения парафинов, который дал положительные результаты в ходе лабораторных исследований**.**

Ключевые слова: высоковязкая, парафинистая нефть, добыча, сбор, подготовка, скважинная продукция, предотвращение парафиноотложений.

Истощение запасов легких нефтей в мире неизбежно приводит к решению вопросов, связанных с повышением эффективности технологий добычи, транспортировки и подготовки трудноизвлекаемых запасов углеводородного сырья, высоковязких и парафинистых нефтей. Известно, что в Казахстане ежегодно добывается более 70 % нефти с высоким содержанием парафинов. Сбор и транспорт таких нефтей ставит перед нефтяниками ряд сложных технических проблем.

Химический состав нефти и ее физические свойства тесно связаны с методами ее добычи и транспортировки. Концентрирование парафинов, асфальтенов и смол приводит к увеличению плотности и вязкости нефти, изменяет ее коллоидную структуру и реологические характеристики, нефть становится труднодоизвлекаемой.

Отложения парафинов в призабойной зоне пласта и на поверхности нефтепромыслового оборудования являются одним из серьезных осложнений при эксплуатации скважин, систем сбора и подготовки скважинной продукции. Парафиновые отложения снижают фильтрационные характеристики пласта, уменьшают полезное сечение насосно-компрессорных труб и, как следствие, значительно осложняют добычу и транспортировку нефти, увеличивают расход электроэнергии при механизированном способе добычи, приводят к повышенному износу оборудования.

Определение закономерностей изменения физико-химических свойств парафинистых нефтей могут быть использованы для повышения эффективности их добычи, исследования реологических характеристик, для выбора наиболее рациональных технологий повышения нефтеотдачи, транспортировки, переработки и хранения таких нефтей.

Анализ результатов теоретических и промысловых исследований показал, что основные методы повышения эффективности сбора, подготовки и транспортировки парафинистых нефтей направлены на снижение содержания парафина в нефти. Применение их во много раз облегчает эти технологические процессы и улучшает их товарные качества.

Перекачка высокопарафинистых нефтей с маловязкими нефтями в каждом случае требует специальных исследований для установления оптимальной температуры смешения, а также связана с дополнительными работами по транспортировке, нагреву и смешению нефтей и ухудшает их сортировку.

Одним из важнейших факторов, влияющих на условия добычи и перекачки нефти по нефтепроводам и дальнейшего ее хранения, является компонентный состав нефти, от которого зависят ее физико-химические и реологические свойства. Поэтому изучение компонентного состава и физико-

химических свойств нефти служит основой для оптимизации условий добычи, транспортировки и хранения нефти.

В мировом масштабе наибольшими запасами парафинистых нефтей обладают Россия, Казахстан и Китай. В таблице 1 представлены средние значения физико-химических свойств парафинистых нефтей в соответствии с глубиной залегания и возрастом нефтевмещающих пластов для месторождений Казахстана [1].

Из таблицы 1 видно, что парафинистые нефти Казахстана в среднем вязкие, относятся к подклассу нефтей с повышенной вязкостью (35-100*10^{-4} $м^2/с$), средние по плотности (840 - 880 $кг/м^3$), относятся к подклассу высокопарафинистых нефтей (10 - 20 %), малосернистые (до 0,5 %), смолистые (8 - 13 %), малоасфальтеновые (до 3 %), с низким содержанием фракции н.к. 200 °С (< 20 %) и средним содержанием фракции н.к. 300 °С (25 - 50 %). Почти половина этих нефтей залегает на глубинах от 1000 до 2000 м, абсолютное большинство (почти 90 %) их являются мезозойскими (таблица 1).

По реологическим свойствам казахстанские парафинистые нефти имеют повышенную вязкость, большое содержание парафинов и небольшое содержание фракции, выкипающей до 350 ^{0}С, что потребует увеличения затрат энергии при вытеснении такой нефти из пластов и коллекторов, движении ее по стволу скважины и дальнейших транспортировке и хранении. Особенно актуальны эти проблемы при перекачке в холодный период года, поэтому изучение компонентного состава нефти позволяет в дальнейшем оптимизировать условия транспортировки и хранения нефти и дает возможность разрабатывать способы регулирования текучих свойств транспортируемой нефти.

Таблица 1. **Физико-химические параметры и условия залегания парафинистых нефтей Казахстана**

Физико-химические показатели	Месторождения Казахстана
Плотность, $кг/м^3$	849
Вязкость при 20 ^{0}С, $м^2/с$	$65{,}18 \times 10^{-4}$
Содержание, мас. %:	
серы	0,33
парафинов	17,56
смол	9,56
асфальтенов	2,88
Фракция н.к. мас. %:	
200^{0}С	19,08
250^{0}С	-
300^{0}С	35,40
350^{0}С	42,32
Содержание кокса, мас. %	2,81
Газосодержание в нефти, $м^3/т$	94,82
Содержание, мас. %:	
ванадия	0,002
никеля	0,008
Термобарические условия:	
температура пласта,^{0}С	82,09
пластовое давление, МПа	22,75
Глубина залегания, м	От 1000 до 3000 (более 70 % парафинистые нефти)
Возраст нефтевмещающих пород	Мезозойские (более 88 % парафинистые нефти)

В среднем парафинистые нефти Казахстана, по сравнению с российскими и китайскими, наиболее тяжелые и вязкие, содержат больше всего парафинов, смол и асфальтенов и меньше всего дизельных фракций. Это требует увеличения затрат энергии при транспортировке и хранении.

Поэтому на месторождениях Казахстана, в продукции которых содержатся асфальто-смолистые вещества и парафины, существует проблема сбора и транспортировки этой продукции. Чем больше содержание парафина и ниже температура нефти, тем больше увеличивается ее вязкость и тем меньше ее текучесть. Так, нефть с содержанием парафина 8 %, уже при температуре около

273К теряет свою подвижность. Перекачка такой нефти в зимнее время по магистральным трубопроводам затруднительна, особенно если она проводится периодически [2].

При охлаждении такой нефти увеличивается ее вязкость, а, следовательно, повышается давление перекачки или же понижается пропускная способность. При дальнейшем охлаждении нефть может образовать парафиновые пробки и вызвать серьезное повреждение, в результате чего нефтепровод надолго выводится из строя. Освобождение нефтепровода от застывшей нефти - тяжелая операция, на выполнение которой требуются длительное время и большие затраты труда. Поскольку большинство месторождений Казахстана имеют высокопарафинистую нефть, методы, применяемые на одном из месторождений, могут применяться и для других месторождений.

Выполненный анализ результатов научных исследований и изучения патентов по данной проблеме позволил разработать состав, предотвращающий отложения парафинов, применение которого позволит повысить эффективность добычи и подготовки парафинистых нефтей.

Разработка данного состава направлена на повышение эффективности процесса предотвращения отложения парафинистых веществ в условиях добычи нефти из скважин как с низкими, так и с высокими пластовыми давлениями и при различной температуре. Для решения данных задач были проведены исследования, направленные на обеспечение стабильных механико-технологических свойств состава в течение длительного времени и, в тоже время, не повышающие его экологическую опасность для окружающей среды. Подбор количественного соотношения ингредиентов, входящих в состав, позволяет за счет их свойств полностью решить поставленные задачи.

Согласно общепринятой "Методике оценки эффективности ингибиторов парафиновых отложений комплексного и многофазного действия на отмыв пленки нефти, диспергирование и отмыв парафиновых отложений пластовой водой", оценку эффективности заявляемого и известного составов для предотвращения парафиноотложения проводили по следующим показателям [3]:

-по отмыву пленки нефти этим составом;

-по величине дисперсии парафинистых веществ в среде заявляемого состава;

-по характеристике свойств парафинов в этих условиях (налипание, замазывание поверхности).

Апробация предлагаемого состава проводилась в лабораториях НИИ «КазМунайГаз», результаты сравнивались с результатами известного состава [4,5].

При проведении лабораторных испытаний определяли:

- механико-технологические свойства предлагаемого состава;
- степень растворения заявляемого состава в нефти, попутно добываемой воде и в их смесях;
- возможность его самодозировки;
- защитный эффект заявляемого состава.

При исследовании эффективности известного и заявляемого составов на тяжелых нефтях (плотность 0,917 г/см^3), известный состав отмывает пленку нефти за 60 с только на 70% поверхности, а заявленный, за тот же период, отмывает пленку нефти почти полностью - на 90% поверхности.

Величина дисперсности частиц в присутствии известного состава достигает 0,1-5 мм, а в присутствии заявляемого состава все имеющиеся частицы имеют дисперсность не более 3 мм, что естественно способствует их лучшему удержанию в объеме добываемых флюидов, а не высаживанию на поверхности нефтепромыслового оборудования.

Интенсивность налипания в присутствии известного состава доходит до 40%, а в присутствии заявляемого - до 10%, т.е. в 4 раза меньше. Величина замазывания поверхности в присутствии известного состава достигает 20%, а в присутствии заявляемого - 5-10%.

Для проверки сохранения эффективности заявляемого состава в условиях высоких температур, после исследования указанных свойств при 20^{o}С, такие же исследования проводились при 98^{o}С. Результаты показали, что и при высоких температурах эффективность заявляемого состава выше, чем при 20^{o}С. Известный же по прототипу состав в этих условиях разрушается и быстро выносится потоком нефти.

Результаты проведенных лабораторных исследований показали, что предлагаемый нами состав для обработки добываемой нефти, по сравнению с известным по прототипу составом, обладает следующими преимуществами:

- обеспечивает более эффективное предотвращение отложений парафина при добыче всех типов нефтей: легких (плотность 0,804-0,840 г/см^3), средних (плотность 0,841-0,880 г/см^3), тяжелых

(плотность 0,881-0,925 г/см^3) с различным содержанием парафинов, а также при различной температуре: как низкой, так и высокой;

- при приготовлении заявляемого состава используются более дешевые, экологически безопасные ингредиенты. Все входящие в заявляемый состав ингредиенты имеют четвертый класс опасности, т.е. все они практически безопасны и широко используются в быту.

Указанные технологические преимущества заявляемого состава позволяют:

- обеспечить без дополнительных обработок стабильную, своевременную, эффективную подачу ингибитора отложения парафина;

- предотвращать процесс отложения при добыче нефти из коллекторов с любой степенью проницаемости и с любой температурой;

- предотвращать процесс отложения с самого начала технологической цепочки добычи, сбора, транспорта и подготовки нефти;

- обеспечить эффективную защиту глубинного и поверхностного нефтепромыслового оборудования от парафиноотложения на всем пути движения водонефтяного потока.

Анализ результатов теоретических и лабораторных исследований показал, что основные методы повышения эффективности процессов добычи, сбора, подготовки и транспортировки парафинистых нефтей направлены на снижение содержания парафина в нефти и применение ингибиторов парафиноотложений во много раз облегчает эти технологические процессы и улучшает их товарные качества.

Химические способы борьбы с парафиноотложениями имеют некоторые преимущества, так как они обладают комплексным воздействием. Присадки предотвращают отложения парафина, удаляют их со стенок трубопровода и некоторые из них служат ингибитором коррозии. Применение депрессаторов позволяет снизить не только энергозатраты на перекачку, но и существенно сократить капитальные расходы и существенно снизить зависимость от цены на нефть в мире и сохранить высокую эффективность нефтедобычи в Казахстане с учетом сложного состава нефти.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Байдельдина О.Ж., Дарибаева Н.Г., Нуранбаева Б.М. Особенности строения и свойств парафинистых нефтей Казахстана, влияющие на эффективность мероприятий при борьбе с парафиноотложениями // Современные наукоемкие технологии. Журнал РАЕ,2015. - № 4. - С. 100-106.

[2] Дарибаева Н.Г., Байдельдина О.Ж., Нуранбаева Б.М. Анализ и оценка методов повышения эффективности систем сбора, подготовки и транспортировки высоковязкой нефти //Вестник КазНТУ. 2015. - № 2. - С. 191-195.

[3] «Методика оценки эффективности ингибиторов парафиновых отложений комплексного и многофазного действия на отмыв пленки нефти, диспергирование и отмыв парафиновых отложений пластовой водой", НПО Союзнефтепромхим, - г. Казань, 1987.

[4] Патент №1543052 РФ Способ приготовления твердого ингибитора для предотвращения асфальтеносмолопарафиновых отложений/ Ложкин В.Г. Кривцов С.В. Опубл.:1987 .

[5] Отчет по анализу проб нефти месторождений АО «ЭмбаМунайгаз».ТОО «Научно-исследовательский институт технологий добычи и бурения «КазМунайГаз», 2013год.

Дәрібаева Н.Г., Аңдасбаева А., Нұранбаева Б.М., Байділдина О.Ж.

Парафинді мұнайды өндіру, жинау және дайындау тиімділігін арттыру әдісін таңдау мен негіздеу

Түйіндеме. Жүргізілген өндірістік зерттеу нәтижелері мен орындалған әдеби шолу жұмыстары тұтқыр мұнайды өндіру, жинау, дайындау, сақтау және тасымалдау тиімділігін арттыру үшін мұнай құрамындағы парафин мөлшерін азайту қажеттілігіне көз жеткізді. Бұл ғылыми мақалада құрамы парафин мен асфальтенге бай мұнайды жер қойнауынан өндіру және дайындау мақсатында жүргізілген зерттеу жұмыстарының нәтижелері көрсетілген. Лабораториялық зерттеу жұмыстары нәтижесінде мұнай құрамынан парафиннің бөлінуін тоскауылдайтын қоспа құрамы анықталып, ондай құрам іс үзінде пайдалануға ұсынылған.

Түйіндік сөздер: жоғары тұтқырлықтағы, парафинді мұнай, өндіру, жинау, дайындау, бұрғылау тереңдіктеріндегі тауарлар, парафин бөлінуінің алдын алу.

Daribaeva N. G., Andasbayeva A., Nuranbaeva B. M., Baidildina O. J.

Selection and justification of the method of increasing the efficiency of production, collection and preparation of paraffinic oils

Summary Performed literature review and analysis of the results of theoretical and field studies have shown that the main methods of increase of efficiency of technological processes of production, gathering, preparation and transportation of high-viscosity oils aimed at reducing the content of paraffin in oil. Use them many times facilitates these processes and improve the commercial quality of oil. Component composition of oil is one of the most important and determining factors, which depends on its physico-chemical and rheological properties that affect the conditions of extraction and pumping of oil and the optimum conditions for its further storage. In the article the results of research to determine methods of increasing the efficiency of extraction and preparation of oils with a high content of paraffins and asphaltenes. Proposed composition for preventing wax deposits, which gave positive results in laboratory studies.

Key words: paraffin oil, collection, preparation, downhole products, preventing of paraffin deposits.

УДК: 006:621.332.232.4

Р.Т. Ілес, М.К. Асембаева, А.З. Нурмуханова, Ш.С. Оспанова, А.А. Куйкабаева
(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті
Алматы, Қазақстан Республикасы)

РЕЛЬСТЕРДІ ЖАСАУДЫ ТАЛДАУ ЖӘНЕ БАЗАДАҒЫ ӘР ТҮРЛІ КӨЛЕМДЕ МЕТАЛЛДАН ЖАСАЛҒАН БӨЛШЕКТЕРДІ МЕХАНИКАЛЫҚ ӨҢДЕУ

Түйіндеме. Берілген мақала рельстердің түрлері, категориялары олардың өндіру технологиясы қарастырылған. Рельстердің химиялық құрамы мен механикалық қасиеттері, олардың бекітілген нормалары берілген. Қазақстан қазіргі таңдағы рельстерді дәнекерлеу орындарының ашылуы. Рельстерді жасау технологиясы үнемі жетілдіріліп отырады. Кезектеп өтететін прокаттық орнақтың арықтарында блюсмстің көлденең кесіндісі өзгеру процессі жақсартылғаны көрсетілген. Шетелдік кәсіпорындарының сапасы жоғары рельстерді шығаруда.

Кілттік сөздер: рельс дәнекерлеу, бессемерлік болат, Бринель көрсеткіші, прокаттау, блюминг, коррозия, жасау технологиясы, электроболат рельстері.

Сала алдында тасымал мен оны басқаруды кезең-кезеңімен нарық негізіне көшіру арқылы еліміздегі темір жол желісін жаңарту, қозғалыс қауіпсіздігі, жеткізу мен қызмет көрсету шапшаңдығы жағынан әлемдік стандарттар талабына сәйкестендіру міндеті қойылған. Бұл бағытта елімізде темір жол машина жасау саласы құрылып, ең соңғы үлгідегі тепловоздар, электровоздар, жүк және жолаушылар таситын вагондар шығарылуда. Болат жолға ұзындығы 800 метр «мамық» рельстер төселуде. Мұның өзі пойыздардың қозғалыс қауіпсіздігін және жылдамдығын арттырып, шығындар мен шуды азайтуға мүмкіндік беруде.

Ортақ іске Луговой рельс дәнекерлеу кәсіпорны да қомақты үлесін қосуда. Луговой рельс дәнекерлеу зауыты сырттан жеткізілетін әртүрлі ұзындықтағы рельстерді түйістіріп, дәнекерлеп, 800 метр «мамық» рельс жасайды. Бұл жұмыс Украина және Ресейден әкелінген соңғы үлгідегі 7 қондырғыда жүзеге асырылады. Әрбір жасалған тауар қатаң тексеруден өткізіледі. Мамандар сынақтан өткізілген өнімді тапсырыс берушілерге арнайы көлікпен жеткізіп береді. Зауыт жылына 300 шақырым рельс дәнекерлеуі тиіс. Тапсырма жыл сайын артығымен орындалып келеді. Луговой рельс дәнекерлеу кәсіпорнында өткен жылдың қорытындысында тауар айналымы 1 миллиард 100 миллион теңгені құраған. Бұл жоспардағыдан 154 миллион теңгеге артық. Мұның өзі облыс аумағындағы болат жолдың 80 пайызына ұзындығы 800 метрлік рельс төсеуге мүмкіндік берген. Жаңартудың нәтижесінде өндірістік шығындар да едәуір азайған. Бұрын кәсіпорын дәнекерлеу үшін шикізатты Ресейден әкелетін. Өткен жылы Ақтөбеде ұзындығы 120 метр рельс шығаратын зауыт іске қосылды. Зауыт былтырдан бері оны осы жерден жеткізуде. Мұның өзі уақытты үнемдеп, жол шығынын едәуір қысқартуға мүмкіндік беруде. Қазір мұнда қазақстандық үлес 100 пайызды құрайды. Белгіленген тапсырманы асыра орындау жаңа жұмыс орындарын құруға игі ықпалын тигізуде.

Адамдар рельстерді 16 ғасырдан бері қолдануда. Ол кезде рельстер ағаштардан жасалып пайдалы қазбаларды тасымалдауға арналған арбаларды сүйреуге арналған. Оларды нәзік және қысқа ғұмырлы - шойын алмастырды. Ары қарай техникалық прогресс нәтижесінде олардың орнын алғашын-

да темір, кейіннен бессемерлік болат қолданылды. Рельстер (көптік түрінде ағылшыннан *rails* - лат. *regula* - түзу таяқ, римдықтармен ойлап табылған, алғашында олардың арасында ені 143,5 см болған) - арнайы кесіндісі бар болаттан жасалған арқалық, шпалдарға немесе өзге тіреуіштерге екі тізбекті болып орналастырылады, соның үстімен теміржол транспорты, қалалық темір жолдар, кранды қ құралдар, шахталар мен карьерлердің арнайы транспорттары қозғалады.

Рельстердің негізгі материалы болат болып табылады. Рельстер екі топ болып өндіріледі: I топ - жай мартен болаты, бақырда болатқа қосымша жолақтық металл емес қоспалар түзетін алюминий мен басқа қышқылсыздандырғыштарды қолданбай, тек комплекстік қышқылсыздандырғыштармен дайындалған; II топ - алюминий немесе марганец-алюминий қоспасымен қышқылсыздандырылғанжай мартен болаты. Болат құрамында көміртегі көбейген сайын рельстердің иілген кездегі мықтылығы, қаттылығы мен тозуға тұрақтылығы пайда болады. Марганец Mn релсьтік болаттың қаттылығын, тозуға төзімділігі мен тұтқырлығын арттырады, ал кремний Si - қаттылық пен тозуға төзімділігін. Фосфор P менкүкірт S - зиянды қоспалар. Төмен температурада фосфоры көп рельстер нәзік болып қалады, ал күкірт - қызусынғыш болады (рельстердің прокаты кезінде сынықтар пайда болады). Ванадий, титан мен цирконий - болаттың құрылымы мен қаттылығын микролегирлеуші және модификациялаушы қоспалар [1].

Заманауи көміртекті болаттың макроқұрылымы пластинкалы перлит түйіршіктерінің шекарасында феррит талшықтарымен байланысқан болып келеді. Көміртектік болаттардың айтарлықтай қаттылығы, тозуға тұрақтылығы мен тұтқырлығы оларға біркелкі сорбиттік құрылым берумен қол жеткізіледі (арнайы термиялық өңдеу нәтижесінде).

Рельстердің болаты таза, біркелкі, тығыз ұсақ түйіршікті құрылымды болуы керек (макроқұрылымы).

Рельстерді өндіру технологиясы оларда флокендердің болмауын, және де жергілікті металл емес қосындылардың (глинозем, карбидтермен титан нитриді немесе глиноземі, цементтелген силикаттар), жол тәріздес прокат бойымен созылған жолдар түріндегі- жолақтар болмауы қажет. Рельс басының беткі қабаты жоғары жиілікті прокаттық немесе индукциондық токтармен қыздырылуға ұшыратылады. Тозуға жоғары тұрақты және ұзақмерзім қызмет ету үшін үшін мартендік жоғары көміртекті болаттан жасайды (Р75, Р65, Р50 типті 1-кестеде көрсетілген), оларды ұзына бойы кең көлемді май ішінде герметикалық өдеп артынша пешке салып өңдейді. Рельс басының шыңдалған металлының макроқұрылымы шыңдалған сорбитті болады. Шыңдалған рельстердің бастарының сырғанақ бетінің Бринелл бойынша тұрақтылығы 341-388 НВ шегінде болу керек, мойны мен табаны-388 НВ көп емес. Техникалық талаптар мен стандарттарды толығымен қанағаттандыратын рельстер 1-сұрыпқа жатады. Химиялық құрамы мен механикалық қасиеттерінде ауытқушылықтары бар рельстер 2-сұрыпқа жатады. Кең көлемді шыңдалған рельстер қарапайым рельстерге қарағанда 1,3-1,5 есе ұзағырақ қызмет етеді.

Қазіргі кезде төменгі температуралық тұрақты жне сенімді Р65 рельстер жасалған, кең көлемді шыңдалған I топ, ванадий-ниобий-бор бар болаттан легирлеу үшін азотталған ферроқоспаларды қолданумен жасалған. Бұл рельстер үшін электболат қолданылады, оларды дәнекерлеу доғалық электр пештерінде жүзеге асырылады.

Минус 60°С температурада электболат рельстері мартен рельстерімен салыстырғанда екі есе көп соққы жүктемесіне төзімді болады.

Қазіргі кезде дайын болатты қалыптарға (құймақалып) құяды, ол жерде олар дайын құйма түрінде қатады. Құймаларды прокат алдында арнайы қыздырғыш құдықтарға қажет температураға жеткенге дейін салады. Қыздырылған болаттың құймасын алғашында блюмингте өңдейді, ол жерде құйма тікбұрышты кесінділі болат қалыпқа айналдырады, ол блюмс деп аталады. Блюмсты ары қарай прокаттық орнаққа жібереді ол жерде арықтан арыққа беріліп жүреді; өткен сайын ұзына бойы созылып формасын өзгертеді, соңғы арықтан өткен кезде берілген өлшемді профильге ие болады. Осылайша алынған жолақтарды қалыпты ұзындықты рельстерге кеседі, жекелей қисықтарды түзетеді, болттарға арналған саңылаулар жасайды.

Рельстерді жасау технологиясы үнемі жетілдіріліп отырады. Кезектеп өтететін прокаттық орнақтың арықтарында блюсмстің көлденең кесіндісі өзгеру процессі жақсартылған (рельстердің калибровкасы). Жаңаша калибровка кезінде рельстердің табандары интенсивті өңделеді, ол өз кезегінде құйылған қалыптарды табандағы қыртыс асты көпіршіктерді дөңгелеткенде талшықтар болмауына себеп болады.

Шөгіндік қаяу мен металдың шөгіндік жұмсақтығы болмас үшін бірнеше шаралар жүзеге асырылады. Жабық қоробтар мен суытушы құдықтарда рельстерді суыту баяу жүзеге асырылады, ол флокендер пайда болуының алдын алады. Болатта суу кезінде сутек бөлінумен жүретін ішкі ұсақ жарықтар - флокендер болмауы өте маңызды. Рельстердің сапасының айтарлықтай жоғарлауы рельстік болаттың қышқылсыздандыру әдісін жетілдіру нәтижесінде қол жеткізіледі. Болатты дәнекерлеу кезінде темірдің қышқылдануы жүреді, оны қалпына келтіру үшін алюминий қолданылады. Бірақ оттегімен байланысу кезінде алюминий метал емес қосындыларды (глинозем) түзеді, олар болатты ластап, рельстердің жарықтарға қарсы тұрақтылығын төмендетеді.

Көміртек рельс болаттың қаттылығын қамтамассыздандырады, оның мартен болатында көп мөлшерде болуы тозуға тұрақтылығын жүзеге асырады. Көміртегінің жоғарғы шегі де бар, егер ол тым көп болса болат нәзік және беткі қабатында қаяу, дефект, бетақау және т.б. пайда болады. Егер болатта көміртегі орташадан жоғары болса қатты рельстерге жатады, ал егер тең не төмен болса қалыптыға жатады. Марганец те болаттың тозуға төзімділігі мен қаттылығын арттырады, және бір уақытта тұтқырлығын да жоғарлатады [2].

Кремний көрсетілген шекті мөлшерде металдың қаттылығын арттырады. Фосфор мен күкірт - зиянды қоспалар. Төмен температурада фосфоры көп рельстер нәзік болып қалады, ал күкірт - қызусынғыштыққа әкеледі (рельстердің прокаты кезінде сынықтар пайда болады). Мыстың біраз мөлшері болаттың коррозияға төзімділігін арттырады.

Рельстердің типтері мен сипаттамалары каталогы

Кең жолды теміржол рельстері Р50, Р65

1-кесте. **Механикалық қасиеттері**

Рельстің типі	Болаттың маркасы мен категория-сы	Мерзімдік кедергісі, н/мм^2 (кг с/мм^2)	Ағындық шегі, н/мм^2 (кг с/мм^2)	Салыстырмалы ұзаруы, %	Салыстырмалы сығылуы, %	Соққы тұтқырлығы, kcu дж/см^2 (кг см/см^2)	Сырғу бетінің қаттылығы, нв
Р50	Т1	1180 (120)	800 (82)	8.0	25.0	25 (2.5)	341-401
Р65	Т2	1100 (112)	750 (76)	6.0	25.0	15 (1.5)	321-401
Р65	Н	900 (92)	-	5.0	-	-	-

1990 жылдардың ортасына дейін АҚШ темір жолдары шындалған басы бар жетілдірілген рельстерді сол кезде өндіруші болатын шетелдерден алынатын. Алайда, бұл жағдай 1994 жылы жоғары сапалы болаттан рельстерді жасауды Силтондағы зауытты 40 млн. долларға қайта салған соң Pennsylvania Steel Technologies (PST) компаниясы үйренгенге дейін жалғасты. PST мысалына 1996 жылы CF&I Steel компаниясы реконструкцияланған Пуэбло зауытында жүзеге асырды. Басында олар кең көлемді шыңдалған басы бар DHH 370 типті рельстер жасады (цифр Бринелль бөлшем бірлігімен қаттылықты білдіреді), ал 1997 жылы DHH 390 типті рельстерге көшті. Рельстік болаттың сапасын қаттылығын Бринелль бойынша 390 бірлікке жеткізу жапониялық Nippon Steel компаниясымен бірігіп жұмыс жасау нәтижесінде қол жеткізілді, өйткені бұл кампания әлемдегі ең үлкен рельс жасаушы болып келеді. Американдық инженерлік теміржол ассоциациясының (AREA) техникалық талаптары бойынша рельстердің қаттылығы Бринелль бойынша 341 бірліктен кем болмау керек, осылайша CF&I бұл көрсеткішті 14% асып өтті. АҚШ-та жетілдіріген рельстердің болашақта тағы бір өндірушісі Stafford Rail Steel компаниясы болуы мүмкін. Қазіргі кезде Солтүстік Американың темір жолдары АҚШ-та шығарылатын рельстерді ең жақсы деп есептейді. ШЕ телдік компаниялар АҚШ-та өндірілетін рельстерден сапасы, негізінен күкірт мөлшері бойынша ерекшелетін рельстер шығарады.Солтүстік Америкада күкірт мөлшерінің көбірек болуы рұқсат етілген, өйткені күкірт сутектік флокендердің түзілуін азайтады деп есептеледі. Шетелде, негізінен Жапонияда күкірт мөлшерін төмендетуге тырысады, өйткені уақыт күкірт арасындағы байланыстар үзілу нәтижесінде толқын тәріздес шаршау тігінен жарықтары пайда болу себепті түзіледі. Болат құрамындағы күкірт мөлшері әлі күнге дейін қызу даулар туғызады. Жоғары күкірт мөлшерін қолдайтындар егер күкірт аз болса және сутек мөлшерін бақылап отырмаса сутектік нәзіктену болады деп тұжырымдайды. Аз мөлшерін қолдайтындар жаңа технологиялар индукциялық араластыру мен вакуумды дегазация күкіртті қажет

емес дейді. Қалай қарасақ та Солтүстік Америкада, маман-металлургтердің ұсынысы рельс болатының жағдайы жақсы екендігін мойындатады.

Егер болат қаттылығы Бринелль бойынша 350-400 бірлікті құраса заманауи айыру және станциялық рельстерді дайындауға жеткілікті, жолдардың ерекше бөліктерінде, тұғыл қиылыстар мен бағдарлы жолдардың рельстерін жасау талаптары бөлек. Осылайша айқас жолдарға Бринелль бойынша қаттылығы 450-500 бірлікті құрайтын рельстік болат қажет.

Қазіргі кезде перлитті рельс болаты осьтерге үлкен жүктеме түсетін жерлерге жарамайды деген тұжырымдар бар. Егер оның қаттылығын қажет деңгейге жеткізгеннің өзінде перлиттік микроқұрылым Роквелл бойынша көрсеткішті С-40 жеткізді, өйткені одан ары бұзылу қаупі артады. Роквелл бойынша С-40 пен С-45 көрсеткішті перлитті және бейнитті құрылымдарды араластыру арқылы қол жеткізіледі. С-45-С-50 аймақ арасындақажет құрылым бейнитті құрылым кезінде мүмкін болады. Бейнит перлитпен салыстырғанда қаттырақ және тозуға тұрақтылықты арттырады.

Орегон штатының Институты AAR-мен қоса зерттеу жүргізіп, бейниттік микроқұрылымға қол жеткізудің екі жолы бар екенін көрсетті. Олардың бірі қарапайым көміртектік құрылымды рельс болатын изотермиялық өңдеуде Роквелл бойынша қаттылық шамамен С-45- С-50 жетеді деуде. Басқаша әдісте көміртек мөлшері төмен, ал кремний, хром, марганец, орташа молибден және біраз бор болатын көміртектік болат қолданылады. Суда шындалғаннан кейін төмен көміртекті болат айтарлықтай қатты және салыстырмалы тұтқыр болып келеді. Зерттеулер көп үміт күткен бейниттік болаттың қасиеттерін дәлелдеді және дайындау технологиясының дамуы болат дайындауды коммерциялық мақсатты екенін дәлелдеді. Алдын ала зерттеу кезінде шындалған басы бар бейниттік болат пен жетілдірілген болатты салыстырғанда, төмен көміртекті мөлшері бар бейниттік болат жеңіл дәнекерленетінін көрсетті. Тікелей рельстік жолда тәжірибе кезінде бейниттік болат жетілдірілгенмен салыстырғанда жақсырақ нәтиже көрсетті.

Бейниттік болаттың жоғары қаттылығы үгітілу мен жіктелуіне төзімділігін жақсартады, және де тозуға төзімділік сипаттамалар береді. Бұндай болат қымбат болғандықтан болашақта арзандату көзделуде. Келесі ұрпақты рельс болаттарының физикалық сипаттамалары жақсара береді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Яковлева Т.Г., Шульга В.Я., Амелин С.В. и др. Основы устройства и расчет ж.д. пути / Под ред. С.В. Амелина и Т.Г. Яковлевой. М. Транспорт, 1990 г.

[2] Зайцев Р.В., Гудков А.В., Аверина В.А., Николин А.И. Причина излома сварных стыков. Классификатор дефектов. М., Путь и путевое хозяйство. N5, 2009.

Ілес Р.Т., Асембаева М.К., Нурмуханова А.З., Оспанова Ш.С., Куйкабаева А.А

Анализ изготовления рельсов и механическая обработка деталей из металла различных размеров на базе

Резюме. В данном статье приведены виды рельсов и технология изготовления. Химические составы и механические свойство рельса и предельные нормы. В настоящее время в Казахстане октрываются рельсосварочное предприятие. Технология изготовления рельсов постоянно совершенствуется. Иностранные компании продолжают выпускать рельсы высокого качества, которые отличаются от изготовляемых в США в основном содержанием серы.

Ключевые слова: рельсо сварка, бессемеровская сталь, прокатка, блюминг, показатель по Бринель, коррозия, технология изготовления, электростальные рельсы.

Iles R.T., Asembaeva M.K., Nurmukhanova A.Z., Ospanova Sh.S., Kuykabaeva A.A

The analysis of the manufacture of rails and machining parts from metal of various sizes on the basis of

Summary. This paper presents the types of rails and manufacturing technology. Chemical composition and mechanical property of the rail and limits. Currently oktryvayutsya rail welding plant in Kazakhstan. Rail manufacturing technology is constantly improving. Foreign companies continue to produce high quality rails that differ from those manufactured in the United States mainly sulfur.

Key words: steel, corrosion, rolling, blooming, Bessemer steel, measure Brinell, manufacturing technology.

УДК 628.31

К.Т. Оспанов, С. Оспанова

(Казахский национальный исследовательский технический университет им.К.И.Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, ospanovkairat@mail.ru)

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ГОРОДА АКТОБЕ

Аннотация. Показано современное состояние очистки сточных вод и обработки осадков сточных вод города Актобе. Проводится анализ основных технологических показателей очистки сточных вод и обработки осадков сточных вод. Приведены применяемые сооружения для очистки сточных вод и обработки осадков сточных вод и их состояние. Представлены обобщенные показатели химического состава поступающих, осветленных и очищенных сточных вод г.Актобе за III квартал 2016 год. Приведен анализ ***представленных*** обобщенных показателей химического состава поступающих, осветленных и очищенных сточных вод г.Актобе. В целом, данная статья нацелена на выявление экологических проблем очистки сточных вод и обработки осадков сточных вод в г.Актобе.

Ключевые слова: Водоотведение, сточная вода, очистные сооружения, осадки сточных вод, пруд-накопитель, химический состав.

Улучшение экологической обстановки в целях устойчивого развития [1] является одним из условий интеграции Казахстана в мировую экономику. Проблема охраны окружающей среды требует ускоренного внедрения высокоэффективных технологий для ее защиты.

В Республике Казахстан сохраняется напряженная экологическая обстановка, связанная с неэффективной работой очистных сооружений предназначенных для очистки сточных вод. Во многих областях в связи с тем, что длительное время без реконструкции эксплуатируются очистные сооружения, зачастую не имеющих полного комплекса объектов для данного типа сооружений, стоит серьезная проблема по охране окружающей среды от загрязненных, не прошедших достаточную очистку сточных вод от коммунальных объектов, многие из них устарели, требуется ремонт, другие работают с перегрузкой, очистка стоков не соответствует проектным данным.

Актобе - город в Западном Казахстане, административный центр Актюбинской области. Площадь — 297,39 км². В 1997 году в ведение администрации города перешла территория упраздненного Актюбинского района. Площадь нового административно-территориального образования, включающего в себя сам город и пять соседних сельских округов, составила 338 км². Актобе занимает пятое место среди городов Казахстана по числу жителей и является самым крупным городом Западного Казахстана. Население — 397 572 человека (1 января 2016 года). В пяти сельских округах, подчиненных городской администрации, проживают 52 582 человека [2].

В черте города протекают река Илек и несколько ее притоков, вблизи находятся Актюбинское и Саздинское водохранилища [2].

Обеспечением города питьевой водой и приемом, транспортированием, очисткой и утилизацией хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод занимается Акционерное общество «Акбулак», которое было образовано 30 декабря 1993 года из реорганизованного Актюбинского городского управления водопроводно-канализационного хозяйства, функционировавшего с 1937 года. В настоящее время водоснабжение осуществляется из Илекского (правый и левый), Тамдинского, Верхне-Каргалинского и Кундактыкырского водозаборов. На предприятии трудится 1137 человек, общая протяженность водопроводных сетей составляет 814,4 км, а длина канализационных сетей равна 482,79 км[2].

Водоотведение осуществляется канализационными насосными станциями (КНС) в количестве 47 единиц, имеющими решетки, 7 из них оборудованы средствами автоматического управления.

По самотечным коллекторам стоки направляются на главную насосную станцию - КНС-11, откуда насосами марки СД, СМ и «Флюгт» по трем напорным коллекторам, из них 2 диаметром 900 мм и один -100мм поступают на городские канализационные очистные сооружения (КОС) полной биологической очистки производительностью 103 тыс. м^3/сут.

После процесса механической и биологической очистки на сооружениях КОС очищенные стоки подаются на пруд-накопитель, так называемый узел регулирующей емкости (УРЕ) объемом 40 млн. $м^3$, откуда в паводковый период после разбавления с талыми водами сбрасываются в р. Илек.

Далее рассмотрим характеристику существующих очистных сооружений г.Актобе. Очистные сооружения г.Актобе относящиеся к АО «Акбулак» расположены в 7 – ми км от городской черты в северо-западном направлении.

Очистные сооружения являются экологически и социально значимым объектом, основное направление которых - прием и очистка городских хозяйственно-бытовых стоков и обеспечение тем самым благоприятного санитарно-эпидемиологического фона областного центра.

Комплекс канализационных очистных сооружений (КОС) были введены в эксплуатацию в 1981 году [3].

Комплекс очистных сооружений включает:

- Приемная камера с решетками, в количестве 3 шт.;
- Песколовки, в количестве 5 шт.;
- Песковые площадки;
- Первичные отстойники, в количестве 3 шт.;
- Аэротенки, в количестве 5 шт., из них на данный момент эксплуатируются 3 шт.;
- Вторичные отстойники, в количестве 4 шт., из них в работе 2 шт.;
- Метантенки, в количестве 3 шт., в настоящее время не работает;
- Воздуходувки в количестве 6 шт., их них на данный момент эксплуатируются 2 и 1 в резерве;
- УРЕ – узел регулирующей емкости (пруд - накопитель);
- Иловые площадки.

Сточные воды из главной насосной станции подаются на сооружениях КОС по напорным коллекторам диаметром 900-1000 мм. После гашения напора в приемной камере сточные воды проходят грубую очистку на механизированных решетках и по лоткам подаются на песколовки с горизонтальным движением воды для задержания тяжелых твердых частиц (в основном минерального происхождения). Отбросы, задержанные на решетках, гидросмывом собираются в специальный контейнер и вывозятся для утилизации на городскую свалку. А выпавшие в осадок твердые частицы и песок, гидравлической системой транспортируется к приямку, откуда гидроэлеватором перекачивается на песковые площадки. Дренажная вода с песковых площадок направляется в голову сооружений.

Далее, через распределительную чашу сточная вода подается на радиальные первичные отстойники. Сырой осадок, выпавший в каждом отстойнике, скребками, установленными на ферме илоскреба, сдвигается к приямку, из которого откачивается насосом на иловые площадки.

Из первичных отстойников осветленная вода по трубопроводам диаметром 1200 мм через распределительную камеру поступает в аэротенки для биологической очистки. С целью обеспечения жизнедеятельности микроорганизмов и очистки сточной воды в аэротенках, в них подается воздух от воздуходувной станции.

Затем, прошедшие биологическую очистку сточные воды поступают в распределительную чашу вторичных отстойников. Во вторичных отстойниках активный ил оседает и через иловые камеры, а затем эрлифтные, перекачивается в иловый канал аэротенков, откуда частично возвращается в аэротенки. Избыточный активный ил насосами откачивается на иловые площадки. По проекту для уплотнения избыточного ила с вторичного отстойника, а также для стабилизации осадков сточных вод с получением биогаза были предусмотрены иловый уплотнитель и метантенк. Однако в настоящее время эти сооружения не работают.

Далее очищенные сточные воды через распределительную камеру подаются в резервуар очищенных сточных вод, откуда насосами по напорным трубопроводам отводятся в узел регулирующей емкости (УРЕ).

Накопитель УРЕ оборудован башенным железобетонным водовыпуском высотой 20 м, двумя рабочими и двумя аварийными затворами. От водовыпуска с напором 20 м до водобойного колодца сбросные воды проходят по двум стальным трубам Д-1400 мм длиной 105 м. энергия воды, поступающая из труб башенного водовыпуска, гасится в водобойном колодце глубиной 1,5 и длиной

15 м. шлюз – регулятор расположен за водобойным колодцем и перекрывается донными колесными затворами с расчетным расходом шлюза – регулятора – 2 $м^{3/с.}$ Быстроток шириной по дну 10 м протяженностью 3,94 км рассчитан на сброс стоков в количестве 18 $м^3/с$ [3].

Очистные сооружения станции Аэрации работают непрерывно, круглосуточно.

Схема очистки городских сточных вод на канализационных очистных сооружениях АО «Акбулак» приведена на рисунке 1.

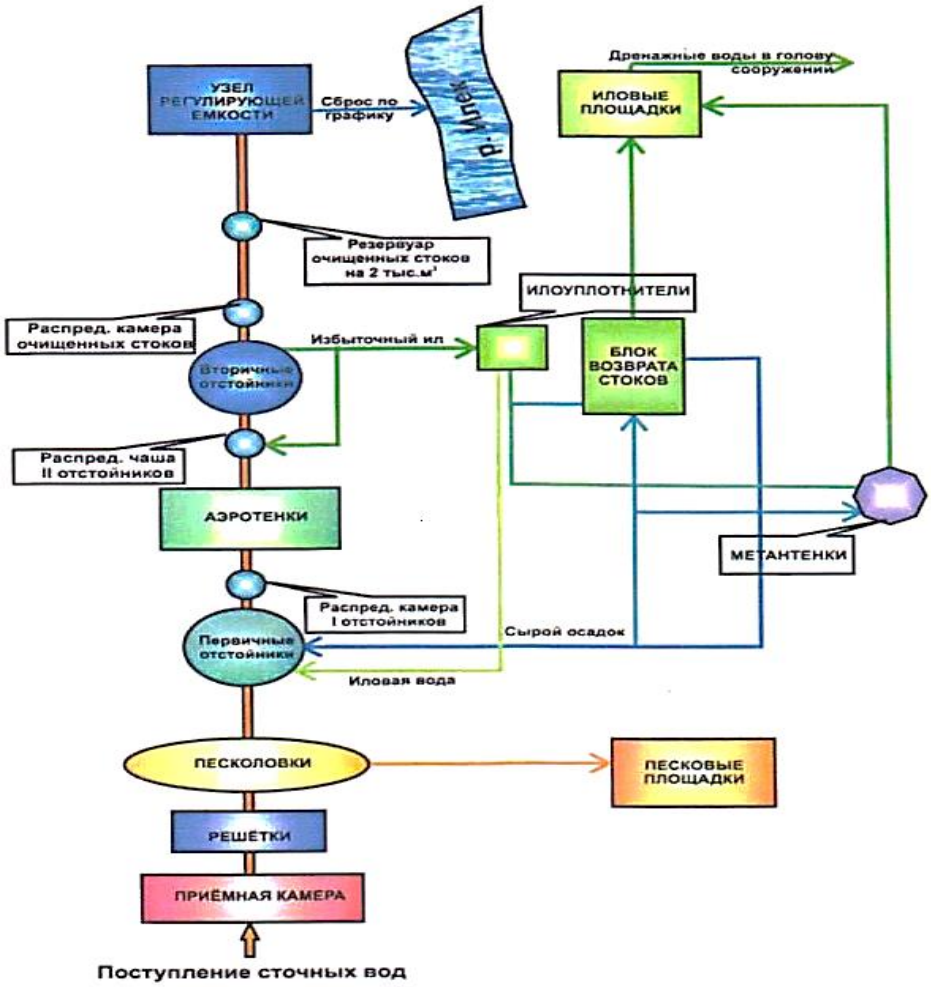


Рис. 1. Схема очистки городских сточных вод на канализационных очистных сооружениях г.Актобе

Контроль за работой очистных сооружений и очисткой сточных вод осуществляется аттестованной лабораторией КОС оснащенной необходимыми приборами и оборудованием. Отбор и анализ проб воды при определении ее качественного состава проводятся по утвержденным методикам и инструкциям.

По данным анализов в сточных водах города Актобе 38-42% нерастворенных загрязнений составляют минеральные вещества и 62-58% - органические.

Полный санитарно-химический анализ предполагает определение следующих показателей: температура, окраска, запах, прозрачность, величина pH, сухой остаток, плотный остаток и потери при прокаливании, взвешенные вещества, оседающие вещества по объему и по массе, перманганатная окисляемость, химическая потребность в кислороде (ХПК), биохимическая потребность в кислороде (БПК), азот (общий, аммонийный, нитритный, нитратный), фосфаты, хлориды, сульфаты, тяжелые металлы и другие токсичные элементы, поверхностно-активные вещества, нефтепродукты, растворенный кислород, микробное число, бактерии группы кишечной палочки, яйца гельминтов.

Обобщенные показатели химического состава поступающих, осветленных и очищенных сточных вод г.Актобе за III квартал 2016 год представлены в таблице 1.

Таблица 1. **Обобщенные показатели химического состава поступающих, осветленных и очищенных сточных вод г.Актобе за III квартал 2016 год**

Показатели	Единица измерения	Точки отбора проб			
		Поступающая на КОС	После I отстойника	После 2 отстойника	У.Р.Е.
БПК	мг/л	606,3	238,1	14,2	2,9
ХПК	мг/л	964,5	425,3	41,4	24,1
pH	мг/л	6,8	6,9	7,3	7,4
СПАВ	мг/л	1,80	-	0,46	0,46
Сульфаты	мг/л	194,2	166,5	145,2	88,8
Хлориды	мг/л	296,6	249,3	240,7	236,0
Железо	мг/л	0,80	-	0,28	0,04
Нефтепродукты	мг/л	1,33	-	0,28	0,03
Нерастворимые в воде вещества	мг/л	505,2	207,6	22,7	20,3
Хром (VI)	мг/л	0	-	0	0
Медь	мг/л	0,017	-	0,013	0,004
Цинк	мг/л	0,006	-	0,005	0,006
Азот нитратов	мг/л	0,09	0,20	0,31	0,35
Азот нитритов	мг/л	-	-	-	-
Азот аммонийный	мг/л	48,8	24,6	10,7	0,47
Сухой остаток	мг/л	1119,4	-	940,5	956,7
Бор	мг/л	0,21	-	0,18	0,16
Фосфор общий	мг/л	5,9	4,0	2,5	2,3

Анализируя представленные данные в таблице 1 можно отметить следующее:

- существующие аэротенки обеспечивают показатели биологической очистки. Концентрация органических загрязнений по ХПК очищенной воды в среднем составляла ***41,4*** мг/л, при этом $БПК_5$ очищенной воды в среднем составляло 14,2 мг/л.
- как следует, в процессе очистки имеет место процесс нитрификации, так концентрация аммонийного азота при средней исходной – ***48,8,7*** **мг**/л снижается в среднем до ***10,7 мг***/л и при этом концентрация нитратов на выходе из вторичного отстойника возрастает до ***0,31*** мг/л и выше.
- средняя концентрация фосфоров в п***оступающей воде*** составляет ***5,9*** мг/л, а в очищенной воде ***2,5*** мг/л. Высокие концентрации фосфора после очистки, вероятно, обусловлены присутствием в сточных водах фосфорорганических соединений.

Анализируя данные эксплуатации действующих аэротенков можно констатировать, что биологически очищенный сток не удовлетворяет современным требованиям. Это свидетельствует о необходимости использования на стадии биологической очистки новой технологии нитри-денитрификации с камерой дефосфатации, отличной от традиционной.

В целом канализационные очистные сооружения являются экологически и социально значимым объектом, основное назначение которых – прием и очистка городских хозяйственно-бытовых стоков и обеспечение тем самым благоприятного санитарно – эпидемиологического фона областного центра.

В канализационную сеть города Актобе поступает 16 млн. кубометров сточных вод в год, из них 4,1 млн. кубометров поступает от крупных потребителей, таких как ТЭЦ, АЗФ, АЗХС, заводов выпускающих алкогольную продукцию, предприятий среднего и малого бизнеса.

На сегодняшний день мощность очистных сооружений удовлетворяет потребность г. Актобе с населением 400 тысяч человек и более 3000 хозяйствующими субъектами. Однако, в последние годы идет активное расширение областного центра – по периметру города возводятся жилые массивы и микрорайоны, потребность которых в водоотведении существующие КОС не имеют возможности удовлетворить.

ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Концепция по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике». Утверждена Указом Президента Республики Казахстан от 30 мая 2013 года № 577. - Астана, 2013. – 52 с.

[2] https://ru.wikipedia.org/wiki/Водоснабжение_и_канализация_Актобе

[3] Технологический регламент работы очистных сооружений г. Актобе. 1996. – 86 с.

Оспанов Қ.Т., Оспанова С.

Анализ современного состояния очистки сточных вод города Актобе

Түйіндеме. Бұл мақалада Ақтөбе қаласының сарқынды суын тазарту және сарқынды су тұнбасын өңдеудің қазіргі жағдайы көрсетілген. Сарқынды суды тазарту және сарқынды су тұнбасын өңдеудің негізгі технологиялық көрсеткіштеріне сараптама жасалған. Сарқынды суды тазарту және сарқынды су тұнбасын өңдеу үшін қабылданған ғимараттар және олардың жағдайы көрсетілген. 2016 жылғы III кварталдағы Ақтөбе қаласының бастапқы, мөлдірлетілген және тазартылған сарқынды су химиялық құрамының қорытылған көрсеткіштері келтірілген.

Түйінді сөздер: суды әкету, сарқынды су, тазарту ғимараттары, сарқынды су тұнбасы, жинағыш тоған, химиялық құрамы.

Ospanov K.T., Ospanova S.

Analysis of the current state of wastewater treatment of the city of Aktobe

Summary. This article shows the current state of wastewater treatment and processing of Aktobe city sewage sludge. The analysis of the basic technological parameters of wastewater treatment and sludge treatment. Results are used for the construction of wastewater treatment and sludge treatment and their condition. The generalized chemical composition of indicators coming, bleached and treated wastewater Aktobe for the third quarter of 2016. An analysis of the generalized indicators of the chemical composition of the incoming, bleached and treated wastewater Aktobe. In general, this article focuses on identifying environmental problems of wastewater treatment and sludge treatment of wastewater in the city of Aktobe.

Key words: Sewage, waste water treatment plants, sewage sludge, storage pond, the chemical composition.

УДК: 621.311.22(574)

Н.З. Муханова, А.К. Данлыбаева, А.З. Нұрмұханова
(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті
Алматы, Қазақстан Республикасы)

ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРЫНДА БУ-ГАЗДЫ ЖӘНЕ ГАЗ ШЫҒЫРЛЫ ҚОНДЫРҒЫЛАРЫН ОРНАТУ

Түйіндеме. Көптеген электр станцияларында орнатылған қондырғылардың қалыптасқан жүктеме құрылымына, сонымен қатар қазіргі заман талаптарына физикалық және моральді тұрғыдан сәйкес келмеуі салдарынан, бұл экономикалық шығындардық өсуіне әкеліп соқтырады. Жылу электр станцияларын тиімді жұмыс жағдайына көшіру мақсатымен энергетикалық қазандарды бу-газ қондырғыларымен алмастыру және қазан-утилизаторды орнату арқылы қайта құру мәселелері қарастырылған.

Кілттік сөздер: қазандық қондырғы, жылулық есеп, энергетика, бу-газды қондырғы, газ шығырлы қондырғы, электр станциясы, пайдаға-асырғыш қазан.

Энергетика кез келген елде мемлекет үшін стратегиялық маңызды болып табылатын экономиканың басты саласы болып табылады. Энергетикалық өндіріссіз басқа өндіріс салалары жұмыс атқара алмайды.

Қазіргі кезде Қазақстан өндірісінің дамуының негізгі бағыттары энергетика саласының өркендеуіне міндетті талап қояды. Энергетиканың жағдайына сәйкесінше шаруашылықтың басқа да салаларының өсу қарқыны және олардың жұмысының тұрақтылығы тәуелді болады. Энергетика халық өмірінің даму деңгейінің жоғарылауын қамтамасыз етеді.

Жылу электр станциялары Қазақстан Республикасының электрэнергетикасының негізі болғандықтан, жылу және электр энергиясын өндіруге жұмсалатын шартты отынның меншікті шығынын азайту отандық энергетиканы дамытудың басты бағыты болып табылады. Жылу және электр энер-

гиясын аралас өндіру мақсатында бугаз қондырғыларын және газ шығырлы қондырғыларды қолдану перспективті бағыттардың бірі болып табылады.

Энергетикада технологиялық процесс барысында ерекшеліктері және айырмашылықтары бар БГҚ сұлбалары іске асырылған. Бұл сұлбаларды және де сонымен қатар оның элементтері мен түйіндерінің техникалық сипаттамасын оңтайландыру әрдайым жүргізіледі. Энергетикалық қондырғы жұмысының сапалылығының негізгі көрсеткіштері болып оның өндірулілігі (ПӘК) және сенімділігі саналады.

Бугаз қондырғылар – газдық немесе сұйық отынмен жұмыс істейтін генерациялаушы станциялардың айтарлықтай жана түрі болып табылады. Ең үнемді және кең тараған классикалық сұлбасының жұмыс істеу принципі төмендегідей. Қондырғы екі блоктан тұрады: газшығырлы (ГШҚ) және бу айдау қондырғылары. ГШҚ-да шығыр білігінің айналуы отынның жануы барысында түзілген жану өнімі болып табылатын газдардың көмегімен іске асады. ГШҚ-ның жану камерасында түзілген жану өнімдері шығырдың роторын айналдырады, ал ол өз кезегінде бірінші генератордың білігін айналдырады.

Газшығырлы қондырғы энергетикада ұзақ жылдар бойы қолданылып келе жатқанымен, әлі де кең қолданықа ие болған жоқ. ГШҚ-да атмосфералық ауа 15-20 атм. дейін сығылады, отынның жану барысында түзілген жоғары температуралы (1200-1500 °С) жану өнімдері шығырда атмосфералық қысымға дейін ұлғаяды. Шығыр температураның өте жоғары болуының салдарынан, компрессорды айналдыруға қажетті қуатты шамамен екі есе үлкен мөлшерде өндіреді. Артық қуат электрлі генератордың жетегіне жұмсалады. Шет елде бірлік қуаты 260-280 МВт және ПӘК-ті 36-38% ГШҚ-лар қолданыс табуда. Олардағы пайдаланылған газдардың температурасы 550-620°С құрайды. Циклдің және сұлбасының қарапайымдылығына байланысты ГШҚ-ның өзіндік құны бумен жұмыс жасайтын қондырғылардан әлдеқайда төмен. Олар аз орын алады, сумен суытуды қажет етпейді, іске тез қосылады, жұмыс тәртібін тез өзгерте алады. ГШҚ қызмет көрсету және автоматтандыру жеңілірек.

ГШҚ жұмыс ортасы жану өнімдері болғандықтан, бөлшектерінің жұмысқа жарамдылығын отынның таза түрлерін (табиғи газ немесе сұйық дистилляттар) қолдана отырып сақтаса болады.

ГШҚ істеп шыққан газдардың жылуы суды жылыту немесе технологиялық бу өндіру мақсаттарында қолданылады. Өндірілген жылу мөлшері электр энергия мөлшерінен жоғары болады, ал отынды пайдалану коэффициенті 85-90% дейін барады [2].

Сонымен қатар айтылған жылуды одан әрі тиімдірек қолдану мүмкіндігі бар. Термодинамикадан идеал жылу қозғалтқышының ПӘК-і температуралар айырмасына тура пропорционал екендігі мәлім. ГШҚ-да жылу жану барысында жеткізіледі. Шығырдың жұмыс ортасы болып табылатын түзілетін өнімдердің температурасы қазандық қондырғыдағыдай қабырғамен шектеліп қоймайды. Ыстық газдармен әсерлескен бөлшектерді ұйғарынды температурада сақтап тұру үшін салқындату қарастырылады.

Бу қондырғыларында аса қызған будың температурасы қазандық буды аса қыздырғыштардың құбырлары және салқындатылмайтын бу құбырлары, коллекторлар, арматуралары үшін ұйғарынды температурадан (540-565 °С, ал заманауи қондырғылар үшін 600-620 °С) асып кете алмайды. Бірақ бу шығырларының конденсаторында жылуды әкету қоршаған ортаның температурасына жақын айналымдағы сумен жүргізіледі [3].

Аталған өзгешеліктер бір ГШҚ-да жоғары температуралы жылуды жеткізу және төмен температуралы жылуду әкетуді біріктіре отырып электр энергиясын өндірудің ПӘК-тін арттыруға мүмкіндік береді. Ол үшін шығырда істеп шыққан газдар пайдаға-асырғыш қазанға беріледі, бұл жерде бу өндіріледі және аса қыздырылады да бу шығырына беріледі. Отынның өзгермес шығынында осы будың көмегімен айналатын электр генераторы электр энергиясын өндіруді 1,5 есе арттырады. Нәтижесінде заманауи ГШҚ-лардың ПӘК-ті 55-58% құрайды. Бұндай ГШҚ-ларда екіленген термодинамикалық цикл жүзеге асырылады: пайдаға-асырғыш қазандағы бу және бу шығырының жұмысы ГШҚ жану камерасына жеткізілген және үстіңгі газшығырлық циклда істеп шыққан жылудың арқасында өндіріледі.

Бұндай ГШҚ-ның жоғары ПӘК-нен басқа келесі ерекшеліктерін атаса болады: ынсапты меншікті құны (1,5-2 есе), аз уақыт аралығында орнату мүмкіндігі (шамамен екі жыл), салқындатқыш суды екі есе аз тұтынуы, оңтайлылығы [4].

Сонымен қатар газ шығыр қозғалтқышында істеп шыққан газдардың құрамындағы NOx мөлшерін келесі әдістердің көмегімен жүзеге асырса болады:

-жану аймаққа суды немесе буды беру;

-жану өнімдерін рециркуляциялау;

-жану камерасында қоспа түзілуін үдету;

-сатылы жағу.

Электр станцияларын техникамен қайта қаруландыру мүмкіндігінде ГШҚ құрудың екі жолы бар:

Біріншіден, бірлік қуаты 350-1000 МВт және ПӘК-і 55-60% болатын ГШҚ орнатылатын жаңа бас корпус құрылысы. Бұл жағдайда істегі энергоблоктар қызмет мерзімі аяқталғаннан кейін резервке беріледі немесе есептен шығарылады. Жаңа корпуста үйлесімді жобаланған бинарлы БГҚ орнату күрделі қаржы шығынын талап еткенімен, бұндай электр станциясы өте тиімді болып табылады. Бұл ретте БГҚ мен ГШҚ бірлік қуатын арттыру жаңа корпустың меншікті ауданын және құнын елеулі азайтады.

Екіншіден, ГШҚ және пайдаға-асырғыш қазандарды қолда бар немесе жаңа корпустарда орналастыру және оларды қолдана отырып жасалған БГҚ бушығырлы және электр қондырғыларын қолдану.

ГШҚ барлық артықшылығын ескергенде отандық энергетика үшін ең маңызды міндеттердің бірі көптеген бу электр станцияларын бугаз электр станцияларына ауыстыру болып табылады.

АлЭС» АҚ ЖЭО-1 станциясын тиімдірек жұмыс жағдайына ауыстыру БГҚ-н орнатумен қайта құру арқылы қол жеткізсе болады.

ЖЭО-1-дің белгіленген жылулық қуаты қазіргі кезде 1203 Гкал/сағ құрайды, өз мұқтаждықтарын ескергенде 860 Гкал/сағ.

Белгіленген электр қуаты 145 МВт, нақты 107,4 МВт. Қазіргі таңда «АлЭС» АҚ ЖЭО-1 жылулық және электр қуатының шектеулілігі келесі себептерге байланысты:

-зиянды заттардың атмосфераға шығарылуын төмендету талаптарына байланысты бу және су жылытқыш қазандарының өндірулігін мәжбүрлі түрде шектеу;

-мазут жағу барысында су жылытқыш қазандарының өндірулігін шектеу;

-шығырға қажетті будың номинал шығынын бу қазандарының жеткілікті түрде өндіре алмауы.

«АлЭС» АҚ ЖЭО-1 бугаз қондырғыларын қосымша орнату арқылы қайта құру қажеттілігі қолданыстағы және жетілдіріліп жатқан мемлекеттік бағдарламаларға, құжаттарға және материалдарға сәйкес келеді.

1-суретте ЖЭО үшін БГҚ-ның мүмкін болатын екі контурлы пайдаға-асырғыш қазанымен жабдықталған жылулық сұлбасының бір нұсқасы келтірілген [1].

ЖЭО-ның қағидалық жылулық сүлбесінде ГШҚ–нан кейінгі істеп шыққан газдар пайдаға–асырғыш қазанға түседі, онда технологиялық бумен өндіріледі және желілік су қыздырылады.

Пайдаға-асырғыш қазанда беттік қыздырудың екі тобы бар: біріншісі, мұнда технологиялық бу өндіріледі және екіншісі, газ жолымен, желілік суды қыздыру үшін пайдаланылады.

Технологиялық буды генерация сүлбесінде үнемдегіш, мәжбүрлі буландырғыштық далбар айналмалы жұмыстық денесімен және дағырамен, сонымен бірге буды аса қыздырғыш бар. Қызған будың негізгі бөлігі берілген көрсеткіште тұтынушыға беріледі. ГШҚ-дағы істеп шыққан газдардың көрсеткіштерінің әр түрлі себептерге байланысты өзгеруі пайдаға-асырғыш қазаннан кейінгі қызған будың көрсеткіштерінің өзгеруіне әкеледі. Сондықтан да, тұтынушыға жіберілетін бу көрсеткіштерін реттеу үшін, қоректік сорғы қондырғысынан алынатын қоректік сумен бүрку қарастырылады.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Рыжкин В. Я. Тепловые электрические станции: учебник для вузов по спец. "Тепловые электр. станции" / 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1987. – 326 с.

[2] Steam Generators For Combined Steam and Gas Turbine Plants//Naval Engineers Journal//December 1968//Volume 80, Issue 6, Pages 835–988.

[3] Цанев С.В., Буров В.Д., Ремезов А.Н. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций: Учебное пособие для вузов / Под ред. С.В. Цанева – М.: Издательство МЭИ, 2002. – 584 с.

[4] Трухний А.Д., Петрунин С.В. Расчет тепловых схем парогазовых установок утилизационного типа: Методическое пособие по курсу «Энергетические установки». –М.: Издательство МЭИ, 2001. – 24 с.

Муханова Н.З., Данлыбаева А.К., Нурмуханова А.З.

Установка на электрических станциях парогазовых и газотурбинных установок

Резюме. Несоответствие современным требованиям установленных нагрузок оборудований большинства электрических станций как с физической, так и моральной стороны влечет увеличение экономических расходов. Рассмотрена реконструкция тепловой электрической станции путем замены энергетических котлов на на парогазовые, а также установки котла-утилизатора для оптимального режима работы станции.

Ключевые слова: котлоагрегат, тепловой расчет, энергетика, парогазовая установка, газотурбинная установка, электрическая станция, котел-утилизатор.

Mukhanova N.Z., Danlybaeva A.K., Nurmuhanova A.Z.

Installation on electrical stations combined cycle gas turbine and gas turbine units

Summary. Non-compliance with modern requirements of the installed equipment loads the majority of power plants from both the physical and the moral side entails increasing economic costs. We consider the reconstruction of thermal power plant by replacing energy boilers to steam and gas, as well as the installation of waste heat boiler for the optimal operation of the station.

Key words: boiler, thermal design, power generation, combined-cycle plant, a gas turbine plant, power plant, waste heat boiler.

УДК 681.51

А.Т. Наурызбаев, М.Ш. Байбатшаев

(НАО Казахский национальный технический исследовательский университет им. К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, email: abash_92@mail.ru)

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ЛОКАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ШТАМПОВКИ

Аннотация. Автоматизация производственных процессов имеет важное значение на современном этапе развития машиностроения при становлении рыночных отношений. Она характеризуется частичной или полной заменой человека-оператора специальными техническими средствами контроля и управления. Современное отечественное машиностроение должно развиваться в направлении автоматизации производства с широким использованием ЭВМ, робото-технологических комплексов (РТК) и промышленных роботов (ПР), внедрения гибких технологий позволяющих быстро и эффективно перестраивать технологические процессы на изготовление новых изделий.

Ключевые слова. Система управления РТК, процесс штамповки, автоматизированная локальная система.

Целью разработки является повышение производительности и точности выполнения операций штамповки и замена ручного труда машинным.

Назначением разработки является создание автоматизированной локальной системы управления РТК штамповки с помощью программируемого логического контроллера.

В состав РТК входят (рис.1): два пресса, два промышленных робота (ПР1 и ПР2) и три накопителя. Обрабатываемые детали размещаются в накопителях. ПР1-2 осуществляют загрузочно-разгрузочные операции. [1,2]

ПР1 и ПР2 одновременно осуществляют захват деталей (см. находящихся соответственно в накопителях 1 и 3 и перемещение их в рабочие зоны штамповочных прессов 1 и 2. Одновременно с этим выполняется процесс штамповки, прессами 1 и 2 . Затем выполняется выдвижение руки ПР1 и ПР2 , захват изделий с помощью схватов ПР1 и ПР2 , задвижение рук ПР1 и ПР2 и поворот ПР1 и ПР2 к накопителю 2 . Затем производится выдвижение рук ПР1 и ПР2 . Схваты ПР1 и ПР2 разжимаются и детали сбрасываются в накопитель 2 . Выполняется задвижение рук ПР1 и ПР2 . После этого цикл работы РТК повторяется.

Система управления должна быть оптимальной с точки зрения надежности, долговечности, безопасности, совместимости.

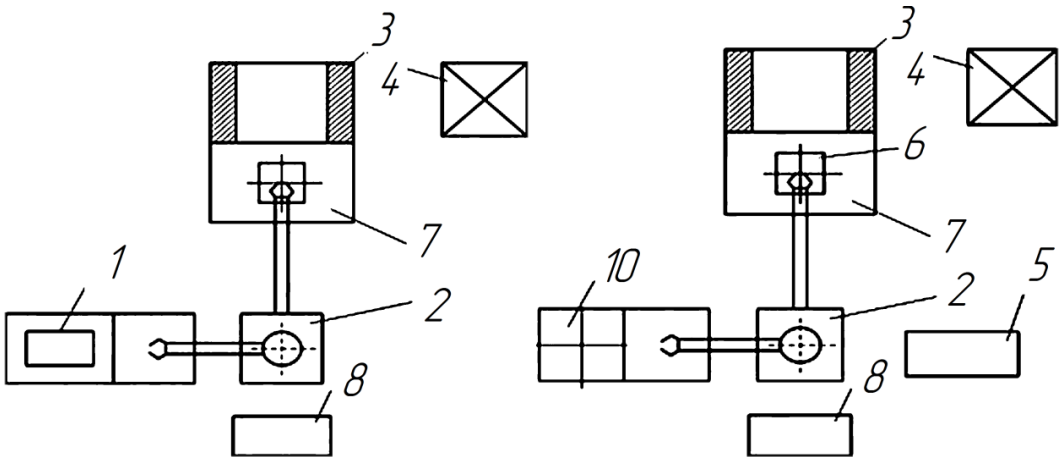


Рис.1. Роботизированная линия:
1 – подающее устройство с нижней выдачей; 2 – роботы двурукие;
3 – кривошипный пресс открытый двухстоечный; 4 – электрический шкаф пресса;
5 – тара для деталей; 6 – штамп; 7 – детали; 8 – пульт управления роботом;
9 – пневмофорсунка; 10 – передающее устройство, которое связывает два робота.

В качестве управляющего модуля применяем программируемый логический контроллер. Для осуществления операций управления, в контроллер необходимо вводить сигналы с устройств, контролирующих состояние исполнительных механизмов. Структура контроллера должна поддерживать возможность ввода информации с дискретных датчиков. На дискретные входы контроллера должны подаваться сигналы с датчиков, передающих такие параметры объекта управления, как положение ПР, положение руки ПР, состояние схвата ПР, состояние прессов.

Для того чтобы контроллер мог управлять исполнительными механизмами в последовательности, определенной циклом программы управления, необходимо чтобы в состав структуры контроллера входил блок дискретных выводов.

Для монтажа различного рода силовых блоков и блоков управления используются электрошкафы. Это удобно и безопасно, так как все силовые части изолированы от контакта с человеком.

Для запуска и остановки цикла должен быть создан пульт оператора с кнопками «Пуск» и «Стоп».

Движения механической части системы осуществляются при помощи электроприводов и гидроцилиндров. Используем электрический привод для выполнения поворота руки промышленного робота в заданное положение. Подача питающего напряжения на привод осуществляется при помощи магнитных пускателей.

Для операций выдвижения, задвижения, а также выполнения захвата деталей используем гидроприводы, состоящие из гидроцилиндров и гидрораспределителей, управляемых электромагнитами.

Устройства, обеспечивающие движения механической части системы, пространственно расположены на промышленном роботе.

Программируемый логический контроллер

Контроллер ПЛК110 предназначен для создания систем автоматизированного управления технологическим оборудованием в энергетике, на транспорте, в том числе железнодорожном, в различных областях промышленности, жилищно-коммунального и сельского хозяйства. Контроллер ПЛК110 может быть применен на промышленных объектах.

Логика работы ПЛК110 определяется потребителем в процессе программирования контроллера. Программирование осуществляется с помощью программного обеспечения CoDeSys2.3. При этом поддерживаются все языки программирования, указанные в МЭК 61131-3.[3,4]

Контроллер ПЛК110 может быть использован как:

1. специализированное устройство управления выделенным локализованным объектом;
2. устройство мониторинга локализованного объекта в составе комплексной информационной сети;
3. специализированное устройство управления и мониторинга группой локализованных объектов в составе комплексной информационной сети.

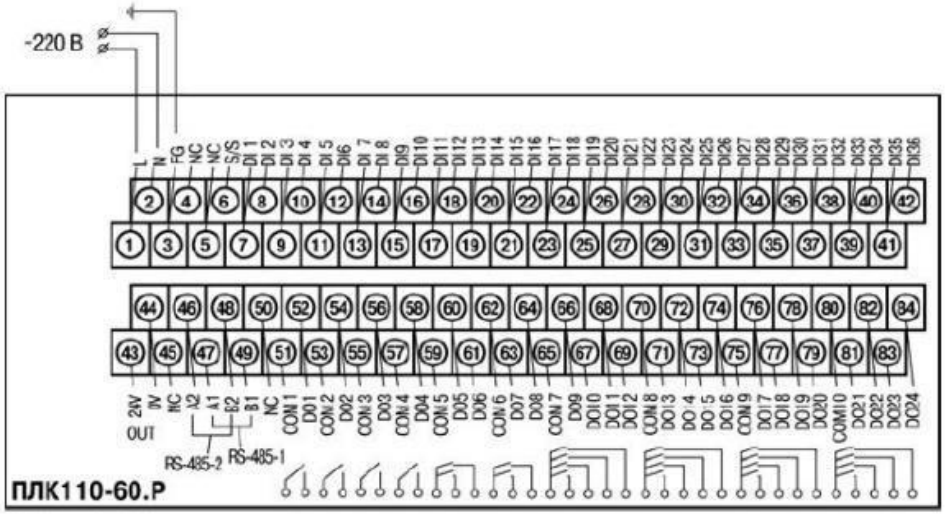


Рис.2. Схема расположения контактов и назначение клемм на ПЛК110-24.60.Р.

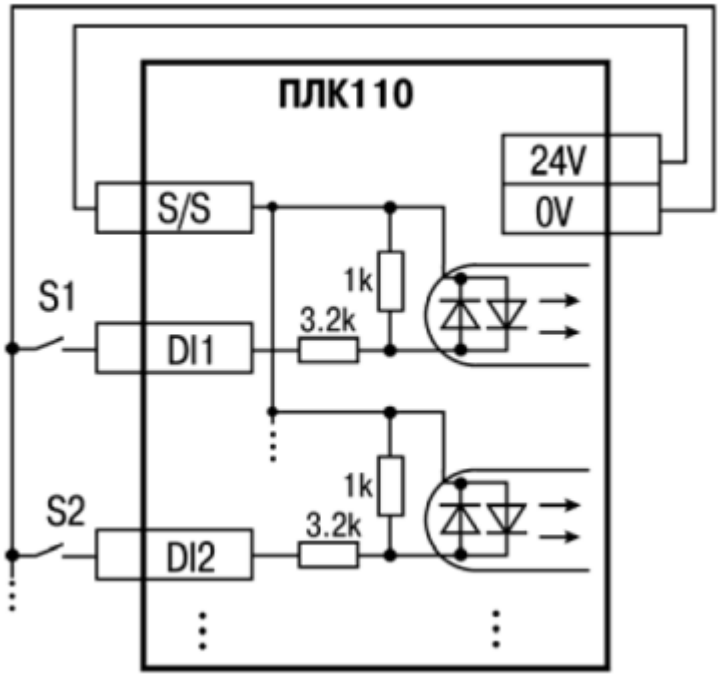


Рис.3. Схема подключения к дискретным входам датчиков, имеющих на выходе транзисторный ключ n-p-n типа.

Последовательность циклов работы РТК штамповки

Последовательность циклов работы РТК штамповки приведена в таблице 1.

Цикл состоит из следующих операций:

1.Захват деталей ПР1 и ПР2 находящихся в накопителях 1 и 3 и перемещение их в рабочие зоны прессов 1 и 2 (такты 1-8);

2.Выполнение рабочих ходы прессов 1 и 2 (такт 9);

3.Выдвижение руки ПР1 и ПР2 (такт 10);

4.Зажим схватов ПР1 и ПР2 (такт 11);

5.Задвижение рук ПР1 и ПР2 (такт12) и поворот ПР1 и ПР2 к накопителю 2 (такт 13);
6. Выдвижение рук ПР1 и ПР2 (такт 14);
7. Разжим схвата и сброс детали в накопитель 2 (такт 15);
8 Задвижение рук ПР1 и ПР2 (такт 16).
Конец цикла

Таблица 1. **Последовательность циклов работы РТК штамповки**

Такты и номера элементов цикла															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	7	9	8	2	7	10	8	15	7	9	8	3	7	10	8
6	11	13	12	5	11	14	12	16	11	13	12	4	11	14	12

Таблица 2. **Таблица входных сигналов**

№ п/п	Наименование входного сигнала	Условное обозначение	Обозначение источника входного сигнала	Адрес
1	Наличие детали в накопителе 1	КНД1	BQ 1	%IX0.0.0
2	Наличие детали в накопителе 3	КНД2	BQ 2	%IX0.0.1
3	Рука ПР1 выдвинута	КВДВ1	BQ 3	%IX0.0.2
4	Рука ПР2 выдвинута	КВДВ2	BQ 4	%IX0.0.3
5	Рука ПР1 задвинута	КЗДВ1	BQ 5	%IX0.0.4
6	Рука ПР2 задвинута	КЗДВ2	BQ 6	%IX0.0.5
7	Рука ПР1 разжата	КРАЗ1	BQ 7	%IX0.0.6
8	Рука ПР2 разжата	КРАЗ2	BQ 8	%IX0.0.7
9	ПР1 у накопителя 1	КПР1Н1	BQ 9	%IX0.0.8
10	ПР1 у пресса 1	КПР1П1	BQ 10	%IX0.0.9
11	ПР1 у накопителя 2	КПР1Н2	BQ 11	%IX0.1.0
12	ПР2 у накопителя 3	КПР2Н3	BQ 12	%IX0.1.1
13	ПР2 у пресса 2	КПР2П2	BQ 13	%IX0.1.2
14	ПР2 у накопителя 2	КПР2Н2	BQ 14	%IX0.1.3
15	Окончание рабочего хода пресса 1	Конец РХП1	С управляющего устройства прессом 1	%IX0.1.4
16	Окончание рабочего хода пресса 2	Конец РХП2	С управляющего устройства прессом 2	%IX0.1.5
17	Пуск	SB1	С пульта оператора	%IX0.1.6
18	Стоп	SB2	С пульта оператора	%IX0.1.7
19	Разрешение цикла	RC	От системы обеспечения безопасной работы	%IX0.1.8

Таблица 3. **Таблица выходных сигналов**

№ п/п	Наименование выходного сигнала	Условное обозначение	Источники выходных сигналов	Адрес
1	Поворот руки ПР1 влево	ПОВ ПР1 ВЛ	KM1	%QX1.0.0
2	Поворот руки ПР2 влево	ПОВ ПР2 ВЛ	KM2	%QX1.0.1
3	Поворот руки ПР1 вправо	ПОВ ПР1 ВП	KM3	%QX1.0.3
4	Поворот руки ПР2 вправо	ПОВ ПР12 ВП	KM4	%QX1.0.4
5	Выдвижение руки ПР1	ВДВ ПР1	YA1	%QX1.0.5
6	Выдвижение руки ПР2	ВДВ ПР2	YA2	%QX1.0.6
7	Задвижение руки ПР1	ЗДВ ПР1	YA3	%QX1.0.7
8	Задвижение руки ПР2	ЗДВ ПР2	YA4	%QX1.0.8
9	Разжим схвата руки ПР1	РАЗ ПР1	YA5	%QX1.0.9

10	Разжим схвата руки ПР2	РАЗ ПР2	YA6	%QX1.1.0
11	Зажим схвата руки ПР1	ЗЖ ПР1	YA7	%QX1.1.1
12	Зажим схвата руки ПР2	ЗЖ ПР2	YA8	%QX1.1.2
13	Рабочий ход пресса 1	РХП1	Управляющее устройство прессом 1	%QX21.1.3
14	Рабочий ход пресса 2	РХП2	Управляющее устройство прессом 2	%QX1.1.4

Как видно из таблиц 2 и 3 получается 19 входных и 14 выходных сигналов. Используя введённые обозначения для входных и выходных сигналов, и в соответствии с приведённым циклом работы РТК штамповки в таблице 1 составим циклограмму работы РТК штамповки.

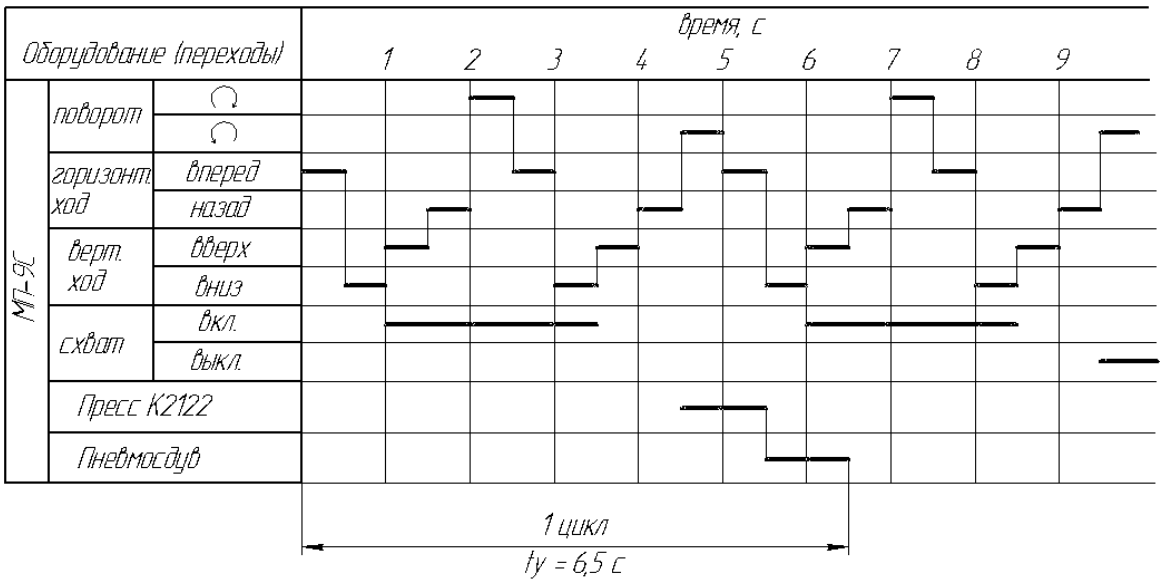


Рис.4. Цикловая диаграмма работы данного комплекса

ЛИТЕРАТУРА

[1] Сбродов Н.Б. Применение программируемого контроллера Ремиконт Р-130 в системах управления. Часть 1. Функциональные возможности и архитектура: Методические указания к курсовому проектированию для студентов направления 550200. – Курган: Изд-во КГУ, 1998.

[2] Сбродов Н.Б. Применение программируемого контроллера Ремиконт Р-130 в системах управления. Часть 2. Организация ввода-вывода информации: Методические указания к курсовому проектированию по курсу “Системы автоматизации и управления” для студентов специальности 210200. – Курган: Изд-во КГУ, 2000.

[3] ПЛК110 Контроллер программируемый логический. Руководство по эксплуатации.

[4] Программирование ОВЕН ПЛК110 и ОВЕН ПЛК160. Руководство пользователя версия 1.9.

Наурызбаев А.Т., Байбатшаев М.Ш.

Қалыптаудың робототехникалық кешеніне арналған автоматтандырылған жергілікті басқару жүйесі

Түйіндеме. Өндірістегі процесстерді автоматтандыру машина жасау өндірісінде маңызды орын алады. Ол ішінара немесе толықтай оператор-адамды арнайы техникалық құралдармен және басқарумен алмастырумен сипатталады. Заманауи отандық машина жасау осы бағыттау дамуы керек.

Негізгі сөздер: робототехникалық кешен, қалыптау кешені, автоматтандырылған жергілікті жүйе.

Nauryzbaev A.T., Baybatshaev M.Sh.

Automated local control system for robotic system of stamping

Summary. Automation of production processes is important at the present stage of development of mechanical engineering at the formation of market relations. It is characterized by a partial or total replacement of the human operator specific technical monitoring and management tools. Modern domestic engineering industry should develop towards manufacturing automation with extensive use of computers, robotics and technological complexes (RTC) and industrial

robots (PR), the introduction of flexible technologies allow to reconstruct technological processes for the manufacture of new products quickly and efficiently.

Key words: Control system of robotic system, stamping process, automated local system.

УДК 504:37.03

А.Ш. Шоқанова, Б.Т. Едилбаев
(Казахский национальный педагогический университет имени Абая,
Алматы, Республика Казахстан, E- mail:Shokanova@gmail.com)

ПОДХОДЫ К ОРГАНИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ВУЗЕ

Аннотация. Экологическое образование слабо ориентировано на использование регионального экообразовательного компонента, призванного обеспечить взаимосвязь теоретических знаний и практической деятельности будущих биологов в повседневной жизни и профессиональной деятельности, недостаточно используются возможности инновационных технологий и средств в подготовке студентов биологов, работа в данном направлении будет способствовать повышению эффективности подготовки студентов биологов и формированию устойчивых профессиональных экологических компетенций, способствующим их лучшей адаптации на рынке труда и продвижению в профессиональной области.

Ключевые слова: Инновация, образование, обучение.

Многообразие сторон, элементов, отношений, внутренних и внешних факторов функционирования и развития образовательного процесса определяет необходимость его системного изучения.

Как нам известно, понятие «подход» – говорит о ориентации действий педагога, побуждающих к использованию определенной совокупности понятий, идей и способов педагогической деятельности. Подход как комплексное педагогическое средство включает в себя три основных компонента:

1) основные понятия, используемые в процессе управления учебно-воспитательной практикой, ее изучение и преобразование;

2) принципы, как исходные положения или главные правила осуществленияучебно-воспитательной деятельности;

3) приемы и методы построения процесса воспитания и образования.

В современной отечественной педагогике известно довольно большое число различных подходов, лежащих в основе подготовки специалистов. В их числе есть, как уже известные и устоявшиеся (традиционный – системный, деятельностный, комплексный, личностно-деятельностный, личностно-ориентированный), так и новые, вошедшие в научный оборот сравнительно недавно (компетентностный, ситуационный, контекстный, полипарадигмальный, информационный, эргономический и др.), хотя многие исследователи до сих пор личностно-ориентированный подход считают инновационным. Мы согласны с такой установкой, потому что если в среднем звене образования личностно-ориентированный подход возможно и стал уже устоявшимся, перейдя в категорию традиционного, то о высшей школе этого не скажешь, поскольку внедренная кредитная система обучения подразумевает личностную направленность, выраженную в развитии самостоятельности студентов и личностно-ориентированный подход в данной системе весьма актуален.

Рассмотрим подробнее как традиционные, так и инновационные подходы, которые, на наш взгляд, могут быть эффективными и результативными при организации инновационно-ориентированной экологической подготовки биологов в системе высшего образования.

По мнению некоторых ученых, *системный подход* является общенаучной методологией изучения процессов развития образовательных учреждений [1].

Ученые считают,что общенаучная методология педагогики может быть представлена системным подходом, который отражает всеобщую связь, взаимообусловленность явлений и процессов окружающей действительности. Этот подход предусматривает необходимость рассмотрения объектов и явлений педагогической действительности как целостных систем, имеющих определенную структуру и свои законы функционирования.

Под системой, как известно, понимают «совокупность элементов, находящихся в отношениях и связях между собой и образующих определенную целостность, единство»[2]. Каждый элемент, входящий в систему, может быть рассмотрен как подсистема, как новая система. Она находится в отношениях и связях с другими подсистемами (элементами) той же системы, которая по отношению к ним является системой более высокого порядка и, в свою очередь, входит в другие более общие системы. Так осуществляется переход от простого к сложному, от частного к общему, при этом характеристики общего распространяются на частное. Образование, как осознание себя в окружающем мире не завершается никогда, оно продолжается, оно непрерывно, как непрерывен процесс осознания собственных действий. Будучи суженным до профессионального, оно имеет свою специфику, конкретизацию, как всякий элемент системы. Эта специфика будет усиливаться, если понятие «профессиональное» конкретизировать специализацией, например: педагогическое, социально-педагогическое, психолого-педагогическое и т.п.

Системный подход в современной науке рассматривается как универсальный метод исследования объектов: систем, структур, процессов. Всеобъемлющее изучение связей позволяет понять ситуацию всесторонне, а значит, прогнозировать развитие событий, управлять тенденциями, получать желаемый результат.

Анализ многочисленных работ по теории системного подхода дает основание для выделения следующих значимых положений:

- сущность системного подхода состоит в совокупности (системе) принципов, определяющих общую цель и стратегию теоретической и практической деятельности [2-4];

- системный подход требует рассмотрения исследуемого объекта в целостности и развитии [2,3];

- исследуемые проблемы изучаются с учетом взаимосвязи рассматриваемой системы с более крупными системами, с которыми первая связана общностью целей [4,с.225];

- целью применения системного подхода является оптимизация системы, при этом оптимизация понимается как функция предельной полезности [5];

- цели системы определяются не в рамках отдельных подсистем, а с точки зрения системы в целом: развитие системы понимается как процесс перехода с одного уровня на другой (более высокий); более высоким считается уровень, в большей степени приближенный к оптимальному состоянию [5,с.368;6].

Как утверждает Никитина Н.Н. [7], сложнейшей многоуровневой системой является сам человек. Естественно, что и процесс его образования, сложный, многоаспектный и многофакторный, должен строиться как система. Понятие «педагогическая система» неоднозначно, его можно отнести к целому ряду систем, выполняющих образовательную функцию. Педагогической системой является система общего образования в целом, педагогический процесс конкретного учебного заведения, включающий в себя систему воспитания и систему обучения как его составные части.

Обучение так же есть система, так как в ней все элементысвязаны между собой и обусловлены, где обратная связь осуществляется так, что участники учебного процесса в каждый момент времени знают, как и насколько хорошо решаются поставленные задачи, чтобы вовремя предпринять меры по исправлению.

Так же есть мнение что обучение – это искусственная и открытая система [8,с.44]. Важными свойствами искусственных систем являются – цельность, стабильность, замкнутость, открытость, адаптабельность и обратная связь. В обучении, как и в других стохастических системах, преподавателю нелегко проверять, как осуществляются задачи урока и в какой мере обучающиеся поняли содержание, какие изменения происходят в личности. Вследствие этого многие исследователи предлагают приблизить обучение как систему к детерминированным системам для того, чтобы в результате хорошей планировки поднять уровень ее организации и с помощью обратной информационной связи следить за всеми этапами работы.

Таким образом, системный подход можно представить как методологическую ориентацию в исследовании и управлении социальными и природными системами посредством опоры на понятия, принципы и методы системного изучения и преобразования сложных объектов.

Методы системного подхода: системный анализ, системный синтез и моделирование. Методы моделирования основаны на принципе аналогии. Это воспроизведение характеристик некоторого

объекта на другом объекте, специально созданном для их изучения. Модель призвана прогнозировать цель и ожидаемый результат, помочь в проектировании системы влияний на нравственное и профессиональное самоопределение, обеспечить систему требований, предъявляемых к личности, и механизмов становления, обусловливающих перевод внешних воздействий, поведенческих регуляторов во внутренние установки и регуляторы поведения. Основными признаками системных объектов являются структурность, целостность, интегративность и синергетизм [9,10].

Следовательно, сущность системного подхода находит выражение вследующих положениях, помогающих устанавливать свойства системных объектов и совершенствовать их:

1) Целостность системы по отношению к внешней среде, ее изучение в единстве со средой, в том числе в теснойсвязис социальным развитием и запросами общества.

2) Расчленение целого на элементы. Свойства элементов зависят от их принадлежности к определенной системе, а свойства системы несводимы к свойствам ее элементов. Например, в обучении выделяют такие элементы, как цели образования, содержание образования, методические средства, деятельность учителя, деятельность ученика. Все они приобретают разное содержание в различных системах обученияи сами в значительной степени определяютэти системы.

3) Все элементы системы находятся в сложных связях и взаимодействиях, среди которых нужно выделить наиболее существенные, то есть системообразующую связь. По мнению большинства исследователей, в учебном процессе такой связью является взаимодействие преподавания и учения как двух взаимообусловленных видов деятельности.

А одним из условий решения данных задач является вариативность и личностная направленность высшего образования.

Личностно-ориентированный подход позволяет учитывать природосообразность характера каждой личности, предоставление ей возможностей в развивающемся образовательном пространстве.

Теоретическими предпосылками становления личностно-ориентированного подхода в педагогических исследованиях и практике служат идеи философской и педагогической антропологии. Значительный вклад в разработку теоретических и методических основ данного подхода внесли работы ученых-практиков, представителей так называемого гуманистического движения в психологии и педагогике Амонашвили Ш.А.,Загвязинский В.И., Маслоу А., Сухомлинский В.А., Фромм Э., а также такие ученые как Бондаревская Е.В., Гусинский Э.Н., Якиманская И.С. и другие.

В гуманистической технологии образования преодолевается его безвозрастность, учитываются психофизические параметры, особенности социального и культурного контекста, сложность и неоднозначность внутреннего мира. Личностно-ориентированный подход предполагает методологическую ориентацию педагогической деятельности, которая посредством опоры на систему взаимосвязанных понятий, идей и способов действий обеспечивает и поддерживает процессы самопознания, самореализации личности обучаемого, развитие его индивидуальности.

Что касается профессиональной компетентности, то анализ показывает наличие здесь различных точек зрения. Согласно первой точке зрения «профессиональная компетентность – это интегративное понятие, включающее три слагаемых – мобильность знаний, вариативность метода и критичность мышления».

Вторая точка зрения состоит в рассмотрении профессиональной компетентности как системы их трех компонентов: социальная компетентность (способность к групповой деятельности и сотрудничеству с другими работниками, готовность к принятию ответственности за результат своего труда, владение приемами профессионального обучения); специальная компетентность (подготовленность к самостоятельному выполнению конкретных видов деятельности, умение решать типовые профессиональные задачи, умение оценивать результаты своего труда, способность самостоятельно приобретать новые знания и умения по специальности); индивидуальная компетентность (готовность к постоянному повышению квалификации и реализации себя в профессиональном труде, способность к профессиональной рефлексии, преодоление профессиональных кризисов и профессиональных деформаций).

Третья точка зрения, разделяемая нами, состоит в определении профессиональной компетентности как совокупности двух компонентов: профессионально-технологической подготовленности, означающей владение технологиями и компонента, имеющего надпрофессиональный характер, но необходимого каждому специалисту – ключевых компетенций.

Компетентностный подход более соответствует условиям рыночного хозяйствования, ибо он предполагает ориентацию на формирование наряду с профессиональными ЗУН- зание, умение, навыки (что для академического подхода – главное и практически единственное), трактуемыми как владение профессиональными технологиями, еще и развитие у обучающихся таких универсальных способностей и готовностей (ключевых компетенций), которые востребованы современным рынком труда.

Ситуационный подход «пришел» в педагогику с менеджмента, где роли руководителя предприятия и специфике той или иной ситуации, придается весьма важное значение. Личностные качества руководителя являются существенными компонентами его руководства. Но очевидно, что эффективность стиля руководства зависит от особенностей конкретной управленческой ситуации. Когда ситуация меняется, то меняется и выбранный стиль руководства. Выбор стиля и поведение руководителя должны быть гибкими. В общем случае руководитель должен стремиться к выработке такого стиля, который должен привести к высокой производительности труда и к достаточной удовлетворенности от него работающих. Были разработаны несколько ситуационных моделей, которые помогли разобраться в сложностях процесса руководства и позволили более полно ответить на вопрос: как достичь эффективного выполнения поставленной задачи и удовлетворенности исполнителей?

Выбор стиля зависит от двух ситуационных факторов:

1) личных качеств и потребностей исполнителей;

2) сложности задачи и возможности ее структуризации.

Суть рассматриваемой ситуационной модели показана на рисунке 1, где рассматриваются два стиля руководства.

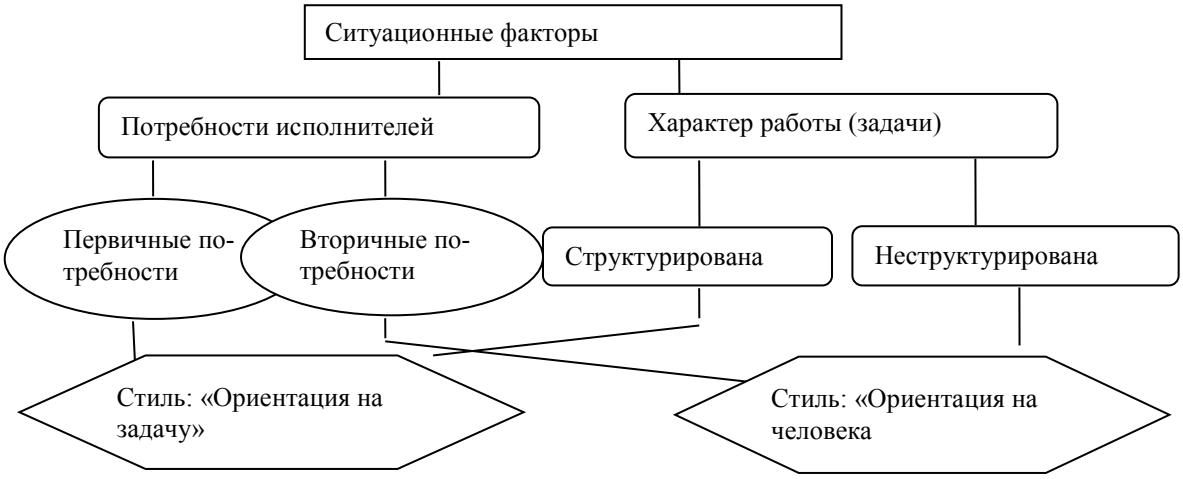


Рис.1. Ситуационная модель «Работа-исполнители»

Стиль, ориентированный на работу (задачу), в котором акцент делается на детальную постановку задачи, наставничество и регулярный контроль руководителем хода ее выполнения. Стиль, ориентированный на человеческие отношения, в котором руководитель передает полномочия по решению задачи исполнителям, осуществляя консультирование и контроль.

Различают четыре стиля поведения руководителя, которые соответствуют конкретному уровню зрелости исполнителей. Такими стилями поведения являются стили «указания», «поддержки», «участия», «делегирования».

В этих стилях поведения руководитель ориентируется на континуум стиля руководства от ориентации на задачу до ориентации на человека.

Контекстный подход положен в основу знаково-контекстного (или просто контекстного) обучения. Это форма активного обучения, предназначенная для применения в высшей школе, ориентированная на профессиональную подготовку студентов и реализуемая посредством системного использования профессионального контекста, постепенного насыщения учебного процесса элементами профессиональной деятельности.

Концепция разработана Вербицким А.А. в 1991 году. Контекстное обучение опирается на теорию деятельности, в соответствии с которой, усвоение социального опыта осуществляется в результате активной, пристрастной деятельности субъекта. В нём получают воплощение следующие принципы: активности личности; проблемности; единства обучения и воспитания; последовательного моделирования в формах учебной деятельности слушателей содержания и условий профессиональной деятельности специалистов. Особое внимание обращается на реализацию постепенного, поэтапного перехода студентов к базовым формам деятельности более высокого ранга: от учебной деятельности академического типа к квазипрофессиональной деятельности (деловые и дидактические игры) и, потом, к учебно-профессиональной деятельности (НИРС, практики, стажировки). В качестве средств реализации теоретических подходов в контекстном обучении предлагается в полном объеме использовать методы активного обучения (в трактовке Вербицкого А.А. — методы контекстного обучения). Вместе с тем отмечается, что необходимо комплексно подходить к использованию различных форм, методов и средств активного обучения в органическом сочетании с традиционными методами.

Таким образом, знаково-контекстное (далее просто контекстное) обучение − это такое обучение, в котором с помощью всей системы дидактических средств моделируется предметное и социальное содержание усваиваемой студентами профессиональной деятельности специалиста, а усвоение им абстрактных знаний как знаковых систем наложено на канву этой деятельности.

Выводы: На основании анализа вузовской системы экологического образования можно сделать вывод о том, что основа системы экологического образования имеет хорошо разработанную научно-теоретическую базу, но наряду с этим, наблюдается еще недостаточная работа по формированию важных экологических компетенций будущих специалистов: экологического мировоззрения, экологической культуры, экологической деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Садовский В.Н. Основания общей теории систем. Логика методологический анализ. – М.: Наука, 1974. – С.185. 172

[2] Блауберг И., Юдин Э. Становление и сущность – системного подхода. – М., 1973. – 340с.173

[3] Юдин Э.Г. Системный подход и принцип деятельности // Эргономика. Труды ВИИНТ. – М., 1976. - №10.– С.194-198. 174

[4] Беляева А.П. Интегративно-модельная педагогическая система профессионального образования. – СПб: Радом, 1997. – 225с.175

[5] Афанасьев В.Г. Системность и общество. – М., 1980. – 368с. 176

[6] Соколов А.Н. Общественный прогресс и воспитание. – Свердловск, 1975. – 264с. 177

[7] Никитина Н.Н., Кислинская Н.В. Введение в педагогическую деятельность: Теория и практика: учебное пособие для студентов вузов – М.: «Академия», 2004. – 224с. 157

[8] Акофф Р., Эмери О. О целеустремленных системах / пер. с англ. – М.: Советское радио, 1974. –269с. 178

[9] Общая и профессиональная педагогика / под ред. В.Д. Симоненко.– М.: Вентана-Граф, 2005. – 368с. 179

[10] Каплунович С.М. Продуктивное обучение как один из путей реализации деятельностного подхода в профессиональном образовании //Психология образования в XXI веке: теория и практика. – ВГСПУ., 2011. – С. 134-136. 180

Шоқанова А.Ш., Еділбаев Б.Т.

ЖОО-да экологиялық білім берудегі ұйымдастыруға көзқарас

Түйіндеме. Экологиялық білім беру бағдарланған өңірлік экоқұрастырушы теориялық білімдер мен тәжірибелік қызмет және кәсіби қызметті қамтамасыз ету мақсатында өзара байланысы нашар компоненттің пайдалану, болашақ биологтарды күнделікті өмірде студенттердің инновациялық технологиялар мен құралдарды даярлаудың тиімділігін арттыруға ықпал етеді, осы бағыттағы жұмыс биологтарды мүмкіндіктері пайдаланылады, жеткіліксіз дайындауға олардың кәсіби саладағы еңбек нарығындағы үздік студенттер биологтарды тұрақты кәсіби бейімдеу, ілгерілету және қалыптастыру экологиялық құзыреттері себепші болатын.

Түйін сөздер: Инновация, білім, оқыту

Shokanova A.Sh., Yedilbayev B.T.

The approaches to the organization of ecological education in university

Summary. Ecological education is poorly focused on use of the regional ecoeducational component designed to provide interrelation of theoretical knowledge and practical activities of future biologists in everyday life and professional activity possibilities of innovative technologies and tools in training of students of biologists are insufficiently used, work in this direction will promote the increase in effectiveness of training of students of biologists

and formation of steady professional ecological competences promoting their best adaptation in labor market and to advance in professional area.

Key words: innovation, education, training

УДК 623.21: 573.12.

Т.С. Кошеров, Г.Е. Жумабекова
(КазНИТУ им. К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан
gulbarshyn_94@mail.ru)

ГЕНЕРАЦИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ КИСЛОРОДА В КРЕМНИИ ПРИ ТЕРМООТЖИГЕ

Аннотация. Исследовано влияние температурного воздействие на структурные и фазовые изменения поверности кремния, а также генерация выделения кислорода в зависимости от охлаждения образцов и термоотжига в атмосфере воздуха. Установлено, что при термоотжиге на воздухе поверхность кремния пассивировано образовавшимися слоем диоксида кремния и основными стоками кислорода становятся поры вакансионного типа, которые активируются после 240 минутного термического воздействия.

Анализ экспериментальных данных показал, что по мере увеличения времени термоотжига напряжения в кристалле отсутствуют, наблюдается лишь небольшие изменения межплоскостное расстояние d, т.е. не наблюдается изменение кристаллической решетки кремния, и диффузия кислорода не влияет на структуру образца. Предполагается, что ненасыщенные связи дислокаций заполняются атомами кислорода и при охлаждении кремния кислород выделяется в виде комплексов Si-O. Рассматривается морфология поверхности Si при наших условиях термоотжига.

Ключевые слова: термоотжиг, генерация кислорода, параметры решетки, морфология поверхности.

Генерация низкотемпературных термодоноров в кремнии чувствительна к скорости охлаждение образцов и к атмосфере (воздух или вакуум) |1|. Этот эффект наиболее четко выражен в случае отжига при 500^0C. Результаты хорошо объясняются ускорением процесса генерации термодоноров в присутствии собственных межузельных атомов кремния. Как отмечают авторы работ |1|, эти атомы эмиттируются термодонорами и затем поглощаются стоками поверхностного образца и объемными микродефектами (вакансионными порами). С другой стороны подчеркиваются, что при отжиге в вакууме основным стоком является поверхность, а на воздухе этот сток «пассивирован» благодаря окислению или загрезнению, и главным стоком является поры. Хотя вопросу накопления кислородных термодоноров в кремнии в процессе отжига посвящено ряд работ |2-5|, но их данные сильно отличаются друг от друга. Одни объясняют их различием содержания в исследуемых образцах некоторых сопутствующих примесей углерода |6,7|, другие водорода |8,9| или азота |10|, даже такое отличие найдено и при одинаковых температурах отжига и концентрации кислорода |1|.Очевидно, что фундаментальная причина этого различия, не связано просто с разным примесным составом материала или таким фактором как собственные межузельные атомы кремния, эмиттируемые кислородными агрегатами |11|. И поэтому данная проблема, требует дальнейшего исследования. В настоящей работе приведены экспериментальные данные по генерации выделение кислорода в кремнии при термоотжиге в различные периоды времени и менее жестких условиях и возможные при этом структурные и морфологические изменения образца.

Образцы и методика эксперимента

Исследование проводились с образцами кремния с удельным сопротивлением 10 Ом·см. Образцы подвергали термической обработке в атмосфере воздуха при температуре 500^0C и времени 10, 30, 60, 120, 240 и 360 минут.

Полуколичественный анализ содержания элементов и электронно-микроскопические снимки были получены на растровом электронном микроскопе и рентгеновском дифрактометре, а морфологию поверхности образца кремния после термической обработки исследовалось методом атомной силовой микроскопии.

Результаты эксперимента и их обсуждение

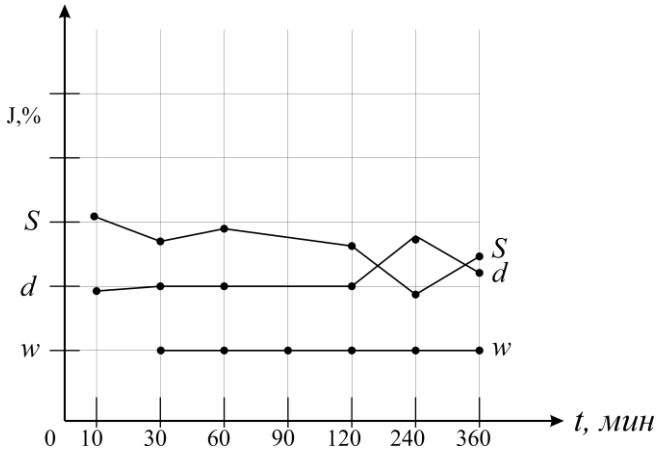


Рис. 1. Зависимость параметров d, s, ω кремния от времени прогрева образца

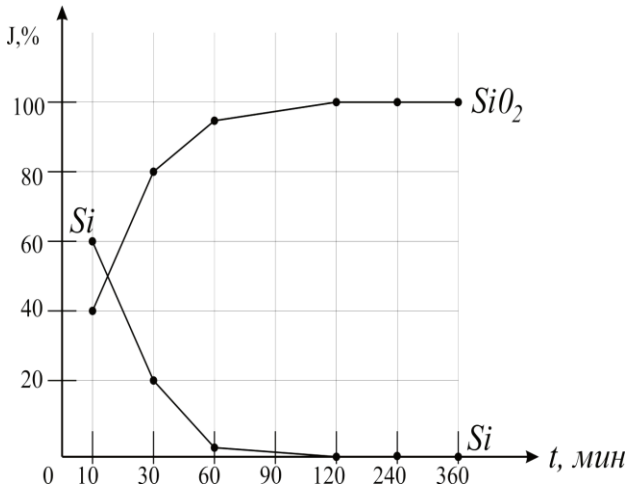


Рис. 2. Изменение процентного содержания Si и SiO_2 в зависимости от времени термоотжига

Исследование процентного содержание кремния исходного образца в процессе термоотжига (500^0C) и оксида кремния при различном времени отжига в атмосфере воздуха привели к установлению зависимости увеличения процентного содержания образовавшихся на поверхности оксидов (Рис.1).

Анализ содержания кремния и образовавшееся на поверхности его оксида показывает, что по мере увеличения времени термоотжига образование оксидной пленки на поверхности образца достигает своего наибольшего значения при 120 минутном термоотжиге далее насыщается до 360 минут отжига. Других оксидов металлообразующих примесей, присутствующих в образце, не обнаружено.

Были исследованы зависимость выхода кислорода на поверхность образцов (Рис.2) который показал, что,начиная с 30 минутного термоотжига образца число вышедших на поверхность атомов кислорода увеличивается до 60 минутного прогрева образца, затем их число уменьшается и после 240 минутного прогрева их количество вновь увеличивается, соответственно идет изменение количественного состава кремния. Увеличение концентрации кислорода до 60 минутного термоотжига и соответственно увеличение диоксида кремния объясняется тем, что первые 60 минут образовавшиеся на поверхности кислород активно вступает в реакцию с кремнием, образуя диоксид кремния.

Дальнейшее время отжига мало влияет на образование диоксида кремния и образование кислорода на приповерхностном слое образца. Однако увеличение количества кислорода при 240 минутном термоотжиге не приводит к увеличению число образовавшихся на поверхности SiO_2 . (Рис.1 и 2). Таким образом, при отжиге на воздухе, начиная практический с 60 минут, поверхность кремния пассивировано образовавшимся слоем окисла и основными стоками кислорода становиться, видимо, поры в кремнии вакансионного типа, которые активируются, начиная с 240 минутного термоотжига образца (Рис.2).

Как известно, примеси в Si не приводят к образованию кристаллографических дефектов во время роста кристалла, однако, их наличие тесно связано с механизмом образования зародышей. Образование зародышей, на которых происходит конденсация собственных межузельных атомов, связано с наличием атомов кислорода или атомов углерода. Как атомы кислорода, так и атомы углерода распределяются в кристалле в полосчатую картину. Полосы с повышенной концентрацией кислорода являются также областями зарождения дефектов при термической обработке кристалла. Кислород

может находиться также как в межузельном положении, так и образовывать активные комплексы. И зависимость коэффициента диффузии атомов кислорода в кремнии от температуры (до 600^0C) носит аномальный характер.

Растворенные в кремнии атомы кислорода обычно увеличивают размер кристаллический решетки. На рис.3 приведены некоторые параметры решетки исследуемого кремния, из которого видно, что по мере увеличения времени термоотжига термонапряжения (ω) в кристалле практический отсутствуют.

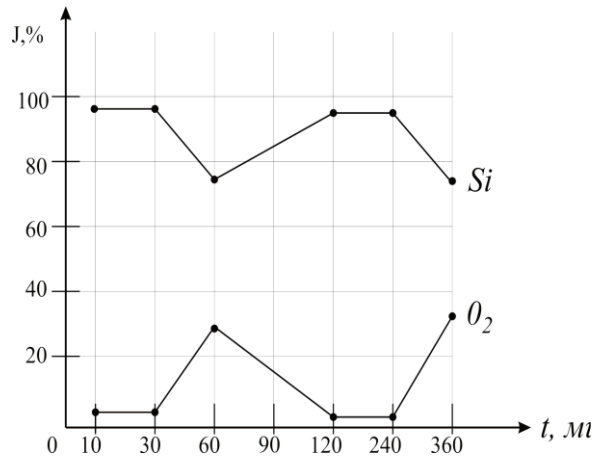


Рис. 3. Изменение процентного содержания Si и O_2 в зависимости от времени термоотжига

Небольшие изменение претерпевает величина d, начиная с 120 минут, достигая наибольшего значения при 240 минут термоотжига (Рис.3).

Таким образом, при наших условиях термоотжига образцы кремния практический не изменяют кристаллическую решетку, и образование оксидной пленки на поверхности за счет диффузии кислорода не оказывает заметного влияния на структуру Si. Не исключено также, что на состояние атомов кислорода в кремнии оказывают влияние и дислокации. Это проявляется в том, что ненасыщенные связи дислокаций заполняются атомами кислорода. При охлаждении кремния кислород в виде комплексов Si-O выделяются преимущественно на дислокациях |12|.

На рис.4 представлено АСМ - изображение образцов кремния после термоотжига 500°С при длительности от 10 до 360 минут. В начальный момент отжига (10минут) поверхность образцов имеет однородную структуру с небольшими пирамидальными выступами по всей поверхности исследуемого образца по оси Z высотой до нескольких десятков нм, а затем поверхность трансформируется в более мелкие образование по фазовому составу (30минут). Низкая величина среднеквадратичной шероховатости и отсутствие кристаллических образований указывают на аморфизацию поверхности кремния в процессе термоокисление. По мере увеличение продолжительности термообработки (60минут) размеры пирамидальных выступов сглаживаются, а в некоторых местах поверхности обнаруживаются объединение этих образований, приводящее к большим пирамидальным образованием, размеры которых достигают по высоте до 170 нм и по площади в десятки квадратных нм (Рис.4). Если обратиться к рисунку 4, то можно предположить, что при t=60 минут и далее до 120 минут термоотжиг образца приводит к максимальному образованию SiO_2 на поверхности кремния и соответственно к изменению диффундирующих к поверхности атомов кислорода (Рис.3), которые активно выступают с кремнием в химическую реакцию. Эти результаты показывают, что при наших условиях термообработки Si происходит, высокие концентрации точечных дефектов и их градиенты приводят к реализации условий появлений дислокации и их роста |13|. Нагрев и высокая концентрация точечных дефектов приводят к деформации и образованию объединенных пирамидальных выступов по всей поверхности (Рис.4).

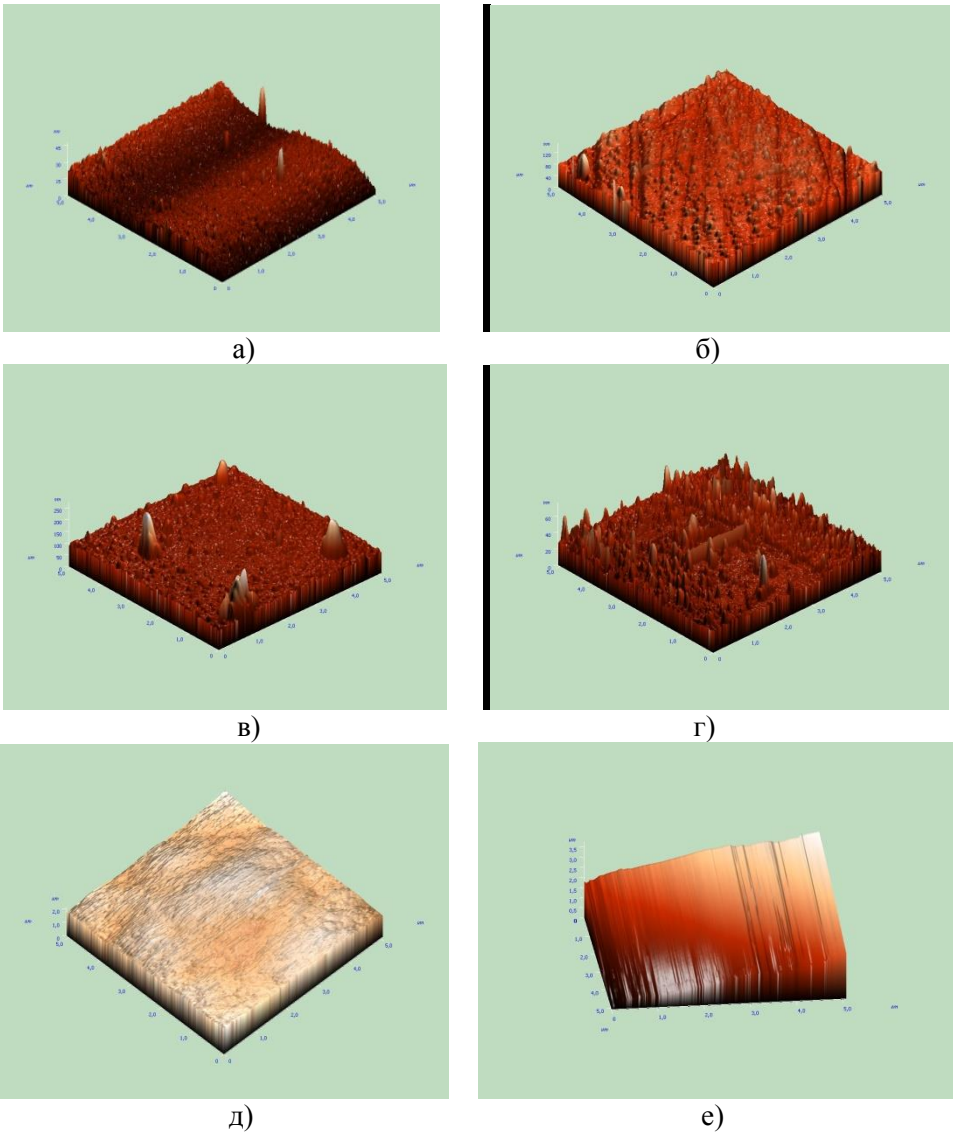


Рис. 4. АСМ изображение термоотоженного при 773°К образца (с) Si при различном времени отжига: а)10 мин; б)30 мин; в)60 мин; г)120 мин; д) 240 мин; е) 360 мин

Дальнейшее увеличение времени отжига частично кристаллизует поверхность образца, пирамидальные выступы сглаживаются, затем исчезают (Рис.4; д, е).

Анализ полученных результатов показывают, что при работе с АСМ - изображениями полученные при термоотжиге кремния на воздухе, необходимо учитывать, во-первых, наличие слоя адсорбированных на поверхности образца молекул, которые очевидно активно участвуют в окислительном процессе поверхности и тем самым поверхность представляет собой сложную структуру не только $Si\text{-}SiO_2$. |14.| Во-вторых, инжектированный заряд в слое диэлектрика |15|, роль которого играет адсорбат, может существенно повлиять на туннелирование носителей через окисный слой, когда поверхность работает в режиме обогащения.

Таким образом, при термоотжиге кремния ее поверхность пассивировано образовавшимися слоем диоксида кремния и стоком кислорода становятся поры вакансионного типа. Диффузия кислорода не влияет на структуру образца при охлаждении Si кислород выделяется в виде комплексов Si-O. Необходимо учесть, при изучении морфологии поверхности оттоженного кремния, активация имеющего слоя адсорбированных молекул не только в окислительном процессе, но и их существенную роль, в туннелировании носителей через окисный слой и диэлектрик (адсорбат), когда поверхность работает в режиме обогащения.

ЛИТЕРАТУРА

|1| Воронков В.В., Воронкова Г.И., Батунина А.В., Головина В.Н., Мильвидский М.Г., Гуляева А.С., Тюрина Н.Б., Арапкина Л.В. Генерация термодоноров в кремнии: влияние собственных межузельных атомов // ФТТ.2000.т.42.вып 11.с.1969-1975

|2| Уоткинс Г.Д. В: Proc. 14 Intern. Конференция по дефектам в полупроводниках. (1986). С. 953

|3| П. Вагнер, Ж. Хедж. Appl. Phys. A49, 2, 123 (1989)

|4| В.В. Воронков. Semicond. Sci. Technol. 8, 2037 (1993)

|5| Бабич В.М., Блецкан Н.И., Вегнер Е.Ф. Кислород в монокристаллах кремния. Интерпрес, Киев (1977). 240 с

|6| А.Р. Бин, Р.С. Новичок. Ж. Физ. Химреагент Твердое вещество. 33, 2, 255 (1972)

|7| Ж. Леруейлле. Физ. Стат. Соль. A67, 1, 177 (1981)

|8| Р.С.Нюман, А.Р. Браун, Р. Муррей, А. Чаевые, Ж.Х. Такер. В: Полупр. Кремний. / Под ред. по Х.Р. Хуфф, К.Г. Барраклоу, Ж. Щикава. Том 90-7. Электрохимический общества Труды серии Пеннингтон, штат Нью-Джерси (1990). С. 734

|9| Х.Ж. Стейн, С. Хан. В: Контроль радиационных дефектов в полупроводниках. Часть 1 / Под ред. К. Сумино. Элсевиер, Амстердам (1990). с. 241

|10| С.С.Чен, С.Ф. Ли, Х.Ж. Е, С.С. Чен, Д.Р.Янг. Ж. Appl. Phys. 76, 3 347 (1994)

|11| В.В. Воронков. Кристаллография 38, 1, 150 (1993)

|12| Мирзоев Ф.Х. Панченко, В.Я. , Шелепин Л.А.Ж. Лазерных исследований 10, 404, (1989)

|13| Банищев А.Ф., Голубев В.С., Кремнев А.Ю., Разрушение поверхности кремния при импульсном воздействии лазерных импульсов.// Сб. трудов ИПЛИТ РАН. - 2001.

|14| Корнилов В.М., Лачинов А.Н. К вопросу о модификации поверхности кремния при ее исследовании методом сканирующей туннельной микроскопии. ФТП.2003.т.37.вып.3.с.323-327

|15| С. Зи. Физика полупроводниковых приборов. М.Мир. Г984.т.1.2

Көшеров Т.С., Жумабекова Г.Е.

Кремнийдің термо күйдіруі кезіндегі көмірқышқыл газының шығу генерациясы

Түйіндеме. Кремнийдің термо күйдіруі кезінде көмірқышқыл газының шығу генерациясы мен үлгінің термо күйдіру уақытына байланысты фазалық айналу мен құрылымдық өзгерулерінің қатысы зерттелді.

Негізгі сөздер: термокүйдіру, оттегі генерациясы, тор параметрлері, беттің құрылымы.

Kosher T.S., Zhumabekova G.E.

Generation of oxygen evolution in silicon thermal annealing

Summary. The generation of oxygen evolution during thermal annealing of silicon and its participation in phase transitions and structural changes depending on the length of time the thermal annealing of the sample.

Key words: thermal annealing, oxygen generation, lattice parameters, surface morphology.

УДК 681.7

М.Ә. Бердали, Ж. К. Кадекенов

(Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И.Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, berdaly.maksat@mail.ru kadekenov@gmail.com)

МОДЕЛИРУЮЩИЙ СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ БОРТОВЫХ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ ИМИТАЦИИ ФОНОЦЕЛЕВОЙ ОБСТАНОВКИ

Аннотация. Рассматривается пример создания моделирующего стенда на основе жидкокристаллического монитора для испытания бортовых оптико-электронных системмалых космических аппаратов с использованием средств имитации фоно целевой обстановки. Приводятся результаты применения данного стенда в составе информационной модели малых космических аппаратов.Неотъемлемой частью процесса ввода в эксплуатацию малых космических аппаратов(МКА) является проведение их испытаний и доработок, а также исследование эффективностиих бортовых систем на Земле в условиях, близких к реальным. В целях снижения финансовых затрат на проведение автономных и комплексных испытаний элементов МКА разработанстенд для полунатурной отработки их бортовых оптико-электронных систем (ОЭС) с использованием имитатора фоноцелевой обстановки (ФЦО) на основе жидкокристаллического (ЖК)дисплея.Данный стенд предназначен для формиро-

вания модели ФЦО в поле зрения бортовыхОЭС с заданными тактико-техническими характеристиками (ТТХ) с учетом процессов функционирования систем управления движением МКА.

Ключевые слова:моделирующий стенд, фоноцелевая обстановка, структурамодели, бортовая оптико-электронная система, имитатор.

Стенд для испытания бортовых ОЭС МКА с использованием имитатора ФЦО на основеЖК-дисплея представляет собой программно-аппаратный комплекс, построенный с применением современных сетевых технологий. Аппаратная часть предназначена для формированияс помощью ЖК-дисплея в поле зрения ОЭС КА оптического изображения объектов ФЦО.Программное обеспечение имитирует условия, близкие к реальным, путем моделированияФЦО на ЖК-мониторе, а также углового и пространственного движения МКА относительнообъектов наблюдения. При разработке стенда МКА применялась их программно-аппаратнаямодель, построенная на базе ПЭВМ, аналоговой камеры и программно-алгоритмическихсредств.

Выбранный вариант стенда состоит из аппаратной и программно-алгоритмической частей.

1. Аппаратная часть включает следующие компоненты:

1) имитатор фоноцелевой обстановки:

— ПЭВМ моделирования ФЦО,

— устройство отображения ФЦО (ЖК-монитор),

— комплект кабелей;

2) имитатор информационной системы МКА:

— оптико-электронная система приема изображения, сформированного имитатором ФЦО (камера),

— ПЭВМ обработки принятого изображения и формирования результатов обработки,

— комплект кабелей;

Моделирующий стенд для испытаний бортовых ОЭС МКА с использованием средств имитации

3) рабочее место оператора управления режимами работы и условиями наблюдения:

— устройство ввода для задания режимов работы и условий наблюдения,

— устройство отображения результатов измерений (монитор),

— комплект кабелей.

2. Программно-алгоритмическая часть включает:

1) имитатор ФЦО, выполняющий следующие функции:

— формирование по результатам оценки астрономо-баллистических условий движения МКА запросов в базы данных по ФЦО для выбора требуемых координатных и некоординатных характеристик объектов в поле зрения ОЭС МКА,

— расчет углового положения объектов ФЦО относительно оптической оси ОЭС

МКА в пределах ее поля зрения и углов возможной переориентации,

— определение для каждого объекта ФЦО значения „сигнала“, необходимого дляего адекватного представления при проекции на экран монитора,

— пересчет в процессе моделирования координатных и некоординатных данных всоответствии с изменением условий наблюдения,

— расчет изображения объекта ФЦО в ближней зоне наблюдения с использованием его яркостного портрета или 3D-модели;

2) имитатор бортовой информационной системы МКА, выполняющий функции:

— последовательного считывания кадров изображения, принятых ОЭС,

— предварительной обработки кадров,

— пороговой обработки кадров и обнаружения объектов ФЦО,

— автоматического захвата объектов по результатам пороговой обработки нескольких последовательных кадров,

— сопровождения обнаруженных объектов, обработки изображения внутри каждого строба сопровождения с измерением угловых координат сопровождаемыхобъектов и скорости их изменения, а также оценкой суммарной яркости сопровождаемых объектов,

— проведения координатной и некоординатной селекции объектов на основанииинформации, полученной в ходе обработки изображений,

— подготовки и выдачи результатов обработки.

Для оценки возможности получения в оптическом тракте сигналов, соответствующихзначениям моделируемой имитатором ФЦО яркости объектов в поле зрения ОЭС МКА в определенном диапазоне значений дальности, на стенде были проведены следующие исследования.

С помощью имитатора ФЦО в окрестности центра поля зрения ОЭС формировался неподвижный точечный источник излучения с силой излучения, близкой к нулю. По результатам серии кадров наблюдения программно-аппаратная модель информационной системы КАформировала выборку данных измерений освещенности, создаваемой средствами имитацииФЦО на входном зрачке ОЭС. По выборке из n измерений осуществлялась оценка среднего значения освещенности E , создаваемой источником с силой излучения J навходном зрачке ОЭС, и ее среднего квадратического отклонения σ_E:

$$\overline{E} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} E_i \quad \sigma_{\overline{E}} = \left[\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(\overline{E} - E_i\right)^2\right]^{\frac{1}{2}}$$

Полученные данные поступали по сети к имитатору ФЦО для сопоставления полученных оценок с моделируемой силой излучения объекта и сохранения этих результатов на диск,после чего сила излучения объекта в поле зрения ОЭС увеличивалась имитатором ФЦО наопределенное значение и цикл измерений повторялся. Сила излучения объекта увеличиваласьдо максимального значения, определяемого диапазоном программного изменения яркостиодного пиксела и введенным ограничением на число пикселов, формирующих точечный объект излучения.

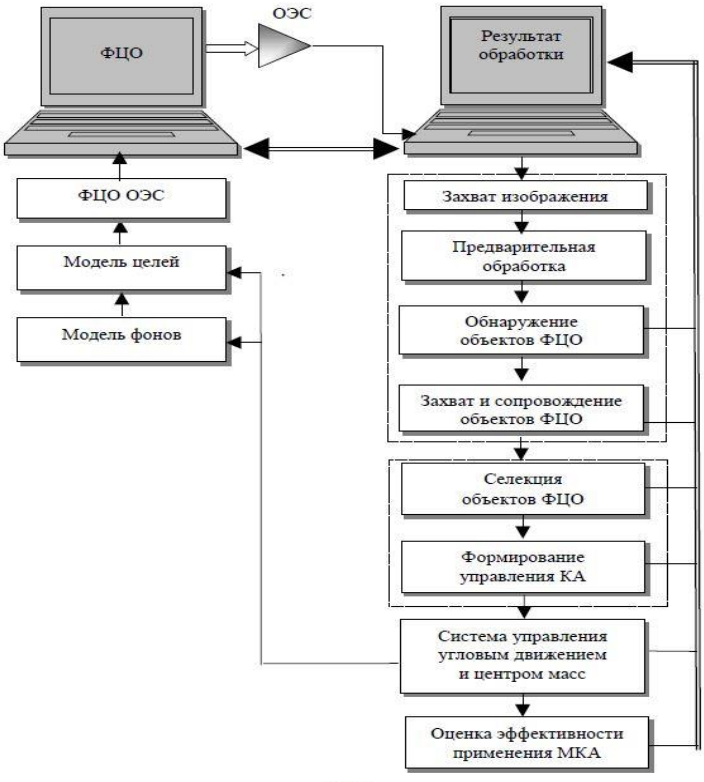


Рис. 1

Структура стенда моделирования ОЭС МКА показана на рис. 1.

Исследования повторялись при различных параметрах яркости и контрастности средства имитации (ЖК-монитор) и ОЭС, в качестве которой использовались две разные моделианалоговых камер. Результаты, полученные при разных характеристиках стенда, оказалисьидентичными и отличались лишь разницей по уровню между моделируемой силой излучения и измеренной в оптическом тракте информационной модели КА (на выходе автомата захватаи сопровождения объектов ФЦО). Кроме того, в данной реализации стенда удалось добитьсяпрактического совпадения имитируемых

характеристик (кривая 1) с измеренными (кривая 2),Моделирующий стенд для испытаний бортовых ОЭС МКА с использованием средств имитациине прибегая к математическим средствам аппроксимации, а только с помощью изменения параметров средства имитации ФЦО и ОЭС (рис. 2).

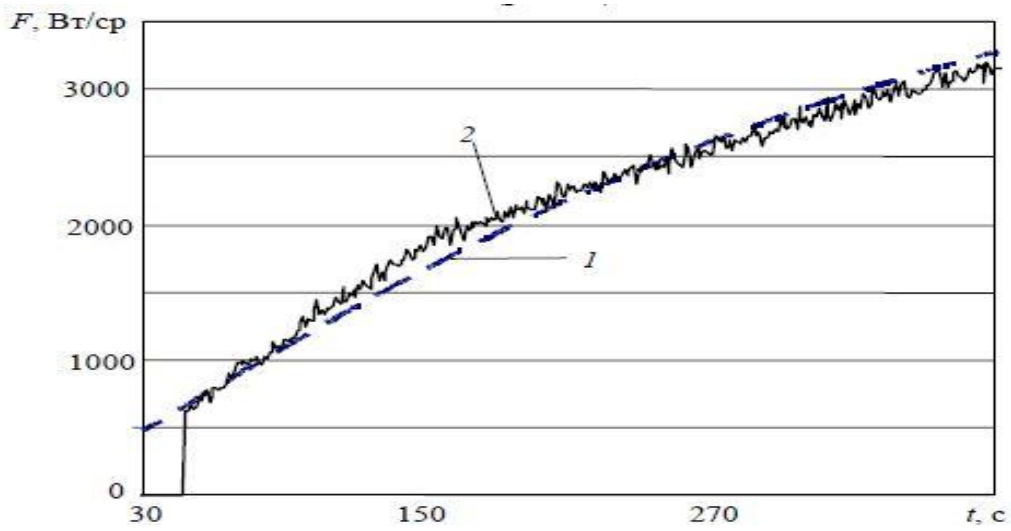


Рис. 2

По результатам проведенных измерений был сделан вывод о том, что оптическое излучение, формируемое средствами имитации стенда, может адекватно отражать моделируемыехарактеристики излучения объектов ФЦО и с приемлемой точностью восприниматься оптико-электронными системами. Это свидетельствует о возможности создания условий функционирования ОЭС, близких к реальным, на Земле с применением аналогичных программноаппаратных средств и моделирующих стендов для отработки бортовых алгоритмов управления МКА еще на этапе проектирования с применением ОЭС-аналогов, либо уже на готовомизделии.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Мирошников М. М. Теоретические основы оптико-электронных приборов. Л.: Машиностроение.

[2] Алексеев К.Б., Бебенин Г.Г. Управление космическими летательными аппаратами. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение.

[3] Разыграев А.П. Основы управления полетом космических аппаратов: Учеб. пособие для втузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение.

[4] БауманаН.Э. Проектирование их программного обеспечения. – М.: Издательство МГТУ им. Баумана Н.Э.

[5] Микрин Е. А. Бортовые комплексы управления космическими аппаратами и проектирование ихпрограммного обеспечения. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана.

Бердали М. Ә., Кадекенов Ж. К.

Ұқсатқыш мақсатты жағдайдын құралдарын пайдалана отырыпкіші ғарыштық аппараттардың борттық оптикалық-электрондық жүйелерін сынауға арналған үлгілеуші стенд

Түйіндеме. Мақсатты жағдайдың ұқсату құралдарын пайдалана отырып кіші ғарыш аппараттарының борттық оптикалық-электрондық жүйелерін сынау үшін сұйық кристаллды монитор негізінде үлгілеуші стенд құру мысалы қаралады. Кіші ғарыштық аппараттар құрамындағы ақпараттық модельдің осы стендтті қолдану нәтижелері келтіріледі. Кіші ғарыштық аппараттарды пайдалануға берудегі процесстің ажырамас бөлігі ретінде, оларды сынау және пысықтау мен қатар, олардың борттық жүйелерінің жердегі жағдайларда жақын немесе шынайылықта тиімділігін зерттеу. Автономды және кешенді сынауларды жүргізуге арналған қаржылық шығындарды азайту мақсатында кіші ғарыштық аппараттардың элементтерін сынау ушін, оларды борттық оптикалық-электрондық жүйе, сұйық кристаллды дисплей негізінде мақсатты жағдайдың ұқсатқышы пайдалана отырып шынайы заттай өңдеу стенді әзірленді. Бұл стенд мақсатты жағдайдың борттық оптикалық-электрондық жүйелерінде берілген тактикалық-техникалық сипаттамаларға сәйкесінше ескеріле отырып, процестердің жұ-

мыс істеуі кіші ғарыштық аппараттарды қозғалысын басқару жүйесінің моделін қалыптастыру үшін пайдалануға құрылған.

Түйін сөздер: үлгілеуші стенд, мақсатты жағдай, моделдің құрылымы, борттық оптикалық-электрондық жүйе, ұқсатқыш.

Kadekenov Zh. K., Berdali M. A.

The modelling stand for tests of small spacecraftsonboard optical-electronic systems with the use of a target enviroment imitation means

Summary. The article considers the example of modeling stand creation on the basis of the liquid crystal monitor for testing of the small spacecrafts onboard optical-electronic systems with use of a target environment imitation means. The results are shown in the stand use as a part of the small spacecrafts information model. An integral part of the process of small spacecrafts commissioning is carrying out their testing and completions. Also the efficiency research of their onboard systems on the Earth conditions that are close to real. the stand is developed for semi-natural working off of their onboard optical-electronic systems with use of the simulator of a target environment on the basis of the liquid crystal display for the decrease purpose in financial expenses for carrying out autonomous and complex testing of the small spacecrafts' elements. This stand is intended for forming the target environment model in onboard optical-electronic systems sight with the tactical technical characteristics set by taking into account the processes of small spacecrafts' control systems of functioning traffic.

Key words: modeling stand, a target environment, model structure, onboard optical-electronic system, simulator.

УДК 665.63: 51.001.57

[1]Б.Б. Оразбаев, [1]Е.А Оспанов, [2]К.Н. Оразбаева, [3]В.Е. Махатова, [4]А.А.Таурбекова
([1]Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан Республикасы,
[2]Қазақ экономика, қаржы және халықаралық сауда университеті, Астана, Қазақстан Республикасы,
[3]Х.Досмұхамедов атындағы Атырау мемлекеттік университеті, Атырау, Қазақстан Республикасы,
[4]Алматы энергетика және байланыс университеті, Атырау, Қазақстан Республикасы,
batyr_o@mail.ru)

БЕНЗОЛ ӨНДІРУ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ КЕШЕНІНІҢ ҚҰРЫЛЫМДАЛҒАН МОДЕЛІН ҚҰРУ

Аннотация. Күрделі технологиялық кешендердің агрегаттарының математикалық модельдері мен кешеннің тұтас моделің, яғни, құрылымдалған моделін құру мәселелері зерттеліп, жүйелік талдау методологиясы негізінде технологиялық кешеннің модельдер жүйесін түрлі ақпараттар негізінде құру тәсілі тұжырымдалған. Нақты өндірістік жүйе – бензол өндіру кешенінің негізгі агрегаттары ректификациялау және бензолдық колонналардың математикалық модельдері құрылған. Жұмыста ұсынылған тәсіл бойынша бұл агрегаттарға құрама модельдер тұрғызу тиімді екені анықталған, яғни олардың шығысындағы өнімдердің (бензол, рафинат, ауыр ароматика) саны жиынтық регрессиялық модельдер, ал өнімдердің сапа көрсеткіштері айқын емес модельдер құру арқылы анықталады. Реформат құрамындағы ароматикалық көмірсутектердің өнім сапасының негізгі көрсеткіші - бензолдың орташа октандық санына әсері шартты қорытындылау логикалық ережесі және білімдер базасы негізінде лингвистикалық модель түрінде құрылған.

Кілтті сөздер: математикалық модель, құрылымдалған модель, айқын емес ақпарат, айқын емес жиындар теориясы, бензол

Кіріспе. Нақты өндірістік жүелер өз ара байланысқан жеке элементтер мен блоктар жиынынан тұратыны белгілі. Сол себептен практикада жүйенің математикалық моделін оның салыстырмалы түрде қарапайым болып келетін жеке элементтері мен блоктарының математикалық модельдерінің жиынтығы, яғни *құрылымдалған модель*, ретінде қарастырған ыңғайлы [1]. Математикалық модельдің мұндай формасының ерекшелігі – ол, басқару жүйелерінің физикалық принциптерімен қатар, оларды құрудың техникалық принциптерін де қамтиды, сондай-ақ ол жүйеде жүретін процесстерді толықтай зерттеуге және оның жеке элементтеріндегі процесстерді зерттеуге мүмкіндік береді. Күрделі өндірістік жүйелердің математикалық модельдерін құруда, жүйенің сапасын анықтайтын критерийлердің көптігіне және олардың қарама-қайшылығына байланысты бірқатар проблемалар туындайды [2]. Өндірісте көп жағдайда статистикалық мәліметтерді жинауға және өңдеуге қажетті құралдардың жоқтығына, жетіспеушілігіне немесе сенімсіздігіне байланысты, зерттеу жүйесін сипат-

тау үшін жиналған ақпарат айтарлықтай толық емес және анықсыз болады. Жетіспейтін ақпаратты жинау үшін арнаулы эксперименттерді жүргізу, олар мүмкін болғанның өзінде, экономикалық тұрғыдан алғанда тиімсіз болады. Бұл жағдайларда ақпараттың негізгі көздері болып адам (маман-эксперт, ШҚТ – шешім қабылдаушы тұлға, технолог, т.б.) табылады. Ол проблеманы айқын емес тілде сипаттайды, яғни бастапқы ақпараттың айқынсыздығына байланысты анық еместік проблемалары туындайды.

Күрделі жүйелерді анық емес жағдайда модельдеу мен оптимизациялау үшін, ықтималдар теориясы мен математикалық статистика тәсілдерін негізделген ықтималдық әдістемелер қолданатыны белгілі [3, 4]. Бірақ, анық емес жағдайда әрқашан ықтималдар теориясының аксиомалары орындала бермейді, сондықтан бұл тәсілдерді қолданған дұрыс болмайды. Оның үстіне, процесстер, не жүйелер ықтималдар заңдылықтары бойынша сипатталғанның өзінде, ақпараттың жетіспеушілігі, дұрыс статискалық мәліметтерді алудың қымбаттылығы, не мүмкінсіздігі, өндірістік жүйелердегі нақты процестерді басқа жолмен сипаттауға, мысалы, айқын емес модельдеу тәсілдерін құруға мәжбүр етеді. Бұл бағыттағы перспективті әдістеменің бірі айқын емес жиындар теориясының (АЕЖТ) тәсілдеріне сүйенеді [5 – 8]. Нақты өндірістік жүйелерді сапалы сипаттау үшін, айқын еместікті ескеретін методологиялық құрылым қолданатын әдістемелер қажет. Сонымен, анық еместік проблемасын айқын емес ортада жүйелерді зерттеу үшін айқын емес математикалық аппарат арқылы шешуге болады. Ал, өндірістік жүйелердің жеке элементтерінің математикалық модельдері бастапқы ақпараттың көлемі мен сипаттамасына байланысты түрлі тәсілдер арқылы құрылады және сәйкесінше түрлі модельдер құрылуы мүмкін [2].

Түрлі ақпарат негізінде технологиялық жүйлердің құрылымдалған моделін құру тәсілі. Практикада күрделі өндірістік жүйелердің жеке элементтері әдетте түрлі деңгейде зерттелген, олардың модельдерін құруға қажетті ақпараттар да түрлі деңгейде және сипатта болады. Сондықтан түрлі ақпарат негізінде технологиялық жүйлер элементтерінің математикалық модельдерін құру тәсілін тұжырымдайық. Түрлі ақпараттармен (теориялық, статистикалық, айқын емес) сипатталатын жүйе элементтерінің модельдерін құру тәсілі келесі негізгі пунктерден тұрады [2, 9]:

1. Технологиялық кешенді зерттеу, ол туралы жиналуы мүмкін ақпаратты жинау және өңдеу, модельдеудің негізгі мақсатын анықтау;

2. Модельдеудің негізгі мақсатын ескере отырып, құрылуы мүмкін модельдерді өз ара бағалау және салыстыру критерийлерін анықтау;

3. Анықталған критерийлер бойынша кешеннің әр агрегатының құрылуы мүмкін модельдерін эксперттік бағалау және бағалау нәтижелерінің қосындысы бойынша әр агрегатқа құрылуы тиімді модельдің түрін анықтау;

3.1 Егер кешеннің жеке агрегатының жұмысын сипаттайтын теориялық мағлұматтар жеткілікті болса және басқа салыстыру критерийлерінің қосындысы бойынша детерминді модель тиімді болса, ол агрегаттың детерминді моделін дәстүрлі аналитикалық тәсілдер арқылы құру;

3.2 Егер кешеннің жеке агрегатының жұмысын сипаттайтын статистикалық мәліметтер жеткілікті болса немесе оларды жинау тиімді болса, сондай-ақ басқа салыстыру критерийлерінің қосындысы бойынша статиститкалық модель тиімді болса, ол агрегаттың статистикалық моделі эксперименталды-статистикалық тәсілдер көмегімен құру;

3.3 Егер кешеннің жеке агрегатының жұмысын сипаттайтын теориялық, статистикалық мәліметтер жеткіліксіз болса, оларды жинау тиімсіз болса, ал агрегат жұмысы мен ондағы процесті сипаттайтын айқын емес ақпарат жинау мүмкіндігі болса, сондай-ақ басқа салыстыру критерийлерінің қосындысы бойынша айқын емес модель тиімді болса, ол агрегаттың айқын емес моделі АЕЖТ тәсілдерін қолдану арқылы құрылады, ол үшін 4 пунктке көшу;

3.4 Егер кешеннің жеке агрегатының жұмысын сипаттайтын теориялық, статистикалық мәліметтер немесе айқын емес эксперттік ақпараттар жеткіліксіз немесе оларды жинау тиімсіз болса, онда жиналған түрлі (теориялық, статистикалық, айқын емес) ақпарат негізінде агрегаттың құрама моделі құрылады. Нақты агрегаттың түрлі параметрлерін сипаттау үшін жиналған ақпараттың сипатына байланысты 3.1, 3.2 немесе 4 пунктке көшу;

4. Модельді құруға қажетті кіріс $\tilde{x}_i \in \tilde{A}_i$, $i=\overline{1,n}$ және шығыс $\tilde{y}_j \in \tilde{B}_j$, $j = \overline{1,m}$ параметрлерін анықтап, таңдау. Бұл параметрлер лингвистикалық айнымалылар болады ($\tilde{A}_i \in X$ $\tilde{B}_j \in Y$ – айқын емес

ішкіжиындар, X,Y – әмбебап жиындар). Кіріс параметрлері айқын болуы да мүмкін, яғни $x_i \in X_i$, $i=\overline{1,n}$.

5. Егер $x_i \in X_i$, яғни кешеннің кіріс параметрлері детерминді, яғни айқын болса, онда жиынтық регрессияның айқын емес теңдеулерінің құрылымын анықтау $\tilde{y}_j = f_j(x_1,...,x_n,\tilde{a}_0,\tilde{a}_1,...,\tilde{a}_n)$, $j=\overline{1,m}$ (структуралық идентификация есебін шешу).

6. Эксперттік бағалау тәсілдері негізінде объектіні сипаттайтын ақпарат жинап, айқын емес параметрлердің терм-жиынын $T(\tilde{X}_i,\tilde{Y}_j)$ анықтау.

7. Модель коэффициенттерінің және объектінің айқын емес параметрлерінің тиістілік функциясын $\mu_{A_i}(\tilde{x}_i)$, $\mu_{B_j}(\tilde{y}_j)$ тұрғызу.

8. Егер объектінің кіріс және шығыс параметрлері айқын емес болса, онда $\tilde{x}_i$ және $\tilde{y}_j$ арасындағы байланысты анықтайтын айқын емес бейнелеуді R_{ij} формализациялау, яғни объектінің лингвистикалық моделін тұрғызып, 10-пунктке көшу.

9. Егер 5-ші қадамдағы шарт орындалса, онда таңдалған $\tilde{y}_j$ фукцияларының коэффицентерінің $(\tilde{a}_0,\tilde{a}_1,...,\tilde{a}_n)$ мәндерін бағалау (параметрлік идентифика-циялау есебін шешу) 11-ші пунктке көшу.

10. Егер 8-ші пунктегі шарт орындалса, онда композициялық қорытын-дылау ережесі негізінде объектінің параметрлерінің айқын емес мәндерін анықтап, айқын емес шешімдер жиынынан олардың сан мәндерін таңдау.

11. Модельдің адекваттық шартын тексеру. Егер бұл шарт орындалса, онда модельді технологиялық кешенді зерттеуге және оның оптималды жұмыс режимін табуға ұсыну. Басқа жағдайда адекватты болмауы себебін анықтап, модельді нақтылау үшін алдыңғы пунктерге қайта оралу.

Келтірілген тәсілдің пунктерін жүзеге асыру процедураларын түрлі ғылыми еңбектер мен әдебиеттерден табуға болады, мысалы [2, 6, 7, 10 – 11].

Зерттеу нәтижелері және оларды талдау. Нақты технологиялық кешендерінің құрылымдалған модельдерін құру тәсілін бензол өндіру кешені модельдер жүйесін құру мысалында қарастырайық. Бастапқы ақпарат пен өндірістік жағдайларға байланысты құрулуы мүмкін түрлі модельдерді бағалау және салыстыру үшін төменде кестеде келтірілген критерийлерді алуға болады (кесте 1 қараңыз):

Кесте 1. **Бензол өндіру технологиялық жүйесі элементтері модельдерінің типтерін талдау**

№ р/б	Бензол өндіру кешенінің негізгі агрегаттары	Критерийлер	Модельдер түрлері			
			Детерминді	Статистикалық	Айқын емес	Құрама
1.1	Бензолдық колонна (С-401)	Қажетті ақпаратты жинау мүмкіндігі	3.0	3.5	4.0	5.0
1.2		Модельді құру бағасы	2.0	4.0	3.5	3.0
1.3		Модельдің дәлдігі	4.0	3.0	3.5	4.0
1.4		Мақсат бойынша қолданылуы	3.5	4.0	4.0	4.5
1.5		Құрылымдалған модельге біріктіру	4.0	3.5	3.5	3.5
			16.5	**18.0**	**18.5**	**20.0**
2.1	Ректификациялау колоннасы (С-402)	Қажетті ақпаратты жинау мүмкіндігі	3.0	4.0	4.0	4.5
2.2		Модельді құру бағасы	1.5	3.5	4.0	3.5
2.3		Модельдің дәлдігі	4.0	3.5	3.5	4.0
2.4		Мақсат бойынша қолданылуы	4.0	4.0	4.0	4.5
2.5		Құрылымдалған модельге біріктіру	4.0	4.0	4.0	4.0
			16.5	**19.0**	**19.5**	**20.5**
3.1	Реактор (R)	Қажетті ақпаратты жинау мүмкіндігі	3.0	3.5	4.5	4,0
3.2		Модельді құру бағасы	2.0	4.0	4.0	3.5
3.3		Модельдің дәлдігі	4.5	3.5	3.5	4.0
3.4		Мақсат бойынша қолданылуы	4.0	4.0	4.0	4.0
3.5		Құрылымдалған модельге біріктіру	4.0	3.5	4.0	4.0
			17.5	**18.5**	**20.0**	**19.5**

4.1	Пеш (П-401)	Қажетті ақпаратты жинау мүмкіндігі	4.0	5.0	4.0	4,5
4.2		Модельді құру бағасы	2.5	4.5	4.0	3.5
4.3		Модельдің дәлдігі	4,5	4.0	3.0	4.0
4.4		Мақсат бойынша қолданылуы	4.0	4,5	4.5	4.5
4.5		Құрылымдалған модельге біріктіру	4.0	4.0	3.5	4.0
			19,0	**22.0**	**19.0**	**20.5**
5.1	Сиымдылық (Е-401)	Қажетті ақпаратты жинау мүмкіндігі	4.0	3.5	4.0	4.5
5.2		Модельді құру бағасы	4.0	4.5	4.0	4.0
5.3		Модельдің дәлдігі	4.5	4.0	3.5	4.0
5.4		Мақсат бойынша қолданылуы	4.5	4.5	4.0	4.5
5.5		Құрылымдалған модельге біріктіру	4.5	4.0	4.5	4.0
			21,5	**21.0**	**20.0**	**21.0**

Ескертпе: Бағалау (ранжировка) бесбаллдық шкала бойынша (1-мен 5 аралығы), мұнда 1-ең төменгі баға; 5-ең жоғарғы баға. Бағалар айқын емес сандар болуы мүмкін.

Келтірілген критерийлердің соңғы екеуі модельдер құрғанда көп жағдайда ескерілмейді, зерттеу жұмыстарында олар туралы мәліметтер жоқ. Ал олардың маңызы өте жоғары, себебі, өндірістік жағдайда негізгі мақсат модельдерді құруда емес, оларды өндірістік проблемаларды шешуде қолдану, мысалы, құрылған модельдер кешеннің оптималды жұмыс режимін берілген уақытта және дәлдікпен табу керек. Бұл нәтижеге жету үшін құрылған модельдер жүйе мен ондағы процесстердің жүру схемасына сәйкес бір жүйеге біріктірілуі қажет екені түсінікті.

Сонымен келтірілген кестеде (кесте 1) бензол өндіру жүйесінің негізгі агрегаттарының модельдерінің типтерін эксперттік бағалау нәтижесі көрсетілген. Кестедегі ақпарат негізінде таңдап алынған критерийлер бойынша кешен агрегаттарының модельдерінің тиімді типтерін анықтауға болады. Бензол өндіру технологиялық жүйесі элементтерінің жұмысын және олардың модельдерінің мүмкін болатын түрлерін зерттеу нәтижелері, агрегаттардың және оларда өтетін процестерді зерттеу күрделігіне байланысты және анық мәліметтерді алу мүмкін болмағандықтан негізгі агрегаттардың (колонналар, реактор, пеш) детерминді модельдерін құру мүмкін еместігін, немесе экономикалық тұрғыдан тиімсіз екендігін көрсетеді. Салыстыру және таңдау критерийлері бойынша Е-401 сиымдылығы үшін детерминді модельдің қорытынды бағасының мәні, басқаларына қарағанда жоғары, яғни ол үшін *детерминді модель* құру тиімді.

Бензол өндіру кешенінің қарастырылған агрегаттарының статистикалық модельдері салыстырмалы жағдайда жеңіл құрылады, біртұтас модельдер жүйесіне біріктіруге ыңғайлы және кешеннің оптималды жұмыс режимін табуға жарамды. Жүргізілген зерттеу нәтижелері бойынша (кесте 1) келесі қорытынды жасауға болады: пеш (П-401) үшін *статистикалық модель* құру ең оптималды шешім болып табылады.

Бензол өндіру кешенінің реакторының детерминді не статистикалық модельдерін құру үшін қажетті ақпаратты жинау реактордағы процестің күрделігі, арнаулы өндірістік приборлардың жоқтығына байланысты тиімсіз, немесе мүмкін емес. Осыған байланысты, жетіспейтін мәліметтерді толықтыратын тиімді құралдар ретінде, сапалық ақпаратқа (мамандар білімі, тәжірибесі) негізделген, АЕЖТ және эксперттік бағалау тәсілдерін қолдану керек. Сонымен реактор (R) үшін, зерттеу нәтижелері көрсеткендей, *айқын емес модель* құру тиімді шешім болып табылады (кесте 1). Мұндай модельдің дәлдігі басқа модельдерге қарағанда жоғары болмаса да, бензол өндіру процесін оптимизациялау мақсатында қолдануға толығымен жарамды.

Таңдау критерийлері бойынша бензолдық (С-401) және ректификациялау (С-402) колонналарына құруға болатын модельдердің ең тиімдісі ретінде *құрама модельдер* анықталған. Модельдердің бұл түрін құру оңай болмағанмен, олар жиналған әр түрлі ақпарат негізінде басқа критерийлер бойынша жоғары көрсеткіштерге ие, яғни құрама модельдер басқа модельдердің артықшылықтарын біріктіруге негізделген [11]. Зерттеу нәтижесінде *ректификациялау және бензолдық колонналардың* математикалық модельдерін идентификациялау түрлі ақпарат негізінде орындалғаны тиімді екені анықталған (кесте 1), яғни бұл агрегаттардың құрама моделін тұрғызамыз.

Эксперименттік-статистикалық және эксперттік мәліметтерді өңдеу нәтижесінде, сондай-ақ айқын емес ортада модельдеу тәсілі негізінде регрессорларды тізбектей қосу тәсілдемесінің идеясын

қолдана отырып (структуралық идентификациялау), С-402 ректификациялау колоннасы мен С-401 бензолдық колоннаның модельдері болатын, келесі көп регрессиялық және айқын емес регрессиялық теңдеулер жүйесі алынды:

$$y_j = a_{0j} + \sum_{i=1}^{3} a_{ij} x_{ij} + \sum_{i=1}^{3}\sum_{k=i}^{3} a_{ikj} x_{ij} x_{kj},\ j = \overline{1,3} \quad (1)$$

$$\tilde{y}_j = \tilde{a}_{0j} + \sum_{i=2}^{5} \tilde{a}_{ij} x_{ij} + \sum_{i=2}^{5}\sum_{k=i}^{5} \tilde{a}_{ikj} x_{ij} x_{kj},\ j = \overline{4,5} \quad (2)$$

мұнда y_1 – бензолдық колонна шығысындағы бензолдың көлемі; y_2 – бензолдық колоннадан рафинат шығысы; y_3 – ректификациялау колоннасы шығысындағы ауыр ароматиканың көлемі; $\tilde{y}_4$ – бензолдың орташа октандық саны; $\tilde{y}_5$ – бензол құрамындағы күкірт; x_1 – шикізат-реформат көлемі; x_2, x_3 – колоннадағы температура мен қысым; x_4, x_5 – шикізат құрамындағы күкірт пен ароматикалық көмірсутектер; $a_{0j}, a_{ij}, a_{ikj}, \tilde{a}_{0j}, \tilde{a}_{ij}, \tilde{a}_{ikj}, i = \overline{1,5}$ – идентификация-ланатын айқын және айқын емес (~ белгісімен) регрессиялық коэффициенттер.

Түрлі статистикалық мәліметтер жинау барысында бензолдық колонна мен реактордың шығысындағы өнімдердің, яғни бензол, ауыр ароматика және рафинат көлемін y_1, y_2, y_3 бағалауға жеткілікті сандық ақпарат алынды. Сондықтан y_1, y_2, y_3 мен кіріс-режімдік параметрлер $x_i, j = \overline{1,3}$ арасындағы математикалық байланысының структурасы (1) жиынтық корреляция тәсілі арқылы анықталды. Ол модельдердің белгісіз регрессиялық коэффициенттері эксперименттік-статистикалық мәліметтер және *Regress* программалар пакеті негізінде (ең кіші квадраттар тәсілі қолданылады) анықталған. Параметрлік идентификациялау нәтижесінде бензолдық колонна мен ректификациялау колоннасынан алынатын өнімдер шығысын, яғни бензол (y_1), рафинат (y_2) және ауыр ароматика (y_3) шығысын сипаттайтын модельдер келесі түрде анықталған:

$$\boldsymbol{y_1 = f_1(x_{11}, x_{21}, x_{31}) = 0.099849 x_{11} + 0.020462 x_{21} - 0.760 x_{31} + 0.0001\, x_{11}^2 + 0.000008\, x_{21}^2 -}$$
$$-0.032571\, x_{31}^2 + 0.000046 x_{11} x_{21} + 0.000571 x_{11} x_{31} - 0.000585 x_{21} x_{31}$$

$$\boldsymbol{y_2 = f_2(x_{12}, x_{22}, x_{32}) = 0.061562 x_{12} - 0.012615 x_{22} + 0.234286 \cdot x_{32} + 0.00008\, x_{12}^2 - 0.000015\, x_{22}^2 +}$$
$$+0.013388\, x_{32}^2 + 0.000009 x_{12} x_{22} + 0.001055 x_{12} x_{32} - 0.000180 x_{22} x_{32}$$

$$\boldsymbol{y_3 = f_3(x_{13}, x_{23}, x_{33}) = -10^{-8} + 0.41892 x_{13} - 0.17169 x_{23} + 3.18857 x_{33} + 0.00063\, x_{13}^2 -}$$
$$-0.00013\, x_{23}^2 + 0.136653061\, x_{33}^2 + 0.00006 x_{13} x_{23} + 0.00718 x_{13} x_{33} - 0.00123 x_{23} x_{33}$$

Бензолдың сапа көрсеткіштерін сипаттайтын модельдерді құруға қажетті статистикалық мәліметтердің жетіспеушілігі себебінен жиынтық корреляция тәсілін қолдануға негіз жоқ, сондықтан маман-эксперттерден алынатын айқын емес ақпаратты қолдана отырып жоғарыда ұсынылған тәсіл қолданылған. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде аталған модельдердің структурасы айқын емес регрессиялық теңдеулер (2) түрінде идентификацияланған. (2) модельдерінің белгісіз айқын емес коэффициенттерін $\tilde{a}_{0j}, \tilde{a}_{ij}$ ($i = \overline{2,5}$, $j = \overline{4,5}$), $\tilde{a}_{ikj}, i,k = \overline{2,5}$, $j = \overline{4,5}$ идентификациялау үшін, өнімнің сапа көрсеткіштерін сипаттайтын айқын емес жиындар келесі α-деңгейлі жиындарға бөлінді: α = 0,5; 0,80; 1. Таңдап алынған деңгейге байланысты кіріс x_{ij} ($i,j = \overline{2,5}$) және шығыс $\tilde{y}_4, \tilde{y}_5$ параметрлердің әр α_q ($q = \overline{1,3}$), деңгейдегі мәндері бақыланды. (2) жиынттық регрессияның айқын емес теңдеулерінің әр α_q деңгейлерін, яғни бензолдың сапасын анықтайтын модельдер жүйесі анықталды [11]. Алынған модельдер жүйесі дәстүрлі регрессиялық теңдеулер түріне айналғандықтан, олардың коэффициенттерін

$a_{ij}^{\alpha_q}$ ($i=\overline{2,5}$, $j=\overline{4,5}, q=\overline{1,3}$) идентификациялау үшін, жиынтық регрессиялардың параметрлерін бағалаудың белгілі тәсілдерін әр $q=\overline{1,3}$ деңгейге қолдануға болады. Бензолдың орташа октандық саны - $\tilde{y}_4$ айқын емес модельдерін параметрлік идентификациялауда келесі нәтиже алынды.

$y_4 = f_4(x_{24},\ldots,x_{54})$ = (0.5/0.0231 + 0.80/0.0233 +1/0.0235+0.80/0.0237 + 0.5/0.0239)x_{24}–
–(0.5/0.5823+0.80/0.5825+1/0.5828+0.80/0.5831+0.5/0.5834)x_{34}–(0.5/50000.0+0.80/
/5050.0 +1/5100.0 +0.80/5150.0 +0.5/5200.0)x_{44} + (0.5/1.010 +0.80/1.015+ 1/1.020+
+0.80/1.025+ 0.5/1.03)x_{54}+(0.5/0.000014+0.80/0.000016+1/0.000018+0.80/0.00002+
+0.5/0.000022) x_{24}^2 – (0.5/0.01655 + 0.80/0.01660 + 1/0.01665 + 0.80/0.01670 + 0.5/
+0.016 x_{34}^2–(0.5/1274700+0.80/1274850+1/1275000+0.80/1275150+0.5/127530) x_{44}^2 +
+(0.5/0.02443 + 0.80/0.02446 +1/0.02448 + 0.80/0.02450 + 0.5/0.02452) x_{54}^2 + (0.5/
/0.00042+0.80/0.00045+1/0.00047+0.80/0.00049+0.5/0.00052$x_{24}x_{54}$- (0.5/145.690 +
+0.80/145.704 +1/145.714 +0.80/145.724 + 0.5/145.740)$x_{34}x_{44}$ - (0.5/0.00578 + 0.80/
+0.00580+1/0.00581+0.80/0.00582+0.5/0.00583)$x_{34}x_{54}$+(0.5/48.0+0.80/50.0+1/51.0+
+0.80/52.0 +0.5/54.0) $x_{44}x_{54}$

Бензол құрамындағы күкіртті – $\tilde{y}_5$, сипаттайтын айқын емес модельдің параметрлері де келтірілген әдістеме бойынша идентификацияланған.

($\tilde{y}_4$ және $\tilde{y}_5$ әсер етпейтін немесе әлсіз әсер ететін регрессорлар нөлге теңелген). Осыған ұқсас ректификациялау колоннасынан алынатын ауыр ароматиканың сапа көрсеткіштері де айқын емес модельдер арқылы сипатталады.

Бензол өндіру процесінің шикізат сапасын сипаттайтын параметр -реформат құрамындағы ароматикалық көмірсутектердің өнім сапасының негізгі көрсеткіші бензолдың орташа октандық санына әсері шартты қорытындылау логикалық ережесі және білімдер базасы негізінде лингвистикалық модель түрінде құрылған. Бұл модель «*Шикізат құрамында ароматикалық көмірсутектер үлесі* ***артқан сайын*** *бензолдың орташа октандық саны* ***жоғарлайды***» логикалық қорытындыны лингвистикалық айнымалылар арқылы жүзеге асырады және оның құрылымын келесі логикалық байланыспен сипаттауға болады:

$$if\ \tilde{x} \in \tilde{A}(тн),\ then\ \tilde{y} \in \tilde{B}(нт),\ if\ \tilde{x} \in \tilde{A}(ор),\ then\ \tilde{y} \in \tilde{B}(нр),\ else\ if\ \tilde{x} \in \tilde{A}(жг),\ then\ \tilde{y} \in \tilde{B}(нж)$$

мұнда *тн, нт, ор, нр, жг, нж* – рет бойынша, «төмен», «нормадан төмен», «орташа», «норма», «жоғары», «нормадан жоғары» айқын емес айнымалылары; $\tilde{x}$, $\tilde{y}$ - шикізат сапасын және бензолдың орташа октандық санын сипаттайтын кіріс және шығыс лингвистикалық айнымалылары; $\tilde{A}$, $\tilde{B}$ - $\tilde{x}$ және $\tilde{y}$ сипаттайтын айқын емес ішкіжиындар.

Қорытынды. Өндірістік жүйенің құрылымдалған моделін оның жеке элементтерінің математикалық модельдерін құрып, бір тұтас жүйеге біріктіру арқылы құру тәсілдемесі ұсынылған. Жүйені құрайтын агрегаттар мен олардың жұмысы туралы бастапқы деректер, не жинауға болатын ақпарат түрлі сипатта болатындықтан, олардың модельдері түрлі тәсілдермен құрылатыны және түрлі типтегі модельдер алынатыны негізделген. Мұндай модельдерді құру және бір жүйеге біріктіріп, құрылымдалған модель алу үшін жеке элементтер модельдерін салыстыру және таңдау критерийледрі ұсынылған. Ұсынылған тәсіл бензол өндіру технологиялық кешені мысалында жүзеге асырылып, алынған нәтижелер талқыланған. Бензол өндіру кешенінің негізгі агрегаттары ректификациялау колоннасы мен бензолдық колоннасының модельдері көп регрессиялық және айқын емес регрессиялық теңдеулер жүйесі түрінде идентификацияланған. Ал бензолдың орташа октандық санын бағалау үшін лингвистикалық модель құрылған.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Дилигенская А.Н. Идентификация объектов управления. Учебное пособие. Самара: Самарский гос.технический университет. 2009. 142 с.

[2] Оразбаев Б.Б. Методы моделирования и принятия решений для управления производством в нечеткой среде. -Астана: 2016, 398 с.

[3] Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика. Учеб. пособие -12-е изд., перераб. - М.: Высшее образование, 2006. -479 с.

[4] Zhi-Wen Zhao, De-Hui Wang Statistical inference for generalized random coefficient autoregressive model. Mathematical and Computer Modelling. Vol. 56 2012. P. 152-166.

[5] Dubois D. The role of fuzzy sets indecision sciences: Old techniques and new directions // Fuzzy Sets and Systems. 2011. V. 184. P. 3.

[6] Рыков А.С., Оразбаев Б.Б. Методы исследования систем и разработка математических моделей в нечеткой среде. М.: МИСИС. 1995.

[7] Оразбаев Б.Б. Теория и практика методов нечетких множеств. Министерство науки и образования РК, изд.-во Бастау, -Алматы, 2014, 488 с.

[8] B.B. Orazbaev, Orazbayeva K.N., Utenova B.E. Development of Mathematical Models and Modeling of Chemical Engineering Systems under Uncertainty// Theor. Foundations of Chem. Eng. // 2014. Vol. 48, No 2, -P. 138-147.

[9] Y. Ospanov, B.Orazbayev, K.Orazbayeva, T Gancarzyk, A.Shaikhanova Control of Fuzzy Technological Objects Based on Mathematical Model // 16-th Int. Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS), 2016. –P. 1487-1493.

[10] B.B. Orazbayev, K.N. Orazbayeva, L.T. Kurmangaziyeva, V.E. Makhatova Multi-criteria optimisation problems for chem.l eng.systems and algorithms for their solution based on fuzzy math. methods. EXCLI Journal 2015; vol.14: P.984-998.

[11] Оразбаева К.Н. Мұнай химиясы базалық шикізаты бензолды өндіру кешенінің математикалық модельдер жүйесін құру// Научный журнал «Вестник Атырауского института нефти и газа», 2009. -№2(17). – С.122-125.

Оразбаев Б.Б., Оспанов Е.А., Оразбаева К.Н., Махатова В.Е.

Разработка структурированной модели технологического комплекса производства бензола

Резюме. Предложен подход к разработке структурированной модели производственной системы, основанный на разработке математических моделей ее элементов и объединения их в единую систему . Так как исходная информация или информация, которую можно собрать о состоянии и работе локальных агрегатов комплекса, могут иметь различную характеристику, показано, что их модели разрабатываются различными методами и будут получены модели различного типа. Предложен критерий для сравнения и выбора типа моделей элементов системы с целью их объединения и создания структурированной модели комплекса.

Ключевые слова: математическая модель, структурированная модель, нечеткая информация, теория нечеитких множеств, бензол.

Orazbayev B.B., Ospanov Y.A., Orazbayeva K.N., Mahatova V.E.

The development of a structured model of the technological complex of benzene production

Summary. An approach to the development of a structured model of a production system based on the development of mathematical models of its elements and combining them into a single system models. As background information, or information that can be collected on the condition and operation of the local units of the complex may have different characteristics shows that their models are developed by different methods and models will be obtained of various types. A criterion to compare and select the type of model elements of the system with a view to merging and creating a structured model of the complex. The proposed method is implemented in the development of a structured model of the technological complex of benzene production and discussed the results.

Keywords: mathematical model, structured model, fuzzy information, theory of fuzzy sets, benzene.

УДК 67.15.55; 691.4(075.8)

Б.Е. Жакипбаев, С.А. Минайдаров, А.Ш. Кулмаханова,
Е.Н. Кочеров, А.С. Колесников
(Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауэзова,
Шымкент, Республика Казахстан, *E-mail: Bibol_8484@mail.ru)

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ КЕРАМОГРАНУЛЯТОВ НА ОСНОВЕ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН ЮЖНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. В статье рассматривается возможность получения керамогранулятов теплоизоляционного назначения на основе бентонитовых глин Кынграк-Келесского месторождения.

Установлено, что для исследуемой глины величина воздушной линейной усадки в условиях медленной естественной сушки составляет 10,8%, а при жестком режиме искусственной сушки – 7,8%. Огневая усадка при обжиге образцов на температуру 950^0С составляет 5,5%.

В качестве органических (выгорающих) добавок применяли золу ТЭС для повышения вспучиваемости глин.

Установлено, что коэффициент вспучивания исследуемой глины с добавкой 3% и 5% золы при обжиге от 1100^0С до 1160^0С изменяется от 1,6 до 2,6; в то же время без добавки золы при таких же температурах обжига коэффициент вспучивания изменяется от 1,4 до 1,5. Объемная масса гранул из глины с добавкой золы изменяется от 0,987 до 0,520 г/см^3, а из глины без добавки золы – от 1,665 до 1,053 г/см^3.

Ключевые слова: керамогранулиты, бентонитовые глины, зола ТЭС, органические (выгорающие) добавки, пиропластическое состояние, вспучивание, теплоизоляция

Перспективы массового целенаправленного промышленного использования бентонитовых и бентонитоподобных глин, суглинков и лессовидных суглинков, прогнозные запасы которых, только в Южно-Казахстанской области составляют около 160 млн. тонн, а по Казахстану составляют более 10 млрд. тонн, с целью получения из них теплоизоляционных керамогранулятов оценены ещё недостаточно полно, хотя они весьма интересны и их перспективы очевидны в рамках перехода Республики Казахстан к «зеленой» экономики по реализации концепции второго ее направления – энергоэффективность жилищно-коммунального хозяйства [1].

Целью исследования является разработка технологии получения теплоизоляционных керамогранулятов на основе бентонитовых глин Южно-Казахстанской области.

Керамогранулиты являются экологически чистыми теплоизоляционными материалами, представляющие собой легкие пористые материалы ячеистого строения в виде керамических гранул, получаемых при обжиге бентонитовых глин, способных вспучиваться при быстром нагревании их до температуры 1050-1300^0С в течение 25-45 минут [2, 3].

Вначале исследуемые южно-казахстанские бентонитовые глины Кынграк-Келесского месторождения отбирали, а затем измельчали в шаровой мельнице МЛ-1р в количестве 10 кг с прохождением через вибростенд с ситом на дне 1 мм, после чего сушили в сушильном шкафу при температуре 30^0С.

Заранее подготовленную и взвешенную для дальнейших экспериментов исследуемую глину вместе с добавками перемешивали в смесителе АЛС-5 в сухом состоянии, постепенно увлажняя водой до получения пастообразной консистенции. Увлажненную таким образом массу выдерживали 4 часа, после чего снова перемешивали. Из приготовленной массы методом набивки формовали пресс-таблетку с помощью гидравлического пресса ПГМ-100МГ4А, с последующей сушкой уже прессованных таблеток при температуре 100-140^0С.

Важной характеристикой глинистого сырья является огневая и воздушная усадки, что означает уменьшение линейных размеров и объема глинистого образца при его сушке. Для исследуемой глины величина воздушной линейной усадки в условиях медленной естественной сушки составляет 10,8%, а при жестком режиме искусственной сушки – 7,8%. Огневая усадка при обжиге образцов на температуру 950^0С составляет 5,5%.

Пригодность различных глинистых пород в качестве сырья для производства керамогранулятов определяется их степенью вспучивания при обжиге и плотностью керамогранулятов.

Увеличение объема сырья при обжиге оценивается по коэффициенту вспучивания, который выражает отношение объема керамзита к объему исходного сухого сырца.

По коэффициенту вспучивания глинистое сырье делится на слабовспучивающееся (Квсп < 2,5), средневспучивающееся (Квсп = 2,5-4,5), хорошо вспучивающееся (Квсп > 4,5).

Термоподготовку образцов осуществляли в муфельной печи, где образцы нагревались за 2 минуты до 280-300^{0}С. После термической подготовки образцы обжигались при 1080-1180^{0}С со скоростью подъема температуры 10-15^{0}С в минуту. Температурно-временной режим термоподготовки керамогранулятов в лабораторных условиях представлен в таблице 1.

Таблица 1. **Температурно-временной режим термоподготовки керамогранулятов**

Стадии синтеза	Т, ^{0}С	Время обжига, мин	
		обычный режим	ускоренный режим
Нагрев в сушильном шкафу	130	5	5
Термоподготовка	300	2	2
Подъем температуры в печи	1080-1180	23	13
Выдержка при температуре обжига	1080-1180	7	5
1-ая стадия охлаждения	900-950	0,5-1	0,5-1
2-ая стадия охлаждения	30	7	5
		45	31

В качестве органических (выгорающих) добавок применяли золу ТЭС. Зола Шымкентской ТЭС (рисунок 1) представляет собой смесь минералов: α-кварца (4,23; 3,333; 2,453; 2,285; 2,231; 2,125; 1,981; 1,812; 1,674; 2,534; 1,450Å), ортоклаза (4,033; 3,769; 3,242; 2,921; 2,859; 2,479; 2,388; 1,981; 1,911; 1,862Å), карбоната кальция (3,89; 3,023; 2,479; 2,231; 2,084; 1,911; 1,761; 1,674; 1,646; 1,609; 1,516; 1,473; 1,432Å). Железистые минералы представлены гематитом (2,683; 2,205; 2,027; 1,832; 1,691; 1,601; 1,488; 1,450Å) и магнетитом (4,704; 2,973; 2,515; 2,421; 2,084; 1,704; 1,614; 1,488Å). Наблюдаются также дифракционные линии гидрооксидов алюминия ($Al_2O_3 \cdot H_2O$: d/n = 6,141; 3,181; 2,34; 1,832; 1,744; 1,646Å) и кальция (4,975; 2,665; 1,939; 1,782; 1,691; 1,488; 1,450Å), а также (Al_2SiO_5: d/n = 5,539; 3,412; 2,901; 2,205; 1,587; 1,516; 1,432Å).

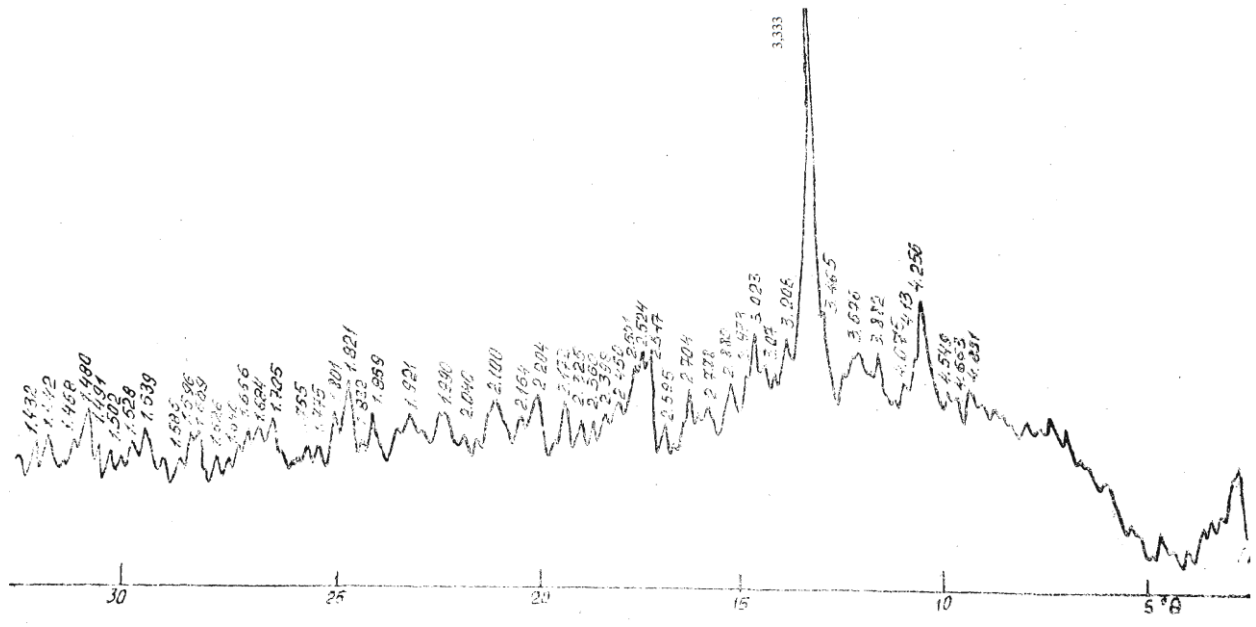


Рис. 1. Рентгенограмма золы Шымкентской ТЭС

Зола Шымкентской ТЭС представляет собой порошок, равномерный по составу с величиной зерна, не превышающий 1 мм, с содержанием органической части 13-30%.

Вначале золу ТЭС просеивали через вибростенд (сито №1), после чего смешивали с порошком глины в автоматическом лабораторном смесителе АЛС-5, с последующим постепенным увлажнением. Из перемешанной массы пластическим способом формовали кубики с длиной ребра 20 мм, после чего подготовленные образцы предварительно подвергнув сушке, обжигали в муфельной печи.

Коэффициент вспучивания исследуемой глины с добавкой 3% и 5% золы при обжиге от 1100^{0}С до 1160^{0}С изменяется от 1,6 до 2,6; в то же время без добавки золы при таких же температурах обжига коэффициент вспучивания изменяется от 1,4 до 1,5. Объемная масса гранул из глины с добавкой золы изменяется от 0,987 до 0,520 г/см^3, а из глины без добавки золы – от 1,665 до 1,053 г/см^3 (таблица 2, рисунки 2 и 3).

Таблица 2. **Физико-механические показатели керамогранулятов на основе исследуемых б**ентонитовых глин **Кынграк-Келесского месторождения с добавкой золы ТЭС**

Температура обжига, ^{0}С	Коэффициент вспучивания	Объемная масса, г/см^3	Водо-поглощение, %	Общая (истинная) пористость, объем, %	Открытая (кажущаяся) пористость, объем, %	Закрытая пористость, объем, %
3% золы ТЭС						
1080	1,4	1,139	7,2	55,3	8,5	46,8
1100	1,6	0,987	4,9	61,3	4,9	56,4
1120	1,8	0,819	5,1	67,9	4,1	63,8
1140	2,2	0,718	5,7	71,9	4,8	67,1
1160	2,5	0,629	6,4	75,3	4,0	71,3
5% золы ТЭС						
1080	1,4	1,092	8,1	57,2	8,9	49,3
1100	1,7	0,913	7,4	64,2	6,8	57,4
1120	1,9	0,740	7,1	67,9	5,8	62,1
1140	2,3	0,664	7,0	74,0	4,6	69,4
1160	2,6	0,590	7,6	76,9	4,5	72,4

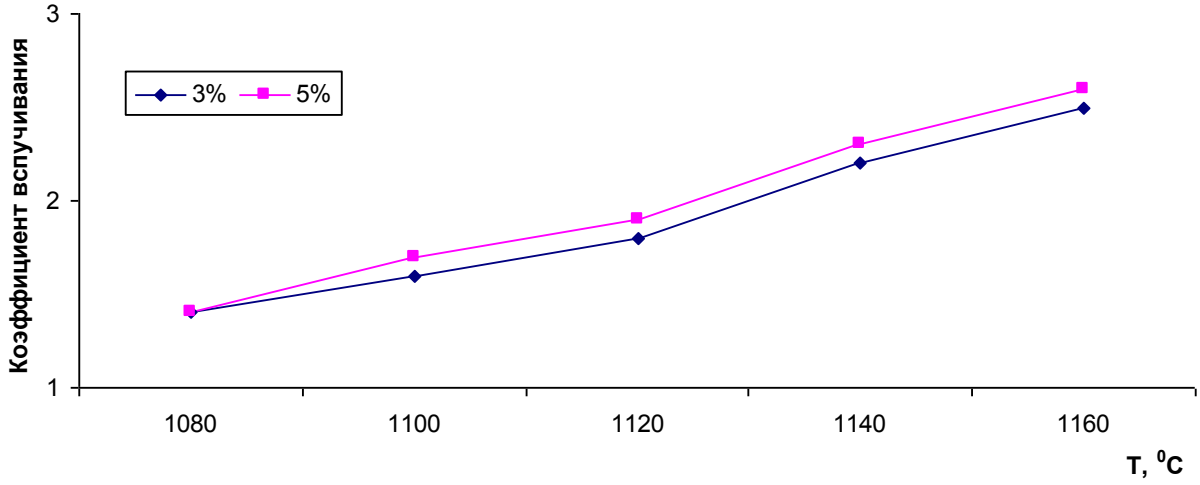


Рис. 2. Изменение коэффициента вспучивания полученного керамогранулята на основе исследуемых бентонитовых глин Кынграк-Келесского месторождения с добавкой золы ТЭС в зависимости от температуры обжига

Характер изменения коэффициента вспучивания и плотности близок к прямолинейному. При добавке 5% золы показатели несколько лучше, чем при добавке 3%. Объемная масса гранул может быть достигнута при температуре обжига 1160^{0}С и выше.

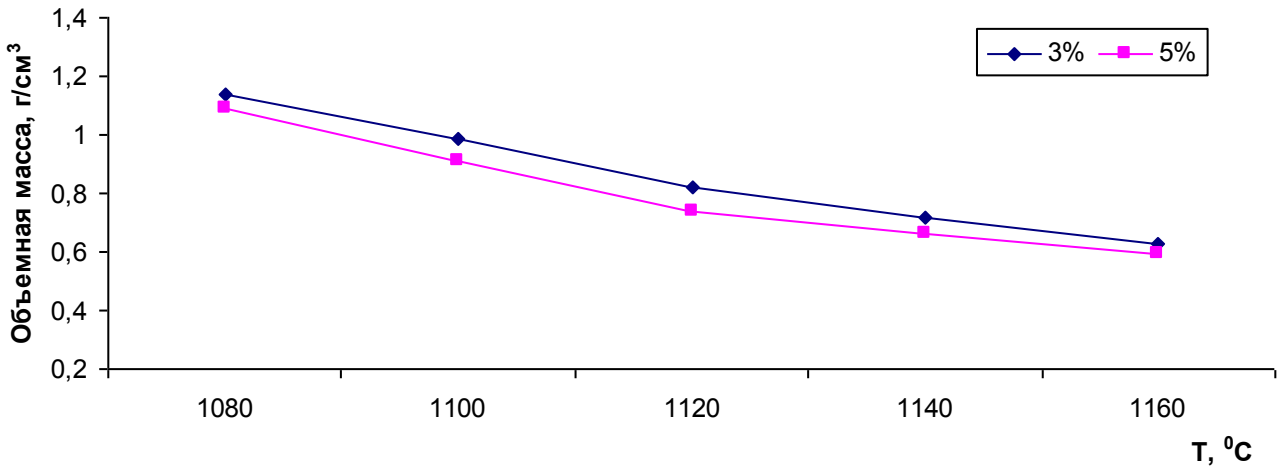


Рис. 3. Изменение объемной массы полученного керамогранулята на основе исследуемых бентонитовых глин Кынграк-Келесского месторождения с добавкой золы ТЭС в зависимости от температуры обжига

Результаты испытаний, приведенные в таблице 2 и на рисунках 2 и 3 свидетельствуют о том, что золы Шымкентской ТЭС могут быть пригодны в качестве интенсификатором вспучивания бентонитовых глин Кынграк-Келесского месторождения.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Б.Е. Жакипбаев, А.Ш. Кулмаханова, Н.Б. Сарсенбаев, А.Б. Тагыбаев Изучение физико-химических процессов вспучивания и поризации широкодоступных южно-казахстанских легкоплавких бентонитовых глин с целью получения из них теплоизоляционного энергоэффективного легкого керамзитового гравия // Вестник КазНИТУ – Алматы, 2016. №4(116). – С.251-256

[2] Жакипбаев Б.Е., Минайдаров С.А., Кулмаханова А.Ш., Кочеров Е.Н., Колесников А.С. Исследование бентонитовых глин с целью получения из них теплоизоляционных керамогранулятов. Материалы XII Международной научно-практической конференции «Научная промышленность Европейского континента - 2016». Издательство «Education and Science». – Прага, 2016. – С.79-81

[3] Обзор рынка керамзита в России и ЦФО. Исследовательская группа ИнфоМайн. – Москва, 2008. – 11 с.

Жакипбаев Б.Е., Минайдаров С.А., Кулмаханова А.Ш., Кочеров Е.Н., Колесников А.С.

Оңтүстік Қазақстан облысының бентонитті саздар негізінде жылуоқшаулағыш керамикалық түйіршіктерді алу технологиясы

Түйіндеме. Мақалада, Қынғрақ-Келес бентонитті саздар негізінде жылуоқшаулағыш керамикалық түйіршіктерді алу мүмкіндігі қарастырылған.

Зерттелініп жатқан саз үшін жай табиғи кептіру жағдайда ауалық линейлік шөгуінің мөлшері 10,8% құрайды, ал қатаң жасанды кептіру жағдайда 7,8% құрайды. Оттық шөгуі үлгілерді 950^{0}С температурада күйдірген кезде 5,5% құрайды.

Саздардың көбіктенуінің жоғарылату үшін органикалық (жанып кететін) қоспалар ретінде ЖЭС-нің күлін қолдандық.

Зерттелініп жатқан саздың көбіктену коэффициенті 3% және 5% күл қоспасымен 1100^{0}С - 1160^{0}С күйдіру аралығында, 1,6 - 2,6 дейін өзгереді. Ал бірақ, сол температура аралағында күл қоспасын қоспағанда көбіктену коэффициенті 1,4 - 1,5 дейін өзгереді. Күл қоспасы бар саздан алынған түйіршектердің көлем массасы 0,987 - 0,520 г/см^3 дейін өзгереді, ал күл қоспасы жоқ саздан 1,665 - 1,053 г/см^3 дейін өзгереді.

Кілтті сөздер: керамикалық түйіршіктер, бентонитті саздар, ЖЭС-нің күлі, органикалық (жанып кететін) қоспалар, пиропластикалық күйі, көбіктенуі, жылуоқшалау

Zhakipbayev B.Ye., Minaidarov S.A., Kulmakhanova A.Sh., Kocherov Ye.N., Kolesnikov A.S.

Technology of obtaining heat-insulating ceramic granulates on the basis of bentonite clays of South Kazakhstan region

Summary. The article discusses the possibility of obtaining ceramic granulates thermal insulation purposes on the basis of bentonite clays Kyngrak-Keles deposit.

It is found that the quantity of air investigated clay linear shrinkage in a slow natural drying is 10.8% and the hard mode artificial drying - 7.8%. The firing shrinkage during firing samples 950^0C temperature of 5.5%.

As organic (burnable) additives used to improve the thermal power plant ash bloating clays.

It is found that bloating clays coefficient researched supplemented with 3% and 5% of ash during firing to 1100^0C 1160^0C varies from 1.6 to 2.6; at the same time without the addition of fly ash at such firing temperatures as bloating ratio varies from 1.4 to 1.5. Volumetric mass of clay granules with the addition of fly ash ranges from 0.987 to 0.520 g / cm^3, and without the addition of clay ash - from 1.665 to 1.053 g / cm^3.

Key words: ceramic granulates, bentonite clays, fly ash thermal power plants, organic (burnable) additives, pyroplastic condition, swelling, heat insulation

ӘОЖ 401:005.419

Н.Е. Досанов
(Хожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті
Түркістан, Қазақстан, nurbai_82@mail.ru)

ҚАЗАҚ ӘЛІПБИІН ЛАТЫН ӘРІПІНЕ КӨШІРУДЕГІ ЕСКЕРІЛЕТІН ТЕХНИКАЛЫҚ МӘСЕЛЕЛЕР

Аңдатпа. Қазіргі уақытта техника жағынан келетін болсақ, әсіресе, интернет жүйесіндегі қазақ тілінің қолданыс аясы өте тар. Осы тұрғыдан алғанда, ақпараттық технология саласында біз көп мемлекеттерден артта қалып келеміз. Бұл жұмыста қазақ әліпбиін латын әріпіне көшірудегі ескерілетін техникалық мәселелер қарастырылған. Ақпараттық жүйелерде ең көп таралған латын таңбалар жиынтығы – ISO-8859-1 (Latin 1) стандартының маңыздылығы ескерілген. Сонымен қатар түркі тілдес елдерде жүргізілген латын графикасына көшу реформаларының артықшылықтары мен кемшіліктері баяндалады.

Тірек сөздер: латын әліпбиі, кириллица, кодтамалар, ASCII кестесі, Unicode кестесі, ISO-8859-1 (Latin 1) стандарты.

Кіріспе. 2012 жылғы 14 желтоқсандағы «Қазақстан – 2050» Стратегиясы қалыптасқан мемлекеттің жаңа саяси бағыты» атты Қазақстан халқына Жолдауында «Біз 2025 жылдан бастап әліпбиімізді латын қарпіне, латын әліпбиіне көшіруге кірісуіміз керек. Бұл – ұлт болып шешуге тиіс принципті мәселе. Бір кезде тарих бедерінде біз мұндай қадамды жасағанбыз.

Балаларымыздың болашағы үшін осындай шешім қабылдауға тиіспіз және бұл әлеммен бірлесе түсуімізге, балаларымыздың ағылшын тілі мен интернет тілін жетік игеруіне, ең бастысы – қазақ тілін жаңғыртуға жағдай туғызады» [1] – деп нақты межені атады. Міне бұдан байқағанымыздай соңғы бірнеше жылдан бері Елбасымыз қазақ тілін латын әліпбиіне көшіру мәселесін көтеріп келеді. Бұл мәселе қазіргі таңда Үкімет тарапынан да, Парламент тарапынан да, ұлт зиялылары мен халық арасында да кең қолдауға ие болып отыр.

Соңғы жылдары қазақ тілі латын әліпбиіне қайтару туралы бірсыпыра жобалар мен ұсыныстар жарық көрді. Алайда, олардың қолданыстағы техникалық стандарттарымен үйлесімділігіне көбінде мән берілмейді. Сонымен ұсынылып жатқан жобалардың біразы қолданысқа енген жағдайда қазіргі кирилл жазуынан да артық техникалық киыншылықтарды туғызатынын ескерген жөн (Мысалы: Өзбекстан, Түркия, Азірбайжан мемлекеттеріндегі қиыншылықтар).

Қазіргі уақытта техника жағынан келетін болса, әсіресе, интернет жүйесіндегі қазақ тілінің қолданыс аясы өте тар. Осы тұрғыдан алғанда, ақпараттық технология саласында біз көп мемлекеттерден артта қалып келеміз. Сондықтан да латын әліпбиінің мүмкіндігі мол екенін мойындауымыз керек.

Қазақ тілін латын графикасына көшіру мәселесінде мен көптеген өзге авторлардың ұсыныстарымен танысып, талдадым. Кейбір алфавит нұсқалар авторлардың компьютерлік технологиямен жетік таныс болмағандықтан жүйелі ақауларға тап болған, ал кейбірі онсыз да көп әріп алфавитты одан

сайын көбейтіпті. Ал кейбіреулері кірме әріптер деп сыңары жоқ көп қолданылатын біраз әріптерімізді алып тастапты.

А.Байтұрсынұлы араб жазуын қазақ тілінің заңдылықтарына орай бейімдеп, қазақ әліпбиін жасағанда «Әліб-бій деген тілдің негізгі дыбыстарына арналған таңбалардың жұмағы. Неғұрлым тіл дыбыстарына мол жетсе, арналған дыбысқа дәл келсе, оқуға, жазуға жеңіл болса, үйретуге оңай болса, соғұрлым әліп-би жақсы болмақшы. Олай болса, әліп-би сынға түсіп жақсы-жаман жағы тексерілуге әбден келетін нәрсе болып шығады» [2]-деп атап өткен. Ия айтса айтқандай - ақ неғұрлым тіл дыбыстарына мол жетсе, арналған дыбысқа дәл келсе, оқуға, жазуға жеңіл болса, үйретуге оңай болса, соғұрлым әліп-би жақсы болмақшы.

Жалпылама салыстырмалы түрде қарайтын болсақ, араб әліпбиінде «араб мәтінінің классификациясының қиыншылығы мәтінінің жіктелуінде, яғни ағылшын тілінің түбірімен салыстырғанда, араб тілінің түбірі неғұрлым күрделі болып табылады» [3]. Сондықтан да XX ғасырдың басында А.Байтұрсынұлы араб жазуын қазақ тілінің заңдылықтарына орай бейімдеп жасағанда: «Менің мұнан былайғы сөздерім – жалғыз өз пікірім, я өз тапқандарым емес, көптің көздеп, үңіліп, зерттегенінен табылған нәрселер» [2. 25-26бб.] - деп атап өткен.

Зерттеу жұмысының мақсаты мен міндеті. Жаңа латын әліпби жобасын жасау мақсаттарына сәйкес зерттеудің төмендегі міндеттері айқындалады:

- әліпбиді барынша латын және ағылшын әліпбиіне сәйкестендіріп жасау. Себебі, қазіргі уақытта әлемдегі ең ықпалды тілдердің бірі – ағылшын тілі 1-сыныптан бастап оқытылып жатқанда, жас балалар бір дыбыстың әртүрлі таңбалануымен шатаспай тез үйреніп кетуіне септігін тигізеді;

- жазу көркемдігіне баса назар аудару. Төл әріптерімізді әртүрлі, бірінің төбесіне тырнақша, біріне астына қанатша қойып оқырманды шатастырмайтындай бірыңғай таңбалармен таңбалау;

- ең көп таралған ISO-8859-1 (Latin 1) стандартына сәйкестендіру.

Ғылыми зерттеу жұмыстың өзектілігі, тәжірибелік маңызы: Өзге зерттеушілердің жобаларын саралап, техникалық мәселелерді есепке ала отырып жаңа латын әліпбиін жобалаудағы негізгі ерекшеліктерге тоқтауды жөн көрдім:

Алдымен төменде қазақ тілінің жаңа латын әліпбиін жобалағанда ескеретін техникалық мәселелеріне тоқталып өтейін.

Жалпы қазір ақпараттық жүйелерде мәтінді кодтаудың екі түрі қолданыста. Жаңасы – 16 биттік ISO-10646 (Unicode) стандартты кодтауы. 16-биттік кодтау кестесіне 2^{16}=65536 таңба сыяды. Бұл жер жүзіндегі барлық әліпбилер мен тіпті бірнеше мың иероглифтерді де жалғыз кестемен қамтиды.

Екінші мәтінді кодтау тәсілі – 8-биттік кодтау. 8-биттік кодтау кестесіне не бары 2^8=256 таңба сыятын болғандықтан қолданыстағы кестелер көп - әрбір әліпбиге арнап бір, тіпті бірнеше кестелер стандартталынған. Ақпараттық технологиялар саласындағы әдет бойынша 8-биттік барлық кодтау кестелердің бірінші жартысы (яғни 0-127 деген кодтары) таза латын (яғни A-Z және a-z әріптері) әліпбиіне берілген. Бұны ASCII (American Standard for Computer Information Interchange) стандарты деп атайды [4].

ASCII кестесінің жоғарғы екі жолы символдарды таңбаламайды, сондықтан бұл орындар кестеде бос. Қалыптасқан дәстүр бойынша ASCII кестесі бүкіл сегіз биттік кодтама кетесінің бірінші жартысында (00-7F) орналасады (1-кесте). Сонымен 8-биттік кодтама кестелері бір-бірінен тек соңғы 128 символдармен (80-FF) ерекшеленеді.

Кесте 1. **ASCII кестесі**

	_0	**_1**	**_2**	**_3**	**_4**	**_5**	**_6**	**_7**	**_8**	**_9**	**_A**	**_B**	**_C**	**_D**	**_E**	**_F**
0_	NUL	SOH	STX	ETX	EOT	ENQ	ACK	BEL	BS	TAB	LF	VT	FF	CR	SO	SI
1_	DLE	DC1	DC2	DC3	DC4	NAK	SYN	ETB	CAN	EM	SUB	ESC	FS	GS	RS	US
2_	SP 0020 ***32***	! 0021 ***33***	" 0022 ***34***	# 0023 ***35***	$ 0024 ***36***	% 0025 ***37***	& 0026 ***38***	' 0027 ***39***	(0028 ***40***	) 0029 ***41***	* 002A ***42***	+ 002B ***43***	, 002C ***44***	- 002D ***45***	. 002E ***46***	/ 002F ***47***
3_	0 0030 ***48***	1 0031 ***49***	2 0032 ***50***	3 0033 ***51***	4 0034 ***52***	5 0035 ***53***	6 0036 ***54***	7 0037 ***55***	8 0038 ***56***	9 0039 ***57***	: 003A ***58***	; 003B ***59***	< 003C ***60***	= 003D ***61***	> 003E ***62***	? 003F ***63***

4_	@ 0040 ***64***	A 0041 ***65***	B 0042 ***66***	C 0043 ***67***	D 0044 ***68***	E 0045 ***69***	F 0046 ***70***	G 0047 ***71***	H 0048 ***72***	I 0049 ***73***	J 004A ***74***	K 004B ***75***	L 004C ***76***	M 004D ***77***	N 004E ***78***	O 004F ***79***
5_	P 0050 ***80***	Q 0051 ***81***	R 0052 ***82***	S 0053 ***83***	T 0054 ***84***	U 0055 ***85***	V 0056 ***86***	W 0057 ***87***	X 0058 ***88***	Y 0059 ***89***	Z 005A ***90***	[005B ***91***	\ 005C ***92***	] 005D ***93***	^ 005E ***94***	_ 005F ***95***
6_	` 0060 ***96***	a 0061 ***97***	b 0062 ***98***	c 0063 ***99***	d 0064 ***100***	e 0065 ***101***	f 0066 ***102***	g 0067 ***103***	h 0068 ***104***	i 0069 ***105***	j 006A ***106***	k 006B ***107***	l 006C ***108***	m 006D ***109***	n 006E ***110***	o 006F ***111***
7_	p 0070 ***112***	q 0071 ***113***	r 0072 ***114***	s 0073 ***115***	t 0074 ***116***	u 0075 ***117***	v 0076 ***118***	w 0077 ***119***	x 0078 ***120***	y 0079 ***121***	z 007A ***122***	{ 007B ***123***	| 007C ***124***	} 007D ***125***	~ 007E ***126***	DEL

8-биттік кестелерінің екінші жартысында (яғни 128-255 деген кодтарында) жергілікті әліпбилер орналасады. Латын әліпбиін қолданатын тілдерде – қосымша диакритикалық белгілі әріптер, латын емес әліпбилерде – толық сол жергілікті әліпбиі.

Ең кең таралған 8-биттік кесте – ISO-8859-1 (Latin 1) стандартты кестесі (2-кесте). Бұл стандарт бір қатар батыс еуропалық ықпалды тілдерді қамтамасыз етеді, соңдықтан барлық дерлік ақпараттық жүйелерде қолдау тапқан.

Кесте 2. **ISO-8859-1 (Latin 1) стандартты кестесі**

	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**
8_																
9_																
A_	BSP 00A0 ***160***	00A1 ***161***	00A2 ***162***	00A3 ***163***	00A4 ***164***	00A5 ***165***	00A6 ***166***	00A7 ***167***	00A8 ***168***	00A9 ***169***	00AA ***170***	00AB ***171***	00AC ***172***	HY 00AD ***173***	00AE ***174***	00AF ***175***
B_	00B0 ***176***	00B1 ***177***	00B2 ***178***	00B3 ***179***	00B4 ***180***	00B5 ***181***	00B6 ***182***	00B7 ***183***	00B8 ***184***	00B9 ***185***	00BA ***186***	00BB ***187***	00BC ***188***	00BD ***189***	00BE ***190***	00BF ***191***
C_	00C0 ***192***	00C1 ***193***	00C2 ***194***	00C3 ***195***	00C4 ***196***	00C5 ***197***	00C6 ***198***	00C7 ***199***	00C8 ***200***	00C9 ***201***	00CA ***202***	00CB ***203***	00CC ***204***	00CD ***205***	00CE ***206***	00CF ***207***
D_	00D0 ***208***	00D1 ***209***	00D2 ***210***	00D3 ***211***	00D4 ***212***	00D5 ***213***	00D6 ***214***	00D7 ***215***	00D8 ***216***	00D9 ***217***	00DA ***218***	00DB ***219***	00DC ***220***	00DD ***221***	00DE ***222***	00DF ***223***
E_	00E0 ***224***	00E1 ***225***	00E2 ***226***	00E3 ***227***	00E4 ***228***	00E5 ***229***	00E6 ***230***	00E7 ***231***	00E8 ***232***	00E9 ***233***	00EA ***234***	00EB ***235***	00EC ***236***	00ED ***237***	00EE ***238***	00EF ***239***
F_	00F0 ***240***	00F1 ***241***	00F2 ***242***	00F3 ***243***	00F4 ***244***	00F5 ***245***	00F6 ***246***	00F7 ***247***	00F8 ***248***	00F9 ***249***	00FA ***250***	00FB ***251***	00FC ***252***	00FD ***253***	00FE ***254***	00FF ***255***

Осы ASCII + ISO-8859-1 кестесіндегі таңбалар шеңберінен шықпаған тіл латын әліпбиінің ыңғайын толық көреді. Бұдан басқа бірнеше ISO-8859 стандарттар, өзге латын әліпбиін қолданатын тілдерге арналған: ISO-8859-2 (Latin 2) – шығыс еуропалық, ISO-8859-3 (Latin 3) – оңтүстік еуропалық,

ISO-8859-4 (Latin 4) – солтүстік еуропалық тілдерге арналған. Әрбір кесте осы аталған тілдердің диакритикалық белгілермен түрлендірілген әріптер жиынтығын қамтамасыз етеді, бірақ ақпараттық жүйелерде ISO-8859-1 (Latin 1) стандартынан сирек кездеседі. Түрік әліпбиінде, өзге тілдерде мүлдем кездеспейтін Iı (нүктесіз і) әріпі бар болғандықтан, түріктер жеке арнайы стандартқа ие-ISO-8859-9 (Latin 5).

Ал енді түркітілдес республикаларда жүргізілген әліпби реформаларына салыстырмалы түрде аз-кем талдау жасап өтейін.

Бізден бұрын латын әліпбиіне көшкен елдерде жүргізілген латын графикасына көшу реформаларының артықшылықтары мен кемшіліктері негізінен ұқсас болып келеді. Дегенмен, айырмашылықтар да жоқ емес.

Әзірбайжан Республикасы. Әзірбайжан мемлекетінде «Латын графикасы негізіндегі Әзірбайжан әліпбиін қалпына келтіру туралы» Заң 1991 жылғы 25 желтоқсанда қабылданды. 1991 жылы басталған әліпби реформасы 10 жылға созылып, ел Президенті Гейдар Әлиевтің 2001 жылғы 18 маусымдағы «Мемлекеттік тілдің қолданысын жетілдіру туралы» Жарлығынан кейін нәтиже берді. Латынға негізделген жаңа әліпбиінде 32 әріп бар. Бұның ішінде бесеуі қосымша таңбамен берілген (Шш-Şş, Fғ-Ğğ, Өө-Öö, Үү -Üü, Чч -Çç,), ал Ыы әріпіне нүктесіз і (Iı) таңбасы алынған, Әә әріпіне Әə таңбасы алынған. Латын әліпбиіндегі Ww таңбасы мүлдем алынбаған. Ğğ, Şş, Iı, Әə таңбалары ASCII + ISO-8859-1 стандартты кестесінде жоқ таңбалар. ASCII кестелерінде аз кездеседі. Әə таңбасы ISO-8859-9e стандартты кестесінде, ал Iı таңбасы ISO-8859-9 (Latin 5), ISO-8859-9e стандартты кестелерінде кездеседі. Бұлар мүлдем аз кездесетін кестелер. Сонымен Әзірбайжан мемлекеті ешбір қолданыстағы 8-биттік стандартқа сәйкес келмейтін таңбалар жиынтығын қабылдаған. Ыңғайлы жағына келер болсақ, қосарлы таңбаларының мүлдем жоқтығымен ерекшеленеді.

Түркия Республикасы. «Түркиядағы латын жазуына көшу науқанын Мұстафа Кемал Ататүріктің бастамасымен 1928 жылғы 23 мамырда құрылған «Тіл комиссиясы» қадағалады. Комиссия 9 адамнан құралып, олар әліпби жобасын әзірлеуге, орфографиялық және грамматикалық ережелерді жасауға қатысты. Ал 1928 жылдың 1 қарашасында «Жаңа түрік әріптерін қабылдау мен қолдану туралы» Заң қабылданып, араб графикасы жазба кеңістігінен ресми түрде шығарылды» [5]. 1929 жылы Түркия тегістей латын әрпіне көшірілді. Дегенмен әліпби құрастыруда бірқатар кемшіліктерге жол берілгенін айта кеткен жөн. «Атап айтқанда, әліпбиде түркі халықтары тілдерінің фонетикалық жүйесіне тән Ң, Қ, Ұ дыбыстары таңбаланбай қалды. Осының салдарынан түрік есімдері мен сөздері қате жазылып, орфографиялық ереже көпке дейін қиындық туғызды. Латын жазуына көшу арқылы әліпбиге енбей қалған дыбыстарды таңбалау мәселесі Түркия үшін әлі күнге дейін өзекті болып отыр» [5, 9-б.]. Латынға негізделген әліпбиінде 30 әріп бар. Бұның ішінде бесеуі қосымша таңбамен берілген (Шш-Şş, Fғ-Ğğ, Өө-Öö, Үү -Üü, Чч -Çç,), С таңбасын Дж деп оқиды, ал Ыы әрпіне нүктесіз і (Iı) таңбасы алынған. Бұнда да сол латын әліпбиіндегі Ww, Хх таңбалары мүлдем алынбаған. Ğğ, Şş, Iı таңбалары ASCII + ISO-8859-1 стандартты кестесінде жоқ таңбалар. Бұның себебін латын әліпбиіне көшу реформасы ақпараттану заманынан бұрын жасалғандықтан ISO-8859 кестелеріне негізделмегенен деп түсінуге болады.

Негізінде әліпбилері Әзірбайжан әліпбиімен өте ұқсас болып келеді. Бірақ ASCII ISO-8859-9e стандартты кестесін емес, қолданыста жоқ тек өздері ғана қолданатын ASCII ISO-8859-9 (Latin 5) стандартты кестесін қабылдаған. Ал Әзірбайжан мемлекетінің ISO-8859-9e стандартын қабылдау себебі, Әə әрпіне ешбір кестеде кездеспейтін Әə таңбасын қалдыруында. Ыңғайлы жағына келер болсақ қосарлы таңбаларының мүлдем жоқтығымен ерекшеленеді.

Өзбекстан Республикасы. Өзбекстанда 1993 жылдың 2 қыркүйегінде Өзбекстан Республикасы Жоғарғы Мәжілісі өзінің XIII сессиясында «Латын графикасына негізделген өзбек әліпбиін енгізу туралы» Заң қабылданды. Өзбекстанда латын графикасына көшу процесі ұзаққа созылып, жаңа әліпби жобасына 4 рет өзгеріс енгізілді.

Өзбекстанның латын графикасындағы ерекшеліктерді тоқталар болсақ: - Өзбек әліпбиінде 29 әріп және 1 қосымша белгі «’» - апостроф бар. Үш қосарлы Hg hg, CH ch, SH sh дауыссыз және екі G’g’, O’o’ диакритикалық белгі бар. Латын әліпбиіндегі Ww таңбасы мүлдем алынбаған. Бірақ қосымша таңбамен берілген таңбалар жоқ. Бұл дегеніміз ASCII стандарт кестесінің бірінші жартысымен (00-7F) шектеледі (1-кесте), яғни кез келген 8-биттік кестеге сәйкес келеді. Кемшілігі – тырнақша

әдетте әріптер санатына жатпайды да, ақпараттық жүйелер тұтас сөзді бірнеше сөз ретінде танып, жаңылып қалуы мүмкін. Мұны реттеу үшін керек бағдарламаларды әдейі бейімдеуге тура келеді.

Түркіменстан Республикасы. Түркіменстанда әліпби реформасы 1991 жылы басталып 1996 жылы аяқталуы тиіс болғанымен, іс жүзінде ол 2000 жылы аяқталды. 1991 жылы Кеңестік одақ тараған тұста Түркіменстан президенті С. Ниязов жаңа латын әліпбине көшу туралы өкім шығарды. Түрікмендердің латынға негізделген жаңа әліпбиінде 30 әріпінің ішінде 8 қосымша (Žž, Ýý, Şş, Öö, Üü, Çç, Ää, Ňň) таңбалар бар. Латын әліпбиіндегі Cc, Qq, Vv, Xx таңбалары қолданылмаған. Осы төрт таңбаны жаңа әліпбиге қосқанда қосарлы таңба төртке қысқарып жазу, оқу жағы ыңғайлырақ болар еді [6]. Ыңғайлы жағы оларда қосарлы таңба жоқ.

Қорытынды. «Түркітілдес елдердің латын графикасына көшу реформаларына зерттеу жүргізу арқылы Қазақстан үшін осы елдердің әліпби реформасының жағымды жақтарын алып, латын графикалы әліпбиге көшудің қазақстандық моделін жасаудың болашағы зор» [7]. Іріктеп қолданатын тәжірибе ретінде Түркияның халықты жаңа жазуға үйрету әдістемесі мен тілді үйренудегі патриоттық сананы тәрбиелеу идеологиясын, Әзірбайжанның – мемлекеттік тіл мен әліпбиді ұлттық рәміздер қатарына қосу саясатын, латын графикасын білім жүйесі мен баспа ісінде қолдану технологиясын, жаңа жазуда классикалық әдебиеттерді көп данамен шығару тәжірибесін, Өзбекстанның - әліпби реформасы кезінде жүзеге асыратын іс-шараларды анықтауы мен қаржыландыру көлемін белгілеу тәжірибесін қолданған жөн. Ал Түркіменстанның латын графикасына көшу реформасынан «бір дыбысқа – бір әріп» қағидатын қатаң ұстану тәжірибесін алудың лингвистикалық маңызы зор. Сонымен қатар, 1920-1940 жылдардағы қазақ әліпбиін латын графикасына көшіру тәжірибесінің оң жақтарын да ескерген абзал» [4, 13-б.].

«Ал аталған елдердің барлығына тән латын графикасына көшудің ең басты жетістігіне – әліпби реформасының аталған елдердің мемлекеттік тілдерінің қолданыс аясын кеңейтуі мен осы халықтардың кириллица арқылы берілетін отарлық тоталитарлық сәйкестіліктен құтылып, ұлттық сәйкестіліктерін қалыптастыруын жатқызуға болады» [4, 10-б.].

Латын әліпбиге көшудің мақсаты – кең тараған стандарттарға қосылып, жан-жақты дамыған, қолданысқа тиімді ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар саласында ыңғайлы жазу жүйесіне ие болу. Сондықтан әліпбиімізде қолданылатын таңбаларды таңдағанда шынайы кең таралған стандарттарға жүгіну керек. Ақпараттық жүйелерде ең көп таралған латын таңбалар жиынтығы – ISO-8859-1 (Latin 1). Жаңа әліпбиді жобалағанда осы стандарттың шеңберінде қалған ыңғайлы.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Назарбаев Н.Ә. «Қазақстан – 2050» Стратегиясы қалыптасқан мемлекеттің жаңа саяси бағыты» атты Қазақстан халқына Жолдауы. - Астана, 2012ж.14 желтоқсан.

[2] Шүкіруұлы С., Тілешов Е. «Алаштың» тілдік мұрасы. Мақалалар жинағы. Тілдерді дамыту басқармасы. «Руханият» орталығы. - Астана.- 279 бет.

[3] Ziad M. Alasmer, Bilal M. Zahran, Belal A. Ayyoub, Monther A. Kanan. A Comparison between English and Arabic Text Compression // Contemporary Engineering Sciences, Vol. 6, 2013, no. 3, 111 - 119

[4] Досанов Н.Е. Латын әліпбиіне көшудегі техникалық мәселелер //А.Ясауи атындағы Халықаралық қазақтүрік университетінің хабаршысы, №1 (81), 2013, 98-104бб.

[5] Садуақасов А.Қ. Түркітілдес мемлекеттердің латын графикасына көшудегі саяси-лингвистикалық ұстанымдары: генезисі және эволюциясы. Саяси ғылымдардың кандидаты ғылыми дәрежесін алу үшін дайындалған диссертацияның автореферат. Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті. -Астана, 2010, 16 –бет.

[6] Досанова А.Ж. Латын әліпбиі негізінде сауат ашу әдістемесі. Педагогика ғылымдарының кандидаты ғылыми дәрежесін алу үшін дайындалған диссертациясының автореферат. Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті. -Алматы, 2009, 24-бет.

[7] Еркибаева Г., Мейирбеков А., Досанов Н. Причины перехода на латинскую графику. // Социосфера №1, (РИНЦ и DOAJ), 2014 С.66-69.

Досанов Н.Е.

Технические вопросы, которые необходимо учесть при переходе казахского языка на латинский алфавит

Резюме. В настоящее время тенденция увеличения доли казахскоязычного контента в интернете более актуальна**.** Поэтому, наша страна отстает от многих стран по использованию информационных систем. В работе представлены технические вопросы, которые необходимо учесть при переходе казахского языка на латинский алфавит. В статье учитывается важность набора латинской графики ISO-8859-1 (Latin 1), который всесторонне распространен в сфере информационных технологий. А также рассмотрены преимущества и недостатки реформ по переходу на латинскую графику, осуществленных в тюркоязычных странах.

Ключевые слова: латинский алфавит, кириллица, коды, таблицы ASCII, таблицы Unicode, стандарты ISO-8859-1 (Latin 1).

Dosanov N.

Technical problems need to be considered upon transition of the Kazakh language to the latin alphabet

Abstract. Currently, the trend of increasing the share of Kazakh-content on the Internet is more relevant. Therefore, our country lags behind many countries on the use of information systems. The paper presents the technical issues that need to be taken into account in the transition of the Kazakh language to the Latin alphabet. The article takes into account the importance of a set of ISO-8859-1 Latin alphabet (Latin 1), which comprehensively is spread in the field of information technology. And also the advantages and disadvantages of the reforms for the transition to the Latin alphabet, carried out in the Turkic-speaking countries are considered.

Keywords: Latin alphabet, cyrillics, codes, ASCII tables, unicode tables, ISO-8859-1 Standards (Latin 1).

УДК 539.3

V.N. Ukrainets[1], Zh.O. Otarbayev[2], S.R. Girnis[1]
([1]Pavlodar State University after S. Toraighyrov
Pavlodar, Republic of Kazakhstan
vitnikukr@mail.ru
[2]Kazakh National Research Technical University after K.I. Satpayev
Almaty, Republic of Kazakhstan)

ELASTIC SEMISPACE REACTION ON PERIODIC LOAD MOVING OVER INNER SURFACE OF CAVITY

Annotation. One of the main problems in designing transport tunnels is finding a safe speed range of moving in them objects whereby the surrounding tunnel rocks vibration caused by moving objects would not affect adversely namely on the underground structure and nearby ground structures. The elastic half-spaces weakened by the cavity have become our investigation models.

Key words: elastic semispace with a cylindrical cavity, periodic moving load, tense-deformed condition.

Let's consider an infinitely long circular cylindrical cavity with the radius *R*, arranged in a linearly elastic, homogeneous and isotropic half-space, ascribed to the moving Cartesian reference system $x, y, \eta = z - ct$ or cylindrical coordinate system $r, \theta, \eta = z - ct$ (Fig. 1). In the a Cartesian coordinate system the *z*-axis coincides with the cavity axis that is parallel to the load-free plane semispace boundary and where the axis *x* is perpendicular to this semispace boundary ($x \le h$).

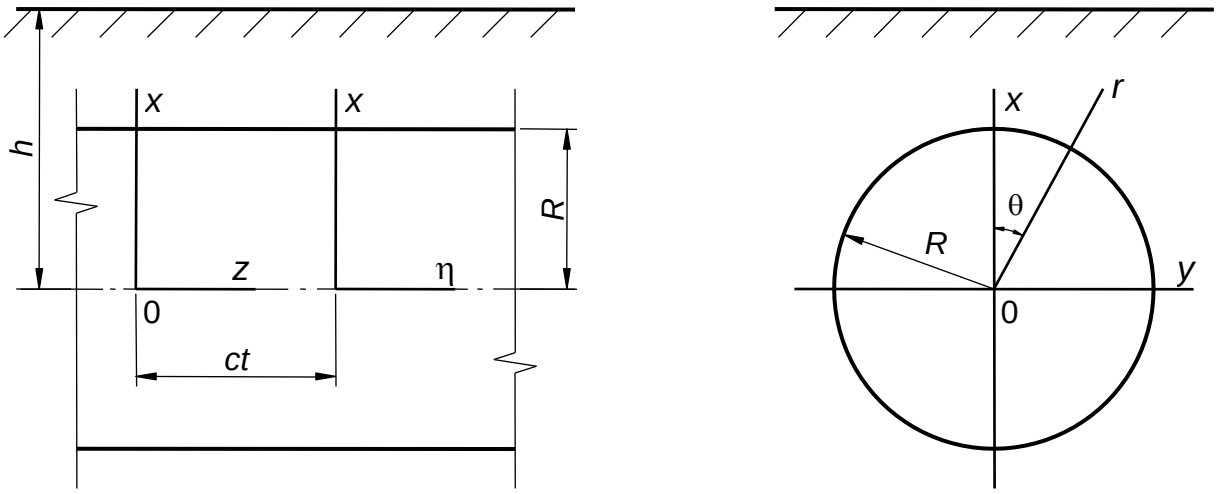


Figure 1. Cavity in elastic half-space

Suppose cavity surface acts on moving with a constant speed *c*, lower than the speed of propagation of shear waves in the medium (subsonic case) in the *z*-axis load intensity $P(\theta,\eta)$, periodic in η and be represented in the form of a sinusoidal load with an arbitrary dependence on the angular position

$$P(\theta,\eta)=p(\theta)e^{i\xi\eta},\quad p(\theta)=\sum_{n=-\infty}^{\infty}P_n e^{in\theta},$$

$$P_j(\theta,\eta)=p_j(\theta)e^{i\xi\eta},\quad p_j(\theta)=\sum_{n=-\infty}^{\infty}P_{nj}e^{in\theta},\quad j=r,\theta,\eta, \tag{1}$$

where $P_j(\theta,\eta)$ – components of intensity of dynamic load $P(\theta,\eta)$.

Boundary conditions on the cavity surface, thus, are written as the form

$$\sigma_{rj}\big|_{r=R}=P_j(\theta,\eta),\quad j=r,\theta,\eta, \tag{2}$$

where σ_{rj} – components of the stress tensor in the medium.

Since the half-space boundary is free of load, then with $x=h$

$$\sigma_{xx}=\sigma_{xy}=\sigma_{x\eta}=0. \tag{3}$$

Let's define the half-space reaction on this moving load.

For this we use equations of elastic medium motion in the moving coordinate system

$$\left(M_p^{-2}-M_s^{-2}\right)\text{grad div}\,\mathbf{u}+M_s^{-2}\nabla^2\mathbf{u}=\partial^2\mathbf{u}/\partial\eta^2. \tag{4}$$

Here **u** – vector displacement of elastic medium; $M_p = c/c_p$, $M_s = c/c_s$ – the Mach numbers, $c_p=\sqrt{(\lambda+2\mu)/\rho}$, $c_s=\sqrt{\mu/\rho}$ – propagation speed of expansion, compression waves and of shear in the medium, $\lambda = 2\mu\nu/(1-2\nu)$, μ – a shear modulus, ν – Poisson's ratio, ρ – density; ∇^2 – Laplace operator.

The vector **u** can be expressed in terms of Lame potentials [1]

$$\mathbf{u}=\text{grad}\,\varphi_1+\text{rot}\left(\varphi_2\mathbf{e}_\eta\right)+\text{rot rot}\left(\varphi_3\mathbf{e}_\eta\right), \tag{5}$$

which, as follows from (4) and (5) satisfy the equations

$$\nabla^2\varphi_j=M_j^2\,\partial^2\varphi_j/\partial\eta^2,\ j=1,2,3, \tag{6}$$

where $M_1 = M_p$, $M_2 = M_3 = M_s$.

In the steady state, the dependence of all quantities from η has the form of (1), so $\varphi_j(r,\theta,\eta)=\Phi_j(r,\theta)e^{i\xi\eta}$. Substituting the last expression in (6), we obtain

$$\nabla_2^2\Phi_j-m_j^2\xi^2\Phi_j=0,\ j=1,2,3, \tag{7}$$

where ∇_2^2 – a two-dimensional Laplace operator, $m_j = (1 - M_j^2)^{1/2}$.

Expressing the components of stress-strain state (SSS) of the medium through Lame potentials one can obtain expressions for displacements u_l and stresses σ_{lm} from a sinusoidal load in the Cartesian coordinate system ($l = x,y,\eta$, $m = x,y,\eta$) and cylindrical coordinates system ($l = r,\theta,\eta$, $m = r,\theta,\eta$) as the function of Φ_j.

In a subsonic case $M_s < 1$ ($m_2 = m_3 > 0$) one can represent the solutions of equations in (7) by superpositions of waves − cylindrical surface $\Phi_j^{(1)}$ and plane $\Phi_j^{(2)}$ [2]

$$\Phi_j = \Phi_j^{(1)} + \Phi_j^{(2)}, \tag{8}$$

$$\Phi_j^{(1)} = \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_{nj} K_n(k_j r) e^{in\theta}, \tag{9}$$

$$\Phi_j^{(2)} = \int_L g_j(\xi,\zeta) \exp\left(iy\zeta + (x-h)\sqrt{\zeta^2 + k_j^2}\right) d\zeta. \tag{10}$$

Here $K_n(k_j r)$ – the Macdonald functions, $k_j = |m_j \xi|$; $g_j(\xi,\zeta)$, a_{nj} – the unknown functions and the coefficients to be determined. The choice of the contour L is associated with characteristic properties of $g_j(\xi,\zeta)$ functions.

The components of Fourier-Bessel series (9) – partial solutions of the equations (7) – describe the waves radiated by the cylindrical cavity and decaying at infinity ($r \to \infty$), if

$$\operatorname{Re} k_j > 0. \tag{11}$$

In real $\xi \neq 0$ $k_j = m_j|\xi| > 0$, the conditions of (11) are fulfilled.

The subintergration functions in (10) also satisfying the equations in (7), describe the plane harmonic waves reflected by the half-space boundary and dying at $x \to -\infty$, if

$$\operatorname{Re}\sqrt{\zeta^2 + k_j^2} \geq 0, \quad \operatorname{Im}\sqrt{\zeta^2 + k_j^2} \leq 0. \tag{12}$$

The conditions for radicals in (12) – the radiation conditions for waves reflected from the half-space boundary. The first of them gives the dying away of solutions on the infinity. The second one, according to physical representations, shows that reflected waves move from the half-space boundary. Therefore, the contour L in the complex plane $\zeta = \zeta_1 + i\zeta_2$ should be chosen in such a way so that to fulfill the conditions (12).

Suppose that $L = (-\infty, \infty)$, i.e. it coincides with the real axis $\zeta_1 \equiv \zeta$. Then

$$\Phi_j^{(2)} = \int_{-\infty}^{\infty} g_j(\xi,\zeta) \exp\left(iy\zeta + (x-h)\sqrt{\zeta^2 + k_j^2}\right) d\zeta. \tag{13}$$

In this case, the conditions in (12) are fulfilled, if to fix a positive sign of the radical.

Let coefficients a_{nj} are assumed as known (which corresponds to the problem on the radiator, moving along the axis z, whereby the potential is given in the form (9)). Let's express $g_j(\xi,\zeta)$ through a_{nj}. To do this, let's expand the functions (9) onto plane waves and use the representation [2] for $M_j < 1$

$$K_n(kr)e^{in\theta} = \frac{1}{2}\int_{-\infty}^{\infty}\left(\frac{\zeta + \sqrt{\zeta^2 + k^2}}{k}\right)^n \frac{\exp\left(iy\zeta - x\sqrt{\zeta^2 + k^2}\right)}{\sqrt{\zeta^2 + k^2}} d\zeta, \tag{14}$$

$$\operatorname{Re}\sqrt{\zeta^2 + k^2} \geq 0, \quad \operatorname{Re} k \geq 0, \quad x > 0.$$

Substituting (14) into (8), let's present the potentials in Cartesian coordinates system

$$\Phi_j = \int_{-\infty}^{\infty}\left[\frac{e^{-xf_j}}{2f_j}\sum_{n=-\infty}^{\infty} a_{nj}\Phi_{nj} + g_j(\xi,\zeta)e^{(x-h)f_j}\right] e^{iy\zeta} d\zeta, \tag{15}$$

где $f_j = \sqrt{\zeta^2 + k_j^2}$, $\Phi_{nj} = \left(\frac{\zeta + f_j}{k_j}\right)^n$, $j = 1,2,3.$

Let's use boundary conditions in (3), taking into account those in (15). Singling out the coefficients at $e^{iy\zeta}$ and setting them to zero, in view of the arbitrariness of y, we obtain the system of three equations whereby we find $g_i(\xi,\zeta)$

$$g_j(\xi,\zeta)=\sum_{k=1}^{3}\frac{\Delta_{jk}^{*}}{\Delta_{*}}e^{-hf_k}\sum_{n=-\infty}^{\infty}a_{nk}\Phi_{nk}\,. \tag{16}$$

Here $\Delta_{*}=\left(2\rho_{*}^{2}-\beta^{2}\right)^{2}-4\rho_{*}^{2}\sqrt{\rho_{*}^{2}-\alpha^{2}}\sqrt{\rho_{*}^{2}-\beta^{2}}$,

$$\Delta_{11}^{*}=\frac{\Delta_{*}}{2\sqrt{\rho_{*}^{2}-\alpha^{2}}}-\frac{\left(2\rho_{*}^{2}-\beta^{2}\right)^{2}}{\sqrt{\rho_{*}^{2}-\alpha^{2}}},\ \Delta_{12}^{*}=-2\zeta\left(2\rho_{*}^{2}-\beta^{2}\right),\ \Delta_{13}^{*}=2\xi\left(2\rho_{*}^{2}-\beta^{2}\right)\sqrt{\rho_{*}^{2}-\beta^{2}},$$

$$\Delta_{21}^{*}=-\frac{M_s^2}{m_s^2}\Delta_{12}^{*},\quad \Delta_{22}^{*}=-\frac{\Delta_{**}}{2\sqrt{\rho_{*}^{2}-\beta^{2}}},\quad \Delta_{23}^{*}=-4\xi\zeta\,\frac{M_s^2}{m_s^2}\sqrt{\rho_{*}^{2}-\alpha^{2}}\sqrt{\rho_{*}^{2}-\beta^{2}},$$

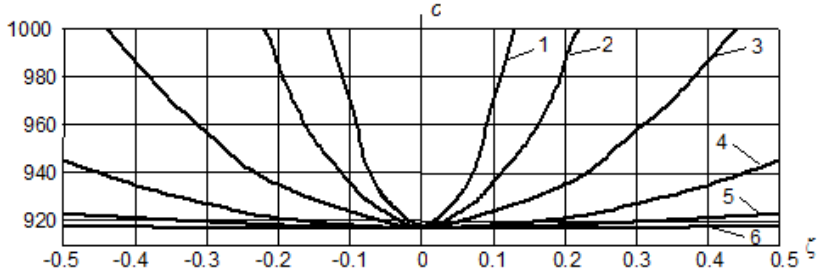
$$\Delta_{31}^{*}=-\frac{\Delta_{13}^{*}}{m_s^2\xi^2},\quad \Delta_{32}^{*}=\frac{\Delta_{21}^{*}}{\beta^2},\quad \Delta_{33}^{*}=-\frac{\Delta_{**}}{2\sqrt{\rho_{*}^{2}-\beta^{2}}}+\frac{\left(2\rho_{*}^{2}-\beta^{2}\right)^{2}}{\sqrt{\rho_{*}^{2}-\beta^{2}}},$$

$$\alpha=M_p\xi,\quad \beta=M_s\xi,\quad \rho_{*}^{2}=\xi^{2}+\zeta^{2},\quad \Delta_{**}=\left(2\rho_{*}^{2}-\beta^{2}\right)^{2}-4\rho_{**}^{2}\sqrt{\rho_{*}^{2}-\alpha^{2}}\sqrt{\rho_{*}^{2}-\beta^{2}},$$

$$\rho_{**}^{2}=\xi^{2}+\left(2/m_s^2-1\right)\zeta^{2}.$$

Notice that $\Delta_{*}(\rho_{*})$ – the Rayleigh determinant which vanishes when $\rho_{*R}^{2}=\xi^{2}M_R^{2}$, or at two points $\pm\zeta_R=\pm|\xi|\sqrt{M_R^2-1}$, where $M_R=c/c_R$ – the Mach number, c_R – the rate of the surface Rayleigh wave, which will be called the Rayleigh velocity. The latter implies that the $\Delta_{*}(\rho_{*})$ does not vanish on the real axis, if $M_R<1$, or $c<c_R$, that is, at the pre-Rayleigh load speeds. In this case, the axis ζ_1 can be kept as the contour of integration L in (10) because all integrands are continuous and quickly tend to zero at the infinity, which can be shown by using the property of limitedness of the load carrier boundary. Therefore, the integrals (13) exist and satisfy the conditions of dying-away at infinity. That is, in this case the solution is accepted as solved or built. It should be noted that the Rayleigh velocity c_R is slightly lower (by 5÷10%) than the velocity of shear waves in the medium.

Fig. 2 shows the graphs $c(\zeta)$, corresponding to the equation $\Delta_{*}(\rho_{*})=0$ for different values of ξ (ξ = 0,3; 0,5; 1,0; 2,0; 4,0; 16,0). Calculations have been made for siltstone: ν = 0,2, μ = 2,532·10^9 Pa, ρ = 2,5·10^3 kg/m^3, c_p = 1643,4 m/s, c_s = 1006,4 m/s, c_R = 917 m/s.



Curves notation: ξ=0,3 (1); ξ=0,5 (2); ξ=1,0 (3); ξ=2,0 (4); ξ=4,0 (5); ξ=16,0 (6).

Figure 2

The picture shows that all curves have the same minimum $c=c_R$ = 917 m/s at $\zeta=0$ and at any $\xi\neq 0$. With increase ξ the curves tend to occupy the position of the straight line $c=c_R$, i.e. at $\xi\to\infty$ $\Delta_{*}(\rho_{*})=0$ for any ζ, if $c=c_R$. Indeed, the root of the equation $\Delta_{*}(\rho_{*})=0$ $c=|\rho_{*}|c_R/|\xi|$ in the limit $\xi\to\infty$ is equal to c_R.

At super Rayleigh velocities of the load movement $c_R<c<c_s$ ($M_R>1$) for the fixed values of c and ξ $\Delta_{*}(\rho_{*})=0$ in points $\pm\zeta_R$ of the real axis ζ_1, where the integrands in (10) have a first-order pole i.e. they

have nonintegrable characteristics. Therefore, the integrals in (10) does not exist in the usual sense. But by deforming the contour of integration L by passing the singularities in points $\pm\zeta_R$ on ε- semicircles in the areas wherein the radiation conditions are satisfied (12) and making ε to tend to zero, one can obtain the solution and in this case including:

$$\Phi_j = \text{V.P.}\int_{-\infty}^{\infty}\left[\frac{e^{-xf_j}}{2f_j}\sum_{n=-\infty}^{\infty}a_{nj}\Phi_{nj} + e^{(x-h)f_j}\sum_{k=1}^{3}\frac{\Delta^*_{jk}}{\Delta_*}e^{-hf_k}\sum_{n=-\infty}^{\infty}a_{nk}\Phi_{nk}\right]e^{iy\zeta}d\zeta -$$

$$-i\pi\sum_{n=-\infty}^{\infty}\sum_{k=1}^{3}a_{nk}\left\{\frac{e^{(x-h)f_j-iy\zeta_R}}{\Delta^*_\zeta}\Delta^*_{jk}e^{-hf_k}\Phi_{nk}\Big|_{\zeta=-\zeta_R} - \frac{e^{(x-h)f_j+iy\zeta_R}}{\Delta^*_\zeta}\Delta^*_{jk}e^{-hf_k}\Phi_{nk}\Big|_{\zeta=\zeta_R}\right\}.$$

Here, in the second line of the formula there are the residues of integrands in the stated points, $\Delta^*_\zeta = \dfrac{\partial\Delta_*(\xi,\zeta)}{\partial\zeta}$. Using the asymptotic properties of the integral in the sense of the principal value, this formula implies that at $y\to\pm\infty$

$$\Phi_j \approx 2\pi i\,\text{sgn}\,y\sum_{n=-\infty}^{\infty}\sum_{k=1}^{3}a_{nk}\frac{e^{(x-h)f_j\mp iy\zeta_R}}{\Delta^*_\zeta}\Delta^*_{jk}e^{-hf_k}\Phi_{nk}\Big|_{\zeta=\mp\zeta_R}.$$

Given a multiplier $\exp(i\xi\eta)$ it follows that at the super Rayleigh velocities of the load movement along the free surface of half-space $x = h$ there start to arise the Rayleigh waves spreading in the semi-plane $(y>0,\eta)$ in the direction of the wave vector (ζ_R,ξ). As for the half-plane $(y<0,\eta)$ they arise in the direction of $(-\zeta_R,\xi)$.

In $c = c_R$ the integrands (10) have strong peculiarities, that are non-integrable even in the sense of principal value. In this case a stationary solution of the problem does not exist (the amplitudes of forced waves increase indefinitely).

For the pre-Rayleigh load speed the expressions in (15), including those in (16), can be rewritten in the form

$$\Phi_j = \int_{-\infty}^{\infty}\left[\frac{e^{-xf_j}}{2f_j}\sum_{n=-\infty}^{\infty}a_{nj}\Phi_{nj} + e^{(x-h)f_j}\sum_{k=1}^{3}\frac{\Delta^*_{jk}}{\Delta_*}e^{-hf_k}\sum_{n=-\infty}^{\infty}a_{nk}\Phi_{nk}\right]e^{iy\zeta}d\zeta. \qquad (17)$$

Including (17) the calculation formulas, the component of half-space stress-strain state in Cartesian coordinates can be written as

$$u_l = \int_{-\infty}^{\infty}\sum_{j=1}^{3}\left(\text{T}^{(1)}_{lj}F^{(1)}_{nj} + \text{T}^{(2)}_{lj}F^{(2)}_{nj}\right)e^{i(y\zeta+\xi\eta)}d\zeta,$$

$$\frac{\sigma_{lm}}{\mu} = \int_{-\infty}^{\infty}\sum_{j=1}^{3}\left(S^{(1)}_{lmj}F^{(1)}_{nj} + S^{(2)}_{lmj}F^{(2)}_{nj}\right)e^{i(y\zeta+\xi\eta)}d\zeta. \qquad (18)$$

Here: $l = x,y,\eta,\ m = x,y,\eta$;

$$F^{(1)}_{nj} = \frac{e^{-xf_j}}{2f_j}\sum_{n=-\infty}^{n=\infty}a_{nj}\Phi_{nj},\quad F^{(2)}_{nj} = e^{(x-h)f_j}\sum_{k=1}^{3}\frac{\Delta^*_{jk}}{\Delta_*}e^{-hf_k}\sum_{n}a_{nk}\Phi_{nk},$$

$$T^{(1)}_{x1} = -T^{(2)}_{x1} = -f_1,\quad T^{(1)}_{x2} = T^{(2)}_{x2} = -\zeta,\quad T^{(1)}_{x3} = -T^{(2)}_{x3} = f_3\xi,$$

$$T^{(1)}_{y1} = T^{(2)}_{y1} = i\zeta,\quad T^{(1)}_{y2} = -T^{(2)}_{y2} = if_2,\quad T^{(1)}_{y3} = T^{(2)}_{y3} = -i\xi\zeta,$$

$$T^{(1)}_{\eta1} = T^{(2)}_{\eta1} = i\xi,\quad T^{(1)}_{\eta2} = T^{(2)}_{\eta2} = 0,\quad T^{(1)}_{\eta3} = T^{(2)}_{\eta3} = -im_s^2\xi^2,$$

$$S^{(1)}_{xx1} = S^{(2)}_{xx1} = n_2 + 2(f_1^2 - \xi^2m_p^2),\quad S^{(1)}_{xx2} = -S^{(2)}_{xx2} = 2\zeta f_2,\quad S^{(1)}_{xx3} = S^{(2)}_{xx3} = -2f_3^2\xi,$$

$$S^{(1)}_{yy1} = S^{(2)}_{yy1} = n_2 - 2(\zeta^2 + \xi^2m_p^2),\quad S^{(1)}_{yy2} = -S^{(2)}_{yy2} = -2f_2\zeta,\quad S^{(1)}_{yy3} = S^{(2)}_{yy3} = 2\xi\zeta^2,$$

$S^{(1)}_{\eta\eta 1} = S^{(2)}_{\eta\eta 1} = n_2 - 2n_1, \quad S^{(1)}_{\eta\eta 2} = S^{(2)}_{\eta\eta 2} = 0, \quad S^{(1)}_{\eta\eta 3} = S^{(2)}_{\eta\eta 3} = 2m_s^2\xi^3,$

$S^{(1)}_{xy1} = -S^{(2)}_{xy1} = -2f_1\zeta i, \quad S^{(1)}_{xy2} = S^{(2)}_{xy2} = -(f_2^2 + \zeta^2)i, \quad S^{(1)}_{xy3} = -S^{(2)}_{xy3} = 2f_3\xi\zeta i,$

$S^{(1)}_{\eta y1} = S^{(2)}_{\eta y1} = -2\xi\zeta, \quad S^{(1)}_{\eta y2} = -S^{(2)}_{\eta y2} = -\xi f_2, \quad S^{(1)}_{\eta y3} = S^{(2)}_{\eta y3} = n_2\zeta,$

$S^{(1)}_{x\eta 1} = -S^{(2)}_{x\eta 1} = -2f_1\xi i, \quad S^{(1)}_{x\eta 2} = S^{(2)}_{x\eta 2} = -\xi\zeta i, \quad S^{(1)}_{x\eta 3} = -S^{(2)}_{x\eta 3} = n_2 f_3 i,$

$n_1 = (1+m_p^2)\xi^2, \quad n_2 = (1+m_s^2)\xi^2.$

Represent Φ_j (8) in a cylindrical coordinate system with $c < c_R$.

Using the idea of analytic continuation form transformation [3] $e^{ikr\cos\theta} = \sum_{n=-\infty}^{\infty} i^n J_n(kr)e^{in\theta}$, we can find the representation for a surface wave [2]

$$\exp\left(iy\zeta + (x-h)\sqrt{\zeta^2+k^2}\right) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} I_n(kr)e^{in\theta}\left(\frac{\zeta+\sqrt{\zeta^2+k^2}}{k}\right)^n e^{-h\sqrt{\zeta^2+k^2}}.$$

Then, in the cylindrical coordinate system for $x < h$ we get

$$\Phi_j = \sum_{n=-\infty}^{\infty}\left(a_{nj}K_n(k_j r) + I_n(k_j r)\int_{-\infty}^{\infty} g_j(\xi,\zeta)\,\Phi_{nj}e^{-hf_j}\,d\zeta\right)e^{in\theta}.$$

Substituting into the last expression from (16) $g_j(\xi,\zeta)$,we find

$$\Phi_j = \sum_{n=-\infty}^{\infty}\left(a_{nj}K_n(k_j r) + b_{nj}I_n(k_j r)\right)e^{in\theta}, \tag{19}$$

where $b_{nj} = \sum_{k=1}^{3}\sum_{m=-\infty}^{\infty} a_{mk}A_{nj}^{mk}$, $A_{nj}^{mk} = \int_{-\infty}^{\infty}\frac{\Delta^*_{jk}}{\Delta_*}\Phi_{mk}\Phi_{nj}e^{-h(f_k+f_j)}d\zeta$.

In the context of the computing formula (19) the SSS component of the half-space in cylindrical coordinates can be written as

$$u_l = \sum_{n=-\infty}^{\infty}\sum_{j=1}^{3}\left[T^{(1)}_{lj}\left(K_n(k_j r)\right)a_{nj} + T^{(2)}_{lj}\left(I_n(k_j r)\right)b_{nj}\right]e^{i(\xi\eta+n\theta)},$$

$$\frac{\sigma_{lm}}{\mu} = \sum_{n=-\infty}^{\infty}\sum_{j=1}^{3}\left[S^{(1)}_{lmj}\left(K_n(k_j r)\right)a_{nj} + S^{(2)}_{lmj}\left(I_n(k_j r)\right)b_{nj}\right]e^{i(\xi\eta+n\theta)}. \tag{20}$$

Here $l = r,\theta,\eta, \quad m = r,\theta,\eta;$

$T^{(1)}_{r1} = k_1K_n'(k_1r), \quad T^{(1)}_{r2} = -\frac{n}{r}K_n(k_2r), \quad T^{(1)}_{r3} = -\xi k_3K_n'(k_3r),$

$T^{(1)}_{\theta 1} = \frac{n}{r}K_n(k_1r)\cdot i, \quad T^{(1)}_{\theta 2} = -k_2K_n'(k_2r)\cdot i, \quad T^{(1)}_{\theta 3} = -\frac{n}{r}\xi K_n(k_3r)\cdot i,$

$T^{(1)}_{\eta 1} = \xi K_n(k_1r)\cdot i, \quad T^{(1)}_{\eta 2} = 0, \quad T^{(1)}_{\eta 3} = -k_3^2K_n(k_3r)\cdot i,$

$S^{(1)}_{rr1} = 2\left(k_1^2 + \frac{n^2}{r^2} - \frac{\lambda M_p^2\xi^2}{2\mu}\right)K_n(k_1r) - \frac{2k_1K_n'(k_1r)}{r},$

$S^{(1)}_{rr2} = \frac{2n}{r^2}K_n(k_2r) - \frac{2k_2K_n'(k_2r)}{r}, \quad S^{(1)}_{rr3} = -2\xi\left(k_3^2 + \frac{n^2}{r^2}\right)K_n(k_3r) + \frac{2\xi k_3K_n'(k_3r)}{r},$

$S^{(1)}_{\theta\theta 1} = -2\left(\frac{n^2}{r^2} + \frac{\lambda M_p^2\xi^2}{2\mu}\right)K_n(k_1r) + \frac{2k_1K_n'(k_1r)}{r},$

$$S^{(1)}_{\theta\theta 2} = -\frac{2nK_n(k_2r)}{r^2} + \frac{2nk_2K'_n(k_2r)}{r},\quad S^{(1)}_{\theta\theta 3} = \frac{2\xi n^2K_n(k_3r)}{r^2} - \frac{2\xi k_3K'_n(k_3r)}{r},$$

$$S^{(1)}_{\eta\eta 1} = -2\xi^2\left(\frac{1+\lambda M_p^2}{2\mu}\right)K_n(k_1r),\quad S^{(1)}_{\eta\eta 2} = 0,\quad S^{(1)}_{\eta\eta 3} = 2m_3^2\xi^3K_n(k_3r),$$

$$S^{(1)}_{r\theta 1} = \left(-\frac{2nK_n(k_1r)}{r^2} + \frac{2nk_1K'_n(k_1r)}{r}\right)\cdot i,$$

$$S^{(1)}_{r\theta 2} = \left(-\left(k_2^2 + \frac{2n^2}{r^2}\right)K_n(k_2r) + \frac{2k_2K'_n(k_2r)}{r}\right)\cdot i,$$

$$S^{(1)}_{r\theta 3} = \left(\frac{2n\xi K_n(k_3r)}{r^2} - \frac{2n\xi k_3K'_n(k_3r)}{r}\right)\cdot i,$$

$$S^{(1)}_{\theta\eta 1} = -\frac{2n\xi K_n(k_1r)}{r},\quad S^{(1)}_{\theta\eta 2} = \xi k_2K'_n(k_2r),\quad S^{(1)}_{\theta\eta 3} = \frac{n\xi^2(1+m_3^2)K_n(k_3r)}{r},$$

$$S^{(1)}_{r\eta 1} = 2\xi k_1K'_n(k_1r)\cdot i,\quad S^{(1)}_{r\eta 2} = -\frac{\xi nK_n(k_2r)\cdot i}{r},\quad S^{(1)}_{r\eta 3} = -\xi^2k_3(1+m_3^2)K'_n(k_3r)\cdot i;$$

$K'_n(kr) = \dfrac{dK_n(kr)}{d(kr)}$; $T^{(2)}_{lj}$, $S^{(2)}_{lmj}$ is derived from $T^{(1)}_{lj}$, $S^{(1)}_{lmj}$ by replacing $K_n(k_jr)$ into $I_n(k_jr)$.

To find the coefficients a_{nj} we shall use the boundary conditions (2), including (1), (20). By equating the Fourier coefficients at $e^{in\theta}$, we obtain an infinite system of linear algebraic equations with a normal type determinant

$$\mu\sum_{j=1}^{3}\left[S^{(1)}_{rmj}\left(K_n(k_jR)\right)a_{nj} + S^{(2)}_{rmj}\left(I_n(k_jR)\right)b_{nj}\right] = P_{nm}, \tag{21}$$

$m = r,\theta,\eta;\ n = 0,\pm1,\pm2,...$

At a numerical implementation of the problem in order to solve the system of equations (21) it is convenient to use a method of successive reflections. To do it we represent Φ_j in the form of $\Phi_j = \sum_{k=0}^{\infty}\Phi_j^{(k)}$, where $\Phi_j^{(2k)} = \sum_{n=-\infty}^{\infty}a_{nj}^{(2k)}K_n(k_jr)\,e^{in\theta}$ (k = 0, 1, 2...) will be called the potentials of waves emitted by the cavity, and $\Phi_j^{(2k+1)} = \sum_{n=-\infty}^{\infty}a_{nj}^{(2k+1)}I_n(k_jr)\,e^{in\theta}$ (k = 0, 1, 2…) – the potentials of waves reflected by the half-space boundary.

With this in mind, the boundary conditions (21) can be represented in the form of the infinite system of block-diagonal type equations with matrices (3×3) along the main diagonal

$$\sum_{j=1}^{3}S^{(1)}_{rmj}\left(K_n(k_jR)\right)a_{nj}^{(2k)} = \begin{cases} P_{nm}/\mu, & k = 0,\\ -\sum_{j=1}^{3}S^{(2)}_{rmj}\left(I_n(k_jR)\right)a_{nj}^{(2k-1)}, & k \neq 0, \end{cases} \tag{22}$$

$m = r,\theta,\eta;\ n = 0,\pm1,\pm2,...$

The coefficients $a_{nj}^{(2k-1)}$ are being found by ratio $a_{nj}^{(2k-1)} = \sum_{l=1}^{3}\sum_{m=-\infty}^{\infty}a_{ml}^{2(k-1)}A_{nj}^{ml}$. Finally, we get: $a_{nj} = a_{nj}^{(0)} + a_{nj}^{(2)} + a_{nj}^{(4)} + ...$

The study of equation determinant (22) carried out in [2] have shown that at the pre-Rayleigh load movement velocities ($c < c_R$) the determinant does not vanish for any $\xi \neq 0$ (in this case, the system (22) has

the unique solution). The roots of the determinant appear only if $c \geq c_R$ (in this case, there occur resonance phenomena).

In the case of the load that is arbitrary and periodic in η and developing it as the Fourier series, we get for each component of the series the problem having been considered above.

As the problem in question is the model problem for a shallow subway then it follows that, in order to avoid the collapse of its roof, influence of surface Rayleigh waves on ground building structures and eventual formation in them of resonance oscillations, the speed rate for objects transported along the tunnel should be below the Rayleigh velocity c_R.

REFERENS

[1] L.I. Guz, V.D. Kubenko, M.A. Cherevko Diffraction of elastic waves. − Kiev: Naukova Dumka, 1978. − 308p.

[2] Zh.S. Erzhanov, Sh.M. Aytaliev, L.A. Alekseeva Dynamics of tunnels and underground pipelines. − Alma-Ata: Nauka, 1989. − 240 p.

[3] E.A. Ivanov Diffraction of electromagnetic waves on two bodies. − Minsk: Science and technology, 1968. − 584 p.

Украинец В.Н., Отарбаев Ж.О., Гирнис С.Р.

Қуыстың бетінде жылжыйтың периодты жүктемесінен серпімді жартылай кеңістіктің реакциясы

Түйіндеме. Әр түрлі дыбысқа дейін жылдамдықтармен шеңберлі цилиндрлік қуыстың бетінде бірқалыпты жылжып тұрған периодтық жүктеменің серпімді жартылай кеңістікке әсер ету туралы таяз көмілген тоннель үшін модельдік есебі зерттелген. Жартылай кеңістіктің қозғалысы жылжымалы координаталар жүйесіндегі серпімді теориясының динамикалық теңдеулермен қарастырылды, оларды шешу үшін айнымалыларды толық емес ажырату әдісі ұсынылды. Таяз көмілген тоннельдің шатыры қирамау үшін, жер үстіндегі құрылыс үймереттерге беткі Рэлей толқындары әсер етпеу үшін, сол үймереттерде резонанстық тербелістерді тудыру мүмкіндігі болмау үшін, тоннель ішінде тасымалдайтын объектілердің жылдамдық режимі Рэлей жылдамдығынан төмен болу керек деп көрсетілді.

Түйінді сөздер: цилиндрлік қуыспен серпімді жартылай кеңістік, қозғалатын периодты жүктеме, кернеу-деформациялық күйі.

Украинец В.Н., Отарбаев Ж.О., Гирнис С.Р.

Реакция упругого полупространства на движущуюся по поверхности полости периодическую нагрузку

Резюме. Исследуется модельная для тоннеля мелкого заложения задача о действии на упругое полупространство периодической нагрузки, равномерно движущейся по поверхности круговой цилиндрической полости с различными дозвуковыми скоростями. Движение полупространства описывается динамическими уравнениями теории упругости в подвижной системе координат, для решения которых предложен метод неполного разделения переменных. Показано, что во избежание обрушения кровли тоннеля мелкого заложения, а также воздействия поверхностных рэлеевских волн на наземные строительные сооружения и возможности возникновения в последних резонансных колебаний, скоростной режим транспортируемых по тоннелю объектов должен быть ниже рэлеевской скорости.

Ключевые слова: упругое полупространство с цилиндрической полостью, подвижная периодическая нагрузка, напряженно-деформированное состояние.

ӘӨЖ 625.7/8=512.122

В.Ю. Куликов, Г.Х. Адамова, М.М. Абдильдина
(Қарағанды мемлекеттік техникалық университет,
Қарағанды, Қазақстан Республикасы, Guldenaa@mail.ru)

РЕЗИНАЛЫҚ ҰНТАҚТЫҢ АСФАЛЬТ ЖОЛДАРЫНДА ҚОЛДАНЫЛУЫ МЕН ЭКОЛОГИЯЛЫҚ МАҢЫЗЫ

Аңдатпа: Мақаланың мақсаты тозған автокөлік шинасын ұнтақтау арқылы алынған, резина ұнтағын асфальт жол жабындарына қосу технологиясы қарастырылған. Араластырып қосу кезінде резина ұнтағының ең оптималды фракциясын таңдау зерттеу жұмысының негізгі мақсаты болып табылады. Қажетті фракцияны анықтау үшін әртүрлі өлшемді резина ұнтағын қосып бірнеше үлгі дайындалып, 50 тонналы прессту аппаратында сыналды. Алынған қорытындылар бойынша, өлшемі 1 мм резиналық ұнтақ ең жоғары көрсеткішті көрсетті.

Кілтті сөздер: резина, ұнтақ, фракция, шина, қайтаөңдеу, асфальт, жабын,щебень, битум, отсев, араластыру, температура, пресс, төзімділік, беріктік.

Соңғы жылдары көптеген мемлекеттерде, жалпы әлемде өндірістік қалдықтарды қайта өңдеу мәселесі күрделі сұраққа айналып отыр. Соның қатарында автокөліктің тозған шиналары мен резина техникалық бұйымдарды түрлендіру. Ол көптонналы полимерлі қалдықтардың бірі. Тозған шиналар құрамында құнды шикізат бар: резина – 66 %, текстильді корд – 17 %, металл – 16 %-ға дейін [1]. Сондықтан шинаны бөлшектеу алдында оны металл корды мен синтетикалық кордтан босатып алу керек. Мысалы, резина ұнтағында металл бөлшектері массаның 0,01-0,03 % аспауы шарт. Диаметрі 3-8 мм резина ұнтағына қарағанда, 0,7 мм(0,18-0,5 мм) өлшемді резина ұнтағының қолдану аясы өте кең.

Резиналық ұнтақ – дисперсиясы әртүрлі және форма өлшемдері де әртүрлі резина ұнтағы өзінің неізгі құрылымында бастапқы резинаның молекулярлық құрылысынжәне эластомерлі қасиеттерін сақтап қалады. Ал бөлшектердің бетін резиналық ұнтақ қасиетін жақсарту мақсатында активтендіруе болады. Ол бөлшек бетінің қабатын девулканизациялап, модификациялап, химиялық немесе физика-химиялық өңдеу арқылы іске асырылады [2].

Резиналанған асфальт – ол барлық қоспаның резина ұнтағы 2% құрайтын асфальт битумды қоспа.

Резина ұнтағы қосылған асфальт жолға төселген соң, қарағанда қарапайым асфальттан еш айырмашылығы жоқ. Бірақ түсі қап-қара болады. Тұтқырлығы мен жабысқақтық массасы артады [3].

Ылғалды жүйе – резина ұнтағы ыстық битуммен арнайы қондырғыда араластырылады. Араластырылған соң асфальтті қоспаға қосылады. Минимальді фракциялы резиналық ұнтақ қолданылады: 0,5 – 0,62мм.

Асфальтті қоспаға резиналық ұнтақты қосқанда резиналанған асфальтті қоспа асфальт массасының көлемін азайтады, себебі резиналық ұнтақ қоспаның 10% көлемін құрайды. Менің ұсынатын әдісім ылғалды жүйе. Себебі, осы әдісте резиналық ұнтақ асфальтпен қажетті қасиеттерге ие болады. Яғни араласатыру уақыты мен термпературасы асфальттің физика-химиялық қасиеттерін жоғарлатуға әсерін тигізеді. Ылғалды жүйе бойынша асфальтті бетонды дайындау үшін резина ұнтағын қосу технологиясына қажетті компоненттер тізімі:

1. Щебень – бейорганикалық дәнді себілмелі материал, дәндерінің өлшемі 5 мм-ден жоғары, оларды тау-кен пайдалы қазбаларын ұсақтау арқасында алады.

2. Гранитті щебеньді ұсақтау кезінде илеуіштен өткізілген топырақ.

Топырақ – жиналатын тау қазбасы, жасанды материал, тау дәндерінен құралған. Кварцтың таза минералы да бар.

3. Жол битумы.

Битум (лат.тілінен bitumen –тау смоласы) – қатты немесе смала тектес өнім, суда ерімейді, толығымен немесе бөлшектеп бензолда, хлороформде, күкірткөміртегінде және тағы басқа органикалық қоспаларда, тығыздығы 0,95-1,50 г/см ^{3} ериді. Битум құрамы: мұнайдың көміртегісінің жоғарымолекулалы күрделі қоспасы, сонымен қатар, оттегі, азот, металл қоспалары кіреді. Битумды мұнай қалдықтарын (гудрон, мазут, крекинг қалдықтары т.б.) күрделі өңдеуден өткізіп, алады. Элементті

химиялық құрамы, масса % үлесі бойынша: көміртегі 80 – 85; сутегі 8 – 12; оттегі 0,2 – 4; күкірт 0,5 – 10; азот 0,2 – 0,4.

4. Резиналық ұнтақ – автокөлік тозған шинасын қайта өңдеу өнімі.

5. Минералды ұнтақата. Қосымша төмен тығыздықты полиэтилен. Оны бұрынғы срейч-пленканы ұсақтап, бөгде заттардан шайып жасайды.

Асфальтті бетонға резиналық ұнтақты қосқанда жүретін химиялық реакциялар:

Алғашқы қосқанда, битумның сұйық көміртексутегінде резина ұнтағы ісінеді. Бұл процесс ароматты қосылыстардың үлкен көлеміне байланысты тез әрі жеңіл өтеді. Асфальтті бетон қоспасының минеральді бөлігі мен резина ұнтағы және битуммен араластырғанда ауамен қышқылданып, алғашқыда резинаның изопренді компоненті деструкцияланады. Себебі, резина ең жеңіл қышқылданғыш материал. Кез-келген топохимиялық реакциясы сияқты, бұл процесс резинаның сыртқы беткі бөлігінде болады. Бөлшектердің бетінде полярлы химиялық топтардың енгізілген жабысқақ адгезионды-активті қабат пайда болады. Соңында жалпы адгезиялық қасиет жоғарлайды. Резина құрамында изопренді немесе табиғи каучук аз немесе жоқ болса, битумның жалпы адгезиялық активтілігі төмендейді [4].

Асфальт өндірісіндегі жалпы өндіріс үрдісі:

1. Қоспаның әрбір компонентінің массасын өлшеу.
2. Қоспа компоненттерін дайындау.
3. Араластыру.

Компоненттерді асфальт өндірісіне дайындау екі сатыдан тұрады: инертті материалдар құрғақ болуы керек, битумды қыздыру керек.

1 кесте. **Асфальтті бетонды түрлендірудің физика-механикалық қасиеттері.**

Араластыру темп., ºС	Қысуға кедергі Rc, МПа аталмыш температурада						Сумен қанықтыру, %	Суға төзімділік коэфициенті,$К_в$	Жарылу темп., ºС
	0ºС	20ºС	50ºС	60ºС	70ºС	80ºС			
А. РДС маркалы резина ұнтағын асфальтқа қосылуы									
225	8,1	4,9	2,2	1,95	1,6	1,4	1,8	0,97	-39
205	8,0	4,8	2,1	1,85	1,5	1,3	1,7	0,97	-38
185	7,8	4,6	2,0	1,79	1,4	1,3	1,6	0,97	-37
165	7,6	4,3	1,9	1,76	1,3	1,2	1,6	0,95	-36
150	7,5	4,2	1,4	1,70	1,1	1,1	1,4	0,92	-34
В. Резиналық ұнтақтың қосылмаған жағдайы									
150	7,2	4,0	1,2	1,69	1,0	0,99	0,74	0,95	-25

Асфальт өндірісінің жүру урдісі:

Суық әрі дымқыл топырақ пен щебень қоймадан бункерлерге конвейерлер арқылы жүктеледі. Бункерден топырақ пен щебень қажетті мөлшерде төменде орналасқан агрегатты құрғататын барабанға түседі. Ол барабанда кептіріліп, жұмыс температурасына дейін қыздырылады. Барабанның топкаларында газды агрегатты күйіндегі отын арқылы қыздыру процессі жүреді. Резина битумды минеральды қоспа механикалық араластырғышта дайындалады. Біліктің айналу жылдамдығы 60 айн/мин

Қызып тұрған араластырғышқа қажетті температураға дейін қыздырылған минеральді ұнтақ пен битумды қосып, артынан резина ұнтағын қосады. Қоспаны араластыру ұзақтығы 3-5 минут. Араластырған соң қоспаны 60 минут ұстап тұру қажет.

Араластыру температурасын 150ºС-тан 225ºС-қа дейін жоғарлату және араластырудан кейін қоспаны ұстап тұру беріктіктің жоғары көрсеткіштерін қамтамасыздандырады. Жалпы, битум минеральді қоспаға резина ұнтағын қосу, жоғары температурада қысу кедергісін жоғарлатады. Төмен температурада жарылып кету қауіпін азайту ұзаққа төзімділікке әкеледі [5].

Аталмыш сызба технологиясы бойынша орташа көлемі 75,5 $см^3$, цилиндр формалы қалыптарға 12 асфальт үлгісі жасалды. 3 қалып – жай асфальт, 6 қалып – резиналанған. Үлгілер дайын болған соң, сынаққа жіберуден бұрын, оларды бір күн кептіру қажет. Кептіргеннен кейін үлгілердің биіктігі өзгерді. Жай асфальт үлгілерінің биіктігі 1-2 мм-ге кішірейді. Ал резиналанған асфальт өлшемін өзгертпеді. Сондықтан резиналанған асфальт қалыпын кеппей ұстап тұрады. Демек, асфальтті кептірмей, толтырғыш рөлін атқарады [6].

2 кесте. **Қоспа құрамындағы компоненттердің қатынасы, %**

Қоспа	мөлшері
Щебень	42,0-43,0
Топырақ	36,0-37,0
Минеральді ұнтақ	12,8-13,2
Тұтқыр мұнайлы битум	5,5-6,0
Резиналық ұнтақ	2,0

24 сағат өткеннен кейін үлгілерді гидравликалық өлшеуші прессте 50 тоннаның астында беріктікке сыналды. Сыналу уақыты 3 минут.

Құрылғы маркасы – ПГИ 500
Зауыттық нөмірі 166
Инвентрлі нөмірі 0001393
Сертификат нөмірі ВЛ-03-150000059
Экранда барлық мәліметтер көрсетіліп тұрады.

Сур.1. Өлшеуші прессте алынған мәліметтердің көрсеткіші

Аталмыш құрылғыдан алынған нәтижелер келесі.

1-үлгі, жай асфальт – 005,1 кН, салмағы 176г, диаметрі 5,4см, биіктігі 3,3 см. Тығыздығы: $\rho = \frac{176}{75.5см^3} = 2.33г/см^3$

2-үлгі, жай асфальт – 002,1 кН, салмағы 172г, диаметрі 5,4см, биіктігі 3,3 см. Тығыздығы: $\rho = \frac{172}{75.5см^3} = 2.27г/см^3$

3-үлгі, жай асфальт – 006,6 кН, салмағы 190 г, диаметрі 5,2см, биіктігі 3,2 см. Тығыздығы: $\rho = \frac{190}{70.04см^3} = 2.71г/см^3$

4-үлгі, резиналанған асфальт – 014,1 кН, салмағы 192г, диаметрі 5,4см, биіктігі 3,5 см. Тығыздығы: $\rho = \frac{192}{75.5см^3} = 2.54г/см^3$

5-үлгі, резиналанған асфальт – 010,1 кН, салмағы 180г, диаметрі 5,4см, биіктігі 3,5 см. Тығыздығы: $\rho = \frac{180}{75.5см^3} = 2.38г/см^3$

6-үлгі, резиналанған асфальт – 012,1 кН, салмағы 188г, диаметрі 5,4см, биіктігі 3,6 см. Тығыздығы: $\rho = \frac{188}{75.5см^3} = 2.49г/см^3$

7-үлгі, резиналанған асфальт – 008,1 кН, салмағы 200г, диаметрі 5,4см, биіктігі 3,6 см. Тығыздығы: $\rho = \frac{200}{75.5см^3} = 2.64г/см^3$

8-үлгі, резиналанған асфальт – 012,1 кН, салмағы 194г, диаметрі 5,2см, биіктігі 3,6 см. Тығыздығы: $\rho = \frac{194}{70.04см^3} = 2.76г/см^3$

9-үлгі, резиналанған асфальт – 011,1 кН, салмағы 196г, диаметрі 5,4см, биіктігі 3,5 см. Тығыздығы: $\rho = \frac{196}{75.5см^3} = 2.59г/см^3$

10-үлгі, резиналанған асфальт – 009,1 кН, салмағы 200г, диаметрі 5,4см, биіктігі 3,5 см. Тығыздығы: $\rho = \frac{200}{75.5см^3} = 2.64г/см^3$

11-үлгі, резиналанған асфальт – 013,1 кН, салмағы 190г, диаметрі 5,4см, биіктігі 3,5 см. Тығыздығы: $\rho = \frac{190}{75.5см^3} = 2.51г/см^3$

12-үлгі, резиналанған асфальт – 014,1 кН, салмағы 180г, диаметрі 5,4см, биіктігі 3,6 см. Тығыздығы: $\rho = \frac{180}{75.5см^3} = 2.38г/см^3$

Сур. 2. Резиналанған және жай асфальт үлгілері

Қорытындылай келе, резиналанған асльфальт көрсеткіштері 2-3 есе артығырақ. Демек, резиналанған асфальттың беріктігі өте жоғары.

3 кесте. **Резиналық ұнтақ қосылған және қосылмаған жол қасиеттерін салыстыру кестесі**

Асфальтті бетон жолының қасиеті	Резина ұнтағы қосылған асфальтті бетон жолының қасиеті
Температураға байланысты: Қалыпты – иілімдіпластикалық Жоғары – тұтқырпластикалық, жылжулар, балқу болады. Төмен – нәзік, жарықтар	Жылуға және суыққа төзімділік ауқымы кеңейген, климатаралық температураларға төзімді, деформациялық қасиеттері жақсарған
Беріктілігі 20°С - 2,45-2,94 МН/м^2(20-30 кг/см^2) 50°С - 0,98-1,17 МН/м^2(10-12 кг/см^2)	Беріктілігі 20°С - 2,94-3,52 МН/м^2 50°С - 1,17-1,42 МН/м^2
Жылына 0,2-1,5мм жол қабаты тозады	Мүлдем тозбайды
Суға төзімділік коэфициенті 0,9	Суға төзімділік коэфициенті 1,08
жолдың шулы характеристикалары 10-26,6 dB	жолдың шулы характеристикаларын 3-8dB (70%ға дейін) азайтады.
Жоғары температурада үгілуге бейім	Қоспа ішіндегі компоненттерді біріктіреді

Қорыта келгенде, резиналық ұнтақты асфальттібетон жолына қосу технологиясын қолдану, алдағы уақытта жол құрылысының ұзақ уақыт қызмет етуін қамтамасыздандырып, жол жөндеу жұмыстарына кететін шығынды айтарлықтай үнемдейді. Сонымен қатар, қалдықсыз өндіріс қоршаған ортаға да беретін әсері мол.

Тәжірибені жоспарлауда келесі ұстанымдар орындалуы тиіс: тәжірибенің жалпы санын минималды ету; процесті анықтайтын барлық айнымалылырды арнайы алгоритм ережесімен түрлендіру; тәжірибе жасаушының әрекеттерін рәсімдейтін математикалық аппараттар қолдану; тәжірибенің әр кезеңінен кейін негізгі шешім қабылдайтындай стратегия анық боглуы тиіс.

4 кесте. Тәжірибеге алынған уақыт, резина ұнтағы, араластыру температурсының берілгендері

№	Резиналық ұнтақтың фракциясы, мм	Араластыру температурасы, С°	Араластыру уақыты, сек
1	1,55	130	80
2	1,6	131	65
3	1,65	131,5	100
4	1,7	132	68
5	1,75	135	98
6	0,6	145	85
7	0,65	142	63
8	4	142,5	90
9	3,8	140	71
10	3,7	120	90
11	3,65	124	86
12	2	127	90
13	2,05	130	65
14	2,1	138	79
15	0,7	139	75
16	0,75	145	67
17	0,8	132	75
18	3,6	120	74
19	3,55	122	80
20	3,5	130	73
21	3,45	132	60
22	1,8	140	72
23	1,85	143	94
24	1,9	125,5	75
25	0,9	129	85
26	0,95	139,5	89
27	1	142,5	87
28	1,05	122,5	75
29	1,95	137	76
30	2,15	144	69
31	3	129,5	77
32	3,3	140	78
33	1,1	141	88
34	1,15	136	95
35	1,2	125	84
36	3,35	125	80
37	3,4	130	62
38	2,2	128	90
39	2,25	134	85

40	1,25	135,5	94
41	1,3	123	65
42	1,5	124,5	70
43	1,45	132,5	98
44	2,3	135	83
45	2,45	126	61
46	1,35	127,5	66
47	1,4	133	95
48	2,35	121	64
49	2,4	134,5	96
50	0,8	120	82

5 кесте. **Қатарларды орналастыру анализінің қорытындысы**

№	Интервал	y	y'	n_i	$n_i\ y'$	$n_i\left(y'\right)^2$	$n_i\left(y'\right)^3$	$n_i\left(y'\right)^4$	ω_i	Есеп P_i
1	0.357-0.842	0.599	-3	5	-15	45	-135	405	0.1	0,036
2	0.842-1.327	1.084	-2	10	-20	40	-80	160	0.2	0,096
3	1.327-1.812	1.569	-1	10	-10	10	-10	10	0.2	0,268
4	1.812-2.297	2.054	0	10	0	0	0	0	0.2	0,224
5	2.297-2.782	2.539	1	3	6	12	24	48	0.006	0,214
6	2.782-3.267	3.024	2	2	4	8	16	32	0.04	0,141
7	3.267-4	3.633	3	10	30	90	270	810	0.2	0,0117
8	Бастапқы қатыстық моменттер			50	-5	205	-85	1465	1	0,99
9	Бастапқы қатыстық моменттерді белгілеу				-0.1	4.1	-1.7	29.3		

Бастапқы моменттер: $m_i = \dfrac{\sum n_i y'}{n}$;

$$m_1 = \frac{-5}{50} = 0.1$$

$$m_2 = \frac{205}{50} = 4.1$$

$$m_3 = \frac{-85}{50} = -1.7$$

$$m_4 = \frac{1465}{50} = 29.3$$

Орталық моменттер: $\bar{x} = i \cdot m_i + c_0$;

$$\bar{x}_1 = 0{,}485 \cdot (0.1) + 2.054 = 2.1025$$

Интервал бойынша орташа мәні: $\mu_2 = i^2 \cdot (m_2 - m_1^2)$;

$$\mu_2 = 0.485^2 \cdot (4.1 - 0.1^2) = 0.962$$

$$\mu_3 = i^3 \cdot (m_3 - 3m_2 \cdot m_1 + m_1^3);$$
$$\mu_3 = 0.485^3 \cdot (-1.7 - 3 \cdot 4.1 \cdot 0.1 + 2 \cdot 0.1^3) = -0.334$$
$$\mu_4 = i^4 \cdot (m_4 - 4m_3 \cdot m_1 + 6m_2 m_1^2 - 3m_1^4);$$
$$\mu_4 = 0.485^4 \cdot (29.3 - 4 * -1.7 * 0.1 + 6 * 4.1 * 0.1 * 0.1 - 3 * 0.1^4) = 14.659$$
$$\mu_2 = i^2 \cdot (m_2 - m_1^2) = S^2;$$

$$S^2 = 0.962;$$
$$S = 0.98;$$

Интервалға дөп түсу ықтималдылығы

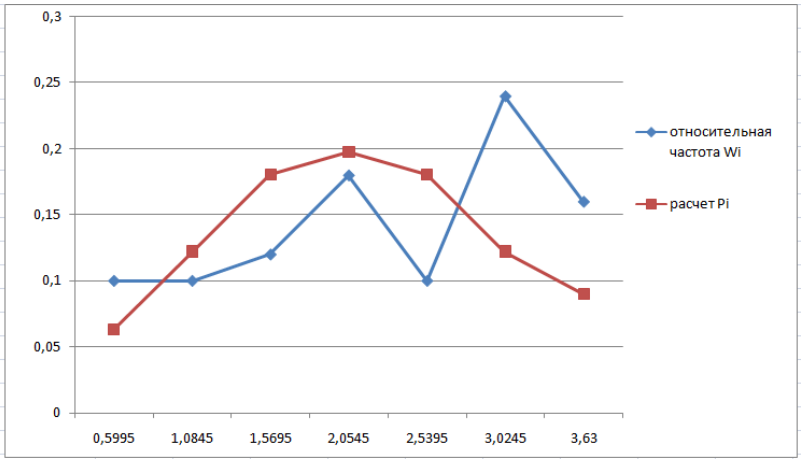
$$P_1 = \phi\left(\frac{5.518 - 5.899}{0.23}\right) - \phi\left(\frac{5.382 - 5.899}{0.23}\right) = \phi(-1.64) - \phi(-2.23) = 0.0505 - 0.0139 = 0.036$$
$$P_2 = \phi\left(\frac{5.654 - 5.899}{0.23}\right) - \phi\left(\frac{5.518 - 5.899}{0.23}\right) = \phi(-1.05) - \phi(-1.64) = 0.1469 - 0.0505 = 0.096$$
$$P_3 = \phi\left(\frac{5.79 - 5.899}{0.23}\right) - \phi\left(\frac{5.654 - 5.899}{0.23}\right) = \phi(-0.469) - \phi(-1.05) = 0.3192 - 0.0505 = 0.268$$
$$P_4 = \phi\left(\frac{5.926 - 5.899}{0.23}\right) - \phi\left(\frac{5.79 - 5.899}{0.23}\right) = \phi(0.116) - \phi(-0.469) = 0.5438 - 0.3192 = 0.224$$
$$P_5 = \phi\left(\frac{6.062 - 5.899}{0.23}\right) - \phi\left(\frac{5.926 - 5.899}{0.23}\right) = \phi(0.7) - \phi(0.116) = 0.7580 - 0.5438 = 0.214$$
$$P_6 = \phi\left(\frac{6.198 - 5.899}{0.23}\right) - \phi\left(\frac{6.062 - 5.899}{0.23}\right) = \phi(1.288) - \phi(0.702) = 0.8997 - 0.7580 = 0.141$$
$$P_7 = \phi\left(\frac{6.198 - 5.899}{0.23}\right) - \phi\left(\frac{6.468 - 5.899}{0.23}\right) = \phi(2.45) - \phi(1.5) = 0.9938 - 0.9821 = 0.0117$$

$$A = \frac{\mu_3}{S^3};\ A = \frac{-0.334}{0.941} = -0.354 \qquad D(A) = 0.354$$

Ассиметрия қатынасы (қалыпты сызықтан жоғары немесе төмен)

$$E = \frac{\mu_4}{S^4};\ E = \frac{14.659}{0.922} = 15.899;$$

Эксесс қатынасы $D(E) = 2{,}95$



Сур. 3. Қатыстық тазалық пен есептеулердің резиналық ұнтақ фракциясының өзгеруіне қатынасы

Жұмысты орындау барысында зерттеу объектісінің математикалық моделін қолданамыз. *Математикалық модел* деп оптимизация параметрі мен факторларды байланыстыратын теңдеуді айтамыз. Ол теңдеу жалпы түрде төмендегідей болады:

$$\gamma = \varphi(x_1, x_2, \ldots, x_к),$$

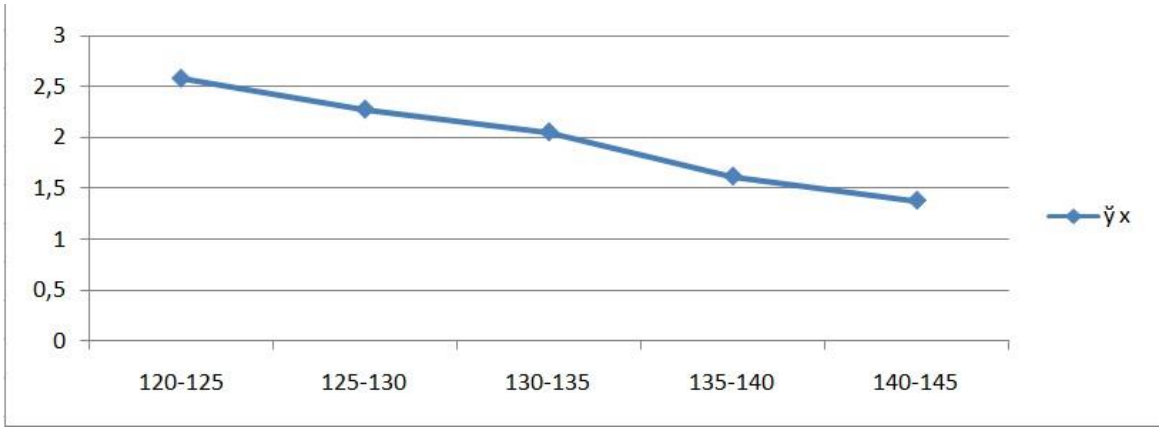
мұндағы φ ( ) математикадағы функцияны білдіреді, яғни бұл жерде *отклик функциясы*. Біздің тәжірибемізде математикалық модел күкірт мөлшерін қыздыру уақыты мен көмір ұнтағы ылғалдылығымен байланыстырады.

6 кесте. **Резиналық ұнтақ фракциясының араластыру температурасына тәуелділігі**

№	интервал	y'	120-125	125-130	130-135	135-140	140-145	$\sum m_y$
1	0.357-0.842	-3	---	1	---	1	3	5
2	0.842-1.327	-2	4	1	---	4	1	10
3	1.327-1.812	-1	2	1	6	1	---	10
4	1.812-2.297	0	1	2	1	2	2	8
5	2.297-2.782	1	1	2	2	---	---	5
6	2.782-3.267	2	---	1	---	---	---	1
7	3.267-4	3	3	3	---	1	2	11
$\sum(m_x)$			13	11	9	9	8	50
$\sum(m_x * y')$			7	7	-4	-9	-5	
$y' = \sum(m_x * y') / \sum(m_x)$			0.538	0.636	-0.444	-1	-0.625	

$\ddot{y}_x = C_0 + [\sum(m_x \cdot y') / \sum(m_x)] \cdot i.$ $y = x^b$, функцияның шығуы

1) $\ddot{y}_x = 2.054 + [0.538]*0,485 = 2.315$
2) $\ddot{y}_x = 2.054 + [0,636]*0,485 = 2.362$
3) $\ddot{y}_x = 2.054 + [-0,444]*0,485 = 2.269$
4) $\ddot{y}_x = 2.054 + [-1]*0,485 = 2.539$
5) $\ddot{y}_x = 2.054 + [-625]*0,485 = 2.357$



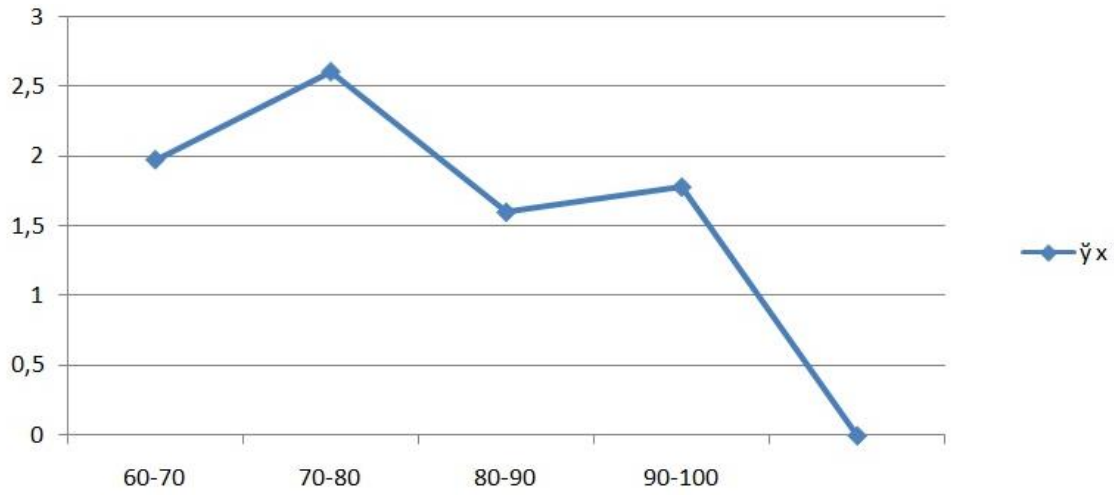
Сур. 4. Резиналық ұнтақ фракциясының араластыру температуратурасына тәуелділігі

7 кесте. **Резиналық ұнтақ фракциясының араласыру уақытына тәуелділігі**

№	интервал	y'	60-70	70-80	80-90	90 -100	m_y	∑
1	0.357-0.842	–3	2	1	1		---	4
2	0.842-1.327	–2	2	1	6		1	10
3	1.327-1.812	–1	3	3	---		5	11
4	1.812-2.297	0	2	3	3		1	9
5	2.297-2.782	1	2	---	1		1	4
6	2.782-3.267	2	---	1	---		---	1
7	3.267-4	3	2	6	2		1	11
∑(m_x)			13	15	13		9	50
∑(m_x*y')			-5	12	-8		-3	
y'=∑(m_x*y')/∑(m_x)			0.384	0.8	0.615		0. 333	

$ў_x = C_0 + [\sum(m_x \cdot y') / \sum(m_x)] \cdot i.$ $y = x^b$, функцияның шығуы

1. $ў_x = 2.054 + [0.384]*0,485 = 2.240$
2. $ў_x = 2.054 + [0,8]*0,485 = 2.442$
3. $ў_x = 2.054 + [0,615]*0,485 = 2.352$
4. $ў_x = 2.054 + [0,333]*0,485 = 2.215$



Сур. 5. **Резиналық ұнтақ фракциясының араластыру уақытына тәуелділігі**

Тәжірибеге әсер етеін әрбір фактор бірнеше мәнге ие болуы мүмкін. Мұндай мәндерді деңгейлер деп атаймыз. Фактор көп мәнге ие бола алады. Алайда тәжірибеде дәлдік шектеулі болғандықтан кез келген факторды белгілі бір дискретті деңгейдегі мәнге ие деп алуға болады. Біздің тәжірибе жағдайында факторлар қыздыру уақыты мен көмір ұнтағының ылғалдылығы болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Никольский В.Г. Вторичные ресурсы // №1 сс.48-51 – 2002 г.

[2] Абильхасова А.Е. Шина резиналарының рецептуралық құрылымына әсер ететін факторлар // ӘОЖ 629.3.027. С. Торайгыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті

[3] Касаткин М.М. Переработка амортизованных автомобильных (авиационных) шин и отходов резины // Москва “СигналЪ” – 2000 г.- сс.29-30.

[4] Артемов В.М., Макаренкова Л.П., Купермидт М.Л. Изучение влияние природы резиновой крошки и температуры смешения на свойства резинобитумных композиций. // Производство шин, резинотехнических изделий – 1983 – №7 – с.4-7.

[5] Смирнов Н.В., Смирнов Б.М., Булгаков А.П. Использование резиновой крошки в наполнении битума для асфальтового покрытия автодорог // Фирма: НПГ «ИНФОТЕХ» - Адрес статьи: www.bitrack.ru

[6] Сұранқұлов Ш.Ж. Резина ұнтағы қосылған өндіріс қалдығынан дайындалған асфальтты бетон // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С.Сейфуллина. – 2012. -№4 (75). – Б

Куликов В. Ю., Адамова Г.Х., Абдильдина М.М.

Использование резиновой крошки на асфальтированных дорогах и ее экологическое значение

Резюме. Резиновая добавка способна создавать препятствия для попадания воды внутрь материала, потому участок, асфальтированный с использованием такого состава, менее подвержен разрушению и дольше сохраняет свою твёрдость. Основная цель работы определить зависимость качества асфальта от размера фракции добавляемой резиновой крошки. Самый оптимальный размер фракции является 1мм.

Ключевые слова: резина, порошок, фракция, асфальт, шина, качество, прочность, пресс, температура, битум, отсев

Kulikov V., Adamova G., Abdildina M.

The use of rubber crumbs on asphalt roads and its ecological value

Summary. Rubber crumb is obtain by granulating car's tire. Large attention is paid to the problem of utilization of forming and always growing numbers of waste products of production and consumption, including threadbare tires. Auto tires are one of the most multitonnage polymeric wastes. The usual asphaltic road contains 5-6% of linking material. Rubbed asphalt is contain 7-9% of linking material. This material keeps on basic molecular structure and different properties of initial rubber.

Key words: rubber, powder, fraction, asphalt, bus, quality, durability, press, temperature, bitumen, elimination

УДК: 004.855 - 004.67

[1]Е.Н. Амиргалиев, [2]Ш.Шамиль-уулу, [3]Ч Кеншимов, [4]Л Черикбаева
([1]Институт информационных и вычислительных технологии КН МОН РК
[2]Университет имени Сулейман Демиреля
[3,4]Казахский национальный университет им аль-Фараби
amir_ed@mail.ru, shahriar.shamiluulu@sdu.edu.kz)

О НЕКОТОРЫХ ЧИСЛЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ РАСПОЗНАВАНИЯ С МАШИННЫМ ОБУЧЕНИЕМ

Аннотация. Исследована проблема решения задач распознавания объектов с машинным обучением. В работе проведен сравнительный анализ методов и алгоритмов машинного обучения, оценка их эффективности и производительности. Точность выбранного алгоритма доказана с помощью вычислительных экспериментов, предложена реализация программного сопровождения.

Ключевые слова: распознавание, алгоритм, компьютерное зрение, программирование, обработка данных.

В современных условиях цифровой техники и технологий компьютерные средства и технологии компьютерного зрения используются во многих областях человеческой деятельности, являясь удобными и многофункциональными инструментами для решения широкого круга задач. Многие отрасли технологии получения, обработки, хранения и передачи информации в основном сосредоточены на разработке систем, в которых информация носит характер изображений.

Компьютерное зрение - принимать решения о реальных физических объектах и сценах, основанных на воспринимаемых изображениях. Компьютерное зрение тесно связано с областью обработки видео и изображений, когда трудно однозначно понимать сцену с использованием компьютерных средств. Сейчас компьютерное зрение часто становится неотъемлемой частью интеллектуальных технических систем, как роботы.

В настоящее время из-за быстрого развития цифрового представления окружающего мира, цифровое видео и распознавание объектов на изображениях, понимание сцен являются перспективными задачами. Последние годы активно развиваются технологии в области распознавания образов и предлагают различные методы распознавания с использованием таких подходов, как метод основных компонентов, методы, использующие гистограммы, алгоритм Виола-Джонса, статистические и другие методы [1]. Часть этих алгоритмов распознавания инвариантна относительно объекта, другие используют такие априорные знания об объекте, как: форма, цветовая шкала, относительное позиционирование частей и других частей.

Несмотря на то, что в реальном мире существует огромное количество различных объектов, значительный интерес представляет разработка алгоритмов для обнаружения более узкого класса объектов, который является гранью человека. Конкретными практическими реализациями алгоритмов распознавания лиц могут быть:

– системы автоматического учета количества посетителей;

– система контроля переездов в офисах, аэропортах и метро;

– автоматическая система предотвращения несчастных случаев и многое другое.

Задача обнаружения человеческого лица сложна по нескольким причинам:

– высокая изменчивость человеческих лиц, вызванная анатомическими особенностями отдельных лиц;

– различные условия освещения, которые определяются типом, количеством и направлением источников света;

– необходимость выявления лиц, находящихся в любых положениях и наклонностях. Существующие потребности в создании таких систем накладывают строгие ограничения на скорость алгоритмов, которые должны работать в ближайшем будущем. Однако даже самые быстрые из существующих подходов (Viola 2001, Lienhart 2002) позволяют обнаруживать лица в реальном времени

только в вертикальном положении человека и не подходят для обнаружения людей, повернутых в плоском изображении под любым углом.

Для успешного функционирования системы распознавания лиц обеспечение высокой скорости работы должно сочетаться с небольшим числом ложных срабатываний. В существующих системах с коэффициентом обнаружения свыше 90% наблюдается экспоненциальный рост числа ложных обнаружений, что затрудняет использование этих систем, когда требуется обнаружение процентов, близких к 100% [2,3].

Целью работы является повышение эффективности распознавания конкретных объектов на цифровых изображениях путем разработки и внедрения новых и модифицированных алгоритмов. Повышение эффективности позволило улучшить следующие характеристики: увеличить процент обнаружения объекта, уменьшить процент ложного обнаружения, сократить время обработки изображения по сравнению с результатами существующих алгоритмов.

Для решения этой проблемы предполагают решение следующих задач:

−описать особенности и решение проблемы обнаружения конкретного объекта или части объекта на сцене, обзора подходов и алгоритмов обнаружения, определить их ограничения;

−разработать новые и модифицировать существующие алгоритмы для решения проблемы обнаружения и идентификации конкретного объекта на сцене;

−реализовать предложенные алгоритмы в программном модуле распознавания с использованием машинного обучения.

Для повышения достоверности распознавания объектов будем применять метод распознавания с машинным обучением с реализацией программного сопровождения. Будем использовать язык программирования Python, как самый удобный и популярный язык программирования, часто используемый в мире в научных исследованиях.

Структура scikit-learn предоставляет новейшую реализацию многих известных алгоритмов машинного обучения, сохраняя при этом простой в использовании интерфейс, тесно связанный с языком программирования Python. Исходный код и документация каркаса можно получить в http://scikit-learn.sourceforge.net. Структура может быть применена к растущей потребности в анализе статистических данных для аналитиков, не являющихся специалистами в области программного обеспечения и веб-промышленности, а также в областях за пределами информатики, таких, как биология или физика, где цель состоит в том, чтобы создать модель прогнозирования или классификации для многомерного набора данных с помощью процесса, показанного на рисунке–1. Структура scikit-learn имеет много отличий от других инструментариев машинного обучения по нескольким причинам, таких как: включает в себя скомпилированный код для эффективности [2], зависит только от NumPy и SciPy, чтобы облегчить легкое распределение, и фокусируется на императивном программировании. В то время, как структура в основном написана на Python-е, она включает в себя библиотеки C ++ LibSVM [3] и LibLinear [4].

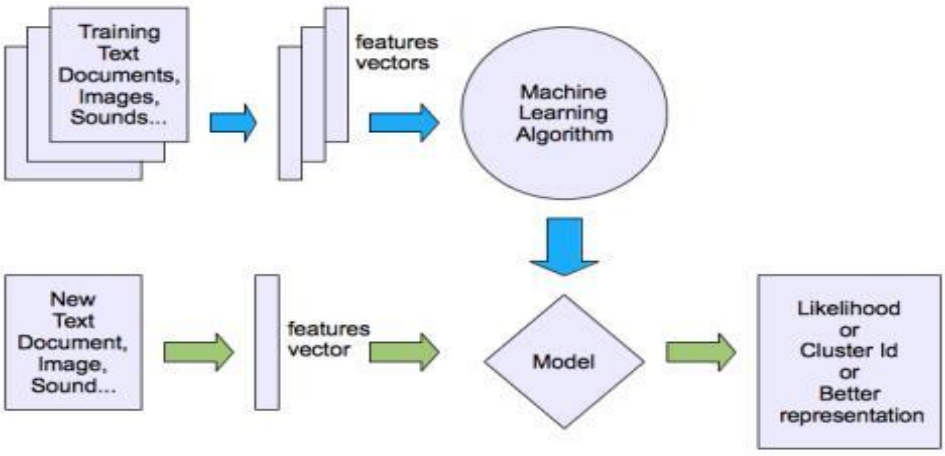
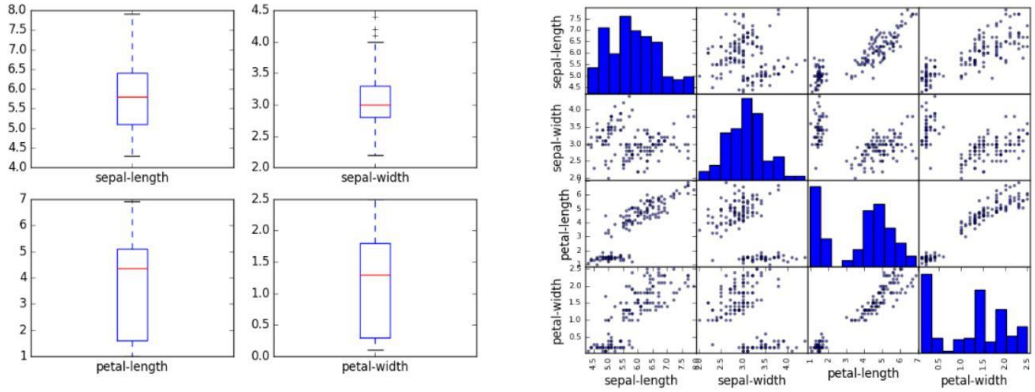


Рис. 1. Задача обучения с учителем (Источник scikit-learn.org)

Набор данных IRIS (Ирис) был использован для целей классификации по scikit-learn с пятью различными алгоритмами машинного обучения с учителем, такие как: к-ближайшие соседи, дерева решений, наивный байесовский классификатор, логистическая регрессия и поддержка векторных машин. Набор данных содержит 150 экземпляров, четыре функции, такие как: чашелистик и лепестковые длины, чашелистиков и лепестков ширины с тремя различными цветами классов, т.е. setosa, versicolour, virginica [5].

Перед применением каких-либо алгоритмов машинного обучения, данные должны быть проанализированы. На рисунке-2 приведены описательные анализы признаков и распределение каждой переменной. В графиках рассеяния показано соотношение между каждым атрибутом в наборе данных и идентификации выбросов. Обратите внимание на диагональную группировку некоторых пар атрибутов. Это предполагает высокую корреляцию и предсказуемые отношения.



A. Описательные анализы особенностей **B.** Распределения данных

Рис. 2. Описательный анализ и распределение признаков

Такой анализ дает нам более четкое представление о распределении входных признаков и результатов. Например, мы можем видеть, что многие функции ввода имеют гауссово распределение. Таким образом, мы можем создать сильные модели классификации.

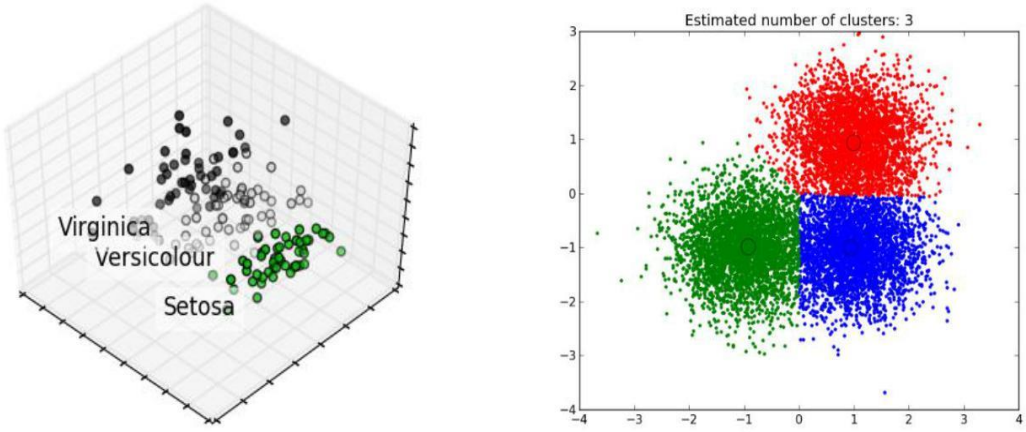


Рис. 3. Вычислительные результаты для прогнозируемых классов. **A-** Представление разброса. **B-** Прогнозирование класса с помощью группировки.

Первым шагом в процессе анализа является просмотр диаграмм рассеяния всех пар атрибутов. Это может быть полезно для того, чтобы определить структурированные отношения между входными переменными.

Анализируя разброс участков на основе целевой переменной, можем видеть разделение трех классов и, таким образом, понять, что это будет задача классификации. Только те алгоритмы, которые используются в классификации, могут быть применены для этого набора данных.

На рисунке-4 представлен Код в Python с scikit-learn библиотеками. Для того, чтобы использовать любые алгоритмы машинного обучения и инструментов визуализации, они должны быть включены в первую очередь. Там несколько шагов, которые необходимо завершить, чтобы выполнить классификацию. Первый шаг должен включать необходимые библиотеки. Второй шаг заключается в инициализации и установке всех параметров для алгоритмов.

```
#importing needed libraries import matplotlib.pyplot as plt from sklearn import datasets from
sklearn import metrics
from sklearn import model_selection
from sklearn.metrics import classification_report from sklearn.metrics import
confusion_matrix from sklearn.metrics import accuracy_score from sklearn.tree import
DecisionTreeClassifier
from sklearn.neighbors import KNeighborsClassifier from sklearn.naive_bayes import
GaussianNB
from sklearn.linear_model import LogisticRegression from sklearn.svm import SVC

# load the iris datasets dataset = datasets.load_iris()
# fit a k-nearest neighbor (KNN) model to the data model = KNeighborsClassifier()
model.fit(dataset.data, dataset.target)
print(model)

# make predictions
expected = dataset.target
predicted = model.predict(dataset.data)

# summarize the fit of the model print(metrics.classification_report(expected, predicted))
print(metrics.confusion_matrix(expected, predicted))
# fit a CART (D-Tree) model to the data
model = DecisionTreeClassifier() model.fit(dataset.data, dataset.target) print(model)

# make predictions expected = dataset.target
predicted = model.predict(dataset.data)
# summarize the fit of the model print(metrics.classification_report(expected, predicted))
print(metrics.confusion_matrix(expected, predicted))
# fit a Naive Bayes model to the data model = GaussianNB() model.fit(dataset.data,
dataset.target) print(model)

# make predictions
expected = dataset.target
predicted = model.predict(dataset.data)
# summarize the fit of the model print(metrics.classification_report(expected, predicted))
print(metrics.confusion_matrix(expected, predicted))
# fit a Logistic regression model to the data
model = LogisticRegression() model.fit(dataset.data, dataset.target) print(model)
# make predictions expected = dataset.target
predicted = model.predict(dataset.data)
# summarize the fit of the model print(metrics.classification_report(expected, predicted))
print(metrics.confusion_matrix(expected, predicted))
# fit a SVM model to the data
model = SVC() model.fit(dataset.data, dataset.target) print(model)
# make predictions expected = dataset.target
predicted = model.predict(dataset.data)
summarize the fit of the model print(metrics.classification_report(expected, predicted))
print(metrics.confusion_matrix(expected, predicted)) print(accuracy_score(Y_validation,
predictions))
```

Рис. 4. Код в Python с использованием scikit-learn структуры

Последним шагом является отображение точностей каждого алгоритма машинного обучения, показанных в таблице–1.

Таблица1. **Результаты алгоритмов**

№	Алгоритмы	Точность результата	Время работы
1	KNN	88.3%	0.23 sec
2	DT (CART)	85.5%	0.12 sec
3	NB	85.8%	0.15sec
4	LR	86.5%	0.18sec
5	SVM	85.3%	0.20sec

На рисунке-5 представлены общие исходные результаты для алгоритмов с помощью окна-графиков. Из полученной таблицы можно определить, что производительность алгоритмов близка друг к другу, но есть различия во времени сборки.

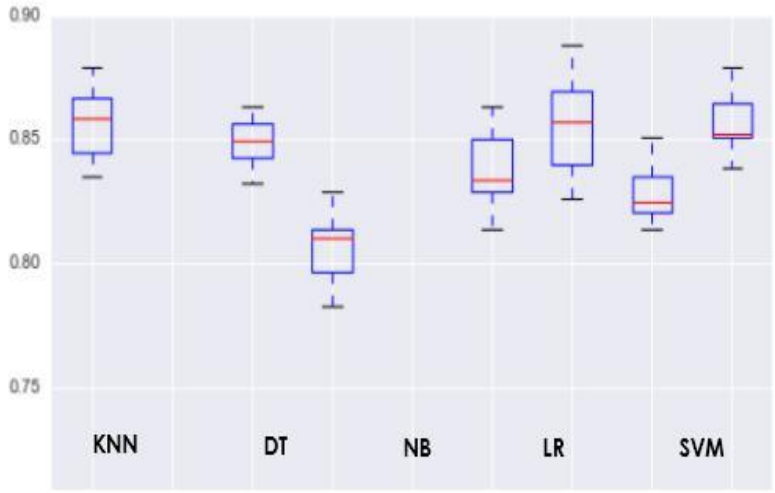
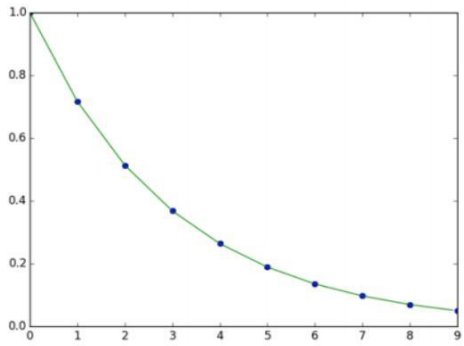
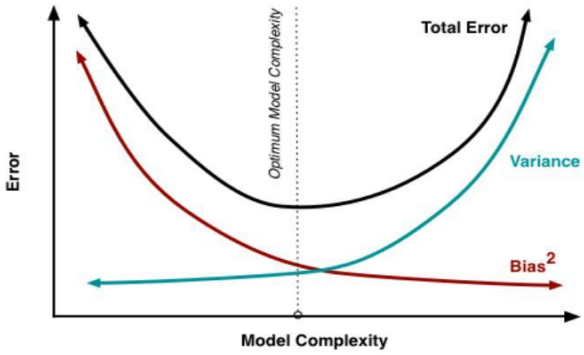


Рис. 5. Результаты точности Box-plot для алгоритмов

Лучший выбор модели выполняется на основе количества итераций и bias verses variance trade-off, который показан на рисунке –6.



A. Ошибочное уменьшение



B. Уклон и компромисс различия trade-off

Рис. 6. Уменьшение ошибки во время процесса обучения

Scikit-learn может оценить производительность оценщика или выбрать параметры, используя кросс-проверку, при необходимости распределения вычислений для нескольких ядер. Такая операция может быть выполнена путем обертывания оценщика в GridSearchCV.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Scikit-Learn содержит большое разнообразие алгоритмов машинного обучения, как обучаемых, так и необучаемых, а также удобный и целенаправленный интерфейс, что позволяет легко сравнивать методы для данного применения. Такой подход может быть легко использован в исследовании, что делает представление сложных алгоритмов более простым способом. Структура основана на научных Python библиотеках как NumPy и SciPy. Разработанная программа может быть легко интегрирована в приложения за пределами традиционного диапазона анализа статистических данных. Структуры оснащены высоким диапазоном различных инструментов для проверки и возможности увидеть точность алгоритмов.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Шапиро Л., Стокман Дж. Компьютерное зрение / Пер. с англ. - М .: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. - 752 с. ISBN 0-13-0307796-3 (англ.), ISBN 5-94774-384-1.

[2] Ричард Шелиски, Компьютерное зрение: алгоритмы и приложения. 2010 г.

[3] Б.А. Алпатов, П.В. Бабаян, О.Е Балашов, А.И. Степашкин. Система автоматического обнаружения и сопровождения объектов. Обработка изображений и управление / - М .: Радиотехника, 2008. - 176 с .: ил. ISBN 978-5-88070-201-5.

[4] Schaul, J. Bayer, D. Wierstra, Y. Sun, M. Felder, F. Sehnke, T. R¨uckstieß, and J. Schmidhuber. Py Brain. The Journal of Machine Learning Research, 11:743–746, 2010.

[5] E. Fan, K.W. Chang, C.J. Hsieh, X.R.Wang, and C.J. Lin. LIBLINEAR: a library for large linear classification. The Journal of Machine Learning Research, 9:1871–1874, 2008.

[6] CI Repository of Machine Learning Databases, University of California at Irvine, Department. Available: https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Iris (Accessed: 5 Feb. 2017).

[7] Norvig P, Russell S. Artificial Intelligence: A Modern Approach, Prentice Hall. 2002.

[8] Dunham MH. Data mining: Introductory and advanced topics, Pearson Education, 2006.

[9] Harrington, Peter. “Machine learning in action”. Vol. 5. Greenwich, CT: Manning, 2012.

Әмірғалиев Е.Н., Шамиль-уулу Ш., Кеншимов Ч., Черикбаева Л.

Машиналық оқытулы бейнетанудың кейбір сандық нәтижелері

Түйіндеме. Бұл жұмыс машиналық оқытулы бейнетанудың мәселелеріне арналған. Жұмыста машиналық оқытулы әдістері мен алгоритмдерінің салыстырмалы талдаулар жасалған және тиімділігі мен өнімділігі бағаланған. Таңдалған алгоритмның дәлдігі есептеу тәжірибелік көмегімен алынған, программалық қамтамасын іске асыру көрсетілген.

Түйін сөздер: бейнетану, алгоритм, компьютерлік көру, программалау, деректерді өңдеу.

Amirgaliyev Ye.N., Shamil-uulu Sh., Kenshimov Ch., Cherikbaeva L.

Some numerical results of the recognition machine learning

Summary. This article is devoted to the problem of recognizing objects with machine learning. The article compares the methods and algorithms of machine learning, evaluates their efficiency and productivity. The accuracy of the chosen algorithm is proved with the help of computational experiments, the implementation of software is proposed.

Keywords: recognition, algorithm, computer vision, programming, data processing.

УДК 519.853

Е.Н. Амиргалиев, А.У. Калижанова, А.Х. Козбакова, Ш. Шамиль-уулу
(Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК,
Алматы, Республика Казахстан
amir_ed@mail.ru, kalizhanova_aliya@mail.ru, ainur79@mail.ru)

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОГО ПОТОКОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИ ЭВАКУАЦИИ

Аннотация. Данная работа посвящена разработке программного обеспечения (ПО) для задачи эвакуации в чрезвычайных ситуациях в учебном заведении, предложен метод и алгоритм решения задачи, который позволяет построить оптимальный план эвакуации, изменяющийся в реальном режиме времени, в зависимости от расписания и количества людей.

Ключевые слова: Эвакуация, алгоритм, потокораспределение, программное обеспечение, оптимальный план.

Введение

Практика показывает, что население всё чаще подвергается опасностям в результате стихийных бедствий, аварий и катастроф в промышленности и на транспорте, таких как: землетрясения, наводнения, сходы снежных лавин, селевые потоки, оползни, массовые лесные пожары. В этих случаях почти всегда приходится прибегать к эвакуации [1]. Эвакуационные мероприятия возможны при авариях на атомных электростанциях, разливах химически опасных веществ и биологически вредных веществ, при крупных пожарах на нефтехимических и нефтеперерабатывающих заводах [2].

Недостатки прогнозирования стихийных бедствий, несвоевременные поставки жизненно необходимых средств требуют совершенствования методов управления процессом эвакуации в чрезвычайных ситуациях.

Эвакуационные модели предназначены главным образом для определения времени эвакуации людей. Очень часто такие модели позволяют определять возможные области скопления людей при эвакуации [3].

Многие модели включают такие особенности, как визуализация движения потоков людей, моделирование человеческого поведения, определение наилучших маршрутов эвакуации и т.д [4].

Использование математических методов и информационных технологий существенно повышает эффективность функционирования систем эвакуации, поэтому разработка новых комплексных и инфокоммуникационных подходов к решению задачи эвакуации в настоящее время актуальна.

1 Постановка задачи

Задаем граф $G=<E, V, H>$, в котором направление каждой дуги $v \epsilon V$ означает направление движения потока, пропускная способность каждой дуги равна dv. Во множестве вершин E находятся аудитории. На множестве вершин E выделены две вершины начало и конец. Вершина 0 является источником потока, 35 стоком. Для i из E дано 2 числа: количество людей там сидящих и количество людей в единицу времени, выбегающих оттуда. Дуги – это коридоры и лестничные проемы между узлами [5].

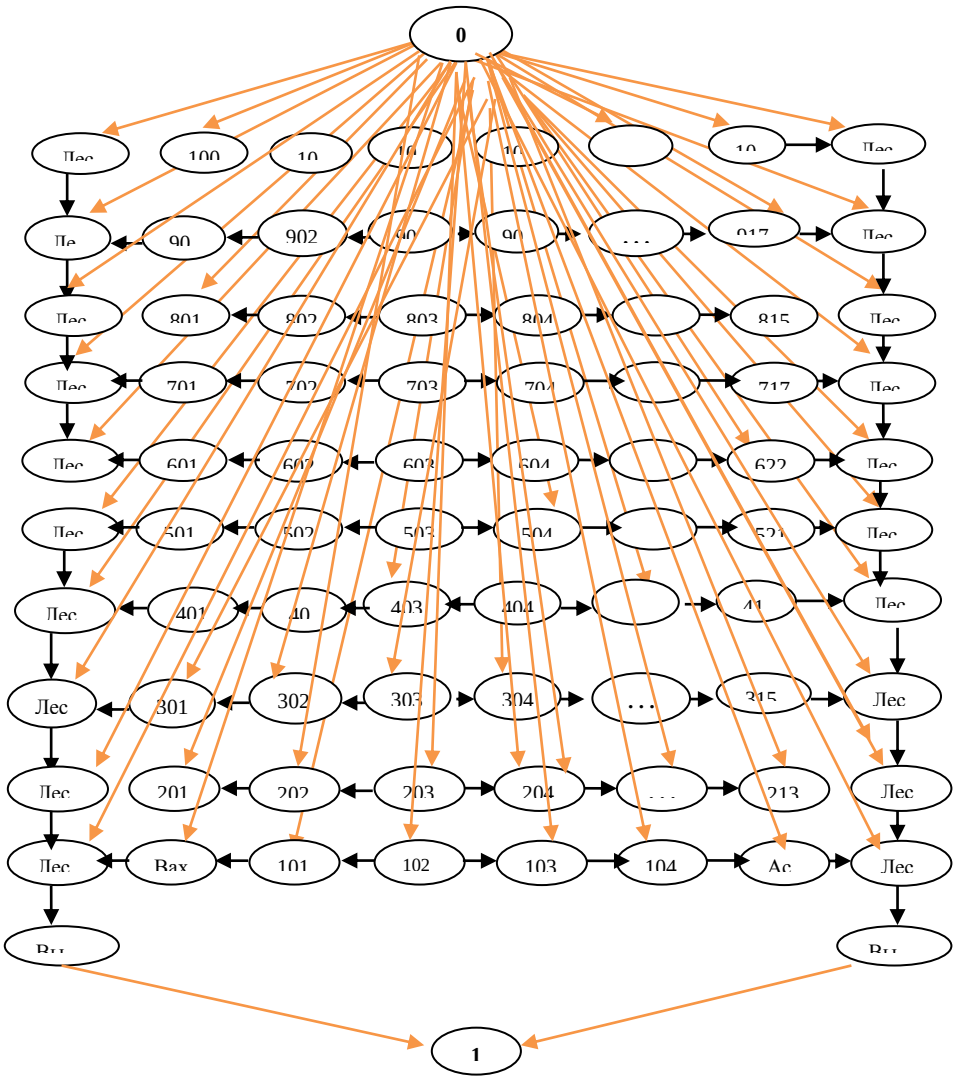


Рис. 1. Здание главного учебного корпуса КазНИТУ имени К.И. Сатпаева в виде графа.

Представлено десяти этажное учебное заведение. Предположим, что из здания необходимо произвести эвакуацию людей в связи с происшедшей чрезвычайной ситуацией. Так как тревога объявлена во время занятий, соответственно все аудитории будут заняты. В каждой аудитории находится определенное количество студентов. На каждом этаже расположено от 25 до 35 аудиторий. Между этажами имеется 4 лестничных проемов. В здании находятся 4 выхода, два из них являются основными выходами, два запасными.

Очень важно для людей при чрезвычайных ситуациях (пожар, землетрясение и.т.д) быстрым образом покинуть здание, в котором они находятся.

Для нахождения максимально эффективного плана эвакуации имеем следующие данные:

1. Модель (объект) – Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева (модель внутренних помещений на AutoCAD, рисунок 2).

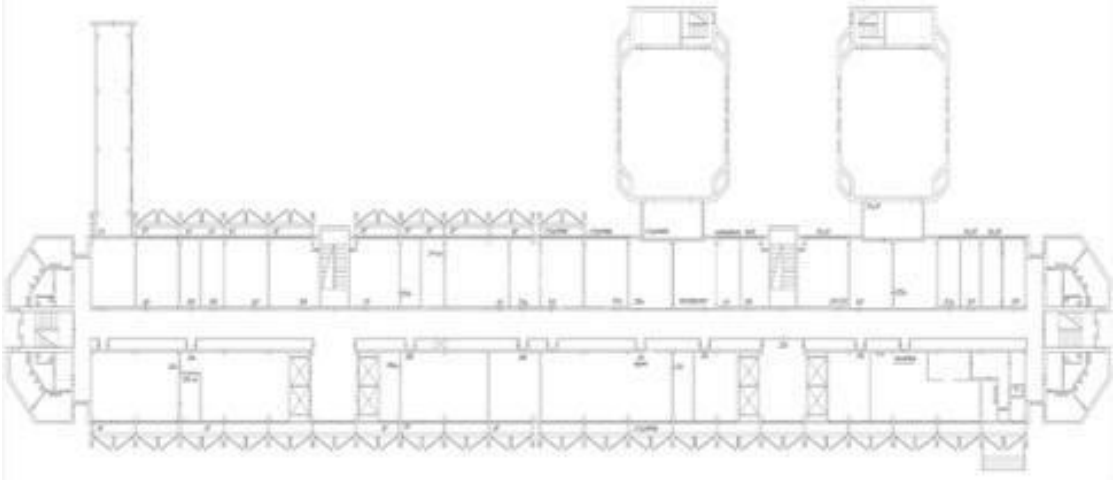
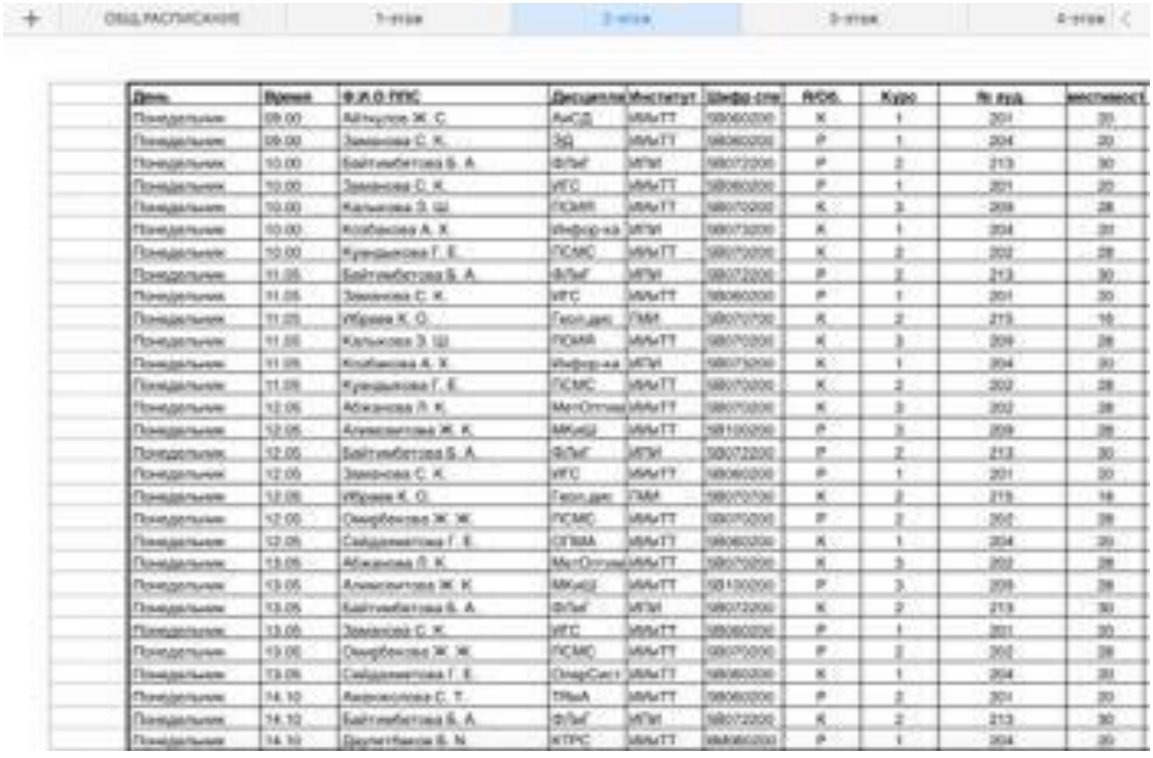


Рис. 2. План здания КазНИТУ (главный учебный корпус, 2 этаж).

2. Текущее расписание КазНИТУ (рисунок 3).



День	Время	Ф.И.О. ППС	Дисциплина	Институт	Шифр спец	РО/К	Курс	№ ауд.	вместимость
Понедельник	09.00	Айтхулов Ж. С.	АиСД	ИМиТТ	5В060200	К	1	201	20
Понедельник	09.00	Зиманова С. К.	ЭД	ИМиТТ	5В060200	Р	1	204	20
Понедельник	10.00	Байтимбетова Б. А.	ФЛиИ	ИПИ	5В072200	Р	2	213	30
Понедельник	10.00	Зиманова С. К.	ИГС	ИМиТТ	5В060200	Р	1	201	20
Понедельник	10.00	Калыкова Э. Ш.	ПСАМ	ИМиТТ	5В070200	К	3	209	28
Понедельник	10.00	Колбасова А. Х.	Инфор-ка	ИПИ	5В073200	К	1	204	20
Понедельник	10.00	Куандыкова Г. Е.	ПСМС	ИМиТТ	5В070200	К	2	202	28
Понедельник	11.05	Байтимбетова Б. А.	ФЛиИ	ИПИ	5В072200	Р	2	213	30
Понедельник	11.05	Зиманова С. К.	ИГС	ИМиТТ	5В060200	Р	1	201	20
Понедельник	11.05	Ибраева Ж. О.	Геол.дин.	ГМИ	5В070700	К	2	213	10
Понедельник	11.05	Калыкова Э. Ш.	ПСАМ	ИМиТТ	5В070200	К	3	209	28
Понедельник	11.05	Колбасова А. Х.	Инфор-ка	ИПИ	5В073200	К	1	204	20
Понедельник	11.05	Куандыкова Г. Е.	ПСМС	ИМиТТ	5В070200	К	2	202	28
Понедельник	12.05	Абжанова Л. К.	МетОптим	ИМиТТ	5В070200	К	3	202	28
Понедельник	12.05	Алимсаитова Ж. К.	МКиЦ	ИМиТТ	5В100200	Р	3	209	28
Понедельник	12.05	Байтимбетова Б. А.	ФЛиИ	ИПИ	5В072200	Р	2	213	30
Понедельник	12.05	Зиманова С. К.	ИГС	ИМиТТ	5В060200	Р	1	201	20
Понедельник	12.05	Ибраева Ж. О.	Геол.дин.	ГМИ	5В070700	К	2	213	10
Понедельник	12.05	Омирбекова Ж. Ж.	ПСМС	ИМиТТ	5В070200	Р	2	202	28
Понедельник	12.05	Сайдахметова Г. Е.	ОПВМА	ИМиТТ	5В060200	К	1	204	20
Понедельник	13.05	Абжанова Л. К.	МетОптим	ИМиТТ	5В070200	К	3	202	28
Понедельник	13.05	Алимсаитова Ж. К.	МКиЦ	ИМиТТ	5В100200	Р	3	209	28
Понедельник	13.05	Байтимбетова Б. А.	ФЛиИ	ИПИ	5В072200	К	2	213	30
Понедельник	13.05	Зиманова С. К.	ИГС	ИМиТТ	5В060200	Р	1	201	20
Понедельник	13.05	Омирбекова Ж. Ж.	ПСМС	ИМиТТ	5В070200	Р	2	202	28
Понедельник	13.05	Сайдахметова Г. Е.	ОперСист	ИМиТТ	5В060200	К	1	204	20
Понедельник	14.10	Жаксылыкова С. Т.	ТРиА	ИМиТТ	5В060200	Р	2	301	20
Понедельник	14.10	Байтимбетова Б. А.	ФЛиИ	ИПИ	5В072200	К	2	213	30
Понедельник	14.10	Джуматбаева Б. Н.	КТРС	ИМиТТ	5В060200	Р	1	204	20

Рис. 3. Расписание КазНИТУ.

Для оптимального потокораспределения во избежание каких-либо давок во время процесса эвакуации необходимо учитывать количество людей в аудиторях, которые отличаются в зависимости от времени и расписания.

Такой подход обеспечивает быструю эвакуацию без каких-либо давок и скученности, которая в будущем поможет сэкономить много времени и снизить риск жизни людей.

Основными задачами являются:

– Вычислить расстояние от каждой аудитории до каждого выхода.

– Рассчитать коэффициент пропускания выходов.

– В соответствии с расписанием посчитать количество людей в каждой аудитории.

– Организовать каждый выход (если больше 2) по приоритетам каждой аудитории.

– Создать алгоритм с учетом потокораспределения людей

Найти оптимальный и эффективный путь для того, чтобы избежать давок и быстро эвакуировать.

2 Программное обеспечение и инструменты

Среда NetBeans IDE является свободной, с открытым исходным кодом, интегрированная среда разработки (IDE), которая позволяет разрабатывать настольные, мобильные и веб-приложения. IDE поддерживает разработку приложений на различных языках, включая Java, HTML5, PHP и C++. IDE предоставляет интегрированную поддержку полного цикла разработки, от создания проекта с помощью отладки, профилирования и развертывания. IDE работает на системах, основанных на Windows, Linux, Mac oS X и Unix [6].

IDE предоставляет всестороннюю поддержку для JDK 7 технологий и самых последних Java усовершенствований. Это первый IDE, который обеспечивает поддержку JDK 7, Java EE 7, и JavaFX 2. IDE полностью поддерживает Java EE с использованием новейших стандартов для Java, XML, веб-сервисы, SQL, и полностью поддерживает GlassFish Server, ссылочную реализацию в Java EE.

Поскольку программа покажет оптимальный план экстренной эвакуации, необходимо иметь план здания. План здания КазНИТУ должен быть в формате JPEG или PNG, для того, чтобы он появился в начале программы. Данный план здания изображает каждый этаж отдельно (с 1-го по 10 этаж).

Путем извлечения данных из списка файл следует восстановить новый файл txt (рисунок-4), который будет содержать следующую информацию:

– № аудитории,

– лекция (время начала),

– количество людей в аудитории.

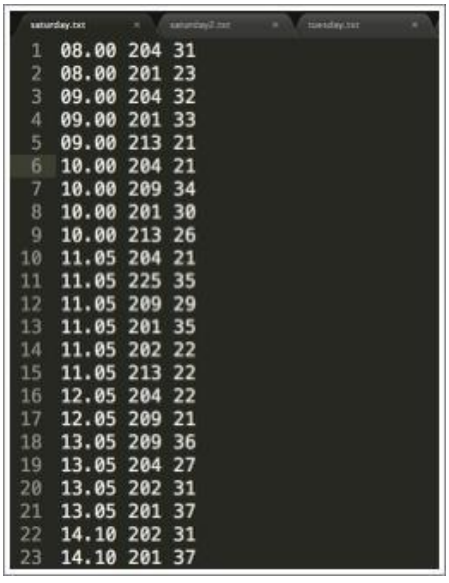


Рис. 4. Новый файл txt.

Как показано на рисунке–5, график организован согласно этим трем аспектам и разделен по дням недели.

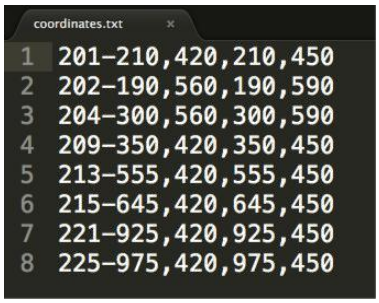


Рис. 5. Координаты аудиторий.

Поскольку ПО разработано на Java и имеет возможность нарисовать путь от аудитории до выхода, очевидно, что нужно использовать Canvas. Для того, чтобы показать количество людей в лекционных залах и рисовать линии между объектами, используются координаты, что приводит к другому текстовому файлу со следующей информацией:

–№ аудитории,

–координаты по оси X,

–координаты по оси Y.

Например, на рисунке-6, на втором этаже есть 8 аудиторий. Рядом с номером аудитории стоят цифры, которые являются координатами по X и Y, разделенных запятыми.

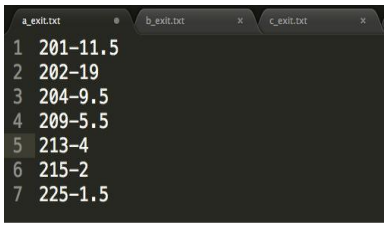


Рис. 6. Приоритетный выход.

Для того, чтобы разработать оптимальный алгоритм эвакуации, необходимо иметь информацию о «приоритетных выходах» для каждой аудитории, опираясь на расстояния. Так как имеется 4 основных выхода, где будет потокообразование людей, имеем 4 разных файлов, которые показывают расстояния от каждой аудитории.

Файл содержит следующие данные:

-лекция (количество людей),

-расстояние от каждой аудитории к выходам (рисунок 6).

Эти файлы будут использоваться для распределения людей из зала до выходов наиболее оптимальным образом, чтобы избежать столкновений. На основе этого расстояния данный алгоритм позволит подсчитать количество людей из каждой аудитории к выходу. Эта сумма будет варьироваться в зависимости от того, какое расстояние до выхода.

Конечный продукт должен содержать изображение плана здания и путей для каждого выхода. Это означает, что Canvas имеет 2 слоя:

-изображения JPEG (план здания),

-созданный путь с меткой.

Следующим шагом является получение текущей даты, включая время, для того, чтобы получить нужное количество людей в аудитории. Для этого следует использовать класс под названием "Calendar " и простые методы, которые могут выбрать время, включая час, минуту и т.д.

Для того, чтобы получить текущее количество людей в аудитории, нужно извлечь данные из monday.txt и добавить все строки на arrayList (рисунок 7).

```
try {
    InputStream instream = new FileInputStream(path);
    InputStreamReader isr = new InputStreamReader(instream,Charset.forName("UTF-8"));
    BufferedReader bufread = new BufferedReader(isr);
     String line = "";
    while((line=bufread.readLine() )!=null){
       schedule.add(line);
    }

} catch (Exception ex1) {

}
ArrayList<String> ttt = new ArrayList<>();
for(int i=0;i<schedule.size();i++){
    ttt.add(schedule.get(i).split(" ")[0]);
```

Рис. 7. Извлечение данных из monday.txt.

Затем добавить к той же arrayList настоящее время и сортировку. Ориентируясь на текущий индекс в списке выбора, предыдущий станет началом времени, и эта линия будет показывать плотность потока в аудиториях (рисунок 8).

```
ttt.add(time);
Collections.sort(ttt);
for(int i=0;i<ttt.size();i++){
  //  System.out.println(ttt.get(i));
}
begin_time = ttt.get(ttt.indexOf(time)-1);
```

Рис. 8. Добавление текущего времени.

С помощью coordinates.txt следует отметить на номер картинки количество людей в аудитории. Для того, чтобы сделать это, нужно извлечь координаты лекционных залов из txt файла и с помощью предыдущих списков выбора отметить эту информацию.

Алгоритм начинается с цикла for, который выполняется 4 раза, так как есть 4 основных выходов, если i равен нулю, нужно рассмотреть лекционные залы с приоритетом выход «a», если i равен один, то выход «B» и так далее (рисунок 9).

```
for(int i=0;i<4;i++){

    if(i==0){
        negative_number=0;
        temp_array = new ArrayList<>();
        for(int j=0;j<rooms_priority_people.size();j++){
            if(rooms_priority_people.get(j).charAt(3)=='a'){
            temp_array.add(rooms_priority_people.get(j));
            }

        }
```

Рис. 9. Приоритет выход «a».

Каждый выход имеет определенное количество людей, которые являются приемлемыми для того, чтобы избежать некоторых столкновений. Это число равно 60. Когда сумма людей в каждом лекционном зале с приоритетом «a» составляет более 60, используется метод, который организует выход определенного количества людей из аудитории, что составляет ровно 60. Поэтому должны вычислить первую сумму (рисунок 10).

```
//calculate sum of students
for(String line : temp_array){
// System.out.println(line);
sum = sum + Integer.parseInt(line.substring(7, line.length()));
}
System.out.println("sum is!-!_!_!_!_!_!"+sum);
//check if its more that 60
```

Рис. 10. Расчет суммы людей.

Если сумма меньше 60, принимаем всех людей из аудитории и направим их на данный выход, сохранив в списке выбора, который называется final_results_for_a.

Если сумма более 60, то выполнить метод getDistances, который выбирает параметр аудитории и приоритетный выход.

Как только выполним метод getDistance, при помощи второго параметра определим соответствующий файл в формате txt. Например, если приоритет равен «а», определить файл a_exit.txt.

Для того, чтобы подсчитать точное количество людей из каждой аудитории, следует сосредоточиться на содержании файла txt. Как уже упоминали выше, он уже определил расстояние от зала до выходов.

Определив каждое расстояние, можно подсчитать точное количество людей из каждой аудитории.

Следующий шаг: вычесть из первоначальной суммы процент, который был рассчитан раньше. Если в результате получается отрицательное число, это означает, что некоторые люди будут взяты из следующей аудитории. Если результат является положительным числом, это означает, что некоторые люди остаются в этой аудитории, они будут направлены на другой выход.

Следующий шаг: сохранить результат в список массива. Каждый выход имеет свой собственный список массивов. Добавлением в лекционный зал № процент суммы, будем иметь одну строку, которая выглядит примерно так:

201/15, 202/3, 204/19, 209/15, 213/14, 215/20, 221/31, 225/25.

После сохранения результата в соответствующем списке выбора, необходимо заменить список глобального массива (rooms_priority_people), который содержит всю информацию, на новый список массива методом замены (с помощью метода replace).

Следующий шаг: проверить, если никого не осталось в аудиториях. Если в списке выбора rooms_priority_people содержится 0 человек, нужно удалить его. Для этого использовать метод remove_zeros.

Последний шаг: выполнить приоритетный выход. После выхода 60 людей, двигаться вперед с других выходов, что означает выход «а» переключается на последнем месте и выход «В» будет стоять на первом.

Это длится до тех пор, пока цикл не достигнет последнего выхода. Каждый выход повторяет выше указанные действия и сохраняет их, чтобы привести в соответствующий список выбора. И наконец, последний результат будет иметь следующий вид, как показано на рисунке 11.

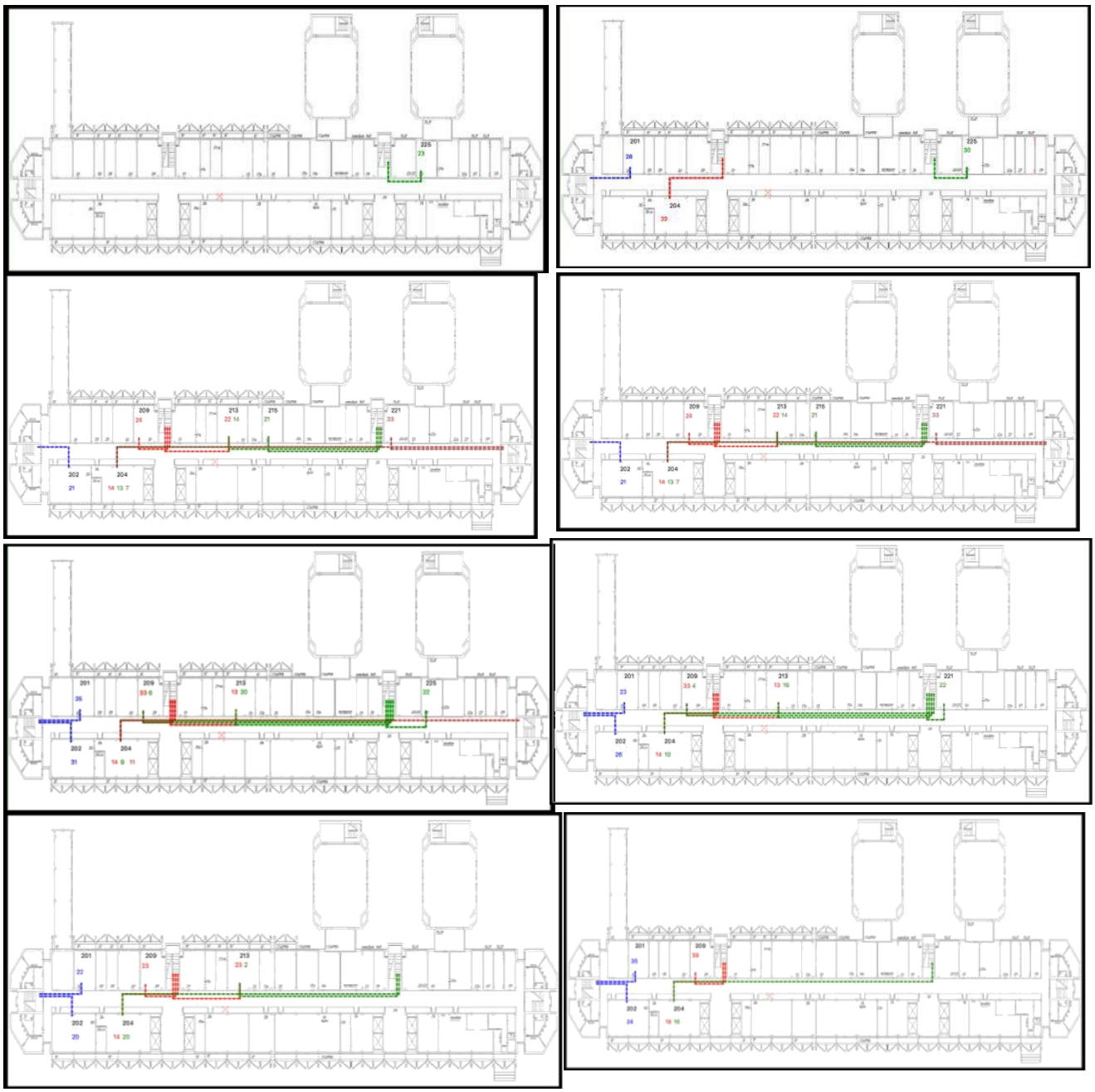


Рис. 11. Потокораспределение людей согласно расписанию занятий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Стихийные бедствия могут привести к значительному ущербу для человеческого общества и, самое главное, представляют риск для жизни человека. Всякий раз, когда случаются неожиданные чрезвычайные ситуации, важно эвакуировать людей, как можно быстрее.

Разработанное ПО предназначено для быстрой и максимально эффективной эвакуации людей из учебного заведения и может быть использовано для других типов зданий.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Смирнова А.Т. Основы безопасности жизнедеятельности // - М.: Под ред. - АСТ Лтд. – 1999. – С.104-107.

[2] Беляев С.В. Эвакуация зданий массового назначения // –М.: изд.-во «Всесоюзной Академии Архитектуры». – 1938. – С.257.

[3] Холщевников В.В. Эвакуация и поведение людей при пожарах: уч. пособие. – М.: Академия ГПС МЧС России, –2009. – С.212.

[4] Самошин Д.А. Программные комплексы для расчета эвакуации людей // Матер. междунар.конф. «Производство. Технология. Экология». – Ижевск, 2010. – С. 50–52.

[5] Амиргалиев Е.Н., Калижанова А.У., Козбакова А.Х. Төтенше жағдайларда эвакуациялау тапсырмаларын құру және жүзеге асыру // Хабаршы Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ. – Алматы. – 2015. – № 6 (112). - Б. 231-235.

[6] https://netbeans.org/features/index_ru.html.

Әмірғалиев Е.Н., Қалижанова Ә.У., Козбакова А.Х. Шамиль-уулу Ш.

Эвакуациялау кезінде тиімді ағынды үлестірудің программалық қамтамасын құру

Түйіндеме. Бұл жұмыс оқу орындарында төтенше жағдайлардағы эвакуациялау есептері үшін желілерде ағынды үлестірудің программалық қамтамасын құруға арналған, сонымен қатар сабақ кестесі мен адамдар санына тәуелді нақты уақыт режимінде өзгеретін эвакуациялау есебінің жедел жоспарын құру үшін әдісі мен алгоритмі келтірілген.

Құрылған программалық қамтама оқу орындарында тез және ең тиімді адамдарды эвакуациялауға арналған, ғимараттардың басқа түрлері үшін пайдалануға болады.

Түйін сөздер: Эвакуация, алгоритм, ағынды үлестіру, программалық қамтама, тиімді жоспар.

Amirgaliyev Ye.N., Kalizhanova A.U., Kozbakova A.Kh. Шамиль-уулу Ш.

Software development for optimal flow distribution in the evacuation

Summary. This work is devoted to the development of software for the problem of evacuation in emergency situations at the educational institution, is given method and algorithm for solving the problem, which allows construct the optimal evacuation plan, changing in real time, depending on the schedule and number of people.

The developed software is designed for quick and most effective evacuation of people from the educational institution and can be used for other types of buildings.

Keywords: Evacuation, algorithm, flow distribution, software, optimal flow.

УДК 539.3

Н.К. Аширбаев, Н.К. Мадияров, А.М. Полатбек, Ж.А. Нурмаганбетова, Б.Ж. Темирбеков
(Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова,
Шымкент, Республика Казахстан, ank_56@mail.ru)

ВЛИЯНИЕ НЕОДНОРОДНОСТИ КОНТУРА ПОЛОСЫ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ ДВУМЕРНЫХ ВОЛН

Аннотация. Рассматрена задача о распространении динамических возмущений в упругом теле с симметрично-расположенным прямоугольным вырезом на боковых границах. Сформулированная в терминах напряжений и скоростей смешанная задача моделируется численно с помощью явной разностной схемы сквозного счета, основанной на методе пространственных характеристик. На основе разработанной численной методики получены расчетные конечно – разностные соотношения динамических задач в угловых точках прямоугольного выреза, где первые и вторые производные искомых функций терпят разрыв первого рода. Анализируются динамические поля напряжений в упругом теле с прямоугольным вырезом. Исследована концентрация динамических напряжений в окрестности угловых точек прямоугольного выреза. Кроме выявленных и обсужденных физических явлений , полученные результаты демонстрируют эффективность разработанных расчетных алгоритмов.

Ключевые слова: нагрузка, плоская деформация, напряжение, скорость, волновой процесс, численное решение.

С точки зрения динамического расчета современных инженерных конструкций большой интерес представляет анализ волновой картины, протекающей в упругих телах с резким изменением геометрической конфигурации контура тела различной формы. Отдельные вопросы, связанные с дополнительной концентрацией напряженного состояния в местах резкого изменения граничных линий, рассмотрены в [1-6].

В связи с этим в данной статье с помощью метода пространственных характеристик анализируются закономерности распространения волн в плоском теле с симметрично-расположенным прямоугольным вырезом на боковых границах и выявлены динамические эффекты, связанные с концентрацией напряжений вблизи угловых точек выреза.

Постановка задачи. Упругая однородная изотропная полоса, поперечное сечение которой имеет конечные размеры ($0 \le x_1 \le \ell$, $-L \le x_2 \le L$) и симметрично-расположенные прямоугольные вырезы на боковых границах (рисунок 1), в начальный момент времени $t = 0$ выводится из состояния равновесия посредством динамического воздействия на границе $x_1 = 0, \quad -L \le x_2 \le L.$

Для исследования характера напряженно-деформированного состояния в ограниченном сечении полосы, вызванного динамическим ударом, осуществлено интегрирование системы уравнений [7]:

$$v_{1,t} - p_{,1} - q_{,1} - \tau_{,2} = 0; \quad v_{2,t} - p_{,2} + q_{,2} - \tau_{,1} = 0;$$
$$\gamma^2(\gamma^2-1)^{-1} p_{,t} - v_{1,1} - v_{2,2} = 0; \quad \gamma^2 q_{,t} - v_{1,1} + v_{2,2} = 0; \qquad (1)$$
$$\gamma^2 \tau_{,t} - v_{1,2} - v_{2,1} = 0$$

при следующих граничных условиях:

$$v_1 = f(t), \quad v_2 = 0 \qquad \text{при} \quad x_1 = 0, \quad -L \le x_2 \le L, \qquad (2)$$

$$p - q = 0, \ \tau = 0 \qquad \text{при} \ |x_2| = L, \ 0 \le x_1 \le x_1^0 \ \text{и} \ x_1^1 \le x_1 \le l, \qquad (3)$$

$$p + q = 0, \ \tau = 0 \quad \text{при} \ x_1 = x_1^0, \ x_2^1 \le |x_2| \le L \ \text{и при} \ x_1 = x_1^1, \ x_2^1 \le |x_2| \le L, \qquad (4)$$

$$p - q = 0, \ \tau = 0 \qquad \text{при} \ |x_2| = x_2^1, \ x_0^1 \le x_1 \le x_1^1. \qquad (5)$$

$$v_1 = v_2 = 0 \qquad \text{при} \ x_1 = l, \quad |x_2| \le L. \qquad (6)$$

Начальные условия при $t = 0,$ соответствующие состоянию покоя, принимаются нулевыми

$$v_1(x_1; x_2; 0) = v_2(x_1; x_2; 0) = p(x_1; x_2; 0) = q(x_1; x_2; 0) = \tau(x_1; x_2; 0) = 0. \qquad (7)$$

Поставленная задача решена методом пространственных характеристик, подробный алгоритм численной реализации которого изложен в [7]. Особенностью рассмотренного тела с вырезом является то, что в угловых точках прямоугольного выреза (рисунок 1) нарушается «привычная» для динамических задач гладкость функций, т.е. в этих точках первые и вторые производные искомых функций терпят разрыв первого рода. Поэтому они рассматриваются как обычные угловые точки прямоугольного выреза и метод, разработанный в [8], обобщен для получения разрешающих уравнений в этих особых точках. При построении численного решения для задачи (2)–(7) предполагается, что граница полосы и контур прямоугольных вырезов совпадают с линией узлов квадратной сетки, которая покрывает исследуемую область.

Анализ результатов расчета. Численные результаты приведены для прямоугольной области $0 \le x_1 \le 100 \cdot h$, $|x_2| \le 100 \cdot h$. Материал тела обладает следующими характеристиками: модуль упругости E=200ГПа, коэффициент Пуассона ν=0.3, плотность $\rho = 7.9 \cdot 10^3 кг/м^3$, $c_1 = 5817 \ м/сек$, $c_2 = 3109 \ м/сек$, $\gamma = 1.87$. В качестве примера была рассмотрена двутавровая конструкция с глубоким симметрично-расположенным боковым вырезом при следующих значениях исходных данных:

$$f(t) = A \cdot t \cdot e^{-st}, \ A=1, \ s = 0.2, k = 0.025, \ h = 0.05, \quad x_1^0 = 20 \cdot h,$$
$$x_1^1 = 80 \cdot h, \ |x_2^1| = 10 \cdot h.$$

Здесь A – постоянный множитель, параметр s характеризует скорость изменения внешней нагрузки. Исследование устойчивости показало, что сеточное отношение k/h, равное 0.5, обеспечивает устойчивые результаты для достаточно большого отрезка времени, при многократных отражениях и дифракциях волн. Фактически расчет был выполнен до $t=1000 \cdot k$. При расчетах в любой момент времени t точно выполняются все граничные условия как в угловых точках полосы, так и в

угловых точках прямоугольного выреза. Это обстоятельство, в отличие от многих приближенных методов, обеспечивает достоверность полученных решений и соответствующих результатов.

При анализе результатов расчета использовалось свойство симметрии задачи относительно оси $x_2 = 0,$ в точках которой $v_2 = \tau = 0.$ Поэтому полученные результаты представлены только для положительных значений $x_2 (x_2 \geq 0).$

При исследовании сложного напряженного состояния упругой среды анализ поведения отдельных компонент тензора напряжения оказывается недостаточным для заключения об опасных, в смысле прочности, концентрациях напряжений. В этих случаях часто используют общие критерии, основанные на применении главных нормальных и максимальных касательных напряжений. В принятой безразмерной форме они могут быть записаны в виде

$$\sigma_{1,2} = p \pm \sqrt{q^2 + \tau^2}, \quad \tau_{\max} = \sqrt{q^2 + \tau^2}. \tag{8}$$

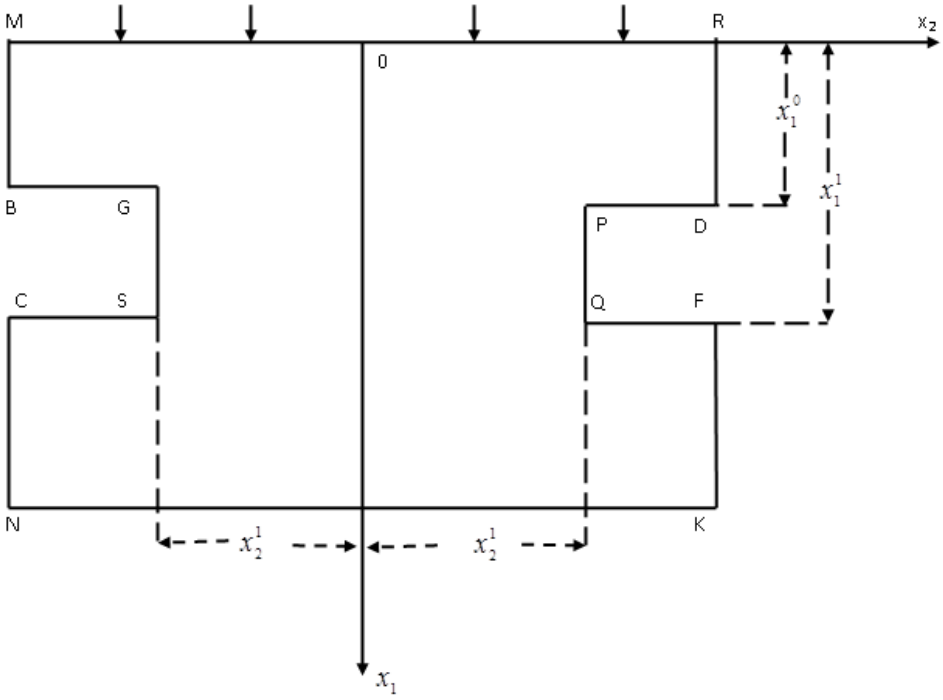


Рис. 1. Исследуемая область

В связи с этим на рисунках 2–3 в плоскости $x_1 / h \cdot x_2 / h$ для момента времени $t = 500 \cdot k$ изображены соответственно изолинии главных нормальных $\sigma_1 = const,$ $\sigma_2 = const$ напряжений, демонстрирующих характерное для двутавровой конструкции с глубоким боковым вырезом напряженное состояние. Приняты следующие обозначения: сплошными, штрихпунктирными и штриховыми линиями отмечены соответственно изолинии сжимающих, нулевых и растягивающих напряжений. Цифры около линий соответствуют значениям напряжений на изолинии, а около точек– экстремальным величинам напряжений. Можно заметить, что уровень главных нормальных $\sigma_1,$ σ_2 напряжений, характер их распределения отличается сложностью, обусловленной наложением отраженных, дифрагированных и интерференционных волн, и постоянно меняется во времени, что характерно для динамических задач.

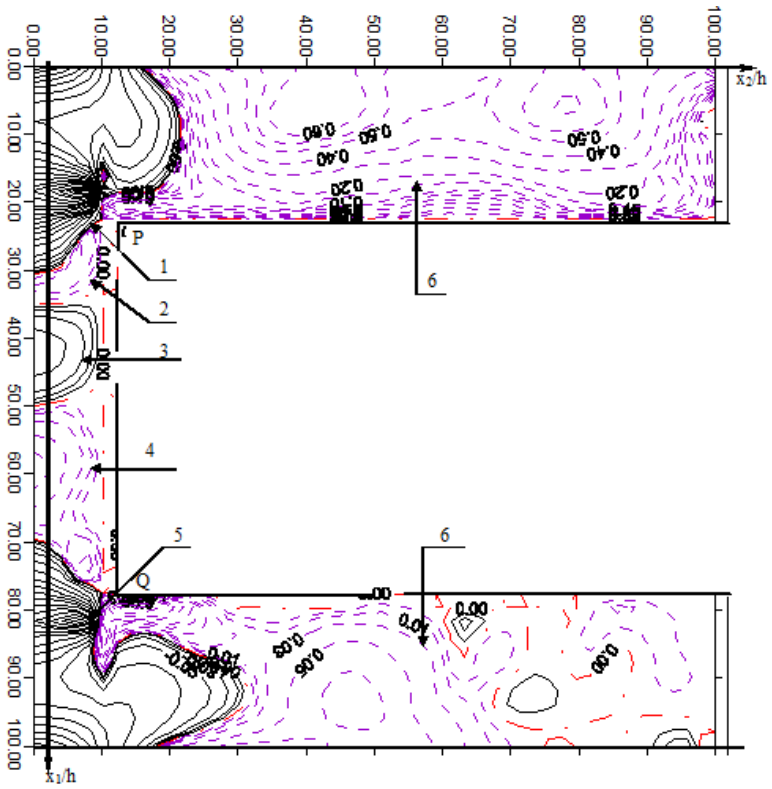


Рис. 2. Изолинии максимальных напряжений $\sigma_1 = const$ в момент времени $t = 500 \cdot k$

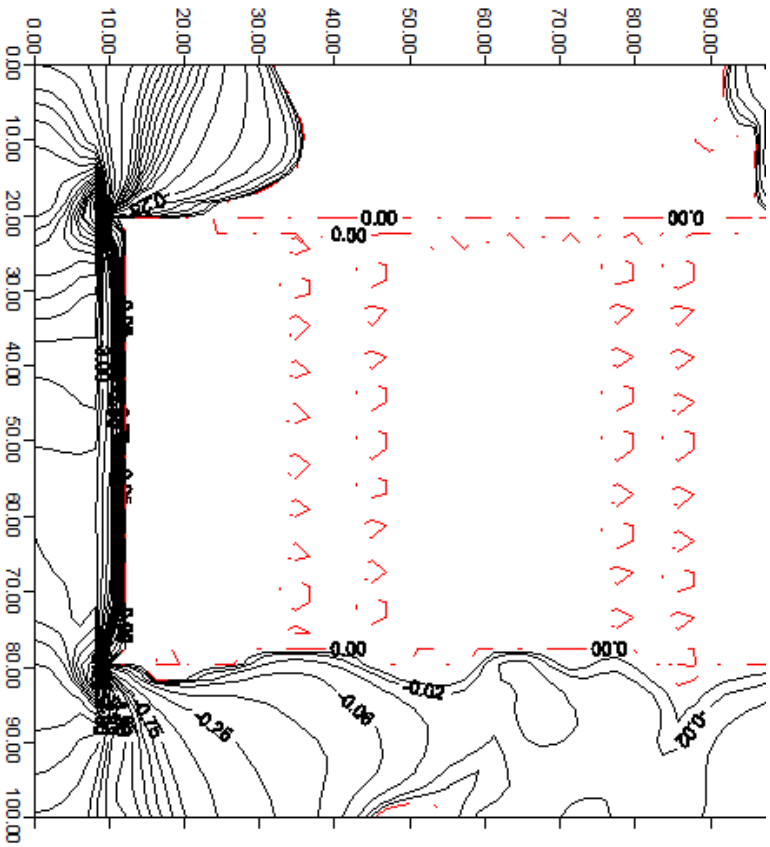


Рис.3. Изолинии минимальных напряжений $\sigma_2 = const$ в момент времени $t = 500 \cdot k$

Прежде всего следует отметить, что большая часть области за вырезом (нижняя полка) оказывается не нагруженной в течении большого промежутка времени (рисунки 2 – 3). Уровень напряжений в «застойной» зоне крайне низок. Основной несущей частью двутавровой конструкции является ее стенка. Промежуточные значения по уровню напряжения наблюдаются в области, находящейся непосредственно под нагрузкой (верхняя полка). Отсутствие симметрии относительно средней линии $x_1 = 50 \cdot h$ выреза можно объяснить различным характером задаваемых граничных условий на поверхностях $x_1 = 0$ и $x_1 = 100 \cdot \mathrm{h}$.

Анализ максимальных напряжений σ_1 показывает, что в двутавровой конструкции можно выделить шесть характерных подобластей (рисунок 2). В рассматриваемой момент времени в подобластях 1,3 и 5 максимальные напряжения σ_1 являются сжимающими, а в подобластях 2,4 и 6 – растягивающими. Причем, каждая подобласть окаймляется изолинией нулевых напряжений. Максимальное сжимающее напряжение σ_1 достигается на некотором удалении от угловых точек (P,Q), а минимальное сжимающее σ_2 (рисунок 3) напряжение – в угловых точках (P,Q). Характер изменения главных нормальных σ_1, σ_2 напряжений в области перед вырезом объясняется распространением дифрагированных волн, исходящих от угловых точек (P,D,R).

Максимальные значения главных нормальных σ_1, σ_2 напряжений могут быть сравнены с их допустимыми предельными значениями. Это позволит оценить работоспособность данной конструкции.

Результаты решенной задачи показывают, что разработанная методика расчета может быть использована для изучения напряженно- деформированного состояния и особенностей распространения динамических возмущений в плоских телах со сложной системой прямоугольных выступов и вырезов. Кроме выявленных и обсужденных физических явлений полученные результаты демонстрируют эффективность разработанных расчетных алгоритмов.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Фриштер Л.Ю. О возможностях исследования методом фотоупругости концентрации напряжений в зоне резкого изменения формы конструкции //Труды международной научно–практической конференции «Инженерные системы –2011». – М.: РУДН. –2011. –С.3 –9.

[2] Горбачёв В.И., Гадиев Р.Р. Концентрация напряжений в упругих телах с множественными концентраторами//Вестник МГУ, серия Математика. Механика. – 2014.–№6.–С.46–50.

[3] Пряхина О.Д., Смирнова А.В. Аналитический метод решения динамических задач для слоистых сред с включениями // Известия РАН. МТТ. – 2005. –№2.–С.87–97.

[4] Булычев Г.Г. Эмуляция отверстий в задачах моделирования динамики и разрушения плоских тел//Строительная механика и расчет сооружений. – 2008.–№3.–С.47–54.

[5] Аширбаев Н.К. Исследование распространения динамических возмущений в прямоугольнике с крестообразным отверстием//Вестник КарГУ. Серия математика.– 2009. – №2 (54).–С.93–98.

[6] Кукуджанов В.Н. Деформирование, повреждаемость и разрушение сред и материалов с дефектами и со структурами дефектов//Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского.–2011.– №4 (4). –С.1557–1558.

[7] Clifton R.J. A difference method for plane problems in dynamic elasticity// Quart. Appl. Math. –1967. –Vol.25. –No.1. – P. 97-116.

[8] Аширбаев Н.К. Нысанов Е.А., Аширбаева Ж.Н. Особенности распространения динамических возмущений в упругом теле с отверстием// Научный журнал Вестник ЕНУ им. Л.Н. Гумилева. –2015. –№2(105). –часть 1. – С.31-36.

Әшірбаев Н.Қ., Мадияров Н.К., Полатбек А.М., Нұрмағанбетова Ж.А., Темірбеков Б.Ж.

Тік төртбұрышты дененің сыртқы жиегінің біртектіеместігінің екі өлшемді толқындардың таралуына әсері

Резюме. Мақалада бүйір шекаралық қабырғаларында симметриялы орналасқан тіктөртбұрышты тіліктері бар денедегі динамикалық толқындардың таралу есебі қарастырылған. Кернеулер мен жылдамдықтар терминінде қойылған аралас есеп айқын айырымдық схема көмегімен, атап айтқанда сандық кеңістіктік сипаттамалар әдісімен шешілген. Жұмыста жетілдірілген сандық әдістің көмегімен ізделінді функциялардын бірінші және екінші ретті туындылары бірінші текті үзілісті болатын тік бұрышты тіліктің бұрыштық нүктелерінде ақырлы есептеу қатынастары алынды. Тік бұрышты тілігі бар серпімді денедегі кернеуліктің динамикалық

өрісі талданды. Тік бұрышты тіліктің бұрыштық нүктелерінің маңайында кернеуліктің динамикалық концентрациясы зерттелді. Анықталған және талданған физикалық құбылыстармен қатар алынған нәтижелер ұсынылған есептеу алгоритмінің ұтымды екендігін көрсетеді.

Түйін сөздер: күш, жазық деформация, кернеу, жылдамдық, толқындық процесс, сандық шешім.

Ashirbayev N.K., Madiyarov N.K., Polatbek A.M., Nurmaganbetova Zh.A.,Temirbekov B.Zh.

Influence of heterogeneity circuit strip for distribution of two-dimensional waves

Summary. The paper considers the problem of propagation of dynamic perturbations in an elastic body with symmetrically arranged rectangular cutout on the lateral boundaries. mixed problem formulated in terms of the stress and velocity is modeled numerically using an explicit difference scheme through computation based on the method of spatial characteristics. On the basis of the developed numerical methods in computational obtained finite - difference relations dynamic problems at the corners of the rectangular cut-out, where the first and second derivatives of the unknown functions of the first kind suffer a break. Analyzes the dynamic stress field in an elastic body with a square neckline. We studied the concentration of dynamic stresses in the vicinity of the corner points of the rectangular cutout. In addition to identifying and discussing physical phenomena results demonstrate the effectiveness of the developed computational algorithms.

Keywords: load, plane strain, voltage, speed, wave process, numerical solution.

УДК 665.75: 665.7.03

О.К. Бейсенбаев, А.П. Ивахненко, Р.С. Туремуратов, Ш.С. Сейдулла
([1]Южно-Казахстанский государственный университет им.М.Ауэзова
[2]Инженерный институт нефти и газа, Университет Хериот-Уот, Эдинбург, Шотландия
oral-kb@mail.ru)

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДЕПРЕССАТОРА НА ОСНОВЕ БУТИЛМЕТАКРИЛАТА И ВИНИЛАЦЕТАТА НА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ВЯЗКОСТНЫЕ СВОЙСТВА НЕФТИ И ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ КУМКОЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Аннотация.Синтезированы и исследованы гомо- и сополимерные присадки на основе бутилметакрилата с винилацетатом при соотношении исходных реагентов равном 1:1. Изучено влияние концентрации депрессаторов на кинематическую вязкость, температура застывания нефти при 50^0С и дизельного топливо при 25^0С. Показано, что присадка при соотношении исходных компонентов 1:1 и концентрации 0,05масс.% характеризуется высокой эффективностью в исследованных дизельных топливах и нефти Кумкольского месторождения.

Проведены ИК-спектроскопические исследования синтезированных присадок на основе бутилметакрилата с винилацетатом, установлена зависимость эффективности их действия в зависимости от строения, химического состава и концентрации.

Проведено исследование влияния концентрации (0,05 до 1,0 масс.%) присадки на кинематическую вязкость и низкотемпературные показатели Кумкольской нефти при 50^0 С и дизельного топлива 25^0 С. Установлено, что сополимер на основе бутилметакрилата и винилацетата с соотношением 1:1 при концентрации 0,001-0,1мас.% обеспечивает снижение кинематической вязкости и низкотемпературных показателей Кумкольской нефти и дизельного топлива.

Ключевые слова: синтез,сополимеризация, бутилметакрилат, винилацетат, присадка, Кумкольская нефть, дизельное топливо, кинематическую вязкость, низкотемпературные показатели.

Задачами современной нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности являются рациональное использование сырьевых ресурсов и увеличение объемов выпуска нефтепродуктов, а также улучшение их качества в соответствии с мировыми стандартами.

Для удовлетворения потребности РК в нефти и нефтепродуктах имеется достаточное количество сырьевых ресурсов, но большая доля нефтей, добываемых в Казахстане, является парафинистыми нефтями, содержащими значительное количество алканов нормального и разветвленного строения[1-3]. Эти углеводороды отличаются повышенной температурой застывания, что приводит к

ухудшению низкотемпературных свойств самой нефти и продуктов ее переработки и создает определенные трудности при их хранении и транспортировании.

Так как нефть не перерабатывается по месту добычи, транспортирование ее приобретает большое распространение. При транспортировании нефти возникают серьезные проблемы из-за кристаллизации парафинов и возрастании вязкости нефти: повышается давление в трубопроводе, расход электроэнергии на насосы и их износ, уменьшается пропускная способность трубопровода[4-7]. Особенно в зимний период транспортировка нефти еще более осложняется из-за парафиноотложений непосредственно на внутренних стенках трубопроводов, т.е. сужается поперечное сечение нефтепровода и как следствие снижается производительность. Особенность трубопроводного транспортирования высокопарафинистых нефтей состоит в том, что при температурах грунта на глубине заложения трубопровода они обладают аномальной вязкостью и напряжением сдвига.

Наиболее эффективным и экономически целесообразным способом улучшения низкотемпературных свойств нефтей, топлив и масел является использование депрессорных присадок. Преимущество их заключается в том, что, помимо предотвращения парафиноотложения, они улучшают и низкотемпературные свойства нефти, что важно при дальнейшем ее транспортировании[8-10].

Критериями оценки действия депрессорных присадок к нефтям при решении указанных выше проблем являются снижение температуры застывания, парафиноотложений и реологических характеристик – динамической вязкости и предельного напряжения сдвига при температурах, близких к их температурам застывания.

Синтез и промышленное производство присадок, мировое производство которых превышает 1,5 млн. т/год, является важной самостоятельной отраслью нефтехимии.

Но производство депрессорных присадок для улучшения эксплуатационных свойств высокопарафинистых нефтей в РК отсутствует, применяемые в настоящее время депрессорные присадки завозятся из зарубежа и они характеризуются низкой депрессорной активностью.

В связи с изложенным выше, разработка новых высокоэффективных отечественных депрессоров комплексного действия[11-14], обладающих деэмульгирующей и депрессорной способностью с гибкой технологией их получения и использование их в качестве депрессаторов для парафинистых нефтей, дизельных топлив и для базовых масел является весьма актуальным при индустриально-инновационном развитий Казахстанской экономики в целом.

Анализ промышленного опыта применения депрессорных присадок показывает, что наиболее эффективные из них созданы на базе сополимеров этилена с непредельными сложными эфирами (винилацетатом, акриловой, метакриловой кислотами, малеиновым ангидридом и т.д.).

Целью данных исследовании является изучения влиянии депрессоров на основе сополимера винилацетата и бутилметакрилата на вязкостные свойства нефтей, а также низкотемпературные характеристики дизельных топлив.

Более эффективными и перспективными депрессаторами к нефтям и дизельным топливам являются сополимеры алкил(мет)акрилатов с различными мономерами. В этом случае появляются более широкие возможности варьирования химического состава в целях достижения оптимального сочетания депрессорных свойств присадки.

Разработан двухстадийный синтез полимеризационных алкилметакрилатных депрессорных присадок в растворителе и в расплаве.

Сополимеризацию смесей винилацетата и бутилметакрилата проводили в соотношении 1:1, в присутствии перекиси бензоила в количестве 0,5 масс.% при температуре 100-120^{0}С в течение 4-6 часов.

Строение синтезированных полимеров устанавливали методом ИК-спектроскопии (Рисунок 1,2,3). ИК- спектры снимали на ИК-Фурье спектрометре Shimadzu IR Prestige-21 с приставкой нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО) Miracle фирмы PikeTechnologies. В ИК-спектрах (рисунок 1,2) исходных мономеров - бутилметакрилата присутствуют полосы поглощения в области 1170см$^{-1}$, характерные для скелетных колебаний С-О-С групп и в области 1720 см$^{-1}$, относящихся к С=О группе алифатических сложных эфиров, полоса поглощения с частотой 1385 см$^{-1}$, характерная для метильной группы звеньев бутилметакрилата, области 1463, 1462, 1467 см$^{-1}$, относящиеся к метиленовой группе при –CH_2-О-СО и 1377 см$^{-1}$, относящиеся к симметричному деформационному колебанию алифатической CH_3 – группы. В ИК-спектрах мономера винилацетата присутствуют полосы

поглощения в области 1800-1750 $см^{-1}$ и 1647 $см^{-1}$ характерные $CHR=CH_2$. Полосы поглощения в области 1211 $см^{-1}$ можно отнести к ацетатным группам, имеются полосы поглощения в области 875 $см^{-1}$, 845 $см^{-1}$ к деформационным колебаниям С-Н, а также в области 1369 $см^{-1}$ характерным – CH_3.

Синтезированные присадки представляют собой 25% растворы сополимеры винилацетата и бутилметакрилата, различающиеся по своим молекулярным характеристикам, в углеводородном растворителе, (например толуоле, дизельном топливе) со следующей формулой:

$CH_2 = C(CH_3)COO\ CH_2CH_2\ CH_2CH_3 + CH_2 = CHOCOCH_3 \rightarrow$
$CH_3\ CH_2CH_2CH_2\ COO(CH_3)CH\text{-}\ CH_2\text{-}\ CH_2\ \text{-}\ CHOCO\ CH_3$

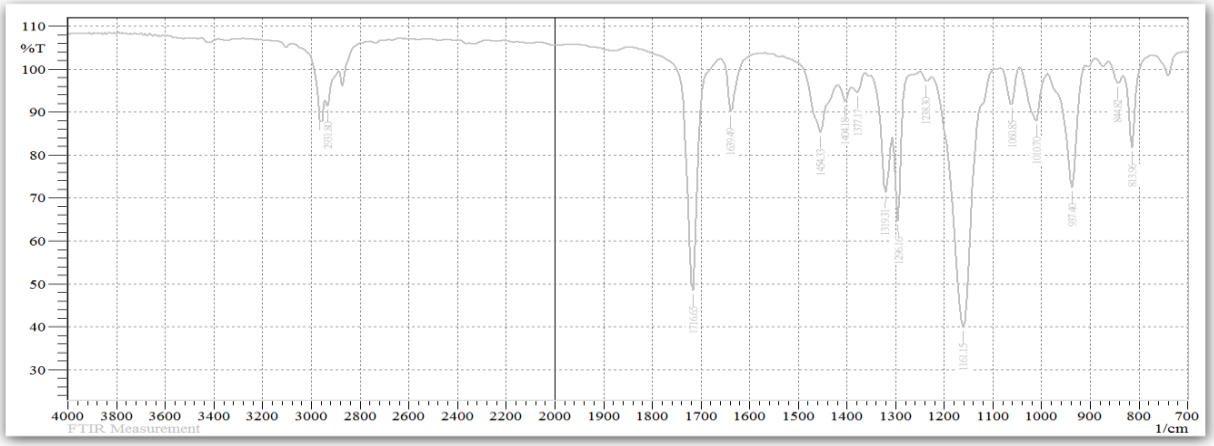


Рис. 1. ИК-спектр бутилметакрилата

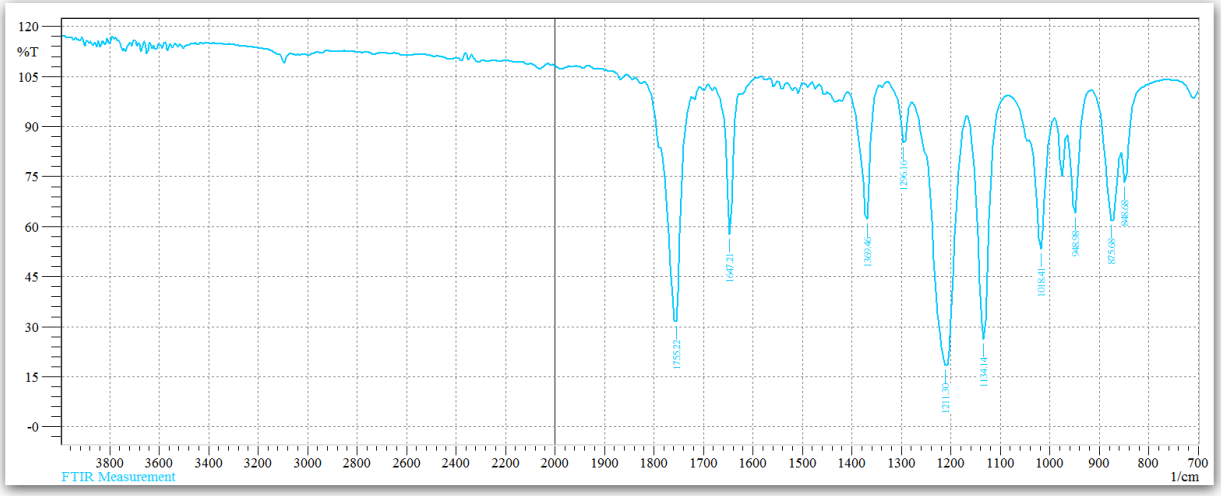


Рис.2. ИК-спектр винилацетата

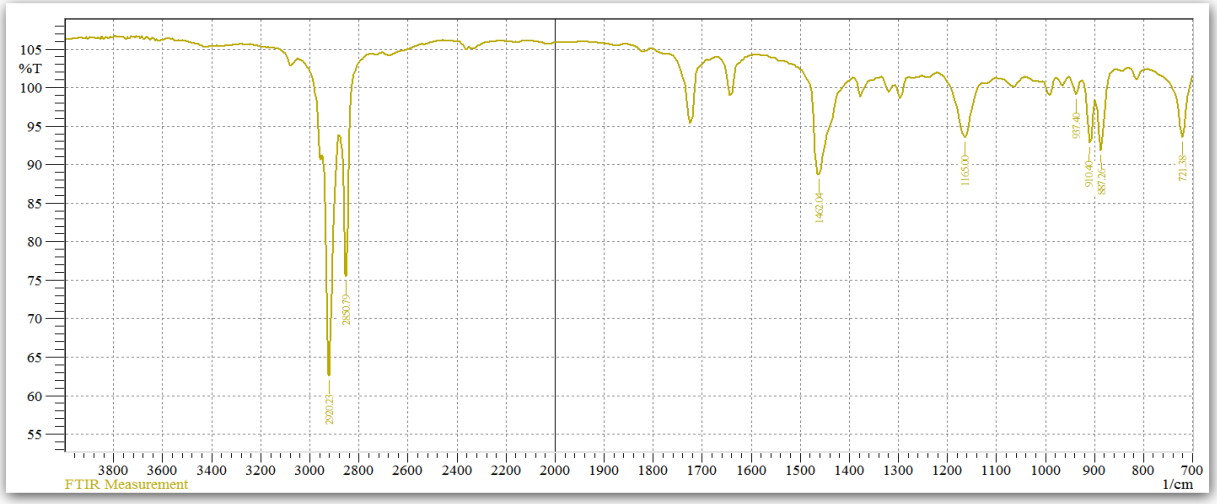


Рис.3. ИК-спектр сополимера бутилметакрилата и винилацетата

На ИК- спектре сополимера (рисунок 3) присутствует область поглощения 721 $см^{-1}$, характерная для алканов $(CH_2)_n$ и области 1165 $см^{-1}$, относящихся к скелетным колебаниям С-О-С связи. Валентное колебание карбоксильной группы С=О, характерное для димерного состояния в области 1717-1724 $см^{-1}$ присутствует во всех сополимерах с бутилметакрилатом. На спектре также отсутствуют области валентных колебаний двойных связей. Объектом исследования является высокопарафинистые нефти Кумкольского месторождения.

В связи с этим основные реологические и физико-химические характеристики приведены в таблице 1.

Таблица 1.**Основные реологические и физико-химические характеристики Кумкольской нефти**

Показатель	Значение	ГОСТ и методика
Плотность при 20° С, кг/$м^3$	811,7	3900-82
Молекулярная масса	230	
Кинематическая вязкость при 50°С, $мм^2/с$	3,53	33-82
Температура застывания, °С	12	20287-74
Кислотное число, мг КОН/1	0,04	5985-79
Коксуемость % масс	1,61	1933-74
Содержание: % масс		
Асфальтенов	0,3	
Смол силикагелевых	6,5	
Парафина т-ра плавления °С	13,9/51	11851-85
Серы общей	0,1	Методика ВНИИ НП
Азота общего	0,12	
Углерода	85,74	
Водорода	13,9	
Кислорода	0,14	
Ванадия, мкг/г	0,3	
Никеля серы меркаптановойво фракциях:	Н.к- 120°С отсут.	17323-71
	120-230°С отсут.	
	180-350°С отсут.	

Кумкольская нефть сравнительно легкая (0,81—0,83 г/см^3), со значительным содержанием легких фракций и практическим отсутствием средних примесей. Высокое содержание парафинов в нефти приводит к парафинизации подземного и наземного оборудования нефтяных скважин. Особенно интенсивная парафинизация наблюдалась при освоении меловых горизонтов, для которых характерны более низкие пластовые давления и температуры по сравнению с юрскими [15].

Исследовано влияние синтезированных депрессаторов – сополимеров на основе винилацетата и бутилметакрилата, растворенных в толуоле на изменения кинематической вязкости и низкотемпературных показателей Кумкольской нефти при 50^{0}С в зависимости от концентрации депрессатора(0,001 – 0,5 %) (таблица 2).

Таблица 2. **Изменения кинематической вязкости и низкотемпературных показателей Кумкольской нефти при 50^{0}С в зависимости от концентрации депрессатора на основе винилацетата и бутилметакрилата (0,001 – 0,5 %).**

Депрессатор	Растворитель	Сырая Нефть (20 мл)		
ВА + БМА	Толуол	Сырая Нефть	Кинематическая вязкость Vср, мм²/с	Температура застывание Тз,°С
-	-	20мл	2,57	+16
0,001	20мл	20мл	1,17	-3
0,01	20мл	20мл	1,10	-9
0,1	20мл	20мл	1,08	-5
0,25	20мл	20мл	0,94	-2
0,5	20мл	20мл	1,01	-3

Из таблицы 2 видно, что без добавки депрессаторов кинематическая вязкость нефти равна 2,57 мм²/с, температура застывание Тз =+16°С. При добавлении синтезированных депрессаторов на основе винилацетата и бутилметакрилата растворенных в толуоле в количестве (0,001 – 0,5%) на сырую нефть (20 мл) резко изменяются эксплуатационные параметры нефти, т.е. кинематическая вязкость от 2,57 мм²/с снижается до 1,01мм²/с, температура застывание Тз снижается от +16°С до -2°С. При этом оптимальное концентрация добавляемых депрессаторов составляет 0,001 – 0,25%, а при дальнейшем увеличении концентрации в системе эти показатели почти не изменяется. Это свидетельствует о том, что увеличение концентрации не приводит к улучшению эксплуатационных параметров и оптимальной концентрацией в системе можно считать 0,001 – 0,1%.

Также изучено влияния синтезированных депрессаторов – сополимеров на основе винилацетата и бутилметакрилата (растворенных в толуоле) в зависимости от концентрации (0,001 – 0,5 %) на свойства дизельного топлива марки ДТ – Л – К2.

Результаты испытаний образцов дизельного топлива без и в присутствии присадок ДПН – 6 представлены в таблице 3.

Таблица 3. **Изменения кинематической вязкости и низкотемпературных показателей дизельного топлива в зависимости от концентрации присадки ДПН – 6 при температуре 25^{0}С**

Депрессатор	Растворитель	Дизельное топливо марки ДТ – Л – К2 (20 мл)			
ВА + БМА	Толуол	ДТ-Л-К2	Кинематическая вязкостьVср, мм²/с	Температура помутнение Тп,°С	Температура застывание Тз,°С
-	-	20мл	3,77	-11	-14
0,001	20мл	20мл	1,21	-22	-29
0,01	20мл	20мл	1,31	-21	-28
0,1	20мл	20мл	1,33	-22	-30
0,25	20мл	20мл	1,42	-21	-29
0,5	20мл	20мл	1,56	-21	-26

Из таблицы видно, что без добавки депрессаторов кинематическая вязкость дизельного топлива марки ДТ – Л – К2 (25°С) равна 3,77, температура помутнения Тп =-11°С, температура застывания Тз =-14°С. При добавлении синтезированных депрессаторов на основе винилацетата и бутилметакрилата (растворенных в толуоле), в дизельное топливо (20 мл) в количестве (0,001 – 0,5%) резко изменяются эксплуатационные параметры дизельного топлива, т.е. кинематическая вязкость от 3,77 мм²/с снижается до 1,21 – 1,56 мм²/с, температура помутнения Тп резко снижается от -11°С до -22°С, температура застывания Тз снижается от -14°С до -29°С. При этом оптимальное концентрация добавляемых депрессаторов составляет 0,001 – 0,1%, а дальнейшее увеличение концентрации в системе эти показатели почти не изменяют. Это свидетельствует о том, что увеличение концентрации не приводит к улучшению эксплуатационных параметров и оптимальной концентрацией в системе можно считать 0,001 – 0,1%.

Благодаря регулярному строению звеньев сополимера с определенным соотношением при использовании присадки в нефтепродуктах не образуются центры кристаллизации парафинов, что обеспечивает высокую депрессорную активность присадки.

При этом затрудняется рост кристаллов парафина, разрушается структура кристаллических решеток и тем самым сдвигается температура потери подвижности в область более низких температур.

При объяснении влияния депрессоров на температуру застывания нефтепродуктов наибольшее распространение получил адсорбционный механизм их действия, при котором роль присадок сводится к подавлению зародышей фазы и, в большей степени, к предотвращению срастания кристаллов парафина. Поверхностно-активные молекулы присадки большого объема и разветвленности, адсорбируясь на кристаллах парафина, мешают их сближению друг с другом, что необходимо для построения геля [16-18].

Таким образом, синтезированы и исследованы гомо- и сополимерные присадки на основе бутилметакрилата с винилацетатом при соотношении исходных реагентов равном 1:1.

Изучено влияние концентрации депрессаторов на кинематическую вязкость, температуру застывания нефти при 50^0С и дизельного топливо при 25^0С. Показано, что присадка при соотношении исходных компонентов 1:1 и концентрации 0,05масс.% характеризуется высокой эффективностью в исследованных дизельных топливах и нефтях Кумкольского месторождения.

Проведены ИК-спектроскопические исследования синтезированных присадок на основе бутилметакрилата с винилацетатом, установлена зависимость эффективности их действия от строения, химического состава и концентрации.

Проведено исследование влияния концентрации (0,05 до 1,0 масс.%) присадки на кинематическую вязкость и низкотемпературные показатели Кумкольской нефти при 50^0С и дизельного топлива 25^0С. Установлено, что сополимер на основе бутилметакрилата и винилацетата с соотношением 1:1 при концентрации 0,001-0,1мас.% обеспечивает снижение кинематической вязкости и низкотемпературных показателей Кумкольской нефти и дизельного топлива.

Таким образом, синтезированный сополимер на основе бутилметакрилата и винилацетата можно рекомендовать для регулирования эксплуатационных свойств Кумкольской нефти и дизельного топлива использования их в сборе, транспортировке и эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Алиева А.И. Исследования реологических свойств высокопарафинистых нефтей. – Известия Академии Наук Азербайджана. – 2003. -№3. –С.88-93.

[2] Марриотт Дж.М. Применение модификаторов парафиновых кристаллов к сырой нефти и мазуту // Британская промышленность и техника. -1984. –Т.59-№3. –С.5-7.

[3] Надиров Н.К., Тугунов П.И., Брот Р.А. и др. Трубопроводный транспорт вязких нефтей. – Алматы: Наука, 1985. -264 с.

[4] Черножуков Н.И., Крейн С.З., Лосиков Б.В. Химия минеральных масел. - М. : Гостопиздат, 1959. - 416 с.

[5] Переверзев А.Н., Богданов Н.Ф., Рощин Ю.Н. Производство парафинов. - М. : Химия, 1973. - 224 с.

[6] Лисовский А. Е. и др. К вопросу о механизме действия смолна кристаллизацию парафинов // Изв. вузов. "Нефть и газ". - 1965. -№ 6. - С.57-61.

[7] Тертерян Р.А., Депрессорныеприсадки к топливам, нефтям и маслам. [Текст] /Р.А.Тертерян - М.: Химия, 1990. 348 с.

[8] Сазонов О.В. и др. Испытания полимерной присадки ДН-I // Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов. - 1978. -№ 3.-С. 3-5.

[9] Сазонов 0,В. и др. Опытно-промышленные испытания депрессорной присадки ЕСА 4242 на высокопарафинистой мангышлакской нефти // Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов. - 1975.- № 12.-С. 3-5.

[10] Башкатова С.Т, Присадки к дизельнымтопливам. [Текст] /С.Т. Башкатова - М.: Химия, 1994. 256 с.

[11] Beysenbayev O.K., Turemuratov R.S., Isa A.B., IskendirovB.Zh., Ivakhnenko A.P. Synthesis and Properties of Depressators Based on Sopolymers in the Presence of Gossypol Pitch. Orientaljournalofchemistry. Vol. 31, No.(3). -2015.

[12] ТуремуратовР.С., БейсенбаевО.К., ИвахненкоА.П., Жанадилов Н. Исследования депрессаторов на основе олефинов. Вестник КазНИТУ. Алматы, 2016, №2(114), С.238-242.

[13] Туремуратов Р.С., Бейсенбаев О.К., Иса А.Б., Искендиров Б.Ж. Исследование присадок на основе гомополимеров и сополимеров для дизельных топлив. Вестник ЕНУ им.Л.Н.Гумилева, I I ч., Астана, 2016. №2(113). С.538-542.

[14] Beysenbayev O.K., A.B. Isa, R.S.Turemuratov, N.E. Botabaev, K.P. Daurenbekova. The recovery of depressant based on the gossypol resin and flux oil (DPN-1.2) Journal of Applicable Chemistry, India, Vol. 4 (2). - 2015. - P. 488-491

[15] Васильянова Л.С. Некоторые особенности нефтей Казахстана //Нефть и газ. - №2. -2006. – С.81-87.

[16] Губин В.Е., Сковородников Ю.А., Скрипников Ю.В. Методика гидравлического расчета трубопровода при изотермическом режиме течения высокопарафинистых и вязкопластичных нефтей // Уфа: ВНИИСПТнефть, 1974. - 28 с.

[17] Жузе Т.П. Механизм действия присадок, вызывающих понижение температуры застывания парафинистых нефтепродуктов // М.: Коллоидный журнал, 1951. - т.13. - № . 1. - с.27-37.

[18] Кулиев А.М. Химия и технология присадок к маслам. – М.: Химия, 1972. - 360 с.

Бейсенбаев О.К., Ивахненко А.П., Туремуратов Р.С., Сейдулла Ш.С.

Бутилметакрилаттың және винилацетаттың негізіндегі депрессаторларды алу және Құмкөл мекеніндегі мұнай мен дизельді жанармайдың төмен температуралы сипаттамаларына және тұтқырлы қасиеттеріне әсер етуін зерттеу

Түйіндеме. Бастапқы реагенттердің теңдей 1:1 қатынасындағы бутилметакрилат пен винилацетат негізіндегі гомо- және сополимерлі қоспалар синтезделген және зерттелген. Депрессаторлардың концентрациясының кинематикалық тұтқырлыққа әсері зерттерлген, 50ºС – та мұнайдың және 25ºС – та дизельді жанармайдың салқындау температурасы. Бастапқы компонеттердің теңдей (1:1) қатынасында және 0,05масс.% концентрациясында қоспа зерттелген Құмкөл мекеніндегі дизельді жанармайларда және мұнайда жоғары тиімділігімен сипатталатыны көрсетілген.

Бутилметакрилат пен винилацетат негізіндегі синтезделген қоспалардың ИК-спектроскопикалық зерттеулері келтірілген, олардың құрылымына, химиялық құрамына және концентрациясына қарай олардың әрекет ету тиімділігіне тәуелділігі көрсетілген.

Қоспалар концентрациясының (0,05–тен 1,0–ға дейінгі масс.%) мұнай мен дизельді жанармайдың 50^0С температурасындағы Құмкөл мұнайының төментемпературалы көрсеткіштеріне және кинематикалық тұтқырлығына әсерінің зерттелулері келтірілген. 0,001-0,1мас.% концентрациясындағыбутилметакрилат пен винилацетат негізіндегі теңдей (1:1) қатынасындағы сополимер Құмкөл мекеніндегі мұнайдыңжәне дизельді жанармайлардың кинематикалық тұтқырлығының және төментемпературалы көрсеткішінің төмендеуін қамтамасыз етеді.

Түйін сөздер: синтез, сополимеризация, бутилметакрилат, винилацетат, қоспа, Құмкөл мұнайы, дизельді жанармай, кинематикалық тұтқырлық, төментемпературалы көрсеткіш.

Beysenbayev O.K., Ivakhnenko A.I., Turemuratov R.S., Seidulla Sh.

Obtainment and research of the influence of the depressor on the base of butylmethacrylate and vinyl acetate on low-temperature characteristics and viscous properties of oil and diesel fuels of Kumkol oilfield

Summary. Homo- and copolymer additives based on butyl methacrylate with vinyl acetate were synthesized and investigated with a ratio of initial reagents equal to 1: 1. The effect of the concentration of depressors on the kinematic viscosity, the pour point of oil at 50^0C and the diesel fuel at 25^0C have been researched. It was proved that the additive at the ratio of initial components (1: 1) and concentration 0.05 %mass is characterized by high efficiency in the investigated diesel fuels and oil of the Kumkol field.

IR spectroscopic research of synthesized additives based on butyl methacrylate with vinyl acetate were done, and the dependence of their effectiveness on the structure, chemical composition and concentration was established.

The influence of the additive on the kinematic viscosity and low temperature parameters of Kumkol oil at 50^0Cof oil and diesel fuel was studied from the concentration (0.05 to 1.0 %mass). It was found out that a copolymer

based on butyl methacrylate and vinyl acetate with the ratio (1: 1) at a concentration of 0.001-0.1% mass. provides a reduction in the kinematic viscosity and low-temperature parameters of Kumkol oil and diesel fuel.

Key words: synthesis, copolymerization, butyl methacrylate, vinyl acetate, additive, Kumkol oil, diesel fuel, kinematic viscosity, pour point and cloud point.

ӘОЖ 622.7.012.5/7:62.765

[1]Б.Т.Акашев, [2]Т.Ж. Жұмағұлов, [2]М.М. Абжаев, [2]М.Ш. Сахитжанов,
([1]Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, E-mail: akashev_b@mail.ru
[2]Қорқыт Ата атындағы Қызылорда мемлекеттік университеті, Қазақстан Республикасы
E-mail: Temur_rngm@mail.ru)

ТҰТҚЫРЛЫҒЫ ЖОҒАРЫ МҰНАЙ ҚАЛДЫҚТАРЫНАН ДАЙЫНДАЛҒАН ҚОСПАНЫ АРАЛАСТЫРУ ҚОНДЫРҒЫСЫН ЕСЕПТЕУ ЖОЛДАРЫ

Андатпа. Бұл мақалада, асфальт-шайырлы-парафинді мұнай бар қалдықтардан брикет отынын алудың технологиялық жүйелерінің тиімділігін анықтау үшін есептеулер жүргізілген.

Технологиялық қалдықтарды зерттеу және талдау нәтижелері көрсеткендей, қалдықтарды экологиялық қауіпсіз пайдалану арқылы олардың түзілуін барынша азайту мақсатында, әрбір қалдықтың түзілу сатысы кезінде оларды кәдеге жарату мен ең тиімді пайдалану тәсілдерінің мүмкіндігін қалыптастыру арқылы, қалдық топтарын барынша жою мен тиімді ресурстарын басқарудың мүмкін технологиясын жасау. Техногендік қалдықтарды дәстүрлі емес тәсілмен қайта өңдеу мәселесін шешуде, тұтыну қалдықтары мен сусыздандыру компоненттерінің шоғырлануын тазалау қасиеттері, сондай-ақ өндірістің аралас қалдықтарын пайдалана отырып, байыту әдістерін жетілдірудің әдістемелік шешімдері жасалынды. Мұндай қадам техногендік қалдықтармен жұмыс жасаудың стратегиясы негізінде және қалдық ресурстарын басқарудың техникалық шешімдерін шешу үшін мүмкін болады.

Геожүйенің экологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін қатты қалдықтарды пайдалануда ресурс үнемдейтін технологиялардың ғылыми және практикалық негіздерін әзірлеу, халықшаруашылығында маңызды тапсырмалардың бірі болып табылады, оны шешу жаңа тұжырымдамалық көзқарастар мен экологиялық-техникалық шешімдерді дамытуды қажет етеді.

Кілт сөздер: мұнай қалдығы, экология, араластырғыш аппарат.

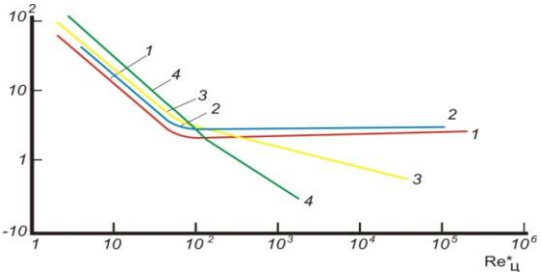
Қазіргі таңда мұнай кен орындарындағы жинақталған қалдықтардың көлемі мен оларды сақтауға арналған қоймалардың санын азайту мақсатында, мұнай өндіру жұмыстарының барлық кезеңінде мұнай қалдықтарын ғылыми негізде қайта саралап, тиімді пайдалану арқылы, қоршаған табиғи ортаның тұрақтылығын сақтап қалу маңызды болып табылады.

Мұнай қалдықтарын өңдеудегі мәселелердің ішіндегі ең бастысы, қалдықтарды пайдалану және залалсыздандырудың тиімді технологиясын жасау қарастырылған. Осы мәселелерді түбегейлі зерттеп, сараптай отырып, мұнай қалдықтарын қайта өңдеу арқылы тиімді пайдалану әдістерін қарастыруымыз қажет.

Көп жылғы жинақталған тәжірибелердің негізінде, мұнай қалдықтарын екінші шикізат ретінде пайдаланудың өте тиімді екені белгілі болды [1, б.37].

Мұнай қалдықтары құрамындағы ауыр көмірсутегілердің мөлшеріне байланысты негізінен тұтқыр орта болып табылады. Осы қалдықтарды қайта пайдалану барысында оларды араластырудың қиындығы көп кедергі келтіреді.

Тұтқырлығы жоғары ортаның араластыру процесінің сандық талдауы араластыруға кететін қуатты, біркелкі қоспа алу үшін және қондырғының қабырғаға жылу беруіне байланысты болады.



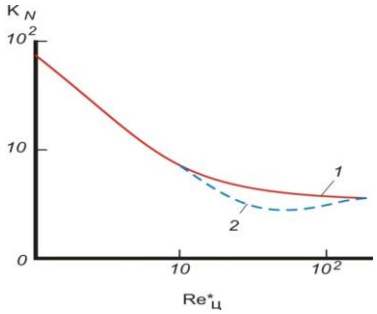
1 – көп сатылы қалақты, 2 – шнекті, 3 – бағытталған трубадағы шнекті, 4 – ленталы.

1-сурет. Әртүрлі араластырғыш құрылғылары бар аппараттар үшін қуат критерийінің жалпы ортадан тепкіш Рейнольдс критерийіне тәуелділігі

Геометриялық түрде алғанда араластырғышы бар қондырғыларда қуат шығындарының критерийлі теңдеуі келесі түрде жазылады:

$$K_N = C\left(\mathrm{Re}_ц^*\right)^\alpha$$

Ньютонды және ньютонды емес орталармен әртүрлі аппараттардың тәжірибелік зерттеу жұмыстарының критерийлі теңдеулеріне кіретін С және α коэффициенттері мәндерін анықтауға мүмкіндік берді [2, б.14].

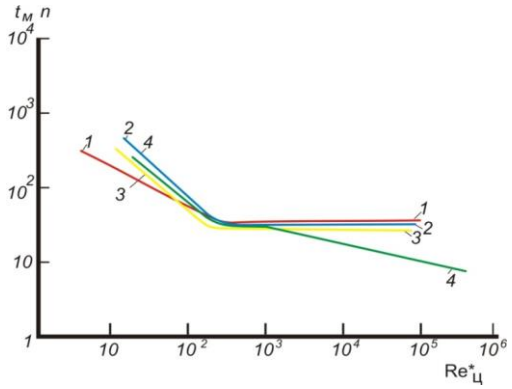


2-сурет. Ньютонның (1) және жалған пластикалық (2) сұйықтардың қисық сызықтары

Ньютонды сұйықтардың және ньютонды емес орталардың араласуына кеткен қуат шығындарының мәндері критерийлі теңдеуде берілген ламинарлы және турболентті облыстарда мәндер дәл келетіндігі суретте көрсетілген. Өтпелі режим облысында онша үлкен емес айырмашылықты көруге болады.

Араластырғышы бар әртүрлі аппараттардың ньютонды емес орталарының араласуы кезіндегі гомогенизация уақытын t_M анықтау үшін критерийлі теңдеуі келесі түрде өрнектеледі:

$$t_M n = C_1\left(e_ц^*\right)^{\alpha 1}$$



3-сурет. Әртүрлі араластырғыш құрылғылары бар аппараттар үшін гомогенизация уақыт критерийінің жалпы ортадан тепкіш Рейнольдс критерийіне $\mathrm{Re}_ц^*$ тәуелділігі

Аппараттың геометриялық параметрлері процестерінің сипатына әсерін есепке алсақ гомогенизация уақытының критерийлі теңдеуі келесідей өрнектеледі:

$$t_M n = f\left(\mathrm{Re}_ц^*, \Gamma_i\right)$$

мұндағы, Γ_i - геометриялық симплекстер.

Геометриялық симплекстер және олардың араластыру уақытына әсері негізінен тәжірибелік және деңгейлік тәуелділіктер түрінде қарастырылады. Дегенмен араластырғышы бар аппараттардағы сұйық қозғалысының қарапайым моделін талдай отырып, геометриялық функцияларды анықтау үшін аналитикалық өрнектерін алуға болады. Бұл функцияларды анықтау аппараттағы сұйықтықтың таралу уақытына $t_ц = 5t_M$ негізделеді. Бұл уақыт берілген араластырғыштың конструкциясы әсерінен туған есептеулерден болады [2, б.16].

Әртүрлі араластырғыш құрылғылары бар аппараттардың геометриялық функцияларын анықтайтын өрнегі төменде келтірілген:

Турбиналық ($d_M \langle\langle D$; $d \langle\langle D$; $b = const$, мұндағы, b – қалақшаның ені; β – қалақшаның бұрағышының бұрышы; H – ыдыстың түбінің үстіндегі сұйықтықтың биіктігі).

$$\frac{t_M n \sin\beta}{\left[\frac{H}{b}\left(\frac{D-d_M}{d_M}\right)^2 - \frac{1}{\ln\left(D/d_M\right)} + \frac{1}{2}\frac{(H-b)}{b}\left(D/d_M\right)^2\right]} = \frac{t_M n}{\varphi(\Gamma,\beta)} = const$$

Пропеллерлі ($d_M \langle\langle D$; $d \langle\langle D$; $b = const, \alpha = const$, $\alpha \neq 0, \alpha \neq \pi/2$, мұндағы, α – қалақшаның бұрағышының бұрышы, b – қалақшаның ені, h – аппараттың түбі мен араластырғышқа дейінгі арақашықтық)

$$\frac{t_M n \sin\alpha\cos\alpha}{\left[\left(\frac{D-d_M}{d_M}\right)^2 \frac{1}{\ln\left(D/d_M\right)}\left(\frac{h-\frac{1}{2}b\sin\alpha}{d\xi^-} + \frac{H-h-\frac{1}{2}b\sin\alpha}{d\xi^+}\right) + A\right]} = \frac{t_M n}{\varphi(\Gamma,\alpha)} = const$$

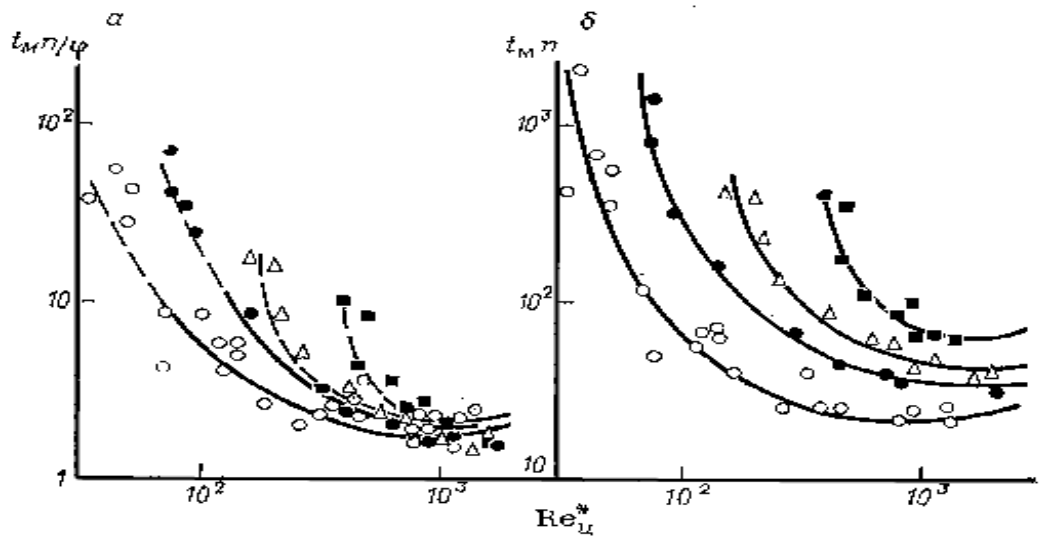
$$A = \frac{1}{4}\frac{H}{d_M}\left(D/d_M\right)^2\left(\frac{1}{\xi^-} + \frac{1}{\xi^+}\right); \qquad \xi^{\pm} = 1 + 3\frac{b}{d_M}tg\alpha;$$

Шнекті ($\alpha = const$ – бұрандалы сызықтың көтерілім бұрышы; z – орамдар саны)

$$\frac{t_M n z \sin\alpha}{HD^2/d_M^2} = \frac{t_M n}{\varphi(\Gamma,\alpha)} = const$$

Ленталы ($\alpha = const$, d_0 – араластырғыштың ішкі диаметрі)

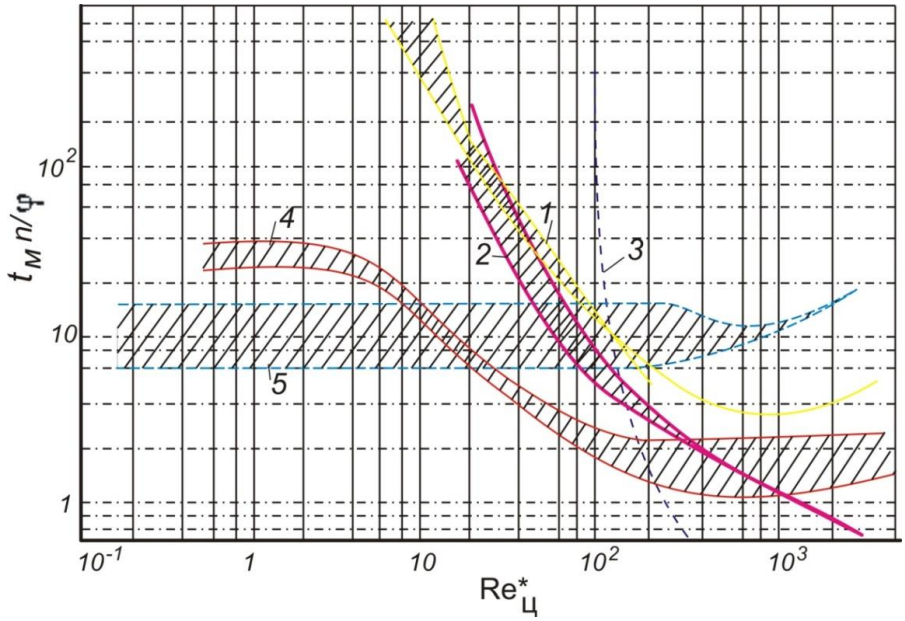
$$\frac{t_M n z \sin\alpha}{HD^2/\left(d_M^2 - d_0^3\right)} = \frac{t_M n}{\varphi(\Gamma,\alpha)} = const$$



$O - H/D = 1,\ \varphi = 12{,}8$; • $- H/D = 1{,}5,\ \varphi = 18{,}9$; $\Delta - H/D = 2,\ \varphi = 25{,}5$; • $- H/D = 3,\ \varphi = 38{,}7$.

4-сурет. Турбиналық араластырғыш құрылғыларының әртүрлі конструкциялары үшін араластыру уақытына геометриялық функциясының φ есепке алу ықпалы

Геометриялық функцияларды есепке алу, араластыру уақытын анықтау дәлдігіне едәуір әсер етеді.



1-қалақшалы, 2- турбиналық, 3 – пропеллерлі, 4 – шнекті, 5- ленталы.

5-сурет. Әртүрлі типті араластырғыш құрылғысы бар аппараттардағы араластыру уақытын анықтауға арналған жинақтық диаграммасы

Бұдан басқа, геометриялық функцияларды есепке алу тәжірибелік мәліметтерді жинақтауға мүмкіндік береді. 5-суретте көрсетілген диаграмма негізгі екі технологиялық мәселені шешуге көмектеседі: аппараттың белгілі бір түрі үшін (геометриялық функция белгілі) Рейнольдс санына тәуелді араластыру уақытын анықтауға болады; құрылған конструкция үшін берілген араластыру уақыты және Рейнольдс саны бойынша араластырғышы бар аппараттың тиімді геометриялық параметрлерін анықтау арқылы, геометриялық функцияны табуға болатыны анықталды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Т.Ж. Жұмағұлов, П.А. Таңжарықов, Б.Б. Абжалелов, М.М. Абжаев. Өндіріс қалдықтарын тиімді пайдалану арқылы экологияны жақсарту. –Астана: -«BAQORDA» 2015. -250 бет.

[2] Сахитжанов М.Ш. Асфальт – шайырлы - парафин шөгінділерінен құралған мұнай қалдықтарынан брикеттелген отын алу технологиялық жүйесі механизмдерінің тиімділігін жетілдіру. 6М072400– Техникалық машиналар мен жабдықтар (сала бойынша) мамандығы бойынша техника - технология магистрі академиялық дәрежесін алу үшін дайындалған диссертациясының рефераты, Қызылорда, 2014ж. 24 бет.

Акашев Б.Т., Жұмағұлов Т.Ж., Абжаев М.М., Сахитжанов М.Ш.,

Пути расчета смешивающегося оборудования смеси из остатков высоковязкой нефти.

Аннотация. Проведены расчеты для определения эффективности механизмов технологических систем для получения брикетных топлив из асфальто-смолисто-парафино содержащих нефтяных отходов.

Анализ состояния проблемы, а также результаты проведенных нами исследовании с техногенными отходами показал: минимизацию их образования, экологически безопасное обращение, максимальное разделение на группы уже на стадии образования для обеспечения возможности применения наиболее рациональных способов утилизации или обезвреживания каждой группы отходов, разработку экономически доступных и технически осуществимых технологий для вовлечения отходов в ресурсооборот. Разработаны методологические подходы позволяющие решить проблему утилизации техногенных отходов не традиционными способами, а методами повышения потребительских свойств очистки от лишних примесей и компонентов концентрирования обезвоживания, а также другими способами обогащения с применением отходов из смежных областей производства. Такой подход по вовлечению отходов в ресурсооборот может быть положены в основу стратегии обращения с техногенными отходами и соответствующих технических решений.

Разработка научных и практических основ ресурсосберегающих технологий использования твердых отходов для обеспечения экологической безопасности геосистем является важной народнохозяйственной задачей, при решении которой требуется разработка новых концептуальных подходов и эколого-технических решений.

Ключевые слова: нефтяной отход, экология, смесительный аппарат.

Akashev B.T., Zhumagulod T.G., Abzhaev M.M., Sahitzhanov M.Sh.

The ways of determining how the mixture produced from the waste oil with high viscosity

Annotation. In this paper, the calculations to determine the effectiveness of the technological systems for fuel briquette of asphalt-resin-paraffin oil-containing waste.

Analysis of the problem and the results of our research with technological waste showed that minimize their generation, the environmentally safe treatment, the maximum separation of the group at the time of formation to enable the use of the most efficient ways of recycling or disposal of each waste stream, the development of affordable and technically feasible technology to involve waste of resource management. The methodological approach makes it possible to solve the problem of disposal of waste is not man-made traditional methods and techniques to improve consumer properties of cleaning unwanted impurities and concentration of components of dehydration, as well as other methods of enrichment using waste from adjacent fields production. Such an approach is to involve the waste of resource management can be the basis for strategies to deal with man-made waste and the appropriate technical solutions.

Development of scientific and practical bases of resource-saving technologies use solid waste for environmental safety Geosystems is important economic problems, the solution of which requires the development of new conceptual approaches and eco-engineering solutions.

Key words: oil waste, ecology, mixer.

УДК 004.056.5

М.Н. Калимолдаев, Р.Г. Бияшев, С.Е. Нысанбаева,
Е.Е. Бегимбаева, М.М.Мағзом
(Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК,
Алматы, Республика Казахстан)

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ОСТАТОЧНЫХ КЛАССОВ В КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКЕ

Аннотация. Описана история развития систем счисления в остаточных классах (СОК). В СОК многоразрядное целое число в позиционной системе счисления представляется в виде последовательности нескольких малоразрядных позиционных чисел. В настоящее время СОК часто применяется при разработке эффективных и высокопроизводительных процессоров специального назначения, а также широко используется и в криптографии.

Ключевые слова: системы счисления в остаточных классах, модулярная арифметика, непозиционные полиномиальные системы счисления, вычеты.

Введение

В традиционной позиционной системе счисления значение каждого числового знака (цифры) при обозначении числа зависит от его позиции, или разряда при записи числа. К позиционным системам счисления относятся такие известные системы, как десятичная и двоичная, название определяется основаниями этих систем 10 (десять) и 2 (два). Используются также позиционные системы с основаниями 60, 16, 12 и 8. Основанием системы может быть выбрано любое число.

Кроме позиционных систем счисления, существуют непозиционные системы счисления, в которых запись чисел основана на других принципах. Один из примеров таких систем – известные римские цифры, которые записываются в виде символов, означающих значение цифры: например, I – единица, V – пять, X – десять, L – пятьдесят, C – сто. Например, число 176 запишется как CLXXVI.

Другой пример непозиционных систем – это системы счисления в остаточных классах (СОК), которая является системой представления данных в вычислительной арифметике. В СОК многоразрядное целое число в позиционной системе счисления представляется в виде последовательности нескольких малоразрядных позиционных чисел. Эти числа есть остатки (вычеты) от деления исходного числа на основания СОК, являющихся взаимно простыми числами. Первые упоминания об этой системе можно найти в работе греческого философа Никомаха Герасского – «Введение в арифметику» [1].

Один из методов представления числа в системе остаточных классов базируется на китайской теореме об остатках, описанной китайским математиком Сунь Цзы [2] в III в. нашей эры, которая гласит, что любое число может быть представлено своими остатками (вычетами) от деления на систему оснований, которую образуют попарно простые числа. В 1247 году эта теорема была обобщена и доказана Цинь Цзюшао [3,4].

Арифметические операции в СОК (синонимы - модулярная арифметика, модулярные системы счисления, непозиционные системы счисления) впервые использовались Гауссом [5].

Применение системы остаточных классов в вычислительной технике

В системе остаточных классов целое положительное число A представляется в виде последовательности остатков или вычетов

$$A = (\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n) \quad (1)$$

от его деления на заданные положительные целые числа $p_1, p_2, \ldots, p_n$, которые называют основаниями системы. Числа α_i образуются следующим образом:

$$\alpha_i = A - \left[\frac{A}{p_i}\right] p_i, \; i = \overline{1,n} \; , \quad (2)$$

где $\left[A / p_i\right]$ обозначает целую часть от деления A на p_i. Из (2) следует, что цифра *i*-го разряда α_i числа A есть наименьший положительный остаток от деления A на p_i и $\alpha_i < p_i$. В этом случае образование цифры каждого разряда производится независимо друг от друга. В соответствии с китайской теоремой об остатках представление числа A в виде (1) будет единственным, если основания p_i попарно просты между собой. Объем диапазона представимых чисел в этом случае равен $P = p_1 p_2 \cdots p_n$. Здесь, аналогично позиционной системе счисления, диапазон представимых чисел растет как произведение оснований, а разрядность чисел растет как сумма разрядностей тех же оснований.

Основные преимущества, которые позволяют эффективно использовать модулярную арифметику в некоторых областях вычислительной техники: отсутствие переноса разрядов в операциях сложении и умножении, а также отсутствие распространения ошибок. В отличие от позиционной системы счисления все элементы вектора равнозначны и ошибка в одном из них ведет всего лишь к сокращению динамического диапазона. Этот факт позволяет проектировать устройства с повышенной отказоустойчивостью и коррекцией ошибок [6,7].

Это и стало причиной того, что к концу 1950-х годов ученые и инженеры начали работать над адаптацией и применением системы остаточных классов для решения вычислительных задач, в частности с целью реализации устройств быстрых арифметических и отказоустойчивых вычислений.

Первыми мысль о возможности применения СОК в вычислительной технике в 1955 г. в краткой статье высказали чехословацкие инженер М. Валах и математик А. Свобода [8,9]. В США параллельно Х.Л. Гарнер опубликовал работу, в которой описывается система остаточных классов и арифметические операции в ней.

Первым в СССР в конце 50-х годов на систему счисления остаточных классов обратил внимание Ф.В. Лукин и считал СОК очень перспективным направлением развития вычислительной техники [10]. Он пригласил учёных Д. И. Юдицкого и И.Я. Акушского в исследовательскую группу по разработке новой ЭВМ на базе модулярной арифметики. В 1968 году И.Я. Акушский и Д.И. Юдицкий опубликовали книгу «Машинная арифметика в остаточных классах» [11], фундаментальный труд по новой машинной арифметике. Они были не только теоретиками в области СОК, но и принимали активное участие в реализации специализированного компьютера (электронной вычислительной машины - ЭВМ) на основе СОК. Такой компьютер начал создаваться в Советском Союзе еще в 1957 г. [12]. В разработанном модулярном компьютере была достигнута рекордная производительность – 1,25 млн. операций в секунду, что почти на порядок превышало производительность компьютеров того времени, которые проектировались на основе классической двоичной системы счисления.

Примерно в тот же период 50-х годов идея применения СОК с малыми модулями в устройствах обнаружения ошибок в кодировании также была исследована Айкеном и Гарнером [13]. Пожалуй, самым примечательным продвижением в период с конца 1950-го и до середины 1960-го года, была исследовательская работа Сабо и Танаки в научной лаборатории авиастроительной компании США Lockheed. Они работали на коррелляторе специального назначения, в то время как в тот же период исследовательская группа из американской многоотраслевой компании (Radio Corporation of America – RCA) разработала электронную вычислительную машину общего назначения. Однако, эти работы не получили большого успеха, так как технология в 1950-е и 1960-е годы не могла справиться с уникальными требованиями арифметики СОК. Результаты исследовательской работы Сабо и Танаки представлены и сохранились в единственной печати [14].

С середины 1970-х теоретические разработки начали применяться в технологических разработках. Более чем 150 работ были опубликованы в период с середины 1970-х до середины 1980-х годов в этом направлении, в этот же период получены первые патенты и книги по СОК. Первоначально, основной областью применения СОК являлась цифровая обработка сигнала. Хуан построил и испытал согласованный фильтр в двумерном СОК способный оперировать 20 миллионов операций в секунду [15]. В этот же период Смит в Мартин Мариэтте разработал быстрое преобразование Фурье (БПФ) в СОК [16]. Использование СОК для гребенчатого фильтра было описано Жюльеном в работе [17], а для аппаратных средств со сверхвысокой степенью интеграции (СВСИ) в системах СОК в работе Тейлора [18].

В работе [17] рассматривается реализация СОК с массивами просмотровых таблиц, помещенные с высокой плотностью в памяти только для чтения. Реализация такой системы ограничивается операциями сложения, вычитания, умножения и масштабирования на предварительно определенную константу. Особое внимание уделено алгоритму масштабирования, а также описаны разработанные два алгоритма масштабирования.

На сегодняшний день в сфере цифровой обработки сигналов (ЦОС) в СОК посвящены многочисленные работы. В 1990-е годы была представлена так называемая «Машина Гаусса» - это процессоры ЦОС с высоким уровнем применения СОК [19]. Авторы [20] предложили высокопроизводительный комбинаторный процессор модульной арифметики для использования ЦОС. В 2001 году была предложена реализация дискретного вейвлет-преобразования (ДВП) на основе СОК [21].

Заключение

В настоящее время СОК часто применяется при разработке эффективных и высокопроизводительных процессоров специального назначения [22]. СОК широко используется и в криптографии. Например, модулярная арифметика позволяет создавать эффективную аппаратную реализацию криптографических систем [23]. Применение непозиционной системы счисления позволяет ускорить медленные вычисления в ассиметричных алгоритмах шифрования и повысить их надёжность [24-27]. Например, СОК широко используется при аппаратной реализации алгоритмов RSA и ECC.

В Институте информационных и вычислительных технологий с 1996 года под руководством Бияшева Р.Г. проводятся научно-исследовательские работы (НИР) по темам программ фундаментальных и прикладных исследований и грантов Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан. Целью проводимых НИР является разработка, исследование и реализация криптографических алгоритмов защиты информации, разработанных на базе непозиционных полиномиальных систем счисления, в инфокоммуникационных системах и сетях различного назначения.

ЛИТЕРАТУРА

[1] M.L. D'Ooge, F.E. Robbins, L.C. Karpinsk Nicomachus of Gerasa Introduction to arithmetic // [English translation]. – University of Michigan studies, London: Macmillan, – 1926.

[2] Dauben, Joseph W. Chinese Mathematics, in Katz, Victor J., The Mathematics of Egypt, Mesopotamia, China, India and Islam : A Sourcebook, Ch. 3, – Princeton University Press, – 2007, pp. 187–384.

[3] Libbrecht U. Chinese mathematics in the thirteenth century. The Shu-shu chiu chang of Ch'in Chiu-shao. Cambridge (Mass), London, MIT Press, – 1973.

[4] I-Chen Chang P. Muller The Ancient Chinese Pearl in number theory – the Chinese remainder theorem // International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, – Vol. 11, – Issue 4, – 1980, P. 545—556.

[5] C. F. Gauss, Disquisitiones Arithmeticae, – 1801.

[6] A. Omondi, B. Premkumar Residue Number Systems: Theory and Implementation, – 2007.

[7] Бияшев Р.Г., Нысанбаева С.Е. Алгоритм формирования электронной цифровой подписи с возможностью обнаружения и исправления ошибки // Кибернетика и системный анализ. – 2012 г. – Т. 48, № 4. – С. 14-23.

[8] M. Valach Vznik kodu a ciselne soustavy zbytkovych trid // Stroje Na Zpracovani Informaci, Sbornik III, - 1955.

[9] A. Svoboda, M. Valach, Operatorove obvody, Stroje Na Zpracovani Informaci // Sbornik III, - 1955.

[10] Б. Малашевич, Л.Ф. Викторович - основатель зеленоградского Центра микроэлектроники, http://www.computer-museum.ru/galglory/lukin.htm.

[11] Акушский И.Я., Юдицкий Д.И. Машинная арифметика в остаточных классах. Москва: Соаветское радио, - 1968.

[12] Б. Малашевич, Неизвестные модулярные суперЭВМ, http://www.computer-museum.ru /histussr/sok_evm.htm.

[13] Taylor F.J. Residue arithmetic: a tutorial with examples // IEEE Comput. 17, p. 50 – 62, - 1988.

[14] Szabo N., Tanaka R. Residue Arithmetic and its Applications to Computer Technology // McGraw - Hill, New York, - 1967.

[15] Huang C.H., Taylor F.J. A memory compression scheme for modular arithmetic // IEEE Trans. Acoust. Speech Signal Process. ASSP-27, - p. 608–611, - 1979.

[16] Smith,W. Symposium on Very High Speed Computing Technology // IEEE ICASSD Conference, - 1980.

[17] Jullien G.A. Residue number scaling and other operations using rom arrays // IEEE Trans. Comput. C-27(4), - p. 325–336, - 1978.

[18] Taylor F.J. A vlsi residue arithmetic multiplier // IEEE Trans. Comput. C-31(6), - p. 540–546, - 1982.

[19] Taylor F., Zelniker G., Smith J., Mellott J. The gauss machine-a dsp processor with a high rns content // International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, ICASSP-91, vol. 2, pp. 1081–1084, - 1991.

[20] Di Claudio E.D., Piazza F., Orlandi G. Fast combinatorial rns processors for dsp applications // IEEE Trans. Comput. 44(5), - p. 624–633, - 1995.

[21] Ramirez J., Fernandez P., Meyer-Base U., Taylor F., Garcia A., Lloris A. Index-based rns dwt architectures for custom ic designs // IEEE Workshop on Signal Processing Systems, - pp. 70–79, - 2001.

[22] Rooju Chokshi, Krzysztof S. Berezowski, Aviral Shrivastava, Stanisław J. Piestrak, Exploiting Residue Number System for Power-Efficient Digital Signal Processing in Embedded Processors // Proceedings of the CASES '09, Grenoble, France, - pp.19-28.

[23] D. Schinianakis, T. Stouraitis Residue Number Systems in Cryptography: Design, Challenges, Robustness // Secure System Design and Trustable Computing, Springer, - 2016.

[24] Schinianakis D., Fournaris A., Michail H., Kakarountas A., Stouraitis T. An RNS implementation of an Fp elliptic curve point multiplier // IEEE Trans. Circuits Syst. I 56(6), - p. 1202–1213, - 2009.

[25] Schinianakis D., Stouraitis T. // A RNS Montgomery multiplication architecture // IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS), - pp. 1167–1170, - 2011.

[26] Schinianakis D., Stouraitis T. Hardware-fault attack handling in RNS-based Montgomery multipliers // IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS), - pp. 3042–3045, - 2013.

[27] L. Sousa, S. Antão, P. Martins Combining residue arithmetic to design efficient cryptographic circuits and systems // IEEE Circuits and Systems Magazine, - 2016.

Калимолдаев М.Н., Бияшев Р.Г., Нысанбаева С.Е., Бегимбаева Е.Е., Мағзом М.М.

Есепетеуіш техникадағы қалдықтар класстар жүйесінің даму тарихы

Түйіндеме. Бұл жұмыста есепетеуіш техникадағы қалдықтар класстар жүйесінің даму тарихы баяндалады. Қалдықтар класстар жүйесінде үлкен разрядты сан бірнеше кіші разрядты сандар жиыны түрінде қарастырылады. Бұл параллельді өңдеуге және қателерді табуға мүмкіндік береді. Қалдықтар класстар жүйесі арнайы процессорлерді құрастыру кезінде және криптографияда жиі қолданылады.

Негізгі сөздер. Қалдықтар кластардағы санақ жүйесі, модулярлы арифметика, позициялы емес полиномды санау жүйесі.

Kalimoldayev M.K., Byashev R.G., Nyssanbayeva S.E., Magzom M.M.

The history of the development of residue number system in computer technology

Summary. The article describes the history of the development of residue number system. In RNS an integer is represented as a set of several low-bit integers. This allows parallel computing and error detection. Currently, RNS is often used in the development of effective and high-performance special-purpose processors. RNS is also widely used in cryptography.

Key words. Cryptographic system, encryption algorithm, modular arithmetic, Feistel scheme, encryption mode.

ӘОЖ 378.016

Ж.А. Құрбанова, Н.С. Қатаев
(Қазақ мемлекеттік қыздар педагогикалық университеті
Алматы, Қазақстан Республикасы, saya_24.09@mail.ru)

ЖАҢА АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРМЕН ОҚЫТУДЫҢ НЕГІЗГІ ҚАҒИДАЛАРЫ

Түйіндеме. Мақалада білім беру процесінде компьютердің орны мен компьютер көмегімен іске асырылған бағдарламалық құралдарды қолданудағы педагогикалық мақсаттар, функционалды және әдістемелік тағайындаулар, бағдарламалық құралдардың оқу-тәрбиелік талаптары қарастырылған. Қазіргі заманғы ақпараттық технология құралдарымен мұғалімдерге білім алушыларға тиімді әдістермен бағыт-бағдар көрсетуге мүмкіндік беру. Қазіргі қоғамда ақпараттандыру қоғамдық өмірдің барлық саласына, соның ішінде білім саласына да өз ықпалын тигізуде.

Негізгі сөздер: компьютер, ақпараттық технология, оқыту үдерісі, оқыту, компьютерлік технология, педагогика, бағдарламалық құрал, білім алушы.

Компьютерлердің өнеркәсіпте бірінші ұрпағы шығарылғаннан және олардың білім беру мекемелерінде пайда болуымен педагогика ғылымында пайда болған жаңа бағыт - компьютерлік оқыту технологиялары. 50-шы жылдардың соңында қуатты ЭЕМ фирмасының "Control Data Corporation" негізінде бірінші оқыту жүйесі Plato АҚШ-та әзірленді және ол 20 жыл бойы даму үстінде болды.

Дербес компьютерлер пайда болғаннан кейін және кеңінен қолданыла бастаған соң, оқыту бағдарламаларын жаппай құру және пайдалану 80-шы жылдардың басынан бастап басталды.

Компьютерлік оқыту мысалдары пайда болуына байланысты, компьютерлік оқыту бағдарламаларын құру, білімнің әртүрлі саласындағы, көбінесе техникалық ғылымдардағы ондаған мың педагог мамандардың қызығушылықтарын тудырды. Негізінен адами түйсік және практикалық тәжірибеге сүйене отырып, әзірленетін олардың бағдарламаларына, қорытынды жасау мақсатында олар пәндерін компьютер көмегімен оқыту туралы өз ұсыныстарын білдірді. Педагог-теоретиктер ұзақ уақыт бойы, осы жаңа бағытта оқытуды қолдануды қолдамады. Нәтижесінде әлі күнге дейін компьютерлік оқытудың көпшілік қолдаған психолого-педагогикалық теориясы жоқ, компьютерлік оқыту бағдарламаларының құрылуы және қолданылуы қажетті есеп принциптері мен оқыту заңдылықтарынсыз жалғастыруда.

Қазіргі заманғы дербес компьютер өздерінің құрылымдық және функционалдық ерекшеліктері арқасында өзінің мүмкіндіктері бойынша бірегей оқыту машинасы болып табылады. Ол сан алуан пәндер оқытуда қолданыс табады және жаңа ақпараттық технологияларды оқыту базасын құру үшін қызмет етеді. Дербес компьютердің ең танымал оқыту машиналар мен техникалық бірінші оқыту құралдарынан қандай ерекшеліктері бар?

Бұл дербес компьютердің қандай да бір мүмкіндігі ғана емес, қаншама үйлесімділіктері бар:

– Интерактивтік (диаглогтық) жұмыс режимі (адам әрекеті – компьютер реакциясы - ... - адам әрекеті – компьютер реакциясы және т.б.);

– «дербестігі» (тұтас сыныпты компьютермен қамтамасыз етуге мүмкіндік береді, шағын мөлшері мен құны);

– жақсы графикалық, иллюстрациялық мүмкіндіктері (экрандар кеңінен таралған модификациялары бар 640x480 нүктелерін кезінде 16 млн. түс палитрасына мүмкіндік беретін қабілеті - бұл сапасы жақсы түрлі-түсті теледидар немесе журнал иллюстрациялары);

– басқару қарапайымдылығы, адам-машина диалогы және компьютерлік графика бағдарламалау тілдерінің түсінікті болуы;

– тіркеу жеңілдігі және оқыту процесі және білім алушының жұмысы туралы ақпаратты сақтау, сондай-ақ оқыту бағдарламаларын көшіру және көбейту мүмкіндіктері.

Дербес компьютердің техникалық мүмкіндіктері, егер компьютер оқыту құралы ретінде пайдаланылатын болса:

- оқыту үдерісін белсендіруге;
- оқытуды даралауға;
- көрсетілетін материал көрнекілігін арттыруға;
- теориялық білімді практикалыққа ауыстыруға;
- білім алушылардың оқуға деген қызығушылығын арттыруға мүмкіндік береді.

Оқытуды жандандыру компьютердің диалогтық жұмысының сипатына және әрбір білім алушының жеке өз компьютерімен жұмыс жасауымен байланысты. Дәстүрлі сыныптық оқытудағы негізгі талап білім алушылардың ақпаратты ауызша түрде қабылдау, бұл ретте білім алушыға сабақта белсенділік танытуды қажет етпейді және мұғалім әрбір білім алушының жұмыс орнында белсенді жұмыс жасауын ұйымдастыруға және бақылауға жағдайы болмайды. Сондықтан дәстүрлі оқыту негізінен пассивті болып табылады, көптеген мұғалімдер сабақта білім алушылардың тек 20–30%-ы ғана белсенділік танытады деп шағымданады. Егер оқыту компьютерлік сыныпта болса, компьютер өзінің диалогтық сипатымен білім алушының қызметін ынталандырады және оның нәтижесін бақылап отырады.

Жеке оқыту кезінде компьютерді пайдалану, сондай-ақ компьютердің интерактивтік сипатымен байланысты және компьютерлері бар жұмыс орындарында әрбір оқушы оқу қарқынын енді өзі таңдай алады және үзілістер жасай алады. Өте терең және нәзік есеп оқушылардың жеке ерекшеліктерін оқыту жүргізілетін компьютерлік бағдарлама арқылы жүзеге асыра алады (педагогикалық бағдарламалық құрал, қысқаша ПБҚ). Алғашқы тест көмегімен бағдарлама білім алушының деңгейін анықтай алады және осыған сәйкес деңгейіне қарай теориялық материалдар, сұрақтар мен есептер қойып, сондай-ақ кеңестер мен көмек көрсете алады. Әлсіз білім алушыларға бағдарлама ең жеңіл (базалық) деңгейдегі оқытуды жүргізеді, теориялық мәліметтерді баяндау барынша жеңілдетіледі, сұрақтар мен тапсырмалары жеңілдетіледі, көмек тікелей кеңестер сипатында болады. Мықты білім алушыларды оқыту неғұрлым күрделі деңгейде жүргізіледі, теория тереңдетіп баяндалады, тапқырлық пен түйсікті

талап ететін шығармашылық тапсырмалар ұсынылады, ал көмек ретінде жанама сипаты бар кеңестер немесе дұрыс жолға қойылған пайымдаулар арқылы беріледі.

Әрбір білім алушы оқу процесінде біліміндегі кемшілік болуымен немесе ойлау ерекшеліктеріне байланысты жеке сипаттағы қиындықтарға тап болады. Компьютердің көмегімен оқыту кезінде оқыту бағдарламасы оқушы біліміндегі кемшіліктерді диагностикалауға, оның жеке ерекшеліктері мен оларға сәйкес құрылысын оқытуы мүмкін.

Дербес компьютерлердің дисплейлерінің графикалық мүмкіндіктері және түсінікті программалау тілдері компьютерлік оқытуды өте көрнекі жасауға мүмкіндік береді. Шын мәнінде, қазір әрбір оқушының жұмыс орнында теледидар-дисплей бар оның экранында кез келген кино және бейне көрсетпей-ақ, геометриялық фигуралар және оларды құру, стильденген бейнелері нақты объектілер және т.б. барлық түрдегі статикалық (қозғалыссыз) және динамикалық, қозғалыстағы программалау тілі көмегімен көрсетуге болады. Компьютерлік графика көмегімен шын мәнісінде көре алмайтын құбылыстар мен процестерді көрсетуге болады. Компьютерлер осы мүмкіндіктері арқылы когнитивті компьютерлік графика деп аталатын - ғылыми зерттеулерде компьютерлерді қолданудағы ерекше бағытқа негізделеді, әр түрлі заңдылықтарды зерттеу үшін компьютердің көрнекілік мүмкіндіктері пайдаланылады.

Ғылыми білімге және оқытуға қатысты теория мен практиканың арақатынасы туралы әрқашан өткір мәселе тұрады (бұл туралы Мефистофель: "Құр теория, менің досым, бірақ өмір ағашы мәңгі көгереді" деген). Дәстүрлі оқыту теориялық болып табылады. Шын мәнінде, кез келген педагогқа оқушыға практикалық жұмыс ұйымдастырғаннан гөрі, тақтадағы теориялық білімді мазмұндау және түсінігін талап ету жеңілірек. Егер оқыту компьютердің көмегімен жүргізілсе, ол практикалық бағытты иеленеді: компьютермен жұмыстың диалогтық сипаты тапсырманы шешу формасына мүмкіндік береді.

Оқытудың тиімді болуы үшін маңызды шарты оқушының қызығушылығы және оқылатын пәннің қызық болуы, оқыту барысы және оның нәтижесі болып табылады. Бұл қызығушылық көптеген факторларға байланысты: оқытылатын пәннің мазмұнына, оның күрделілігіне, оқыту үрдісін ұйымдастырумен, жеке қасиеттерге ие мұғалімдердің (оның шеберлігі, пәнге деген қызығушылығы) көтермелеу мен жаза қолданылатын жүйесімен, оқушының құндылықтары жүйесімен, оның қоршаған ортасының, ата-аналардың және өзара сынып ұжымында қарым-қатынасы. Соңғы онжылдықта барлық компьютерлермен байланысты өте қатаң әлеуметтік тапсырыс қолданылады (компьютер мамандарын дайындау және оларды қолдану, компьютерлік технологияларды дамытуда, компьютерлік сауаттылықты таратуда, компьютерді қолдануды үйрету, кәсіптік қызметтің әр түрлі салаларында әртүрлі қолданбалы есептерді шешу үшін).

Жасырын әлеуметтік тапсырыс әрекеті бойынша келген "компьютерлік" таланттар мен дарындар көптеген пайда әкеледі. Компьютермен байланысты қызмет салалары адамдарды өзіне тартады. Тіпті адамдардың ерекше санаты ("хакерлер") бар, олар күрделі және жеңіл мәселелерді, түрлі компьютерлік әсерлерді бағдарламалаумен компьютерлермен басқарады. Кейбір жағдайларда тіпті адамда компьютерге деген психологиялық тәуелділік пайда болуы болатынын айтуға болады.

Компьютерлік технология информатикаға байланысты емес пәндерді оқытуға деген қызығушылықты арттырады. Компьютердің қатысуымен ұйымдастырылатын жаңа оқу үдерісі оқушы жұмыстарының сипатына қарай оқуға қызығушылығын арттыруға ықпал етеді. Компьютерлік оқыту кезінде компьютердің күрделі мүмкіндіктерін пайдалану арқылы оқушының ынтасын басқаруға мүмкіндік береді. Мұнда ең алдымен ескерілетін, оқыту бағдарламаларынының көшірмелері жасалғанда, яғни, сөз тіркестерін, оқыту бағдарламасы оқушының жұмысын бағалайды және одан әрі оқыту арқылы ынталандырады. Бұл сөз тіркестері компьютермен жұмыс жасауда бейресми сипатта әзіл түрінде, эмоциялық атмосфераға құрылуы мүмкін. Компьютерлік оқыту кезінде ойын элементтерінің маңызды мәні бар (мысалы, ұпайларды санау және әр түрлі оқушы жетістіктерін салыстыру) немесе дыбыс және көру эффектілері (музыкалық әуендердің дыбысы, жыпылықтату және дисплей экранындағы түстер).

Міне, компьютердің мүмкіндіктеріне қарап, оны оқу үрдісінде қолданатын өте перспективалы оқу құралы деп айтуға болады.

Сонымен, компьютер – бұл сыныпта орнатылған, өзінің бірегей мүмкіндіктері бойынша оқыту машиналары болып табылады. Компьютерлік оқытуға көшу әлі анықталуда, яғни, компьютерлік оқыту туралы айту әлі ерте. Компьютерлік оқытуға қалай және неден бастап көшу керек?

Бұл сұрақтың жауабы: "оқыту бағдарламаларын таңдау және ұйымдастырушылық нысандарын ойластыру және оларды қолдану, оқытуда компьютердің мүмкіндіктерін пайдаланатын әдістемелерді әзірлеу". Компьютерді оқытуда (және басқа салаларда да) жеке өзін мына екі жағдайсыз бөліп қарауға болмайды:

а) педагогикалық бағдарламалық құралдардың бағдарламалық қамтамасыз етілуі;

б) компьютердің ұйымдастырушы формаларын пайдалану.

Қазіргі уақытта әр түрлі пәндер бойынша көптеген оқыту бағдарламалары бар, әр түрлі санаттағы қатысушыларға бағдарланған балабақшадан бастап атом электр станцияларының қызметшілеріне дейін. Бұдан басқа, бағдарламалардың әрқайсысы тек бір типті компьютерге арналған, ал компьютердің типтері көп,ол басқа тип үшін жарамайды. Бұдан әрі тек жалпы білім беретін орта мектеп пәндері бойынша оқыту бағдарламалары қарастырылады. Олар өте көп, және бұл бағдарламалардың түрлері әлі нақты жіктелмеді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Апатова Н.В. Информационные технологии в школьном образовании. - М.: изд-во РАО. , 1994.- 228 с.

[2] Громов Г.Р. Очерки информационной технологии. - М., 1993

[3] Информатизация общего среднего образования: Научно-методическое пособие /Под ред. Д.Ш. Матроса. - М.: Педагогическое общество России, 2004. - 384 с

[4] Кристочевский Е.А. Информатизация образования // Информатика и образование. 1994. № 1)

[5] Новые педагогические и информационные технологии в системе образования: Учеб. пособие для студ. пед. вузов и системы повыш. квалиф. пед. кадров / Е.С. Полат, М.Ю. Бухаркина, М.В. Моисеева, А.Е. Петров; Под ред. Е.С. Полат. - М.: Издательский центр “Академия”, 1999. – 224 с.

Калимолдаев М.Н., Бияшев Р.Г., Нысанбаева С.Е., Бегимбаева Е.Е., Мағзом М.М.

Основные принципы новых информационных технологий обучения

Резюме. В статье проведен анализ компьютерных обучающих систем, выявлены основные проблемы в их построении. Основной проблемой является построение модели обучаемого, существует большое количе-ство данных моделей, однако они слабо учитывают психофизиологические особенности и характеристики обучаемого и, как правило, не используются при формировании структуры образовательных ресурсов и их содержания, что снижает эффективность применения компьютерных обучающих систем. Построение моделей предлагается строить в виде семантической сети, которая отличается от других моделей наглядностью и простотой представления знаний, наличием механизмов их структуризации и соответствием современным представлениям об организации памяти человека.

Ключевые слова. Компьютер, информационная технология, учебный процесс, обучение, компьютерная технология, педагогика, программное обеспечение, обучающий.

Kalimoldayev M.K., Byashev R.G., Nyssanbayeva S.E., Magzom M.M.

Basic principles of new information technology training

Summary. In the article during the consideration of hardware and software and technology used to create graduate diploma projects, is traced dynamics modeling tools used in computer technology training. Means which are being used in computer modeling are changing, allowing usage in training augmented and virtual reality, thus increasing the visibility and interactive e-learning tools and technologies. The paper discusses some approaches to the formation of educational products of virtual environment, the creation and usage of which does not require expensive technical equipment (processors, glasses, suits, hats, gloves, etc.), but is associated with the development and usage of available software.

Keywords: Computer, information technology, educational process, training, computer technology, education, software, teaching

УДК 621.01

Т.И. Омаров, К.Б. Тулегенова, А.М. Сакенова, М.М. Туякбаева, Г.Н. Сагынтаева
(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, omarov_tim@list.ru)

АНАЛИТИЧЕСКАЯ КИНЕМАТИКА ШАРНИРНОГО ЧЕТЫРЁХЗВЕННИКА

Аннотация. Рассматриваются в общем виде составление и вывод аналитических зависимостей в рычажном механизме с одной степенью свободы. Эти зависимости позволяют определять кинематические параметры ведомых звеньев: линейные скорости и ускорения точек звеньев, а также угловые скорости и ускорения звеньев в зависимости от известных характеристик ведущего звена. Все расчёты приводятся на примере механизма шарнирного четырёхзвенника

Ключевые слова. Шарнирный четырёхзвенник, аналитические зависимости, кривошип, коромысло, угловая скорость, угловое ускорение.

Для динамического исследования машин и механизмов необходимо знать такие кинематические параметры, как скорости и ускорения точек звеньев исполнительных механизмов (шарнирные точки, центры масс звеньев и другие), угловые скорости и угловые ускорения звеньев. В некоторых случаях указанные кинематические параметры могут быть определены графоаналитическими методами при помощи планов скоростей и ускорений. Графические методы кинематического исследования очень наглядны и сравнительно несложны, но во многих случаях их точность недостаточна для практического использования полученных результатов. Кроме того, эти методы требуют кропотливой графической работы. Для того чтобы иметь представление о характере изменения кинематических параметров за цикл движения механизма необходимо выполнить, обычно, не менее двенадцати графических построений. Но и в этом случае характер изменения искомых величин не будет достаточно точным.

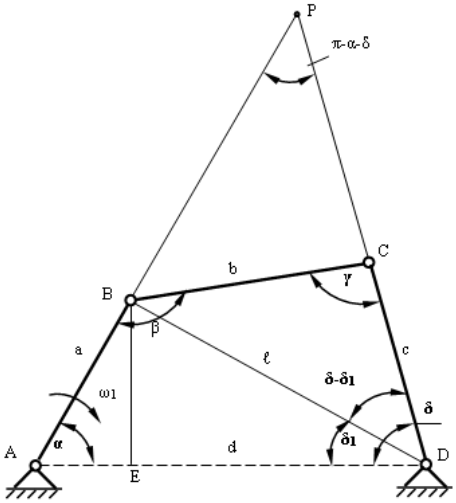


Рис. 1. Кинематическая схема
шарнирного четырёхзвенника

Для достижения большей точности результатов кинематического исследования, что особенно важно для быстроходных машин, применяются аналитические методы исследования, при которых устанавливается связь между перемещением ведущего (начального) звена, в данном случае кривошипа OA, и перемещениями, скоростями и ускорениями ведомого звена (коромысла CD). Например, для составления уравнений Лагранжа второго рода необходимо выражение, показывающее изменение кинетической энергии механизма за один цикл его движения. Для этого должны быть составлены

аналитические выражения, показывающие характер изменения линейных скоростей точек - центров масс звеньев и угловые скорости звеньев [1].

Рассмотрим методику составления уравнений для аналитического исследования кинематики шарнирного четырёхзвенника (кривошипно-коромыслового механизма). Шарнирный четырёхзвенник (рисунок 1) имеет широкое применение в технике в качестве составной части рабочей машины, в частности, механизма для добычи нефти (качалка). В результате кинематического анализа устанавливается функция, определяющая изменение угла δ отклонения коромысла DC в функции угла α, если ведущим звеном является кривошип AB.

Составим аналитические формулы, выражающие зависимости между параметрами характеризующими движение ведущего звена – кривошипа AB (угол поворота α) и ведомого звена – коромысла DC (угол поворота δ).

Обозначим длины звеньев: $AB = a; BC = b; CD = c; AD = d$ и размер $BD = \ell$.

Для удобства вычислений разделим угол δ на два угла: δ_1 и $\delta - \delta_1$ (рисунок 1)

Из прямоугольного треугольника ABE $BE = a\sin\alpha$, $AE = a\cos\alpha$

Из прямоугольного треугольника BDE $BE = (d - a\cos\alpha)\,\mathrm{tg}\,\delta_1$, $DE = d - a\cos\alpha$.

Приравняв правые части уравнений для BE получим

$$a\sin\alpha = (d - a\cos\alpha)\,\mathrm{tg}\,\delta_1.$$

Запишем $\mathrm{tg}\,\delta_1 = \dfrac{BE}{DE}$ или $\mathrm{tg}\,\delta_1 = \dfrac{a\sin\alpha}{d - a\cos\alpha}$, откуда

$$\delta_1 = \mathrm{arctg}\frac{a\sin\alpha}{d - a\cos\alpha} \qquad (1)$$

По теореме косинусов из треугольника ABD

$$\ell^2 = a^2 + d^2 - 2ad\cos\alpha\ . \qquad (2)$$

Запишем выражение для ℓ: $\ell = \sqrt{a^2 + d^2 - 2ad\cos\alpha}$,

а из треугольника BCD $b^2 = \ell^2 + c^2 - 2\ell c\cos(\delta - \delta_1)$ или

$$\ell^2 = b^2 - c^2 - 2c\sqrt{a^2 + d^2 - 2ad\cos\alpha}\cdot\cos(\delta - \delta_1) \qquad (3)$$

Приравняв правые части (2) и (3) и преобразовав запишем

$$a^2 + d^2 - b^2 + c^2 - 2ad\cos\alpha = 2c\sqrt{a^2 + d^2 - 2ad\cos\alpha}\cdot\cos(\delta - \delta_1),$$

откуда, обозначив $m^2 = a^2 + d^2 - b^2 + c^2$ и $n^2 = a^2 + d^2$ получим

$$\cos(\delta - \delta_1) = \frac{m^2 - 2ad\cos\alpha}{2c\sqrt{n^2 - 2ad\cos\alpha}} \text{ или } \delta - \delta_1 = \arccos\frac{m^2 - 2ad\cos\alpha}{2c\sqrt{n^2 - 2ad\cos\alpha}}.$$

Подставив ранее полученную зависимость (1) для угла δ_1 получим формулу, выражающую искомую зависимость угла поворота δ коромысла CD, как функцию от угла поворота α кривошипа AB

$$\delta = \operatorname{arctg}\frac{a\sin\alpha}{d - a\cos\alpha} + \arccos\frac{m^2 - 2ad\cos\alpha}{2c\sqrt{n^2 - 2ad\cos\alpha}}. \quad (4)$$

Угловая скорость коромысла CD – ω_3 определяется как первая производная по времени от угла поворота δ:

$$\omega_3 = \frac{d\delta}{dt} = \omega_1\left[\frac{ad\cos\alpha - a^2}{n^2 - 2ad\cos\alpha} - \frac{ad\sin\alpha(2n^2 - 2ad\cos\alpha - m^2)}{(n^2 - 2ad\cos\alpha)\sqrt{4c^2(n^2 - 2ad\cos\alpha) - (m^2 - 2ad\cos\alpha)^2}}\right] \quad (5)$$

Здесь $\omega_1 = \frac{d\alpha}{dt}$ – угловая скорость кривошипа AB, принимаем $\omega_1 = \text{const}$

Дифференцируя по времени t уравнение (5) для угловой скорости, можно найти формулу определяющую угловое ускорение ε_3 коромысла CD

$$\varepsilon_3 = \frac{d\omega_3}{dt} = \frac{d}{dt}\left[\frac{ad\cos\alpha - a^2}{n^2 - 2ad\cos\alpha} - \frac{ad\sin\alpha(2n^2 - 2ad\cos\alpha - m^2)}{(n^2 - 2ad\cos\alpha)\sqrt{4c^2(n^2 - 2ad\cos\alpha) - (m^2 - 2ad\cos\alpha)^2}}\right]$$

Брать производную такой сложной функции целесообразно при помощи компьютерной программы на сайте www.matematikam.ru в разделе «вычисление производных сложных функций».

Формулу, по которой определяется угловая скорость шатуна BC, можно вывести, используя свойства мгновенного центра скоростей (центра вращения). Мгновенный центр вращения шатуна BC – точка P определится как пересечение направлений кривошипа AB и коромысла CD (рисунок 1). Если скорость точки B

$$V_B = a \cdot \omega_1,$$

то угловая скорость ω_2 шатуна BC выразится равенством

$$\omega_2 = \frac{V_B}{PB} = \omega_1\frac{a}{PB}. \quad (6)$$

Из треугольника APD, по теореме синусов (для нахождения PB)

$$\frac{PD}{\sin\alpha} = \frac{PA}{\sin\delta} = \frac{d}{\sin(\pi - \alpha - \delta)}.$$

Учитывая, что $\sin(\pi - \alpha - \delta) = \sin(\alpha + \delta)$, запишем

$PA = \frac{d\sin\delta}{\sin(\alpha + \delta)}$. Искомое $PB = PA - a = \frac{d\sin\delta}{\sin(\alpha + \delta)} - a$.

Подставив выражение для РВ в равенство (6) получим формулу для определения угловой скорости шатуна ВС

$$\omega_2 = \omega_1 \frac{a\sin(\alpha+\delta)}{d\sin\delta - a\sin(\alpha+\delta)}. \quad (7)$$

Взяв производную по времени t от уравнения (7) для угловой скорости шатуна, найдём угловое ускорение ε_2 шатуна при $\omega_1 = \text{const}$:

$$\varepsilon_2 = \frac{d\omega_2}{dt} = \omega_1 \frac{\left[a\cos(\alpha+\delta)\cdot\left(\frac{d\alpha}{dt}+\frac{d\delta}{dt}\right)\right]\cdot\left[d\sin\delta - a\sin(\alpha+\delta)\right]}{\left[d\sin\delta - a\sin(\alpha+\delta)\right]^2} -$$

$$- \omega_1 \frac{\left[a\sin(\alpha+\delta)\right]\cdot\left[d\cos\delta\frac{d\delta}{dt} + a\cos(\alpha+\delta)\cdot\left(\frac{d\alpha}{dt}+\frac{d\delta}{dt}\right)\right]}{\left[d\sin\delta - a\sin(\alpha+\delta)\right]^2}. \quad (8)$$

Здесь δ – функция угла поворота δ коромысла CD, определяется по формуле (4);

$\frac{d\alpha}{dt} = \omega_1$ – угловая скорость кривошипа АВ;

$\frac{d\delta}{dt} = \omega_3$ – угловая скорость коромысла CD, определяется по формуле (5).

В уравнении (8) брать производную также целесообразно при помощи компьютерной программы www.matematikam.ru.

Линейные сороści точек механизма опредепяются по известным из теоретической механике формулам [2]

Для проверки полученных результатов для данного механизма были построены планы скоростей для четырех положений, при угле α равном соответственно 0°, 30°, 60° и 90°. Вычисления показали, что числовы значения угловой скорости коромысла CD – ω_3 и скорости шарнирной точки C – V_C практически совпадают с учётом небольших погрешностей при графических построениях.

Таким образом, полученные формулы можно использовать при исследовании движения подобных механизмов, например, для определения инерционных нагрузок при кинетостатическом расчёте и других динамических исследованиях.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Кожевников С.Н. Теория механизмов и машин.– М.: Машиностроение, 1993. – 592 с.

[2] Бутенин Н.В., Лунц Я.Л., Меркин Д.Р. Курс теоретической механики. – Санкт-Петербург: Лань, 2009. – 736 с.

Омаров Т.И., Тулегенова К.Б., Сакенова А.М., Туякбаева М.М., Сагынтаева Г.Н.

Топасалы төртбуынды механизмнің аналитикалық кинематика

Аңдатпа. Осы жұмыста бір еркіндік дәрежесі бар иінтіректі механизмнің жалпы түрде аналитикалық тәуелділіктерін құрастыру және олардың қорытындылары қарастырылады. Бұл тәуелділіктер жетектегі буындардың кинематикалық параметрлерін анықтауға мүмкіндік береді: олар буын нүктелерінің сызықтық жылдамдықтары мен үдеулері, сонымен қатар жетекші буынның белгілі сипаттамаларына тәуелді буындардың бұрыштық жылдамдықтары мен үдеулері. Барлық есептеулер топсалы төртбуынды механизмді мысалында көрсетілген.

Omarov T.I., Tulegenova K.B., Sakenova A.M.,Tuyakbaeva M.M.,Sagyntaeva G.N.

Analytical kinematics of the hinge four-element mechanism

Annotation. In this paper we consider in generally the preparation and conclusion of the analytical dependences linkage with one degree of freedom. These relationships allow you to define the kinematic parameters of the driven links: linear speed and acceleration the points of links, as well as the angular velocity and acceleration units depending on the known characteristics of the driving member. All calculations are shown in the example of the hinge mechanism with a four links.

УДК 66.045.678.027

А. Оспанова, Н.Ж. Дуйсенов, Н.М. Утенов, Б.Т. Тажибаева
(ЮКГУ им.М.Ауезова, Университет Мирас, Шымкент, Республика Казахстан)

УЧЕТ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЛИМЕРОВ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

Аннотация. Поставлена задача исследования качественных показателей полимерных пластиков, в частности полистирола, от условий ведения промышленного процесса, основных режимных параметров процесса. По данным, полученным в условиях непрерывно действующего промышленного производства полистирола, проведены исследования, позволившие рассмотреть целый класс полимеризационных процессов, предложен способ моделирования качественных показателей.

Путем детального изучения основных показателей марочного ассортимента полистиролов установлена их взаимосвязь от показателей качества. Обозначены критические значения молекулярной массы, после достижения, которых свойства полимера перестают зависеть от молекулярной массы. Представлены уравнения для описания показателя текучести расплава в связи с математической моделью процесса полимеризации.

Таким образом, было установлена влияние различных показателей на марочный ассортимент полимера и разработана адекватная математическая модель для описания показателей качества.

Ключевые слова: качество полимера, марочный ассортимент, полистирол, ударная вязкость, молекулярная масса.

Введение. При разработке систем управления полимерными производствами наиболее актуальной представляется проблема управления качеством выпускаемых полимеров. Исследования, проведенные на действующих производствах по выпуску полистирольных пластиков, показали, что качество полимера, определяющее его марочный ассортимент, не всегда контролируемо. Зачастую происходит случайный переброс с выпуска одной марки полимера на другой, что приводит к увеличению брака или выпуску низкосортных марок полимера.

Для эффективного решения проблемы планирования производства полимера заданных марок необходима разработка систем управления с учетом качественных показателей полимера.

Основная часть. Исследования показателей марочного ассортимента полистиролов можно проводить на основе изучения закономерностей проявления механических свойств полистиролов во всех областях их возможных физических состояний.

Для получения однозначной оценки свойств материала недостаточно измерения условных показателей его, а необходимо воспользоваться какой-либо достаточно общей моделью механического поведения полимера, измерить константы, входящие в эту модель как основные количественные характеристики материала. Такими простейшими моделями поведения среды может быть вязкая (ньютоновская) жидкость, показателями поведения которой служит ее вязкость.

Вязкость расплавов полимеров η в очень сильной степени зависит от температуры, и по мере нагревания образца от температуры стеклования, вязкость резко уменьшается на многие десятичные порядки.

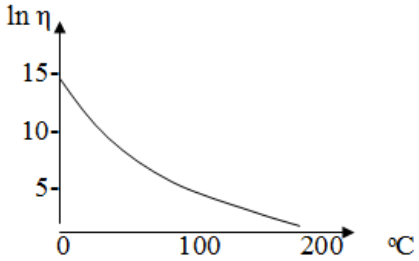


Рис. 1. Зависимость вязкости полистирола от температуры.

Показателями качества полимера, определяющими его марочный ассортимент, являются ударная вязкость, показатель текучести расплава и содержание остаточного мономера.

Ударная вязкость характеризует сопротивление разрешению высокой скорости воздействия. Блочный полистирол обладает низкой ударной вязкостью, поэтому для ее повышения, при полимеризации, в стирол добавляют каучук, получая, таким образом, привитый сополимер стирола с каучуком. Цепи каучука и привитого полимера принимают на себя ударные нагрузки.

При исследовании технических характеристик твердого полимера не принимают во внимание его молекулярный вес и особенности молекулярно-массового распределения, т.к. для высокомолекулярных соединений, полимеров, перестает сказываться влияние концов цепей на свойства материала. Проведенные испытания образцов полимеров [1] показали, что для образцов достаточно большого веса длина цепи перестает сказываться на значениях показателей свойств полимера, что видно из рисунка 2.

Существуют критические значения молекулярной массы, после достижения, которых свойства полимера перестают зависеть от молекулярной массы.

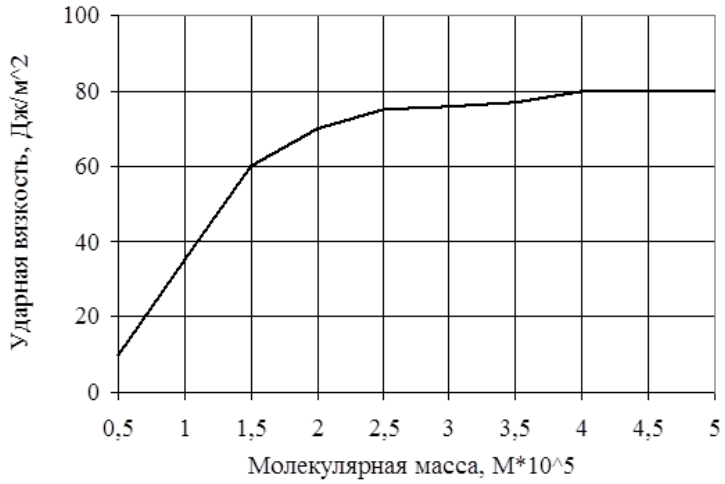


Рис. 2. Зависимость ударной вязкости полимеров от их молекулярной массы

Таким образом, изучение и описание проявления реологических свойств полимеров необходимы для планирования и прогнозирования качественных показателей и марочного ассортимента полимеров.

Ударная вязкость увеличивается по мере увеличения молекулярной массы, но при достижении молекулярной массы порядка $1{,}5 \cdot 10^5$ перестает зависеть от нее.

Вязкостным показателем расплава полимера на практике является показатель текучести расплава (ПТР) или как его иначе называют индекс расплава, характеризующий скорость течения расплавленного термопласта через капиляр стандартных размеров при заданных температуре и давлении. Чем больше показатель текучести расплава, тем меньше его вязкость. Своевременная информация о ПТР дает возможность влиять на качество получаемого полимера. Однако, измерение ПТР в лабораторных условиях чрезмерно трудоемкое и длительное. Аналогия процессов течения расплава в

промышленном экструдере и в лабораторном приборе для измерения ПТР дает основание получать необходимую информацию о ПТР, измеряя параметры на выходе экструдера.

Течение полимера определяется давлением массы перед фильером, температурой массы, производительностью экструдера. При этом ПТР выражается формулой вида:

$$I=f(Q,P,T) \quad (1)$$

где: Q – производительность экструдера; P – давление полимеризующейся массы перед фильером; T – температура массы.

Таким образом, для описания показателя текучести расплава можно представить уравнение:

$$I = A_1 Q^B P^C \exp(1/T) + A_2 \quad (2)$$

где: B, C - показатели, учитывающие поведение расплава полимера;

A_1 и A_2 - коэффициенты модели.

Для реализации полученной модели ПТР были проведены исследования на действующем предприятии по выпуску ударопрочного полистирола на экструдере фирмы «Вернер-Пфляйдер». Измерения, проведенные на предприятии дали возможность получить информацию о значениях температуры, давления, производительности и получить коэффициенты уравнения A_1 и A_2.

В результате наблюдений на действующих предприятиях по производству полистирола были получены зависимости определенных показателей качества от марочного ассортимента полимеров. Были исследованы зависимостей остаточного мономера, ударной вязкости от марочного ассортимента. Рассмотрены следующие марки полистирола: суспензионный полистирол - ПСС, эмульсионный полистирол - ПСЭ, блочный полистирол - ПСМ, ударопрочный полистирол средней ударопрочности - УПМср., ударопрочный полистирол высокой ударопрочности - УПМвыс., ударопрочный полистирол сверхвысокой ударопрочности - УПМсв.выс., АБС-пластики.

Содержание остаточного мономера в значительной степени определяется вакуумированием непрореагировавшего мономера в вакуум – камерах при высоких температурах, что представляет третью стадию полимеризации стирола.

Далее на рисунках 3, 4, 5 показаны зависимости между качественными показателями полистирола и маркими полистирола.

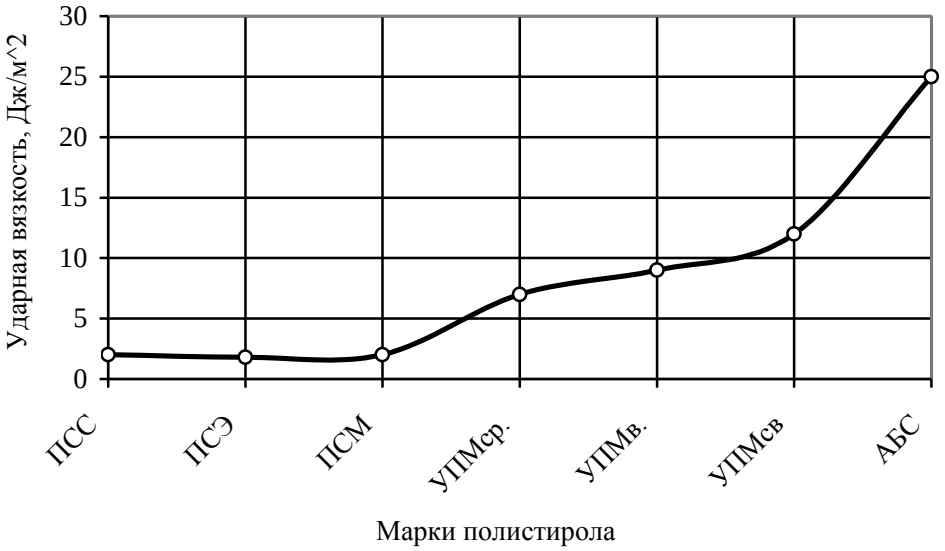


Рис. 3. Зависимость ударной вязкости от марки полистирол

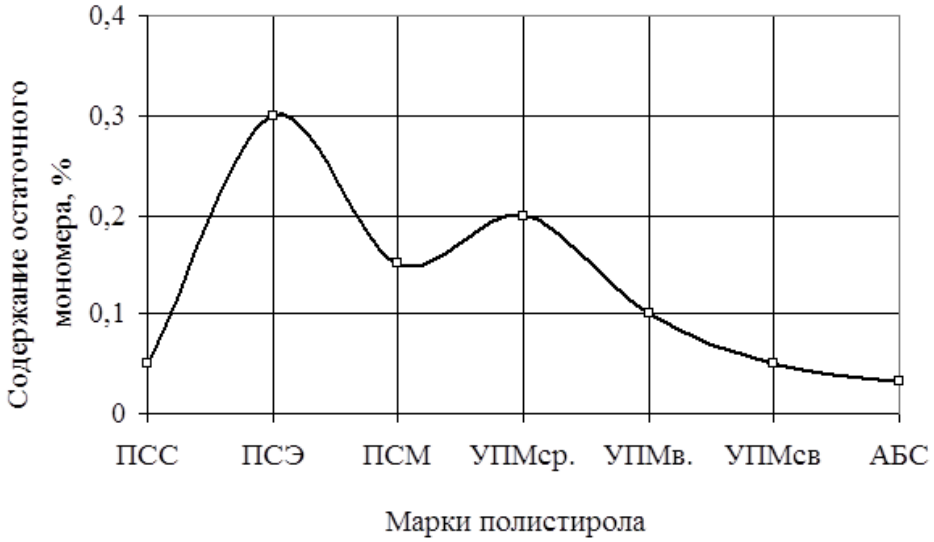


Рис. 4. Зависимость содержания остаточного мономера от марки полистирола

Рис. 5. Взаимосвязь марок полистирола от показателей качества

Заключение. Как видно из рисунков, такие показатели качества, как содержание остаточного мономера, ударная вязкость и индекс расплава с повышением марочного ассортимента меняются несущественно. Основное значение при этом имеет такой показатель, как индекс расплава, который и представляется основным показателем молекулярной массы.

Таким образом, результатом проведенных научных исследований было установить влияние различных показателей на марочный ассортимент полимера и разработать адекватную математическую модель для описания показателей качества.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Калинчев Э.Л., Саковцева М.Б., Свойства и переработка термопластов, «Химия». 1983, с.101-103.

[2] Малкин А.Я. Чалых А.Е., Диффузия и вязкость полимеров. Методы измерения, М., «Химия», 1979, с.22.

[3] Оспанова А.О., Кошкинбаева М.Ж, Дуйсенов Н.Ж., Исследования взаимосвязи свойств полимеров от их качественных показателей. Вестник НАН РК. – 2008. - №5. - С. 72-77.

[4] Оспанова А.О., Кошкинбаева М.Ж, Исследование качественных показателей полимеров и их математическое описание. Научно-технический сборник «Новости науки Казахстана». – 2008. - №3 (98). - С. 33-38.

[5] Оспанова А.О., Кошкинбаева М.Ж., Ермекбаева Г.Ы. Режимы работы химических реакторов полимеризации // Поиск. Серия естественных и технических наук. - 2009. - №1. - С. 183 -187.

Оспанова А., Дүйсенов Н.Ж., Өтенов Н.М., Тәжібаева Б.Т.

Басқару жүйесінде полимердің сапалық көосеткіштерін есепке алу

Түйіндеме. Мақалада полимерлік пластиктердің сапалық көрсеткіштерін зерттеу есептері қарастылылған, соның ішінде полистиролдың үрдісті негізгі режимдік параметрлері, өнеркәсіптік үрдісті жүргізу шарттары. Полимерлеу үрдісінің негізгі параметрлерінің сапалық көрсеткіштерінен байланысы бекітілген.

Ospanova A., Duisenov N.Zh., Utenov N.M., Tazhibaeva B.T.

Accounting for the quality of polymers in control systems

Summary. The problems of research of qualitative indicators of polymeric plastics, in particular polystyrene, on conditions of industrial process, basic process parameters are considered. The interrelations between the main parameters of the polymerization process and the qualitative indices are established.

УДК 00.004.9

Г.А. Тюлепбердинова, Г.Г. Газиз, С.А. Адилжанова, А. Алтыбай
(Әль-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті
Казахстан, Алматы қ., tyulepberdinova@mail.ru)

UML ТІЛІНДЕГІ КЛАСТАР ДИАГРАММАСЫНЫҢ ГРАФИКАЛЫҚ НОТАЦИЯ ЭЛЕМЕНТТЕРІ

Аннотация. Бұл мақалада UML тіліндегі кластар диаграммасының графикалық нотация элементтері қарастырылады. Барлығына түсінікті болу үшін класс анықтамасын беруден бастадық. Ары қарай бізге қажетті жаңа ұғымдарды түсіндіре отырып, класс операциясы ұғымына өтілген. Параметрін сипаттай отырып, программалық жабдықтау мен бизнес-жүйенің үлгісін құру үшін, UML тілін жан жақты талдаймыз.

Кілттік сөздер: Класстар диаграммасы, атрибут, Класстың данасы, нақтылы класс, абстрактілі класс.

Класстар диаграммасы жеке жағдайда, объектілер және ішкі жүйелер деген сияқты пәндік аймақтың жеке мәдерінің арасындағы өзара байланыстарды көрсетеді, сондай-ақ олардың ішкі құрылымы мен қатынас типтерін суреттейді. Бұл диаграммада жүйені функционалдаудың уақытша аспектілері туралы ақпарат көрсетілмейді. Бұл көзқарас жағынан *класстар* диаграммасы жобаланатын жүйе концептуалды үлгісінің ары қарай дамуы ретінде қызмет ете алады. *Класстар* диаграммасы (class diagram) — *атрибуттары* мен *операциялары* бар *класстар* сияқты үлгінің ресми түрдегі немесе статикалық элементтерінің жиынтығы және де оларды байланыстыратын қатынастар ұсынылған UML тілінің диаграммасы. *Класстар* диаграммасы жүйе үлгісінің статикалық құрылымын объектілібағытталған программалаудың *класстар* терминологиясында ұсыну үшін арналған. Сондай-ақ, *класстар* диаграммасы интерфейстерден, пакеттерден, қатынастардан және тіпті объекті және байланыс сияқты классификаторлардың жеке данасынан тұруы мүмкін. Бұл диаграмма туралы айтқан кезде, жобаланатын жүйенің статикалық құрылымды үлгісін меңзейді, яғни уақытқа тәуелсіз жүйенің логикалық үлгісінің мұндай құрылымдық өзара байланысының графикалық көрінісі.

Класс (class) — бірдей *атрибуттары*, *операциялары* және басқа *класстардың* объектілерімен қатынастары бар көптеген бірыңғай объектілердің абстрактілі сипаттамасы. Графикалық түрде *класс* UML тілінің нотациясында бөлімдер немесе секцияларға көлденең сызықтармен қосымша бөлінуі мүмкін тікбұрыш формасында бейнеленеді. Бұл секцияларда класс аты, *атрибуттар* және *класс операциялары* нұсқала алады. Диаграмманы құрудың бастапқы кезеңдерінде жеке *класстар* жай тікбұрышпен белгілене алады, онда сәйкес *класстың аты*. Диаграмманың жеке компоненттерін жос-

парлау өлшемі бойынша класстарды сипаттау *атрибуттармен* және *операциялармен* толықтырылады. Төртінші секция міндетті емес және анықтамалық сипаттағы қосымша ақпаратты орналастыру үшін қызмет етеді, мысалы *класстарды* алып тастау немесе шектеулер туралы, құрастырушылар немесе жүзеге асыру тілі туралы мәліметтер. Диаграмманың соңғы нұсқасы үш немесе төрт секциядан тұратын *класстардың* өте толығырақ сипаттамасынан тұрады деп жорамалданады.

Тіпті егер *атрибуттар* мен *операция* секциялары бос болса, онда класстың белгіленуінде *класты* UML тілінің басқа элементтерінен айыру үшін олар көлденең сызықпен ерекшеленуі керек. *Класс аты* бір немес бірнеше *класстар* дитаграммасынан тұра алатын пакет шеңберінде жалғыз (ерекше) болуы керек. *Ат* тікбұрыштың ең жоғарғы секциясында көрсетіледі, сондықтан ол жиі *класс аты* секциясы аталады. UML тілінің элементтерін атаудың жалпы ережесіне қосымша *класс аты* секцияның центріне *ат* қарайтылған қаріппен жазылады және бас әріптен басталуы керек. *Класс аты* ретінде ешқандай қиындықсыз тәжірибелік түсініктер бойынша жазылған зат есімді пайдалануға кеңес беріледі. *Класс аты* секциясында, сондай-ақ стандартты шаблондарға стереотиптер немесе сілтемелер болады, олардан берілген класс құрылған және сәйкесінше, олардан ол *атрибуттар* мен *операцияларды* мұра етіп алады. Бұл секцияда, сонымен қатар берілген *класстың* құрастырушысы және құрастыру жағдайының мәртебесі туралы ақпарат келтіріледі. Мұнда диаграмманың басқа *классстарына* немесе UML тілінің стандартты элементтеріне қатысы бар бұл *класстың* басқа да ортақ қасиеттері жазыла алады. *Класстың* данасы немесе объектісі болуы да, болмауы да мүмкін. Осыған байланысты UML тілінде *нақтылы* және *абстрактілі класстарды* айырады.

Нақтылы класс (concrete class) — оның негізінде даналар немесе объектілер тікелей құрыла алатын *класс*. Жоғарыда қарастырылған белгілеулер *нақтылы класстарға* қатысты. Олардан *абстрактілі класстарды* айыра білу керек. ***Абстрактілі класс*** (abstract class) — даналар немесе объектілері жоқ *класс*. *Абстрактілі класс атын* белгілеу үшін қисайтылған қаріп (курсив) қолданылады. UML тілінде абстрактілі элементке қатысы бар, кез-келген мәтін туралы ортақ келісім қабылданған, ол курсивпен жазылады. Мұның түбегейлі мәні бар, өйткені UML тілінің абстрактілі элементтерін сипаттаудың семантикалық аспектісі болып табылады. Кейбір жағдайларда сол немес басқа *класстың* қандай пакетке қатысы бар екенін анық көрсету қажет. Бұл мақсат үшін арнайы бөлгіш символы - қатар қос нүкте - (`::`) қолданылады. *Класс аты* жолының синтаксисі бұл жағдайда келесідей болады: `<Пакет аты>::<`*Класс аты*`>`. Басқа сөзбен, *класс атының* алдына ол жатуы керек болатын пакет аты анық көрсетілуі керек. Мысалы, егер Банк деген аты бар пакет анықталған болса, онда Есеп *класы*осы банкте мынадай түрде жазылады: `Банк::Есеп`.

Атрибут (attribute) — осы *класстың* жеке объектілерін қабылдай алатын мәндер жиынтығын сипатайтын *класстың* мазмұндық сипаттамасы. *Класс атрибуты* осы *класстың* барлық объектілері үшін ортақ болып табылатын жеке қасиеттер немесе белгілерді көрсету үшін қызмет етеді. *Класс атрибуттары класс* тікбұрышының екінші секцияның жоғарғы бөлігіне жазылады. Бұл секцияны *атрибуттар* секциясы деп жиі атайды. UML тілінде *класс атрибуттарын* жазудың нақты стандарты қабылданған, ол кейбір синтаксистік ережелерге бағынады. Әрбір *класс атрибуттына атрибуттың көріну кванторынан, атрибут* атынан, оның *қысқалығынан, атрибуттың* мәндер типінен және мүмкін, оның бастапқы мәнінен тұратын жеке мәтін қатары сәйкес келеді. *Класстың* жеке *атрибутының* жалпы жазу форматы келесідей:

<көріну кванторы> <атрибут аты> [қысқалығы] :

<атрибута типі > = <бастапқы мән> {қасиет-қатары}.

Көріну (visibility) — *класс* элементін сипаттаудың сапалы мінездемесі, ол үлгінің басқа объектілерінің берілген *класстың* өзін-өзі ұстауының жеке аспектілеріне ықпал ету сияқты потенциалды мүмкіндігін сипаттайды.

Көріну UML тіліде мүмкін болатын 4 мәннің біреуін қабылдай алатын және арнайы символдардың көмегі арқылы суреттелетін *көріну кванторының (visibility)* көмегімен спецификацияланады.

• "+" символы – ортақ қол жетімді (`public`) типі сияқты көріну аймағы бар *атрибут* белгіленеді. Мұндай көріну аймағы бар *атрибут* қол жетімді немесе диаграмма анықталған кез-келген басқа *класс* пакетінен көрінеді.

• "#" символы – қорғалған (`protected`) типті көріну аймағы бар *атрибут* белгіленеді. Мұндай көріну аймағы бар *атрибут* қол жетімсіз немесе берілген *кластың* ішкі класстарынан басқа қалған барлық *класстарға* көрінбейді.

• "-" символы – жабық (private) типті көріну аймағы бар *атрибут* белгіленеді. Мұндай көріну аймағы бар а*трибут* қол жетімсіз немесе ешқандай шектеусіз барлық *класстарға* көрінбейді.

• Және, соңында, "~" символы - пакеттік (package) типті көріну аймағы бар *атрибут* белгіленеді. Мұндай көріну аймағы бар а*трибут* қол жетімсіз немесе пакет шеңберінің сыртындағы барлық *класстарға* көрінбейді, онда берілген атрибуттың ие-*класы* анықталған. Қысқалық (multiplicity) — тиісті жиындар ие бола алатын мүмкін болатын қуаттың мәндер аймағының спецификациясы. *Атрибуттың* қысқалығы жеке *кластың* құрамына кіретін берілген типтің нақты *атрибуттарының* жалпы санын сипаттайды. Жалпы жағдайда, *қысқалық* сәйкес *атрибуттың* атынан кейін тік жақшадағы сандар ішінен мәтін қатары формасында жазылады, сондай-ақ сандар қос нүктемен бөлінеді: [төменгі шекара.. жоғарғы шекара], онда төменгі және жоғарғы шекара оң бүтін сандар. Әрбір мұндай жұп төменгі (жоғарғы) шекарасы мәні төменгі (жоғарғы) шекараға тең бүтін сандардың жеке тұйықталған аралығын белгілеу үшін қызмет етеді. Жоғарғы шекара ретінде кездейсоқ оң бүтін санды білдіретін, яғни жоғарыдан шекелмеген сәйкес *атрибуттың қысқалық* мәні арнайы символ "*" (жұлдызша) қолданылуы мүмкін. Жеке атрибут үшін *қысқалық* интервалы бірнеше болуы мүмкін. Бұл жағдайда, олардың бірге қолданылуы тиісті интервалдардың теориялы-жинақталған бірлестігіне сәйкес келеді. *Қысқалық* мәндері интервалдан төменгі және жоғарғы шекара арасында жататын дербес сандарды жібермей, монотонды өсу ретімен жүреді. Сонымен қатар, келесі ережені ұстанады: интервалдың сәйкес төменгі және жоғарғы шекаралары *қысқалық* мәніне қосылады. Егер *қысқалық* ретінде жалғыз сан көрсетілсе, онда *атрибуттың қысқалығы* осы санға тең деп қабылданады. Егер де жалғыз ғана "*" белгісі көрсетілсе, онда ол *атрибуттың қысқалығы* кездейсоқ оң бүтін сан немесе нөл болуы мүмкін дегенді білдіреді. UML тілінде *қысқалық* сондай-ақ, қауымдастық рөлдерін, құрама объектілер мен *атрибут* мәндерін беруге де кең қолданылады. Егер *атрибуттың қысқалығы* көрсетілмеген болса, онда келісім бойынша UML тілінде оның мәні [1..1], яғни нақты 1-ге тең деп қабылданады.

Атрибут типі UML тілінің мәліметтер Типі пакетінде немесе құрастырушының өзімен анықталған, семантикасы кейбір мәліметтер типімен анықталатын өрнек болып табылады. UML тілінің нотациясында *атрибут* типі осы үлгіні жүзеге асыру үшін қолданылады деп жорамалданатын кейде программалау тіліне байланысты анықталады. Қарапайым жағдайда, *атрибут* типі қарастырылып жатқан *класс* жататын пакет немесе үлгі шегінде тиянақты мәні бар мәтін қатарымен көрсетіледі.

Жүйелі жақшадағы түсіндірме мәтін екі әр түрлі құрылымды білдіруі мүмкін. Егер бұл қатарда теңдік белгісі болса, онда Қасиет-қатарының барлық жазбасы программаның орындалуы барысында *атрибут* мәндерінің өзгеру ерекшеліктерін сипаттай алатын *атрибуттың* қосымша қасиеттерін көрсету үшін қызмет етеді. Жүйелі жақшалар *класс* үшін негізінен жаңадан құрылған *класстың* барлық даналары шектеусіз қабылдауы керек тиісті *атрибуттың* бекітілген мәнін білдіреді. Бұл мән келесімен қайтадан анықтала аламайтын *атрибуттың* бастапқы мәні ретінде қабылданады. Қасиет-қатарының болмауы келісім бойынша тиісті *атрибуттың* мәні программада өзгертілуі мүмкін деп түсіндіріледі.

Атрибут атының алдындағы "/" белгісі берілген *атрибут* осы *класстың* қандай да бір басқа *атрибуттың* туындысы болып табылатынын көрсетеді.

Туынды *атрибут* (derived element) — *класс атрибуты*, оның мәні жеке объектілер үшін осы объектінің басқа *атрибуттың* мәні арқылы есептелуі мүмкін.

Операция (operation) - бұл өзінің клиентінің талабы бойынша әрбір *класстың* данасына немесе объектісіне берілетін қызмет, ол орнына басқа объектілер, сондай-ақ бұл *класстың* даналары да қызмет ете алады.

Класс операциясы класс тікбұрышының үшінші секцияның жоғарғы бөлігіне жазылады, оны жиі *операция* секциясы деп атайды. *Операциялар* жиынтығы берілген *класстың* барлық объектілерінің өзін ұстауының функционалды аспектісін сипаттайды. UML тілінде *класс операциясының* жазбасы сондай-ақ, нақты синтаксистік ережелерге стандартталған және бағынады. Сонымен қатар, әрбір *класс операциясы операцияның көріну квантормен, операция* атынан, операциямен мәнді қайтаратын тип өрнегі және мүмкін, бұл *операцияның* қасиет-қатарынан тұратын жеке қатар сәйкес келеді. *Класс* жеке *операциясының* жалпы форматы келесідей:

<көріну кванторы> <операция аты>(параметрлер тізімі):
<мәнді қайтаратын тип өрнегі>
{қасиет-қатары}

Көріну кванторы класс атрибуты жағдайындағыдай, мүмкін болатын төрт мәннің біреуін қабылдай алады және сәйкесінше, арнайы символдың не кілттік сөздің көмегімен бейнеленеді. "+" символы жалпы қол жетімді (`public`) типті көріну аймағы бар *операция* белгіленеді. "#" символы қорғалған (`protected`) типті көріну аймағы бар *операция* белгіленеді. "–" символы жабық (`private`) типті көріну аймағы бар *операцияны* белгілеу үшін қолданылады. Және ақырында, "~" символы пакеттік (`package`) типті көріну аймағы бар *операцияны* белгілеу үшін қолданылады.

Параметрлер тізімі үтірмен бөлінген формалды *параметрлердің* тізімі болып табылады, олардың әрқайсысы өз кезегінде, келесідей түрде көрсетіледі:

<параметр бағыты> <параметр аты>:
<тип өрнегі> =
<келісім бойынша параметр мәні>.

Параметр (parameter) — өзгеруі, жіберілуі немесе қайтарылуы мүмкін айнымалы операция спецификациясы.

Параметр аттан, типтен, бағыттан және келісім бойынша мәннен тұра алады. *Параметрдің* бағыты —келісім бойынша `in мәні бар in`, `out` немесе `inout` кілттік сөздердің бірі, егер *параметр* түрі көрсетілмеген жағдайда. *Параметр* аты сәйкес формалды *параметр* идентификаторы, оны жазу кезінде *атрибут* аттарын беру ережелерін ұстанады. Тип өрнегі сәйкес формалды *параметрдің* мүмкін болатын мәндері үшін мәліметтер типінің спецификасы болып табылады. Ақырында, келісім бойынша мән жалпы жағдайда, осы формалды *параметр* үшін қандай да бір нақты мән болады.

Интерфейстер диаграммада сырттан көрінетін, бірақ олардың ішкі құрылымы клиенттен жасырын болып қалатын үлгі элементтерінің спецификациясы үшін қызмет етеді. Интерфейстер *атрибуттардан* да, жағдайладан да, бағытталған қауымдастықтардан да тұрмайды. Олар оның жүзеге асырылу ерекшеліктерін нұсқамай, тек *операциялардан* тұрады. Формалды түрде *интерфейс операция* спецификациясын оның іске асырылуынан тек қана бөліп коймай, сонымен қатар жобаланатын жүйенің ортақ шекараларын анықтайды. Келесі *интерфейсте* жүйе сипатының жеке аспектілерін спецификацилайтын *операциялар* анық нұсқаумен анықталуы мүмкін. *Интерфейстердің* графикалық бейнесі шеңбер формасында каноникалық диаграммалардың басқа түрлерінде қолданыла алады, мысалы, компоненттер және күшейту диаграммасында.

ӘДЕБЕТТЕР

1. Бүч Г., Якобсон А., Рамбо Дж. / UML 2.0. - СПб.: Питер, 2006. 735 с.

2. Singh M., Sharma A. K., Saxena R. Formal Transformation of UML Diagram: Use Case, Class, Sequence Diagram with Z Notation for Representing the Static and Dynamic Perspectives of System //Proceedings of International Conference on ICT for Sustainable Development. – Springer Singapore, 2016. – С. 25-38.

3. Back S. et al. Evolutionary Test Case Generation from UML-Diagram with Concurrency //International Conference on Computer Science and its Applications. – Springer Singapore, 2016. – С. 674-679.

4. Кознов Д.В./ Языки визуального моделирования: проектирование и визуализация программного обеспечения. Учебное пособие - СПб.: Изд-во СПбГУ, 2004, 143 с

Tulepberdinova G., Adilzhanova S., Gaziz G.G.,Alybay.A.

Uml class diagram graphic notation in elements

Summary. This article discusses the elements in UML class diagram graphic notation. Starting from the definition of the class to be clear to everyone. Further, we need to explain new concepts, the class learned the concept of operation. Describing the setting for the creation of system software and business model, analyze comprehensive UML language.

Key words: class diagram, attribute, an instance of class, real class, an abstract class.

Тюлепбердинова Г.А., Газиз Г.Г., Адилжанова С.А., Алтыбай А

Графические обозначения составляющих классов диаграммы UML

Резюме. Рассматриваются элементы диаграммы классов UML и их графические обозначения. Чтобы было ясно всем, начали из определения класса. Кроме того, рассмотрны новые концепции. Описывая настройки для создания системного программного обеспечения и бизнес-модели, мы анализировали всеобъемлющий язык UML.

Ключевые слова: диаграмма классов, атрибутов, экземпляр класса, реальный класс, абстрактный класс.

UDC 004.93

B.K. Sinchev, S.K. Orazbekov, I.N. Filko, D.R. Kaliazhdarov
(International Information Technology University)
Almaty, Republic of Kazakhstan

TEXTS CLASSIFICATION TO IMPROVE INFORMATION FILTERING

Annotation. In this paper we talk about text classification techniques. Some classification forms like exact classification, ranking classification and methods like Rocchio, k-nearest neighbour are described attentively. Also, we compared the application of the classification techniques on Kazakh language and generated some results for comparison.

Key terms: classifier, ranking, binary classification, indexing, terms clustering, singular decomposition, profile, decision tree, combination.

Formulation of the problem and analysis of study area. Problem of automated text identification by computers, a long time is of scientific interest. The main task is to automatically classify texts by categories. The process should be done automatically, without any help of the experts, who can define does any text belong to some category or not. Classification is not clustering, which is text merging. Clustering task has its own big and actual interest but we are not going to talk about it. [1-2]

Instead, we are interested in syntactic side of the task. Categories – just symbolic shortcuts without any description or additional information. Document – set of words without any extra information about date or type of the document.

Two method are going to be used:

- Information Retrieval
- Machine Learning

Let's define the task formally. Let's assume that there exist finite set of the categories $C = \{c_1,c_2,\ldots,c_{|C|}\}$, finite set of the documents $D = \{d_1,d_2,\ldots,d_{|D|}\}$ and unknown target function F, which will define the accordance of each pair <document, category>, do they fit to each other: $F: DxC \rightarrow \{0, 1\}$.

The main task is to find function F' which is the maximum closest function to F. F' is also called the classifier.

Machine learning is based on the basic collection of the documents $L = \{d_1,d_2,\ldots,d_{|L|}\} \subset D$. Wherein, the meaning of the target function is known for each pair $<dj, ci> \in L \times C$. All documents in L are divided into two disjoint collections:

- "training" $Tr = \{d_1,d_2,\ldots,d_{|Tr|}\}$. The classifier F' is created according to this collection. F' is learned inductively, basing on marked characteristics of these documents.
- "testing" $Te = \{d_{|Tr|o+1},\ldots,d_{|L|}\}$. The effectiveness of generated classifier is tested on this collection of the documents. Every "testing" document is given as an input to the F' classifier, then the result of the classifier $F'(d_j, c_i)$ is compared with the known value of the function $F'(d_j, c_i)$. Even more often these values match, then the classifier is more effective.

If the meaning of the function F(d, c) equal to 0, then the document $d \in L$ is called negative and if value is 1, it is called positive.

The are many different form of the classification. Depending on the result classification can be:

- Exact: $F': C \times D \rightarrow \{0, 1\}$
- Ranking: $F': C \times D \rightarrow [0, 1]$

We have considered only exact classification above. Which calculated values 0 or 1 to each pair of <document, category>, depending on belonging of the document to category. Now, assume that F' can calculate the value between 0 and 1 depending on the level of belonging of that document to the category. This form of classification is called ranking classification. [3-5]

There are two different orders of processing the documents. First, when we have a set of categories and we get the new document as an input and asked to generate the list of suitable categories. Second, vice-versa, when we have the set of documents and asked to generate new category. Necessary to find all document suitable for that generated category. These forms of classification are symmetric, however, there are some methods which can be applied to one form, and inapplicable to another, but it happens not often, it is more exception, than rule.

The relationships between the set of categories in C, can be:

- Categories are disjoint
- Categories may intersect
- Two disjoint categories

The last one is more interesting. It has its own name, which is binary classification. All other classification can be made up to binary: for each category $c \in C$ we will define does the document belongs to that category c or to it's addition $\bar{c}$.

Documents classification can be applied in the following areas:

- Documents filtering, spam recognition
- Automatic Annotation
- Generating of internet catalogue
- News classification
- Advertisement distribution
- Personal news

Classification can be done in the following tree main steps:

- Documents indexing
- Classifier learning
- Evaluation of quality of classification

Indexing is the process of leading the documents to one common format. Very often we have to deal with big amount of information, that's why we try earn and trash extra and not useful information. For example, there are many words (like articles) which meet very often in many documents, but they don't have any meaningful weight.

Classifier learning is the selecting the general form of classification rule with many different parameters. The parameters are set up on the "learning" set of documents.

There are two ways of evaluating the quality of classification. First, comparing the classifiers between each other, second, absolute evaluation of quality. Generally, it's very hard to evaluate the quality. Often, even experienced experts can't decide to which class some document belong. But, for the formal system described above, it is possible to offer several ways to evaluate the absolute quality. Each of them has it's own "weak" and "strong" sides. Let's consider that three methods in detail.

Purpose of a paper: to provide an overview of text classification methods, adapt them to Kazakh language, analyse strength and weaknesses and compare the results.

Document Indexing. Let's assume that each document is just a set of words (terms). Set of all terms is T. Each term $t_i \in T$ has weight w_{ij} related to the document $d_j \in D$. Such way, each document can be represented as a vector of weights of it's term $\underline{d_j} = \langle w_{1j},\ldots,w_{|T|j}\rangle$. Weights of the documents are normalized in the way, such that $0 \le w_{ij} \le 1$ for $\forall_i, j : 0 \le i \le |T|, 0 \le j \le |D|$.

Weight of the term in the document can be defined this way:

$$w_{ij} = TF_{ij} * IDF_i \quad (1)$$

TF_{ij} here is the relationship of the terms t_i in the document d_j to the total number of terms in that document and IDF_i is the inverse number of the documents, where term t_i is met. Thereby, even frequency of the word is high inside current document and low inside other ones, so the weight of that term in current document is higher.

The weight of the term in a document is normalized as follows:

$$w_{ij} = (TF_{ij} * IDF_i) / \sqrt{\sum_{s=1}^{|T|}(TF_{sj} * IDF_s)^2} \quad (2)$$

The documents usually have big amount of words. There are many ways to decrease that amount. For each category we can use it's own method, but usually one common method is used for all categories. First of all, it's better to drop useless words. The word which meets very often are usually trash words (preposi-

tions, unions etc…). We can easily drop them out. The same rule is common for very rarely met words, because they don't have any meaningful weight. Thereby, it's better to leave only "average frequent" words.

Another approach is to define a weight of a term in a text. Working with binary classification we can say that, the probability to meet term t in a document d, if d belongs to category c is very close to probability of meeting t in a document d, if document d belong to the category c. Therefore, if document contains term t, then there is equal probability that it can be linked with category c or it's expansion. Therefore, tha term are useless. Usability coefficient is calculated by difference of modules of those conditional probabilities.

Next idea is in merging some terms in one term. For example, words with different endings can be merged in one term, because their meaning is the same (terms clustering). Synonyms dictionaries or singular decomposition algorithms can be used as well.

Classification algorithms. Assume that, for each category c_i there exist a function CSV_i: D -> [1,0] is the degree of document appurtenance to that category. The main idea is to move from ranking function to exact classification. Assume threshold as r_i, where, if $CSV_i(d) > r_i$, then d belongs to the category c_i. Another way is to take k highest values of $CSV_i(d)$ function.

Rocchio method. one of the simplest methods of classification. For each category there is a weighted centroid calculated by the formula:

$$g_c = 1/|v_c|\sum_{d\in}v_c\,(d) - y(1/|v_{ck}|\sum_{d\in}v_{ck}\,(d)) \qquad (3)$$

V_c - a set of documents belonging to the class, V_{ck} – k documents that are not belonging to the class and the closest to the centroid $(1/|v_c|\sum_{d\in}v_c\,(d))$, y – option indicating the relative importance of taking into account the negative precedents.

The processed document is attributed to the class to which the centroid is closest located. This method has a useful feature: the weighted centroid can be quickly counted when adding new examples. This feature is useful, for example, in the problem of adaptive filtering, when the user tells the system gradually, which documents are selected correctly and which are not. In response, the system can update the results, taking into account the new documents. [6-7]

Decision tree. Decision trees divide the data into group variables based on characteristic values of the space, whereby there is a hierarchy of operators "IF-THEN" that classify data. To make a decision, how to categorize the document it is required to answer the questions that stand in the nodes of the tree, starting from its root. Questions are of the form "is the variable x_i bigger than threshold b_i? ". If the answer is "yes", it moves to the right node of the tree, if "no" - to the left node. Then comes the question, associated with the correspondent node.

Idea here is to build a tree according to the following rules: taking a term, all documents including it goes to the right branch, others to the left. Such way we can divide all documents into two nonintersecting collections. For each collection we choose new collection and repeat the algorithm. We continue until we get a uniform collection, where all documents are fitted by category or its expansion.

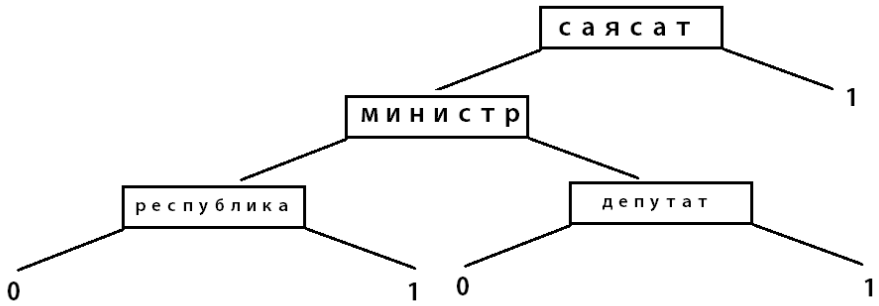


Figure 1. decision tree based on containing words

From figure 1 you can see that documents including the word "саясат" belong to the category. If document doesn't include the word "саясат", but includes the words "министр" and "депутат" that document also lies in the category mentioned. But the only existence of a word "министр" is not enough and it will

belong to the extension. Finally, the document may not contain the words “саясат” and “министр”, but if there exist a word “республика” it will also belong to that category.

In the given example tree is very small. It can grow fast depending on the set of given documents. It is the problem, which can be solved using “usability coefficient” discussed above.

k-nearest neighbour. K nearest neighbours is a simple algorithm that stores all available cases and classifies new cases based on a similarity measure (e.g., distance functions). KNN has been used in statistical estimation and pattern recognition already in the beginning of 1970’s as a non-parametric technique. A case is classified by a majority vote of its neighbours, with the case being assigned to the class most common amongst its K nearest neighbours measured by a distance function. If K = 1, then the case is simply assigned to the class of its nearest neighbour. [7]

The idea is to define $CSV_i(d)$ function through the nearest (in terms of distance) documents.

$$CSV_i(d) = \sum_{d \in} T_k(d) \, (F(c_i, d_z) / p(d, d_z)) \quad (4)$$

where $T_k(d)$ – is k nearest documents to d, and p: DxD -> R -> is the function (metric) of calculating distance in space of documents. The value k id recommended to be between 20 and 50. There are many ways of calculating distance like Euclidean, Hamming and Standardised distance, but we are not going to discuss them here.

Combination of algorithms. Constructing several types of classifiers we may want to combine them to produce more efficient one. Reasonable question occurs, which should we trust preferably, if they give different results? There exist several algorithms of combination:

- Quantity - chose the result produced by most classifiers.
- Weighted linear combination - assume function F'_i and integer n_i, for each classifier. That integer will define our trust degree. Calculate weighted amount of votes according to the formula $\sum_i n_i F'_i(d, c)$.
- Dynamical choose of classifier - for each classifier we define categories where it is more competent.
- Dynamical combination of classifiers - it is combination of “Weighted linear combination” and “Dynamical choose of classifier”. Calculate trust degree depending on the category. [8-9]

Quality estimation. Quality estimation is important part of classification strategy. Quality is more depended on correctness of classification results, rather than time spent to classify documents. To estimate the quality of classification the following metrics are used:

- Fullness - the relationship of found documents from the category to total amount of documents from category.
- Exactness – amount of correctly found documents divided by all found documents.
- Benchmarks – result on special queries and control packet of documents.
- Accuracy – ratio of correctly categorised document to all documents from that category.

We had 1000 documents and we received the following results:

We had 1000 documents and we received the following results:

Table 1. **Classification results.**

F’(d,c) \ F(d,c)	1	0
1	100	200
0	150	270

- Fullness equals to 100 / (100+150) = 0.4
- Exactness equals to 100 / (100+200) = 0.33(3)
- Accuracy equals to (100 + 270) / 1000 = 0.37

Classifier can work incorrectly by relating a document to category to which that document shouldn't belong, or vice-versa, say that document is not this category while it should belong to it. [7] Significance of that error can be different. You have to choose different metrics depending on that.

Summary. We can give a conclusion that comparison of two different classifiers is quite difficult task. Depending on different documents given as an input they may produce different results. That is why, comparison should be done on same indexing techniques, same collection of documents and same "educational" collection. However, we still can't predict the results if the amount of documents increased. The is no doubts, that "lagging" classifier can show better results that "high-end" one. There is another idea of generating "standard" document and compare all classifiers using it.

REFERENCES

[1] Palagin, A., Kriviy, S., Petrenko, N., Bibikov, D. (2012). Formalization of the problem of knowledge extraction from natural language texts. Information technologies & knowledge, 100 p.

[2] Biloshchytskyi, A., Dihtyarenko, O. (2013). The effectiveness of methods for finding matches in texts. Management of complex systems, 14, pp. 144 – 147.

[3] Chugreev, V. (2003). Model structural representation of textual information and the method of its thematic analysis based on frequency content classification. St. Petersburg State Electrotechnical University "LETI", VI Ulyanov, pp. 25 – 29.

[4] Scott Deerwester, Susan T. Dumais, George W. Furnas, Thomas K. Landauer, Richard Harshman (1990). Indexing by Latent Semantic Analysis. JOURNAL OF THE AMERICAN SOCIETY FOR INFORMATION SCIENCE. 41(6), pp. 391 – 407

[5] Rehurek, R. (2011). Subspace tracking for latent semantic analysis. Advances in Information Retrieval, pp. 289 – 300.

[6] Roger B. Bradford (2008). An empirical study of required dimensionality for large-scale latent semantic indexing applications. In proceeding of: Proceedings of the 17th ACM Conference on Information and Knowledge Management, CIKM 2008, Napa Valley, California, USA

[7] Yury Lifshits, Shengyu Zhang (2008). Combinatorial Algorithms for Nearest Neighbors, Near-Duplicates and Small-World Design. Navin Goyal, Yury Lifshits and Hinrich Schütze WSDM, 2008

[8] Gogunsky, V., Vlasenko, O., Lebid, D. (2012). Markov models of communication processes in international projects. Management of complex systems, 12, pp. 35 – 39.

[9] Pletnev, A., Mikolyuk, A., Gogunsky, V. (2007). Organization campus computer network "Polytechnic" using an optical fiber. Proceedings of the Odessa National Polytechnic University, 2(28), pp. 138 – 140

Синчев Б.К., Оразбеков С.К., Филько И.Н., Калиаждаров Д.Р.

Методы классификация текста для улучшения фильтрования информации

Резюме. В этой статье рассматриваются методы классификации текста. Такие методы точной классификации и ранжирования, как Rocchio, K-ближайшего соседа рассмотрены более внимательно. Некоторые методы классификации были применены к казахско-язычным документам.

Ключевые термины: классификатор, ранжирование, бинарная классификация, индексирование, кластеризация терминов, сингулярное разложение, профиль, дерево решений, комбинация.

Синчев Б.К., Оразбеков С.К., Филько И.Н., Калиаждаров Д.Р.

Ақпаратты сүзуді жақсартуға негізделген мәтіндерді жіктеу әдістері

Түйіндеме. Бұл мақалада қазақ тілді мәтіндердің жіктеу әдістері қарастырылады. Rocchio, K-жақын көрші сияқты нақты әдістер мұқият сипатталған. Сондай-ақ, кейбір жіктеу әдістерің қазақ тілді мәтіндерге қолданысы суреттелді.

Қолданылған терминдер: классификатор, дәрежелеу, екілік жүйемен жіктеу, индекстерді анықтау, терминдерді кластерлеу, сингулярлық ыдырау, профиль, шешімдер дарағы, комбинация.

УДК 693.542.52.

Х.Г. Аканов, Р.А. Нурпеисова
(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан)

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ СМАЗЫВАНИЯ УЗЛОВ ТРЕНИЯ МАШИН

Аннотация. Приводятся некоторые дополнительные сведения, отражающие специфику условий эксплуатации машин, а также краткий анализ состояния научных работ по обоснованному выбору смазок. Накопленный опыт эксплуатации машин, работающих в сложных условиях, свидетельствует, что варьирование составом смазочных веществ в сочетании с технологическими методами модифицирования физико- механических свойств рабочих поверхностей является наиболее эффективным путем улучшения их качества и существенного увеличения ресурса.

Ключевые слова: смазывание, узел, трение, коррозия, уплотнение, контактные напряжения, объем, система, защитный слой.

Задача создания конкурентоспособной техники с показателями качества, удовлетворяющим современным требованиям, связана не только с разработкой конструкции новых машин, но и с поиском путей значительного повышения качества функционирования существующих машин, увеличения их ресурса без существенного изменения их конструкции и соответствующего ужесточения требований к качеству их изготовления. В этой связи особую значимость приобретает грамотное решение вопросов смазки (выбор сорта, своевременной ее замены, эффективности подвода к зоне трения и т.д.).

Однако, успешность такого подхода требует более глубокого понимания сущности физико-механических а также химических процессов, происходящих в зоне контакта контактирующих деталей.

Приведем здесь некоторые дополнительные сведения, отражающие специфику условий эксплуатации, прежде всего машин, (редукторов) существенно влияющих на характер и на изменчивость свойств смазки и краткий анализ состояния научно-исследовательских работ по обоснованному определению требуемых свойств смазки.

Для современных мощных редукторов машин требуются высококачественные масла, обеспечивающие надежную работу в условиях высоких нагрузок пульсирующего характера и значительного влияния переходных процессов при часто сменяющихся периодах работы и простоев. Эти масла должны сочетать высокую смазочную способность с требуемыми вязкостно-температурными показателями, обладая термоокислительной стабильностью и антикоррозийными свойствами. Смазочную способность масла можно значительно изменять путем введения в его состав специальных поверхностно-активных присадок в малых количествах. Такие модифицированные масла обеспечивают специфические эффекты: способствуют возникновению полимерных пленок в зоне контакта, металл плакирование и другие процессы, определяемые термодинамикой триботехнических реакций и снижающие износ. Как известно, эффективность добавления присадок к маслам сопоставима с эффективностью легирования сталей. Для смазок, например, деталей редукторов очистных и проходческих комбайнов масла должны содержать противозадирную, антикоррозийную, противопенную, деэмульгирующие присадки, которые обеспечивают способность предотвращать возникновение задиров, заеданий, коррозии и пенообразования. При этим смазка не должна оказывать вредного влияния на резиновые уплотнения, изделия из полимеров, применяемых в современных машинах. Наряду с отмеченными требованиями к смазочных маслам машин предъявляются и дополнительные: сохранение длительной стабильности эксплуатационных свойств масел в широком диапазоне температур (от -20° до +120°), при высокой обводненности (до 10%) и значительном содержании твердых загрязнений (до 3%), а также при попадании в масло кислот, обеспечение высокой вязкости масла в местах возможной утечки масла при изменении положения (угла наклона), например, комбайна в пространстве. Также высокие требования к смазке машин обусловлены, в первую очередь, быстрым износом многих деталей. Так установлено, что интенсивность износа шестерен поворотного редуктора проходческого комбайна примерно на два порядка выше, чем у самых тяжело нагруженных зубчатых колес в общем машиностроении.

При этом следует отметить такую специфическую особенность машин, заключающуюся в высоком содержании пыли в масле отработавших редукторов (до 25%).

В общем случае при выборе сорта масла исходят из следующего принципа: чем выше окружная скорость колеса, темменьшей должна быть вязкость масла; чем больше контактные напряжения в зубьях, тем большей вязкостью должно обладать масло. В этой связи наибольшее применение в редукторах имеют минеральные индустриальные масла, имеющие в обозначении букву Н, так как они более приспособлены к быстрому восстановлению защитного слоя на поверхности контакта и лучше защищают рабочие поверхности. Хорошие результаты обеспечивают и синтетические масла, например, полигликолевые, эфирные и т.п. Достаточно широкое распространение получили и пластические смазочные материалы ЦИАТИМ - 201 и ПИТОЛ - 24, допускающие температуру нагрева до 130°. Они применяются, в основном, для смазки подшипников, к которым затруднен доступ масла или нежелательно применение насоса.

При широко распространенной картерной системе смазки заметна тенденция к увеличению объема масляной ванны редуктора, способствующего сохранению стабильных свойств масла, снижению пиковых значений температур (при повторно-переменных режимах), уменьшению степени интенсивности износа и опасности заедания. Уровень (объем) масла в редукторе и ее вязкость должны обеспечить образование внутри корпуса взвеси частиц масла в воздухе (масляного тумана), покрывающей поверхность деталей. Обычно в двухступенчатых редукторах обеспечивается удовлетворительная смазка подшипников брызгами масла. Однако, при определенном неблагоприятном сочетании размеров зубчатых колес, углов наклона зубьев, недостаточном уровне масла, его вязкости, более высоких окружных скоростях и неудачном конструктивном оформлении внутренней полости редуктора обеспечить надежное смазывание подшипниковых узлов не удается. Некоторые химические активные масла, в частности масла с сильными антизадирными присадками, применяемые для смазки зубчатых передач (картерная смазка) могут вызывать повышенный износ подшипников. Значительное влияние на процесс выкрашивания подшипников оказывает окисление масла. Появление в масле продуктов окисления и тем более смазка подшипников отработанным маслом (при плохом техническом обслуживании) существенно снижают их ресурс. Для смазки подшипников машин следует применять масло вязкостью от 50 до 100 сСТ при 50° С. Отдельно отметим здесь следующее обстоятельство обычно не принимаемое в внимание, характерное для смазочной среды редукторов транспортных, нефтяных машин и т.п. Известно, что сами по себе дисперсные частицы угля абразивного действия на поверхность деталей не оказывают.

Однако, имея большую развитую поверхность и обладая очень высокой адсорбционной активностью эти частицы адсорбируют на себе огромное количество молекул поверхностно-активных веществ из смазочной среды, приобретая сольватную оболочку, и могут в виде конгломератов (хлопьев) из ПАВ, в центре которых находится угольная частица, выпадать в осадок. Таким образом происходит обеднение смазки легирующими присадками и ухудшение ее качества в смысле полной или частичной потери ею смазочной способности. В этом и заключается часто наблюдаемое быстрое утрачивание ими исходных эксплутационных свойств («срабатывание») смазочных веществ в редукторах машин, работающих в подобных сложных условиях.

В этой связи следует иметь в виду, что традиционные методы очистки смазочных сред для подобных машин являются нерациональными так как при этом выбрасываются вместе с твердыми включениями наиболее ценный и дорогостоящий компонент смазочной среды - ее легирующие вещества (присадка). Заслуживает внимание применение в таких случаях специальных диспергаторов, с помощью которых можно разрушить сольватную оболочку твердого осадка и таким образом восстановить смазочную способность масла.

Вопросам исследования влияний свойств граничных слоев смазки на несущую способность и интенсивность износа взаимно проскальзывающих под нагрузкой деталей в машиностроении до настоящего времени не уделялось должного внимания. Попытки использования широко известной эластогидродинамической теории смазки, учитывающей упругость формы контактирующих деталей и позволяющей рассчитывать толщину смазочного слоя в зоне контакта деталей, в общем машиностроении оказались явно недостаточно результативными для машин. Режим гидродинамической смазки в узлах трения машин, учитывая динамический характер взаимодействия сопряженных деталей, переходные процессы, нестационарный режим их работы, низкую точность, высокую шероховатость поверхностей, низкую частоту вращения валов редукторовпрактически не возникает (маловероятен) и превалирует как правило, граничный режим. При этом особенностью взаимодействия пар

трениямашин является режим знакопеременных проскальзываний с малыми амплитудами (самый неблагоприятный в плане износа). Установлено что тяжелонагруженные тихоходные зубчатые передачи редукторов машин работают в граничном режиме смазки. Параметры трения и износа при граничном режиме существенно зависят и от химического состава смазки, в то время как вязкость и другие объемные свойства ее оказывают незначительное влияние на параметры граничного трения. Известно, что добавление к смазке присадок (поверхностно-активных вёществ) от нескольких десятых долейдо 2% весьма заметно влияют на параметры трения и износа. В настоящее время на рынке появилось достаточно много присадок различных типов (органические и синтетические жидкости, твердые дисперсные вещества, комплексные соединения и т.п.). Однако, следует иметь в виду, что в процессе эксплуатации и хранения свойства смазки существенно и в достаточнокороткое время ухудшаются в результате старения и срабатывания присадок, что приводит к достаточно заметному снижению ресурса машин.

Заметим, что общепринятые представления о ресурсе как о наработке до предельного состояния для машин малопригодны вследствие различия прочностных свойств и быстрой изменчивости свойств смазки во времени. В этой связи увеличения ресурса машин путем правильного выбора масел и присадок в значительной мере сдерживается отсутствием надежных методов, критериев и приборов оценки рабочих свойств смазочных материалов с точки зрения влияния их на долговечность деталей. Существующие показатели качества смазки и методы их контроля в большинстве своем трудоемки, длительны и малонадежны. Таким образом основное рабочее свойство смазочных материалов - их смазочная способность, как правило, не контролируется.

Накопленный опыт эксплуатации машин, работающих в сложных условиях, свидетельствует, что варьирование составом смазочных веществ в сочетании с технологическими методами модифицирования физико- механических свойств рабочих поверхностей является наиболее эффективным путем улучшения их качества и существенного увеличения ресурса.

Этот путь не требует больших капитальных затрат, позволяет обойтись без применения дорогих высоколегированных сталей, цветных металлов, практически без какого- либо изменения конструкции машин.

Однако, требуемый максимальный положительный результат может быть достигнут только лишь при грамотном выборе смазочного вещества, присадок, способов смазки, соответствующего технического обслуживания на основе значения сущности гидродинамических явлений, происходящих в слое смазки между контактирующими поверхностями, причин дегенерационных процессов в зонах сопряжения деталей, фундаментальных представлений молекулярной физики граничного трения.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Коднир Д.С. «Контактная гидродинамика о смазке деталей машин». М. 1976г. 304с.

[2] Докукин А.В., Семенга П.В., Гольдбухт Е.Е., Зиелин Ю.А. «Повышение прочности и долговечности машин». М. 1982г. 224с.

[3] Коваленко В.П., Финкельштейн З.Л. «Смазочные и гидравлические масла для угольной промышленности». Справочник. М. 1991г. 294с.

[4] Аканов Х.Г. «Конструирование редукторов». А. 2002г. 256с.

Аканов Х.Г., Нурпеисова Р.А.

Машиналар үйкелісінң тораптарын майлаудың кейбір ерекшеліктері.

Түйіндеме. Мақалада машиналарды пайдалану шарттарының ерекшеліктерін және жанармайды дәйекті таңдау бойынша ғылыми жұмыстардың жай-күйін қысқаша талдауды қамтып көрсететін кейбір қосымша мәліметтер келтірілген.

Кілттік сөздер: майлау, тораптар, үйкеліс, коррозия, тығыздау, жапсарлы кернеу, көлем, жүйесі, қорқаныш қабаты

Akanov H., Nurpeissova R.

Some features of lubrication of machines friction nodes.

Summary. There is some additional information reflecting specificity of machines explotation conditions and brief analysis of scientific works on valid joice of lubricants.

Key words: lubrication, node, friction, corrosion, compression, contact voltage, volume, system, protecting layer.

• ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

[1]К.А. Ожикенов, [2]П.Г. Михайлов, [1]М. Ж. Айтимов, [1]Ж. К. Кушегенова, [1]Л. С. Кагазбекова
([1]Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық зерттеу техникалық университеті,
[2]Пенза мемлекеттік технологиялық университеті, Пенза, Ресей.
Алматы, M_J_Ai@mail.ru.)

ФИЗИКАЛЫҚ ШАМАЛАРДЫҢ МИКРОЭЛЕКТРОНДЫ ДАТЧИКТЕРІНІҢ ФИЗИКО–МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕРІ

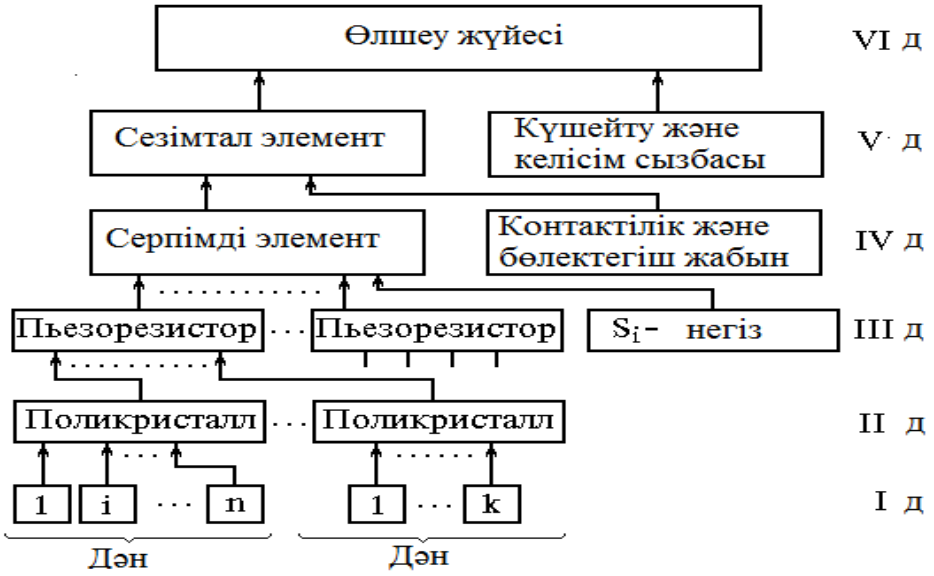
Аңдатпа: Берілген жұмыста физикалық шамалардың микроэлектронды датчиктерінің физико – математикалық модельдері деңгейлері, оларды құру, бағалау, датчиктерге арналған негізгі квалиметриялық түсініктер мен категориялар, датчик сапасын бағалау критериилері қарастырылған.

Кілт сөздер: Датчик, физико–математикалық модельдеу, сапа, бағалау критериилері.

Қазіргі заманғы физикалық шамалардың микроэлектронды датчиктері (ФШ МЭД) құрылымы және қызметі жағынан, өзара байланысты құрылымдар мен элементтерден және жүйелер мен ішкі жүйелерден тұратын, күрделі объект болып табылады. Сондықтан да ФШ МЭД–ді құрау оның ең төменгі элементінен басталып жоғарғы өлшеу жүйесіне дейінгі барлық деңгейді қамти отырып, кешенді түрде жүргізілуі қажет.

ФШ МЭД–ті шартты түрде бөлшектей отырып, оның құрылымын алты деңгейде деп бейнелейік (сурет 1):

1–ші деңгей– Жартылай–өткізгішті құрылым элементі (дән);
2–ші деңгей– Микроэлектронды құрылым (поликристалл);
3–ші деңгей– Бастапқы өлшеу элементі (пъезорезистор);
4–ші деңгей– Конструктивті элемент (серпімді элемент);
5–ші деңгей– Сенсор (сезімтал элемент);
6–ші деңгей– Өлшеу жүйесі (өңдеу сызбасы және келісімдер)



1-сурет. Микроэлектронды датчиктердің құрылымдық жинағы.

Айта кету керек, әртүрлі датчиктердің конструктивті–құрылымдық ерекшеліктеріне байланысты деңгейлер саны әртүрлі болуы мүмкін, күрделі датчиктерде деңгейлер саны жоғары болады. Әрине, қарастырылған сызба – жасанды, себебі бұл жағдайда ФШ МЭД мақсатты параметрлі жүйе ретінде көрініп тұр. Ал шын мәнінде ФШ МЭД таратылатын параметрлі жүйе болып табылады, бірақ нақты құрылымды қарау және талдау барлық есептеулер мен байланыстарды қиындата түседі. Сондықтан да, тәжірбиеде, көбінесе, мақсатты параметрлі жүйелер модельдері қолданылады және тек жеке, келісілген (жылулық деформациялық өрістер есептеулерінде, ток желілерін бөлуде және т.б.) жағдайларда есептеулер кезінде таратылатын параметрлі модельдер және сәйкесті математикалық аппарат қолданылады.

Модельдер мен ішкі жүйелерді құру, нәтижесінде ФШ МЭД–ті жасау, датчиктерді құраудағы өте маңызды этап болып табылады, себебі бұл датчиктің метрологиялық және жобалау ерекшеліктерін тиімдендіруге, сонымен қатар оның пайдалану параметрлерін (тұрақтылық, сенімділік, және т.б.) болжауға мүмкіндік береді.

Сәйкесті модель дер құру үдерісінде тізбекті дәлдеу принципі қолданылады, яғни ең бастапқыда «дөрекі» модельдер, нақты объектіге жақындық дәрежесі төмен модельдер құрылады, содан кейін, ақпарат жинақталғаннан соң, дәлірек модельдер, яғни күрделі модельдер жасалады. Айта кетуіміз керек, ФШ МЭД секілді күрделі жүйелердің дәл модельдерін жасау үшін арнайы компьютерлік есептеуіш техника мен сәйкесті бағдарламалық жабдықтар қажет.

ФШ МЭД–тің әртүрлі деңгейдегі физико–математикалық модельдерін (ФММ) жасау үдерісі жалпы түрде мына этаптардан құралуы мүмкін:

- ФШ МЭД–ке арналған ФММ–ді жалпы жасау (ақпараттық, энергетикалық модельдер);
- Сезімтал элементтердің (СЭ) физикалық модельінің жинағы, ол кешенді болады және ол ақпараттық, жылулық және электрлік модельдер түрінде болуы мүмкін;
- СЭ–нің топологиялық модельдерін құрау;
- ФШ МЭД жүйелерін және элементтерін құраудың технологиялық моделін жасау.

ФШ МЭД құрылымын, элементтерін және жүйесін модельдеу үдерісін жылдамдату үшін күрделі және қымбат бағдарламалық жабдықтар қажет. Одан өзге, ФШ МЭД–тің элементтерінің электрофизикалық ерекшеліктерінің танылуының бөлшекті рәсімделуі қажет. Рәсімделу күрделі есеп болып табылады, себебі ФШ МЭД–тің барлығына жуық элементтері таратылатын параметрлі жүйелерді береді, олар дербес туындылары бар дифференциальдық теңдеулермен сипатталады және жартылау өткізгішті материалдардың электрофизикалық қасиеттерінің анизотропиясын ескерсек, модельдеу есебі одан да қиындай түседі [1, 2].

Жалпы жоспарда ФШ МЭД–ке арналған ФММ датчиктің шығыс шамасы болатын электрлік өлшенетін параметрмен және кіріс шамаларымен және сыртқы әсер етуші факторлардан құралған теңдеу болып табылады.

Ұсынылған физико–математикалық модельдер жиынтығын құруда ФММ–дің параметрлерін нақтылау маңызды болып табылады. Олар не алдын ала беріледі, не модельдеу үдерісі барысында есептелінеді.

ФММ–дің параметрлері мыналар болып табылады:

- ФШ МЭД–тің жобалау элементтерінің негізгі геометриялық өлшемдері (серпімді элементтер, корпустық детальдар және т. б.);
- жобалаудың негізгі элементтері материалдарының ерекшеліктері (тығыздық, электрофизикалық және жылу физикалық параметрлер және т.б.);
- магнитті және электрлік материалдардың ерекшеліктері (электрөткізгіштігі, индуктивтілік, сиымдылық және т.б.)
- Энергия көздерінің ерекшеліктері (кернеу, жиілік, күші).

ФММ–дкгі айнымалы шамалар:

- $X(\gamma)$ – өлшенетін шама;
- $\Phi(j)$ –сыртқы әсер етуші факторлар;
- $Y(X, F_j, t)$– шығыс шамасы;
- Кеңістік және уақыт координаттары.

ФММ арқылы ФШ МЭД–тің және СЭ–тің келесі ерекшеліктері алынуы мүмкін:

- өлшенетін шаманың стационарлық және стационарлық емес режимдерідегі өзгеру қызметі;
- сызықтық еместігінің қателігі;
- өлшенетін шаманың өзгеру коэффициенті;

- динамикалық ерекшеліктер (алмасу, импульсты–алмасу, амплитудалық, фазр–жиіліктік)
- динамикалық қателік;
- беріктілік ерекшеліктері (кернеу өрістері және деформация);
- сыртқы әсер етуші факторларды сезіну коэффициенттері және әсер қызметі.

Датчиктерді модельдеудің мүмкін әдісі термодинамика принциптеріне сәйкесті, ФММ жинақтау үдерісі мынадай үш этапқа бөлінуі мүмкін:

1 этап. Кеңістік пен уақыт бойынша заттармен энергияның тепе–теңдігі құрылады, әдетте дербес туындысы бар сызықты емес дифференциальдық теңдеулер түрінде.

2 этап. Теңдеудің сәйкесті линеаризациясы жүргізіледі, ол өз құрамына симметриялық ойларға және геометриялық қасиеттерге байланысты қысқартылған формаларды қосуы мүмкін.

3 этап. Дискретті элементтері бар электрлі тізбек секілді мақсатты параметрлі модельдерді жинақтау.

Осылайша, ФШ МЭД–тің әрбір деңгейлеріне арналған қарапайым ФММ жасалады. Айта кету керек, ақпаратты–энергетикалық әдіске негізделген модельдеу принциптері таралған. Бұндай принциптер ФШ МЭД–ті жалпы және жүйе деңгейінде модельдер жинақтауға қолайлы.

ФШ МЭД–те деңгейлік модельдеу мысалы ретінде жоғарғы деңгей – өлшеу деңгейіне қатысты модельдер құруды көрсетейік.

Ақпаратты–энергетикалық ерекшеліктер ғана емес, қажетті өзге де пайдалану, жобалау, технологиялықерекшеліктердің тиімділік критериилерін жалпы анықтауға мүмкіндік беретін жинақталған критериилерді құру үлкен қиындықтармен байланысты. Себебі бұндай критериидер жинағы жергілікті және шетелдік датчиктердің барлық ерекшеліктері сипатталған ақпараттық банкін құруды талап етеді, көп факторлы есептерді шешуге, нарық ерекшелігін зерттеуді талап етеді.

Жалпы түрде тиімділік критериилерін жасауды датчиктің критериилік моделін (сапалық моделін) құру деп алуға болады. Олар өзге (ақпараттық, энергетикалық, топологиялық) ерекшеліктермен қатар жобалау мен технологиясын құруда пайдаланылуы тиіс. Датчиктің сапалық моделін құруды ең басынан бастап, яғни техникалық тапсырма (ТТ) алғаннан бастап жобалау қажет. Бұндай модель құру ТТ–нің талаптарының нақтылығын бағалауға және датчиктің тиімділігін арттыруға мүмкіндік беретін жобалау–технологиялық шешімдерді (ЖТШ) белгілеуге мүмкіндік береді.

Өзге модельдерден айырмашылығы критериилік модельдер статистикалық – уақытқа байланысты өзгеріп отыратын модельдер болып табылады. Мысалы, датчиктердің шығарылу көлемі және бағасы өндіріс деңгейіне және нарықтағы сұранысқа сәйкес үнемі өзгеріп отырады. Сапа моделдерін құруда жиындар теориясының математикалық аппаратын және квалиметрия әдістерін қолдану тиімді.

Осыған сәйкес, негізгі квалиметриялық түсініктер мен категорияларды датчиктерде арнап, келесі түрде өзгертуге болады [3, 4]:

- **датчик сапасы**. Өлшеуге кететін шығындары көп емес, өлшеуде максимальды ақпараттық өнімділікке қол жеткізуге мүмкіндік беретін метрологиялық, пайдалану, сенімділік, жобалау, экономикалық және т.б. ерекшеліктердің жиынтығы ретінде алуға болады. Сапалық категориясы барлық бағалау жиынтығын құрайтын жалпы баға болып табылады;
- **датчик тиімділігі**. Ішкі жиынға жинақталған сапаның өлшем тобы. Бұл әртүрлі болады. Мысалы жобалау тиімділігі (минимальды габаритті өлшем, масса), метрологиялық (максимальды дәлдік, кең диапазон) және т. б;
- **сапа өлшемі**. Басқаша– сапа көрсеткіші. Бұл сапаның не тиімділіктің метрикалық кеңістікте, дербес алғанда нақты садар жиынында бейнеленуі;
- **сапа деңгейі** датчиктің сапасының салыстырмалы бағасы болып табылады. Бөл кезде база (эталон) ретінде үздік шетелдік немесе отандық аналог алынады.
- **сапаның бағасы** –датчиктің сапа деңгейі туралы шешім алу процедурасы.

Жоғарыда анықталған квалиметрикалық категориялардан анықталғандай, датчик сапасы – абстрактілі шама, датчик қасиеттерін сипаттайтын ақпараттық массивтер көлемінің шектілігі мен құраушы элементтер жиынының статикалы–ықтимальды ерекшеліктеріне сүйене отырып, сандық дәрежеде сипаттауға болатын шама.

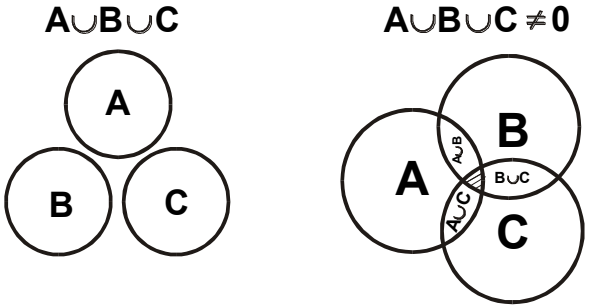
Айта кетейік, бұл критериилер көбінесе, дайын өнімдерді (сериялық түрде шығарылатын) бағалауға қатысты. Макеттер мен экспериментальды үлгілер, жеке бөліктер мен ғылыми–зерттеу және тәжірбиелік–жобалау жұмыстары негізіндегі жаңа технологиялар ды бұл критериилермен

бағалау қиын. Датчиктерді жобалау мен технологияларды жасау үдерісі үлкен уақыт мерзімін алатын болғандықтан, датчиктердегі жобалау–техникалық шешімдерді (ЖТШ) бағалау өте маңызды, себебі бұндай бағалау соңғы кезеңдерде көрінетін қателіктерді болдырмауға мүмкіндік береді. Бұндай ЖТШ–ді дербес бағалау критериилері жартылай өткізгішті технология бойынша топталып жасалатын датчиктер үшін өте маңызды, себебі оларда әрбір дер кезінде анықталмаған олқылық датчик сапасын төмендетіп, бағасын көтеріп жіберуі мүмкін.

ЖТШ үшін қазіргі уақытта бұндай дербес бағалау критериилері жоқ. Әртүрлі бірдейлік, стандарттау, технологиялық, бағасы жөніндегі коэффициенттерді есептеудің салалық әдістемелері бар нәрсені есептеуге арналған деңгейде, олармен белгілі бір техникалық шешімнің пайдалылығын не зиянын бағалай алмайсын, себебі олар өнім сапасының толық бейнесін бермейді.

Сапаның жалпы және дербес критериилерінің алыну үдерісін формалдайық, ол үшін оны шартты құрылымдық сызба ретінде бейнелейік. (сурет 2). Сызбадағы $a_i, b_i \ldots q_m$ – $A, B, \ldots, Q$ жиындарының (массивтерінің) элементтері, және де бұл массивтер қиылысуы да (жалпы элементтер болуы), қиылыспауы да мүмкін.

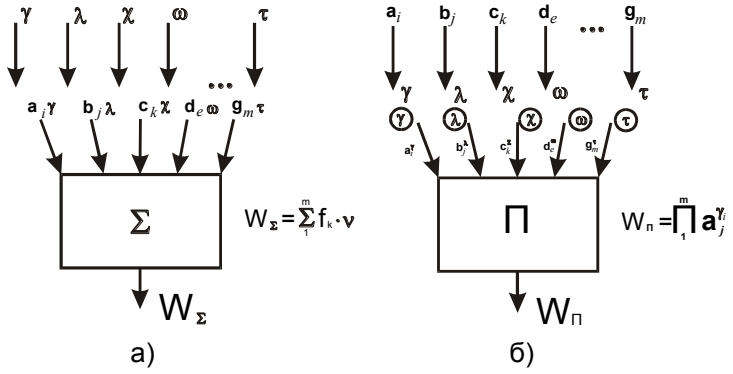
Бұл жиындар қиылыспайтын жағдайын қарастырайық, яғни элементтер өзара байланыссыз (сурет 2а).



а) б)

2-сурет. Сапа элементтері

Сызбада көрсетілген (сурет 3) массив элементтерін масштабтау операциясы белгілі бір коэффициентке көбейту (сурет 3а), немесе дәрежелеуді білдіреді (сурет 3б).



а) б)

3-сурет. Сапа критериилерінің құрылымдық моделі

Алынатын аддитивті (W_Σ) және мультипликативті ($W_П$) бағалау критериилері сәйкесті түрде анықталады:

$$W_\Sigma = a_i\gamma + b_j\lambda + d_l\omega + \ldots + q_m\tau = \gamma\sum_1^n a_i + \lambda\sum_1^f b_j + \omega\sum_1^q d_l + \ldots + \tau\sum_1^t q_m \qquad (1)$$

$$W_П = a_i^\gamma \cdot b_j^\lambda \cdot d_l^\omega \cdot \ldots \cdot q_m^\tau = \prod_1^n a_i^\gamma \cdot \prod_1^f b_j^\lambda \cdot \prod_1^q d_l^\omega \cdot \ldots \cdot \prod_1^t q_m^\tau$$

$$(i = 1...n,\ j = 1...f,\ l = 1...q,\ m = 1...t)$$

Бұдан өзге, аддитивті бағалауда масштабтау массивтің элементтерінің сандық мәндерін дәрежелеу түрінде жүретін нұсқасы да бар. Корреляциялық байланыс бар болса , W аралас есептік сызба түрінде болады.

Көбінесе *A, B*, …, *Q* массивтері бірлік немесе нөльдік ретті болғандықтан W_{Σ} және W_{Π} өрнектері қысқарады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Бусленко, Н.П. Моделирование сложных систем / Н.П. Бусленко. – М. : Наука, 1968. – 355с.

[2] Михайлов П.Г. Микроэлектронные датчики: вопросы разработки // Микросистемная техника. 2003–№ 1. С. 4-7.

[3] Азгальдов Г.Г., Зорин В.А., Павлов А.П. Квалиметрия для инженеров-механиков / М.: МАДИ, 2006, -220 с.

[4] Чернецов М.А. Михайлов П.Г. Разработка моделей качества датчиков физических величин // Надежность и качество. Труды международного симпозиума. – Пенза: Издательство ПГУ, 2011.

[5] Михайлов П.Г., Михайлова В.П., Лапшин И.О. Датчики для ракетно–космической и авиационной техники//Авиакосмическое приборостроение–2010, № 3, с. 16–21.

[6] Датчики теплофизических и механических параметров. Справочник под ред. Багдатьева Е.Е., Гориша А.В., Малкова Я.В. в 2–х томах/М.: ИПРЖР, 1998.

[7] Михайлов П.Г., Лапшин В.И., Сергеев Д.А Моделирование и конструирование кремниевых чувствительных элементов емкостных датчиков давлений//Известия Южного федерального университета. Технические науки. 2013 г № 5. С. 128 – 133.

[8] Михайлов П.Г., Соколов А.В., Сергеев Д.А. Вопросы применения чувствительных элементов и измерительных модулей в датчиках физических величин//Информационно-измерительная техника: Межвузовский сборник научных трудов, выпуск 37, Пенза: ИИЦ ПГУ, 2012.

Ожикенов К.А., Михайлов П.Г., Айтимов М.Ж., Кушегенова Ж.К., Кагазбекова Л.С.

Физико-математические модели микроэлектронных датчиков физических величин.

Резюме. В статье рассмотрены физико–математические модели микроэлектронных датчиков физических величин.

Ключевые слова: Датчик, физико–математическое моделирование, качество, критерии оценки.

Ozhikenov K.A., Mikhailov P.G., Aitimov M.Zh., Kushegenova Zh.K., Kagazbekova L.S.

Physical and mathematical models of microelectronic sensors of physical quantities.

Summary. The article deals with physical and mathematical models of microelectronic sensors of physical quantities.

Key words: Sensor, physical and mathematical modeling, quality, criteria for evaluation.

УДК004.942

[1]К. Алимхан, [2]М.Н. Калимолдаев, [2]Н. Тасболатулы

([1]Евразийский Национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
[2]Институт информационных и вычислительных технологий,
Алматы, Республика Казахстан, email: tasbolatuly@gmail.com)

ГЛОБАЛЬНОЕ ПРАКТИЧЕСКОЕ СЛЕЖЕНИЕ ДЛЯ НЕОПРЕДЕЛЕННЫХ НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ

Аннотация. В работе тезисно рассматриваются некоторые работы зарубежных и отечественных ученых по отслеживанию, а также задачи стабилизации.

Ключевые слова: практическое отслеживание вывода, линеаризованные системы, неопределенные нелинейные системы, стабилизация, состояние обратной связи.

Задача отслеживания вывода является одним из наиболее важных вопросов в области теории управления и ее применения, и широко изучается в течение последних трех десятилетий. Ее основная задача заключается в разработке закона управления с обратной связью, которое составляет управляемое слежение вывода заданного опорного сигнала в максимально возможной степени. Отслеживание вывода в обычном случае представляет собой «асимптотический» смысл,где ошибка отслеживания стремится к нулю, так как время стремится к бесконечности, и задача асимптотического отслеживания для стационарных линейных систем была полностью решена примерно 30 лет назад Дэвисоном [1]и Фрэнсисом-Вонхамом [2].

Подобная задача для нелинейных систем также была выполнена рядом исследователей, в последние 20 лет, например, Хепберн и Вонхам, 1984; Ананзарам и Дезоер, 1985; ДиБенедетто, 1987; Хуан и Раф, 1990; Изидори и Бирнс, 1990 и относительно недавняя обзорная работа Бирнса и Изидори, 2000[3-8]. В этих работах предполагается, что линеаризованныйЯкобиан данной нелинейной системы стабилизируемый и обнаружимый, что является ключевым предположением для решения задачи отслеживания асимптотического вывода при помощи обратного воздействия ошибки или состояния.

Однако в случае неопределенных нелинейных систем, в которых линеаризованные системы могут быть не стабилизуемыми и/или не обнаруживаемыми, задача отслеживания и даже задача стабилизации становится намного сложней. Например, рассмотрим следующую очень простую нелинейную систему:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2^3 + ax_1 \\ \dot{x}_2 = u \\ y = x_1 \end{cases} \tag{1}$$

где$x = [x_1, x_2]^T \in \mathbb{R}^2,\ u \in \mathbb{R}$ и $y \in \mathbb{R}$ – состояние системы, входные и выходные данные соответственно, a– неопределенная постоянная, удовлетворяющая$0 < a \leq 1$. Следовательно, легко показать, что линеаризованная система (1) в состоянии равновесияпри$x = 0$, получена как:

$$A = \begin{bmatrix} a & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix},\ B = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix},\ C = [1 \quad 0] \tag{2}$$

и, следовательно, собственными значениями A являются $\lambda_1 = a > 0,\ \lambda_2 = 0.$

Далее, очевидно, что $\{x_1$-оси$\}$ - неконтролируемое подпространство, и $\{x_2$-оси$\}$ - ненаблюдаемое подпространство, следовательно, оно не стабилизируемо и не обнаружимо для всех возможных значенийa. Известно, что если (A, B) в (2) имеет не стабилизируемое подпространство, собственное значение которого имеет строго положительную действительную часть, то асимптотическая стабилизация (1) невозможна по обратной связи любого гладкого состояния, следовательно, асимптотическое отслеживание также невозможно по любой гладкой обратной связи по состоянию и, несомненно, по любой гладкой обратной связи выходных данных или ошибок [9].

Таким образом, для преодоления данного препятствия, была представлена новая концепция отслеживания и различные результаты в рамках этой концепции. В этой обзорной работетезиснорассматриваются некоторые из этих работ по отслеживанию, а также задачи стабилизации.

Геликовкий и Хуан[10] впервые коснулись задачи отслеживания выходных данных с одним входом и одним выходом заданнойоднородной нелинейной системы

$$\dot{x} = f(x) + g(x)u, \quad x(0) = x_0 \in \mathbb{R}^n$$

$$y = h(x) \tag{3}$$

которая имеет не стабилизуемую линеаризацию, где$x = [x_1, x_2, \dots, x_n]^T \in \mathbb{R}^n$системное состояние,$u \in \mathbb{R}$ и $y \in \mathbb{R}$- входные и выходные данные, соответственно все функции

f, g, hгладкие при$f(0) = 0,\ g(0) \neq 0$. Поскольку, за счёт не стабилизуемой линеаризации, отслеживание асимптотических выходных данных может быть невозможным по какой-либо обратной связи гладкого состояния, они представили немного более ослабленноепонятие ‘практического отслеживания’ и показали, что эта новая задача отслеживания разрешима обратной связью непрерывного состояния. Эта новая концепция определяется примерно следующим образом: в случае переменного опорного сигнала$y_r(t),\ t \in [0, +\infty)$, практическое отслеживание возможно если при любом $\varepsilon > 0$ есть конечный промежуток времени $T := T(\varepsilon, x_0) > 0$, зависящий от ε и начального состояния $x_0 \in \mathbb{R}^n$, таким образом, что управление $u(t)$ могут быть выбраны, чтобы удовлетворить

$$|y(t) - y_r(t)| < \varepsilon,\ \forall t \geq T > 0 \tag{4}$$

при этом состояние $x(t)$является вполне отчетливо выраженным.

После этой работы появилась серия применений относительно таких нелинейных систем. В частности, обобщенная нормальная форма для представления таких систем была изучена Ченгом и Лином[11] и Респонеком[12], а также были представлены множество значимых результатов в отношении практического отслеживания и задач стабилизации выражаемых систем в данной форме,например,Лин и Цянь, 2000; Цянь и Лин, 2002a; Цянь и Лин, 2002b; Ян и Лин, 2004, 2005; Алимхан и Инаба, 2008; Полендо и Цянь, 2007[13-19].

Прежде чем перейти к более подробному обзору, мы кратко опишем обобщенную нормальную форму для единственноговходного аффинных нелинейных систем вида

$$\dot{x} = f(x) + g(x)u \tag{5}$$

где,$f(0) = 0, g(0) \neq 0$. В недавних работах Ченг и Лина[11] и Респонека[12] получены необходимые и достаточные условия, чтосистема (5) может быть преобразована вокруг состояния равновесия при $x = 0$ состоянием и преобразованием обратной связи по состояниям формы $\xi = \Phi(x)$и $u = \alpha(x) + \beta(x)v$ в обобщенную нормальную форму, заданной следующим образом

$$\begin{aligned} \dot{\xi}_i &= \xi_{i+1}^{p_i} + \phi_i(\xi_1, \dots, \xi_i),\ \ i = 1, \dots, n-1, \\ \dot{\xi}_n &= v + \phi_n(\xi_1, \dots, \xi_n) \end{aligned} \tag{6}$$

где $p_i \geq 1$– целые числа и $\varphi_i(\cdot)$– некоторые гладкие функции при$\varphi_i(0) = 0$. Это называется p-нормальной формой и, если $\varphi_i(\cdot) = 0$ при$i = 1, \dots, n$, то она будет называться точной p-нормальной формой. Предположим, что система (5) представима в точной p-нормальной форме. Тогда, если$p_1 = \cdots = p_{n-1} = 1$, то система (5) точно линеаризуема и если существует некоторая $p_i > 1$, то линеаризованная система вокруг $x = 0$ нестабилизуема и система (5) по существу является нелинейной системой.

Теперь, рассмотримобзор последних значимыхработ, которые тесно связаны с отслеживанием вывода. Прежде всего, отметим, что все рассматриваемые здесь системы определяются в следующей p-нормальной форме:

$$\begin{aligned} \dot{x}_i &= x_{i+1}^{P_i} + \phi_i(t, x, u),\ \ i = 1, \dots, n-1, \\ \dot{x}_n &= u^{P_n} + \phi_n(t, x, u),\ \ y = x_1 \end{aligned} \tag{7}$$

где $p \geq 1, i = 1, \dots, n$- нечетные целые числа и $\phi_i : \mathbb{R} \times \mathbb{R}^n \times \mathbb{R} \to \mathbb{R}$- функции$C^1$, которые могут и не быть точно известны и представляют собой неопределенности системы. Система (7)

рассматривается как нелинейная система, состоящая из точной p-нормальной формы и возмущении в системе, представленных неопределенными функциями $\varphi_i(\cdot)$, вследствие чего управление для системы (7) следует рассматривать в устойчивом смысле.

Лин и Цянь[13] рассмотрели различные робастные задачи регулирования для системы вида (7) и наряду с многими результатами показали, что под некоторыми подходящими предположениями в системе, задача глобального робастного асимптотического вывода отслеживания к постоянному опорному сигналу разрешима гладкойобратной связью по состоянию. Тем не менее, соответствующая задача переменного опорного сигнала в целом была неразрешима гладкойобратной связью по состоянию. Поэтому, чтобы преодолеть данную ситуацию, Цянь и Лин [14] рассмотрели практическую задачу вывода отслеживания для системы (7) с неизвестными функциями в виде $\phi_i(t,x,u) = \phi_i(x_1,\dots,x_i)$и показали, что глобальное отслеживание робастного практического вывода к ограниченному динамическому опорному сигналу может быть получен при помощи гладкой обратной связи по состоянию$u = u(x, y_r(t))$, в зависимости от опорного сигнала.

В практической ситуации, однако, желательно использовать только выход y, чтобы создать такой контроллер, но в целом это намного сложней. На самом деле проблема стабилизации системы (7) еще не была решена при помощи обратной связи по выходу, следовательно соответствующая задача отслеживания была все еще очень далека от решения. Для решения данной задачи стабилизации, Ян и Лин [17]приступили к исследованию более спокойной (ослабленной)системы чем система (7), делая предположения что$p_i = p(i = 1,\dots,n-1)$и$p_n = 1$, то есть,

$$\begin{aligned} \dot{x}_i &= x_{i+1}^{P_i} + \phi_i(t,x,u), \quad i = 1,\dots,n-1, \\ \dot{x}_n &= u + \phi_n(t,x,u), \quad y = x_1 \end{aligned} \tag{8}$$

и показали,представив новую идею «парных компенсаторов наблюдателя-контроллера» (Цянь и Лин, 2002b, Ян и Лин, 2004; Ян и Лин, 2005[15-17]) что при следующих условиях

$$|\phi_i(t,x,u)| \le C(|x_1|^p + \cdots + |x_i|^p), \quad i = 1,2,\dots,n \tag{9}$$

где $C > 0$ – константа, глобальная робастная стабилизация может быть достигнута путем гладкого выходного контроллера обратной связи (выходной компенсатор).

Недавно авторы Алимхан и Инаба[18] рассмотрели практическую задачу отслеживания по той же системе, что и (8), но для слегка модифицированноговида системы

$$\begin{aligned} \dot{x}_i &= x_{i+1}^{P_i} + \phi_i(t,x,u), \quad i = 1,\dots,n-1, \\ \dot{x}_n &= u + \phi_n(t,x,u), \quad y = x_1 - y_r \end{aligned} \tag{10}$$

используя способ подобный Ян и Лин [17] показали, что при более ослабленных условиях

$$|\phi_i(t,x,u)| \le C_1(|x_1|^p + \cdots + |x_i|^p) + C_2, \quad i = 1,2,\dots,n \tag{11}$$

где $C_1 \ge 0, C_2 \ge 0$ являются константами, глобальное отслеживание устойчивого практического вывода до переменного опорного сигнала может быть достигнуто при помощи выходного компенсатора. Заметим, что условие роста (11) немного слабее, чем (9) путем добавления дополнительного постоянного $C_2 \ge 0$, и это играет важную роль при решении практической задачи отслеживания с помощью выходного компенсатора.

Предположение$p_i = p\,(i = 1,\dots,n-1)$ производится в системах (8) и (10), и представляется весьма ограничивающим от практической ситуации, и было бы желательно изучить данную задачу без ограничивающих условий. На самом деле, совсем недавно Полендо и Цянь[19] представили и изучили обобщенную структуру для глобальной робастной стабилизации состояния и

обратной связи по выходу для класса неопределенных нелинейных систем в p-нормальной форме (7), в котором порядок $p_i \geq 1\ (i = 1, \ldots, n-1)$ за исключением $p_n = 1$ принимающий произвольные числа, принадлежат множеству $\mathbb{R}_{odd}^{\geq 1} := \{q \in \mathbb{R} : q \geq 1$ и q соотношение нечетных целых чисел$\}$. В результатах по проблеме отслеживания вывода и в задачах стабилизации отечественных ученых совместно с зарубежными авторами [20] разработано детальный метод рекурсивного проектирования, который строит ряд интегральных функций Ляпунова, а также явную формулу непрерывно дифференцируемых контроллеров.В этих работах был выработан системный подход для построения непрерывно дифференцируемогопрактического выходного контроллера отслеживания для класса по сути нелинейных систем, чья цепочная часть интегратора имеет силу положительных нечетных рациональных чисел. Такой контроллер гарантирует, что состояния замкнутой системы в целом ограничена, в то время как ошибка слежения может быть ограничено любым заданным положительным числом за конечное время.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Davison, E.J. (1976) ‘The robust control of a servomechanism problem for linear time-invariant multivariable systems’, *IEEE Trans. Automat.Contr.*, Vol. AC–21, pp.25–34.

[2] Francis, B.A. and Wonham, W.M. (1976) ‘The internal model principle of control theory’, *Automatica*, Vol. 12, pp.457–465.

[3] Hepburn, J.S.A. and Wonham, W.A. (1984) ‘Error feedback and internal model on differentiable manifolds’, *IEEE Trans. Automat. Contr.*, Vol. AC-29, pp.397–403.

[4]Anantharam, V. and Desoer, C.A. (1985) ‘Tracking and disturbance rejection of MIMO non-linear systems with a PI or PS controller’, *Proclamation of the 24th IEEE Conference Decision and Control*, pp.1367–1368.

[5] Di Benedetto, M.D (1987) ‘Synthesis of an internal model for non-linear output regulation’, *Int. J. Control*, Vol. 45, pp.1023–1034.

[6] Huang, J. and Rugh, W.J. (1990) ‘On a non-linear multivariable servomechanism problem’, *Automatica*, Vol. 26, pp.963–972.

[7]Isidori A. and Byrnes, C.I. (1990) ‘Output regulation of non-linear system’, *IEEE Trans. Automat. Control*, Vol. 35, pp.131–140.

[8] Byrnes, C.I. and Isidori, A. (2000) ‘Output regulation of non-linear system: An overview’, *Int. J. Robust Non-linear Control*, Vol. 10, pp.323–337.

[9]Brockett, R.W. (1983) ‘Asymptotic stability and feedback stabilization’, in R.W. Brockett, R.S. Millman and H.J. Sussman (Eds.): *Differential Geometric Control Theory*, Birkauser, pp.1811–191.

[10]Čelikovský, S. and Huang, J. (1999) ‘Continuous feedback practical output regulation for a class of non-linear systems having non-stabilizable linearization’, *Proclamation 38th IEEE Conference Decision and Control*, Phoenix, AZ, pp.4796–4801.

[11] Cheng, D. and Lin, W. (2003) ‘On *p*-normal form of non-linear systems’, *IEEE Trans. Automat. Control*, Vol. 48, pp.21–36.

[12]Responek, W. (2003) ‘Transforming a single-input system to a *p*-normal form via feedback’, *Proc. 42nd IEEE Conf. Decision and Control*, Maui, Hawaii, USA, pp.1574–1579.

[13] Lin, W. and Qian, C. (2000) ‘Robust regulation of a chain of power integrators perturbed by a lower-triangular vector field’, *Int. J. Robust Non-linear Control*, Vol. 10, pp. 397–421.

[14] Qian, C. and Lin, W. (2002a) ‘Practical output tracking of non-linear systems with uncontrollable unstable linearization’, *IEEE Trans. Automat. Contr.*, Vol. 47, pp.21–36.

[15] Qian, C. and Lin, W. (2002b) ‘Output feedback control of a class of non-linear systems: a non-separation principle paradigm’, *IEEE Trans. Automat. Contr.*, Vol. 47, pp.1710–1715.

[16] Yang, B. and Lin, W. (2004) ‘Homogeneous observers, Iterative design, and global stabilization of high-order non-linear systems by output feedback’, *IEEE Trans. Automat. Contr.*, Vol. 49, pp.1069–1080.

[17] Yang, B. and Lin, W. (2005) ‘Robust output feedback stabilization of uncertain non-linear systems with uncontrollable and unobservable linearization’, *IEEE Trans. Automat. Contr.*, Vol. 50, pp.619–630.

[18]Alimhan, K. and Inaba, H. (2008) ‘Robust practical output tracking by dynamic output feedback for uncertain non-linear systems with unstabilisable and undetectable linearisation’, *International Journal of Modelling, Identification and Control*, Vol. 5, No. 1, pp.1–13.

[19] Polendo, J. and Qian, C. (2007) ‘A generalized homogeneous domination approach for global stabilization of inherently non-linear systems via output feedback’, *Int. J. Robust Non-linear Control*, Vol.17, pp.605–629.

[20] Alimhan K, Otsuka N,Adamov A.A., KalimoldayevM.N. (2015) ‘Global Practical Output Tracking of Inherently NonlinearSystems Using Continuously Differentiable Controllers’, *Hindawi Publishing CorporationMathematical Problems in Engineering*, 2015, 10 p.

Алимхан К., Қалимолдаев М.Н., Тасболатұлы Н.

Жоғары ретті анықталмаған сызықтық емес жүйелерге кең ауқымды практикалық бақылау

Түйіндеме. Жұмыста бақылау және тұрақтандыру мәселелеріарналған шетелдік және отандық ғалымдардың бірнеше жұмыстарықысқаша қарастырылады.

Түйін сөздер: шығуды практикалық бақылау, линеризацияланған жүйелер, анықталмаған сызықтық емес жүйелер, тұрақтандыру, кері байланыс күйі.

Alimhan K., Kalimoldayev M.N., Tasbolatuly N.

Global Practical Tracking for High-Order Uncertain Nonlinear Systems

Summary. The paper briefly considers some works of foreign and domestic scientists on the tracking and stabilization problems.

Key words: practical output tracking, linearized systems, uncertain nonlinear systems, stabilization, state feedback.

УДК51-74

А.Т. Далабаева, А. Б. Айтжан
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби
Алматы, Республика Казахстан)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ В ПРИСКВАЖИННОЙ ЗОНЕ С УЧЕТОМ ФАКТОРА ПЕСКОВАНИЯ

Аннотация. В данной статье рассмотрены проблемы засорения фильтров скважины песком из-за процессов механического осаждения частиц в поровом пространстве.

Ниже предлагается математическая модель течения однофазной несжимаемой жидкости в пористой среде с учетом примесей твердых частиц для описания процесса кольматации. Решение задачи осуществляется цилиндрической осесимметричной системе координат конечно разностным методом. Эффективность работы фильтров скважин значительно зависит от кольматационно - суффозионных процессов.

На кольматационно-суффозионные процессы влияют не только скорости фильтрации, размер частиц и коэффициент трения породы. Но и степень неоднородности песка, его окатанности около скважинной зоны пласта и другие факторы. Очевидно, что учесть влияние вышеперечисленных параметров и прогнозировать суффозию и кольматацию не реально. Поэтому применяются формулы для строго оговоренных условий и характеризуется процесс миграции песка только в около скважинной зоне.

Ключевые слова: извлечение урана, механическая кольматация, суффозия, прискважинная зона, пескование.

Введение

Процесс извлечения урана способом скважинного подземного выщелачивания (СПВ) протекает в условиях неопределенности геотехнологической информации о недрах, что зачастую негативно сказывается на стоимости капитальных затрат на строительство предприятия и текущих затратах на его эксплуатацию, следовательно, проблема поисков путей оптимизации и снижения затрат сохраняет свою актуальность [1].

Фильтрация жидкости в пористой среде сопровождается движением содержащихся в ней твердых взвешенных частиц, которые влияют на изменение основных физических свойств среды – пористости, проницаемости и объемного веса [2]. Процесс фильтрации жидкости, которые содержат взвешенные твердые частицы, сопровождается или выпадением из потока мелких частиц или, наоборот, срывом ранее осевших частиц и попаданием их обратно в фильтрующий поток.

Первое явление называется кольматацией и происходит вследствие воздействия на частицу самого течения жидкости, сил тяжести, трения, а также некоторых физико-химических факторов. Второе явление, называемое суффозией, которая происходит, когда находящиеся в покое мелкие частицы подвергаются воздействию фильтрационного потока, движущегося со скоростями, большими критических. Скорости, при которых частицы теряют равновесие или устойчивость и начинают перемещаться называются критическими [3].

Существуют различные математические модели описания механизма кольматации. Например, в работе [3] приводятся эмпирические модели и экспериментальные данные переноса частиц в однофазном потоке с влиянием вышесказанных процессов–кольматация, суффозия, а также общий

случай, т.е. совокупность кольматации и суффозии. В работе [4] приведены более расширенные сведения о различных возможных факторах снижения проводимости грунта, в том числе и факторы пескования, основанные на перенос суспензий как в однофазном, так и в многофазных течениях. В работе [5] предлагается учитывать дисперсию взвешенного твердого вещества в движущейся смеси. Помимо этого, в работе [6] предлагается совершить поправку влияние скорости течения. Иными словами, предлагается ввести функцию-ограничитель, чтобы модифицировать модель так, чтобы не было ложных результатов при докритических скоростях течения. Недостаток приведенной модифицированной модели заключается в том, что использованная ими функция-ограничитель (функция Хевисайда) есть функция разрывная. Естественно, что разрывность этой функции является большим минусом, так как математически задача не имеет гладкого решения, а физически такой процесс невозможен. В настоящей работе в качестве ограничителя используется гладкая функция, использование которой приводит к тому, что решение задачи непрерывное и физически такой процесс возможен. Следует отметить, что во всех вышеприведенных работах рассматриваются одномерные модели, однако здесь приводятся пространственные модели. Используемые модели решаются в осесимметричной цилиндрической системе координат, то есть решение представляет собой квази-трехмерное.

Решение задачи в точном виде невозможно, так как система дифференциальных уравнений является сложной с нелинейными зависимостями, поэтому принято искать решения приближенно методами конечных разностей[7-8].

Физическая постановка задачи

Физическая постановка задачи представляет собой изучение течение жидкости в прискважинной зоне. Рассматривается область вокруг скважины с известной высотой и известным радиусом. Схематичная прискважинная зона представлена на рисунке 1.

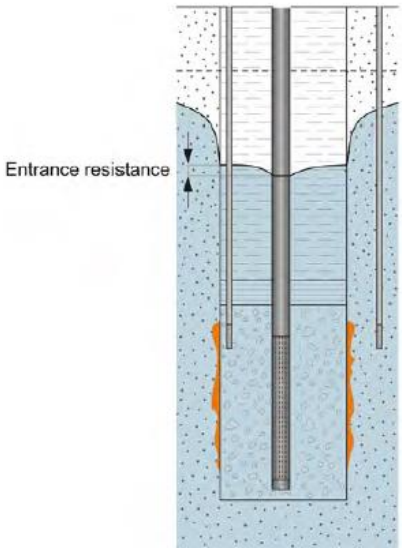


Рис. 1. Механическая кольматация на стенке скважины

Рассматриваемая скважина является откачной скважиной.

Математическая модель

Рассмотрим течение однофазной несжимаемой жидкости в пористой среде. Из закона сохранения массы имеем следующее уравнение неразрывности:

$$\frac{\partial m}{\partial t} + \nabla \cdot \mathbf{q} = 0, \quad \rho = const \tag{1}$$

здесь t – время, m – пористость,$\mathbf{q}$ – скорость фильтрации жидкости в пористой среде.

По закону Дарси, скорость фильтрации линейно зависит от градиента гидравлического напора:

$$\mathbf{q} = -k\nabla H \tag{2}$$

где H – гидравлический напор, k – коэффициент фильтрации.

Согласно эмпирическим данным [3] зависимость коэффициента фильтрации k от насыщенности порового пространства осевшими частицами в рыхлом теле ζ может быть выражена в виде:

$$k = k_1\zeta + k_0(1-\zeta)^2 \tag{3}$$

здесь k_0 и k_1 – коэффициенты фильтрации некольматированной и кольматированной среды соответственно.

Пористость среды m также зависит от ζ, однако опыты показывают, что эта зависимость линейна [3]:

$$m = m_1\zeta + m_0(1-\zeta) \tag{4}$$

здесь m_0 и m_1 – пористости некольматированной и кольматированной среды соответственно.

Согласно закону сохранения взвешенного твердого вещества, в движущейся смеси имеем следующее уравнение:

$$\frac{\partial(m\delta + m_0\zeta)}{\partial t} + \nabla\cdot(\mathbf{q}\delta) = \nabla\cdot(D\nabla\delta) \tag{5}$$

где δ – объемная концентрация взвешенного твердого вещества в движущейся смеси, D – коэффициент ее дисперсии.

Описание процесса интенсивности кольматации открытый вопрос, в данной работе производится поправка на модель приведенной в [6], в конечном итоге имеющую вид:

$$\frac{\partial\zeta}{\partial t} = \left[\alpha_1\delta - \alpha_2\zeta\left(|\mathbf{u}| - u_c\right)\right]\Omega\left(|\mathbf{u}| - u_c\right) \tag{6}$$

В этой модели α_1 и α_2 – эмпирические константы, $\mathbf{u}$ – истинная скорость течения, u_c – критическая скорость, Ω – функция ограничитель $\Omega\left(|\mathbf{u}| - u_c\right) = 0.5 + 0.5\tanh\left(\varepsilon\left(|\mathbf{u}| - u_c\right)\right)$, ε –подбираемый параметр. Скорость течения, по определению, вычисляется в виде $\mathbf{u} = \mathbf{q}/m$.

Решение этих уравнений (1)-(6) в исходном виде не удобно, поэтому модифицируем эту модель производя некоторые подстановки. Подставив (2), (4) и (6) в (1), а также (6) в (5) имеем следующую систему уравнений:

$$\nabla\cdot(k\nabla H) = (m_1 - m_0)\left[\alpha_1\delta - \alpha_2\zeta\left(|\mathbf{u}| - u_c\right)\right]\Omega\left(|\mathbf{u}| - u_c\right) \tag{7}$$

$$\frac{\partial m\delta}{\partial t} + \nabla\cdot(\mathbf{q}\delta) = \nabla\cdot(mD\nabla\delta) - m_0\left[\alpha_1\delta - \alpha_2\zeta\left(|\mathbf{u}| - u_c\right)\right]\Omega\left(|\mathbf{u}| - u_c\right) \tag{8}$$

$$\frac{\partial\zeta}{\partial t} = \left[\alpha_1\delta - \alpha_2\zeta\left(|\mathbf{u}| - u_c\right)\right]\Omega\left(|\mathbf{u}| - u_c\right) \tag{9}$$

$$\mathbf{q} = -k\nabla H, \quad \mathbf{u} = \mathbf{q}/m \tag{10}$$

$$k = k_1\zeta + k_0(1-\zeta)^2, \quad m = m_1\zeta + m_0(1-\zeta) \tag{11}$$

Уравнения (7)-(11) представляют собой замкнутую систему уравнений описывающих течение однофазной несжимаемой жидкости в пористой среде с учетом примесей твердых частиц и может быть применена для описания процесса кольматации. Начальные и граничные условия для этих уравнений имеют следующий вид:

$$H\big|_{r=r_W} = H_W(z),\ H\big|_{r=r_\infty} = H_\infty,\ \left.\frac{\partial H}{\partial z}\right|_{z=0} = \left.\frac{\partial H}{\partial z}\right|_{z=h} = 0$$

$$\delta\big|_{t=0} = \delta_0,\ \left.\frac{\partial \delta}{\partial r}\right|_{r=r_W} = \left.\frac{\partial \delta}{\partial r}\right|_{r=r_\infty} = \left.\frac{\partial \delta}{\partial z}\right|_{z=0} = \left.\frac{\partial \delta}{\partial z}\right|_{z=h} = 0$$

$$\zeta_{t=0} = \zeta_0$$

r_W – радиус скважины, r_∞ – наибольший радиус рассматриваемой зоны, h – высота скважины.

Описание метода решения поставленной задачи

Решение задачи осуществляется цилиндрической осесимметричной системе координат конечно разностным методом. Раскрывая дифференциальные операторы в (7)-(11) в осесимметричной цилиндрической системе координат имеем:

$$\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(rk\frac{\partial H}{\partial r}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(k\frac{\partial H}{\partial z}\right) = (m_1 - m_0)\left[\alpha_1\delta - \alpha_2\zeta\left(|\mathbf{u}| - u_c\right)\right]\Omega\left(|\mathbf{u}| - u_c\right) \quad (7')$$

$$\frac{\partial m\delta}{\partial t} + \frac{1}{r}\frac{\partial r q_r \delta}{\partial r} + \frac{\partial q_z \delta}{\partial z} = \frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(rmD\frac{\partial \delta}{\partial r}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(mD\frac{\partial \delta}{\partial z}\right) - m_0\left[\alpha_1\delta - \alpha_2\zeta\left(|\mathbf{u}| - u_c\right)\right]\Omega\left(|\mathbf{u}| - u_c\right) \quad (8')$$

Введем сетку в рассматриваемой области, и будем искать приближенное решения в узлах сетки [7]. Для осуществления приближенного решения, заменим дифференциальные уравнения на их разностные аналоги [7-8]. Таким образом имеем следующие схемы [7-8] для эллиптического уравнения (7):

$$\frac{1}{r_i\Delta r}\left(r_{i+1/2}k^n_{i+1/2,j}\frac{H^n_{i+1,j} - H^n_{i,j}}{\Delta r} - r_{i-1/2}k^n_{i-1/2,j}\frac{H^n_{i,j} - H^n_{i-1,j}}{\Delta r}\right) + \frac{1}{\Delta z}\left(k^n_{i,j+1/2}\frac{H^n_{i,j+1} - H^n_{i,j}}{\Delta z} - k^n_{i,j-1/2}\frac{H^n_{i,j} - H^n_{i,j-1}}{\Delta z}\right) =$$
$$= (m_1 - m_0)\left[\alpha_1\delta^n_{i,j} - \alpha_2\zeta^n_{i,j}\left(|\mathbf{u}^n_{i,j}| - u_c\right)\right]\Omega\left(|\mathbf{u}^n_{i,j}| - u_c\right)$$

для параболического уравнения (8):

$$\frac{(m\delta)^{n+1}_{i,j} - (m\delta)^n_{i,j}}{\Delta t} + \frac{1}{r_i}\frac{r_{i+1/2}q^{\ n}_{ri+1/2,j}\delta^n_{i+1/2,j} - r_{i-1/2}q^{\ n}_{ri-1/2,j}\delta^n_{i-1/2,j}}{\Delta r} + \frac{q^{\ n}_{zi,j+1/2}\delta^n_{i,j+1/2} - q^{\ n}_{zi,j-1/2}\delta^n_{i,j-1/2}}{\Delta z} =$$
$$+ \frac{1}{r_i\Delta r}\left(r_{i+1/2}m^n_{i+1/2,j}D^n_{i+1/2,j}\frac{\delta^n_{i+1,j} - \delta^n_{i,j}}{\Delta r} - r_{i-1/2}m_{i-1/2,j}D_{i-1/2,j}\frac{\delta^n_{i,j} - \delta^n_{i-1,j}}{\Delta r}\right) +$$
$$+ \frac{1}{\Delta z}\left(m^n_{i,j+1/2}D^n_{i,j+1/2}\frac{\delta^n_{i,j+1} - \delta^n_{i,j}}{\Delta z} - m^n_{i,j-1/2}D^n_{i,j-1/2}\frac{\delta^n_{i,j} - \delta^n_{i,j-1}}{\Delta z}\right) - m_0\left[\alpha_1\delta^n_{i,j} - \alpha_2\zeta^n_{i,j}\left(|\mathbf{u}^n_{i,j}| - u_c\right)\right]\Omega\left(|\mathbf{u}^n_{i,j}| - u_c\right)$$

для обыкновенного дифференциального уравнения (9):

$$\frac{\zeta^{n+1}_{i,j} - \zeta^n_{i,j}}{\Delta t} = \left[\alpha_1\delta^n_{i,j} - \alpha_2\zeta^n_{i,j}\left(|\mathbf{u}^n_{i,j}| - u_c\right)\right]\Omega\left(|\mathbf{u}^n_{i,j}| - u_c\right)$$

Скорости фильтрации из (10) определяются на полуузлах, с целью удовлетворению закону сохранения масс [7]:

$$q^{\,n}_{r\,i+1/2,\,j} = -k^{n}_{i+1/2,\,j}\,\frac{\partial H^{n}_{i+1,j} - H^{n}_{i,j}}{\Delta r},\; q^{\,n}_{r\,i-1/2,\,j} = -k^{n}_{i-1/2,\,j}\,\frac{\partial H^{n}_{i,j} - H^{n}_{i-1,j}}{\Delta r},$$

$$q^{\,n}_{z\,i,\,j+1/2} = -k^{n}_{i,\,j+1/2}\,\frac{H^{n}_{i,j+1} - H^{n}_{i,j}}{\Delta z},\; q^{\,n}_{z\,i,\,j-1/2} = -k^{n}_{i,\,j-1/2}\,\frac{H^{n}_{i,j} - H^{n}_{i,j-1}}{\Delta z}.$$

Нетрудно составить алгоритм решения задачи согласно вышеприведенным схемам: в основном цикле по времени итерационным методом решаются уравнения (7) и (10), по достижении сходимости решаются уравнения (8) и (9), и вычисляются на новом слое по времени пористость и коэффициент фильтрации согласно (11).

Результаты решения

Рассматриваемая скважина является откачной скважиной, поэтому давление у скважины ниже чем на некотором расстоянии от скважины (Рисунок 2).

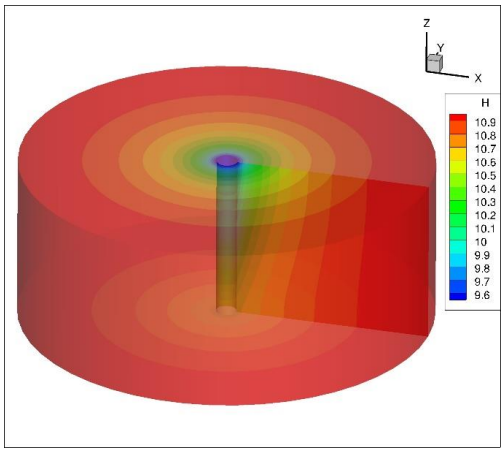


Рис. 2. *Распределение напора* вокруг *скважины в 3D*

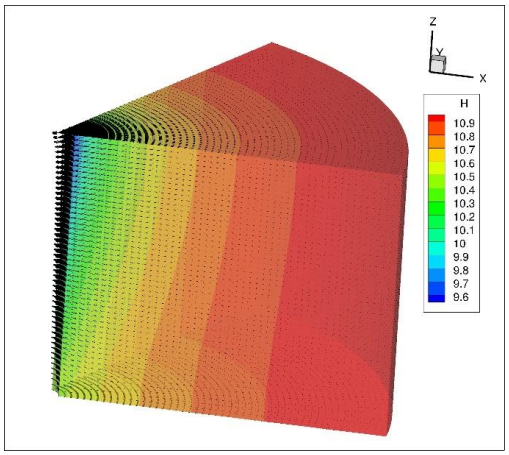


Рис. 3. Поперечное сечение этой околоскважинной зоны

Далее приводятся результаты по выделенному сечению (Рисунок 3)

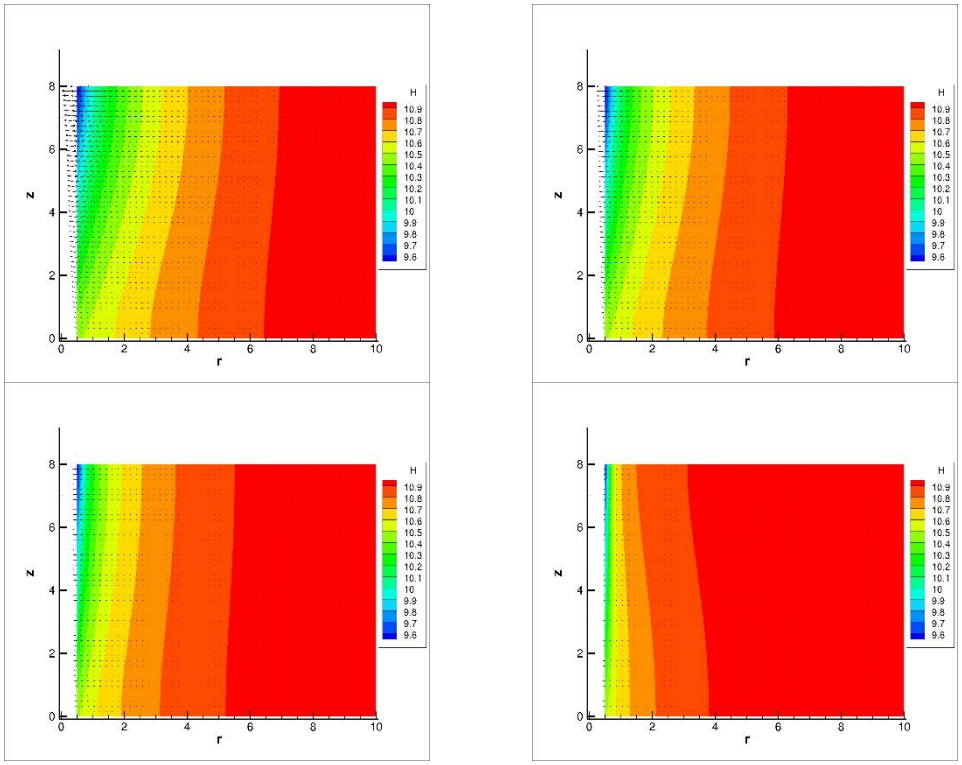


Рис. 4. Гидравлический напор в момент времени t = 0, 5, 10, 20 дней

Известно, что течение жидкости к скважине сопровождается снижением проводимости среды, иными словами снижается проницаемость и пористость грунта (Рисунок 5).

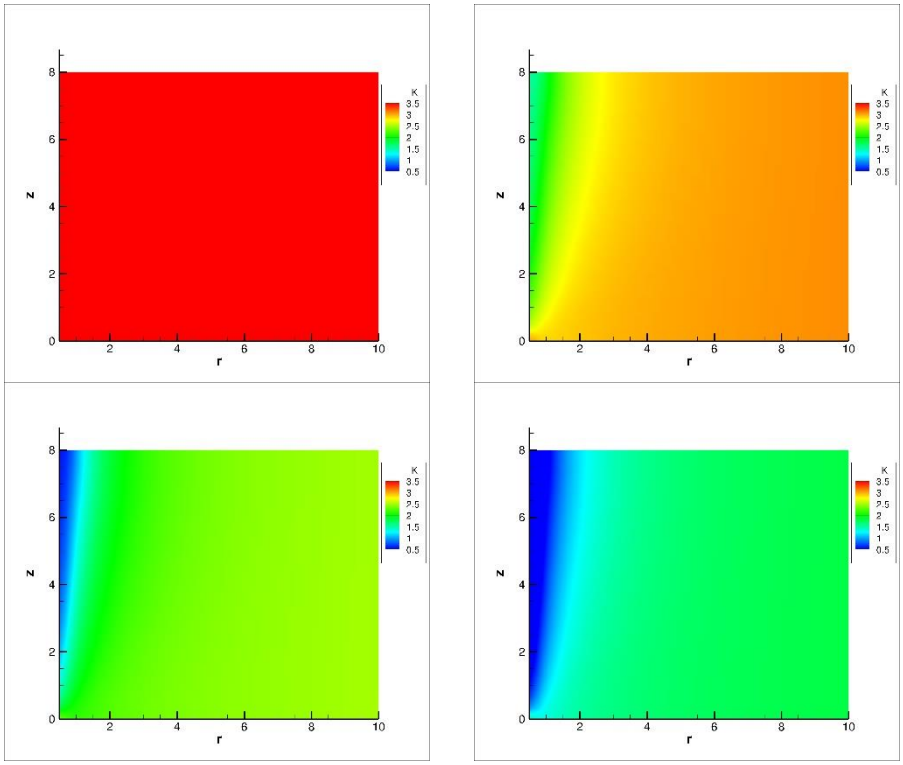


Рис. 5. Проницаемость в момент времени t = 0, 5, 10, 20 дней

Наряду с снижением проводимости среды снижается расход на скважине (дебит скважины), что приводит к неэффективности и недостатку добычи (Рисунок 6).

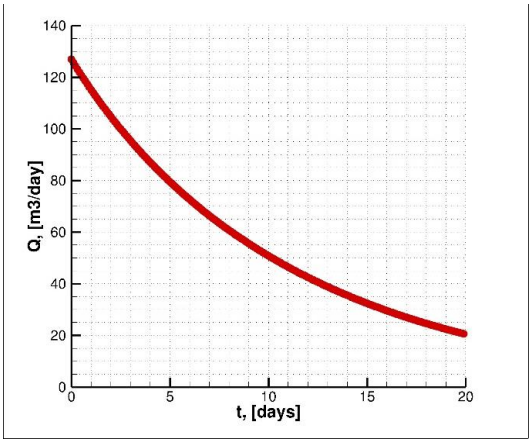


Рис. 6. Расход скважины за 20 дней

Заключение

В работе предложена новая, более полная математическая модель, описывающая динамику течения однофазной несжимаемой жидкости в пористой среде с учетом примесей твердых частиц для описания процесса кольматации. Решение задачи осуществлялось в цилиндрической осесимметричной системе координат. *Распределение напора* вокруг *скважины* построена в 3D постановке. Далее вычислялись проницаемость, гидравлический напор и расход скважины на новом слое по времени в поперечном сечении околоскважинной зоны.

Полученные данные показывают что интенсивность процесса кольматации $d\zeta/dt$ зависит главным образом от концентрации δ движущейся смеси. Фильтр скважины забивается песком и снижается проницаемость, пористость грунта и дебит.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Мамилов В. А., Петров Р. П., Новик-Качан В. П. Добыча урана методом подземного выщелачивания. – Атомиздат, 1980.

[2] Избаш С. В. Фильтрационные деформации грунта // Изв. НИИГ. – 1933. – Т. 10. – С. 189-218.

[3]Шехтман Ю. М. Фильтрация малоконцентрированных суспензий. – Изд-во Академии наук СССР, 1961.

[4]Тиаб Д. Петрофизика: теория и практика изучения коллекторских свойств горных пород и движения пластовых флюидов. – LLC PremiumEngineering, 2009.

[5] Herzig J. P., Leclerc D. M., Goff P. L. Flow of suspensions through porous media — application to deep filtration //Industrial & Engineering Chemistry. – 1970. – Т. 62. – №. 5. – С. 8-35.

[6]Blazejewski R., Murat-Blazejewska S. Soil clogging phenomena in constructed wetlands with subsurface flow //Water Science and Technology. – 1997. – Т. 35. – №. 5. – С. 183-188.

[7] Роуч П. Вычислительная гидродинамика. – Рипол Классик, 1980.

[8] Андерсон Д., Дж Т., Флетчер Р. Вычислительная гидродинамика и теплообмен. – 1990.

Далабаева А. Т., Айтжан А. Б.

Құмдану факторын есепке ала отырып ұңғыма аймағындағы сұйық ағынының динамикасын модельдеу

Түйіндеме. Бұл жұмыста бөлшектердің кеуекті ортадағы механикалық тұндыруына байланысты ұңғыма сүзгісінің құмнан қоқыстануының мәселелері қарастырылған.

Төменде кольматация процессін сипаттау үшін қатты бөлшектер қоспаларын есепке ала отырып, кеуекті ортадағы сығылмайтын сұйықтықтың бір фазалы ағынның математикалық моделі қарастырылған.

Шешім оскесимметрлі цилиндрлік координаттар жүйесінде ақырлы-айырымдық әдісімен жүзеге асырылды. Ұңғыма сүзгінің жұмыс тиімділігі кольматация-суффозия процестеріне айтарлықтай тәуелді.

Кольматация-суффозия процестеріне сүзу жылдамдығы, тау жыныстарының үйкеліс коэффициенті, бөлшектердің көлемі ғана емес, сондай-ақ құмның әртекті дәрежесі,оның ұңғыма аймағындағы жұмырлылық және басқа да факторлар әсер етеді. Жоғарыда келтірілген барлық параметрлердің әсерін қабылдауға және

суффозия мен кольматацияны болжау мүмкін емес. Сондықтан, формулалар қатаң анықталған жағдайлар үшін пайдаланылады және құм көші-қон процессі тек қана ұңғыма айналасындағы аймақта сипатталады.

Түйінді сөздер: уран шығару, механикалық кольматация, суффозия, ұңғыма-жаны аймағы, құмдану.

Dalabayeva A. T., Aytzhan A. B.

Modeling the dynamics of fluid flow in the near-wellbore area with regard to the sanding factor

Summary: The article considered the problems of the well filters clogging with sand due to the mechanical processes of deposition of particles in the pore space.

Offered the mathematical model of a single-phase flow of an incompressible fluid in a porous medium considering the impurity solids to describe the clogging process. The solution implemented in a axisymmetric cylindrical coordinate system by the finite-difference method. The effectiveness of the filter wells greatly depends on colmatation - suffusion processes.

On colmatation-suffusion processes affect not only the filtration rate, particle size and coefficient of friction of the rock. Also the degree of sand heterogeneity, its roundness around the well formation zone and other factors. It isn't real to take into account the influence of the above parameters and predict suffusion and clogging. Therefore, formulas are applied for strictly defined conditions and characterized by the migration of sand just around the well area.

Key words: extraction of uranium, mechanical clogging, suffusion, near-wellbore zone, sanding.

УДК51-74

Д. Д. Дуйсембеков, А. Б. Айтжан
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан, d.d.dosbol@gmail.com)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОДЗЕМНОГО СКВАЖИННОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ УРАНА

Аннотация: Проведено моделирование процесса добычи урана методом подземного скважинного выщелачивания. Для достижения цели использована математическая модель, представляющая из себя систему дифференциальных уравнений в частных производных, основанных на законах гидродинамики, массообмена и химической кинетики. Построен алгоритм приближенного (численного) решения уравнений на основе конечно-разностных методов. Построенная программа применена для условий реального пласта.

Ключевые слова: подземно-скважинное выщелачивание, добыча урана, геология, подземная гидродинамика.

Введение. Процесс извлечения урана способом скважинного подземного выщелачивания (СПВ) протекает в условиях неопределенности геотехнологической информации о недрах, что зачастую негативно сказывается на стоимости капитальных затрат на строительство предприятия и текущих затратах на его эксплуатацию, следовательно, проблема поисков путей оптимизации и снижения затрат сохраняет свою актуальность [1]. Поэтому изучение геотехнологической среды в межскважинном пространстве и физико-химических процессов взаимодействия растворов с породой и полезным ископаемым, обоснование границ и порядка отработки является, по сути, самой главной задачей.

В связи с этим, помимо исследования физико-химических особенностей процесса, одним из направлений оптимизации и повышения эффективности извлечения урана способом СПВ может послужить применение математических методов моделирования [2], позволяющие получить более ясную и достоверную картину текущего состояния предприятия. Успешная реализации полученных моделей в цифровом виде на ЭВМ позволит привлечь большее количество исходных данных, увеличить степень их использования, обеспечит возможность оперативного составления альтернативных вариантов технологической отработки, ускорит принятие решений при проектировании, планировании и управлении производством [3-4].

Математическая модель

Рассмотрим течение многокомпонентной жидкости в пористой среде. Обозначим через C_m, C_r, C_p – концентрации минерала (UO_3), реагента (H_2SO_4) в растворе и полезного компонента (UO_2SO_4), соответственно. Положим, что в рассматриваемом пласте протекает следующая химическая реакция:

$$UO_3 + H_2SO_4 \rightarrow UO_2SO_4 + H_2O \quad (1)$$

Тогда, в соответствии с законом сохранения массы каждый компоненты смеси и закона действующих масс для химической реакции (1), изменения концентраций описываются следующими дифференциальными уравнениями [1,2]:

$$\frac{\partial C_m}{\partial t} = -\beta\theta C_m C_r \tag{2}$$

$$\frac{\partial(\theta C_r)}{\partial t} + div(\bar{v}C_r) = div(D_r grad C_r) - \beta\theta C_m C_r \frac{M_{H_2SO_4}}{M_{UO_3}} \tag{3}$$

$$\frac{\partial(\theta C_p)}{\partial t} + div(\bar{v}C_p) = div\left(D_p grad C_p\right) - \beta\theta C_m C_r \frac{M_{H_2SO_4}}{M_{UO_3}} \tag{4}$$

где β– экспериментально определяемый для конкретных условий коэффициент, отвечающий за скорость реакции и характеризующий особенности реакции в геометрии порового пространства породы [1-3], M – молярная масса вещества, $D_r u D_p$ – коэффициенты диффузии для реагента и полезного компонента соответственно [1].

Уравнение гидродинамического напора, следующего из закона сохранения массы и закона Дарси имеет вид:

$$div(k \cdot grad(H)) + Q = 0 \tag{5}$$

где H - гидравлический напор, Q – источниковый член, отвечающий за объемный расход жидкости на скважинах.

Скорость фильтрации жидкости определяется по закону Дарси

$$\bar{v} = -k \cdot grad(H) \tag{6}$$

Помимо этого, известны некоторые входные параметры, которые приведены в таблице 1. Эти данные использованы в последующих вычислениях.

Таблица 1. Входные параметры

№	Название	Значение
1	Коэффициент Фильтрации k	6 м/сут
2	Пористость θ	0,22
4	Расход на скважине Q	240 м^3/сут
5	Содержание минерала в руде	0,02%
6	Концентрация реагента	20 г/л
7	Кол-во откачных скважин	15
8	Кол-во закачных скважин	46

Уравнения (2)-(6) представляют собой замкнутую математическую модель процесса выщелачивания урана. Для решения этих уравнений необходимо задать начальные и граничные условия. Начально-краевая постановка задачи для уравнений (2)-(6) выглядит следующим образом:

$$\begin{gathered} H|_{\partial\Omega} = -25, \\ C_m|_{t=0} = 0.02, \\ C_r|_{t=0} = 0, \\ C_p|_{t=0} = 0, \end{gathered} \tag{7}$$

$$\frac{\partial C_r}{\partial \vec{n}}|_{\partial\Omega} = 0 \quad \frac{\partial C_p}{\partial \vec{n}}|_{\partial\Omega} = 0.$$

Описание численного решения задачи

Решение для задачи в аналитическом виде не представляется возможным в виду математической сложности постановки, поэтому эффективным будет применение численных методов, конечно-разностные схемы которых продемонстрированы ниже. Уравнения для простоты решаются в двумерном виде.

Уравнения (3)-(4) являются уравнениями типа конвекции-диффузии-реакции:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + div(\bar{v}C) = div(D grad C) + S \tag{8}$$

где D –коэффициент диффузии, S – источниковый член, следовательно можно использовать одну и ту же схему для решения этих уравнений.

Для решения уравнений типа конвекции-диффузии-реакции (8) использована явная схема с противопоточной дискретизацией конвективного члена и центральной дискретизацией диффузионного члена [3-4]:

$$\begin{aligned}&\frac{C_{ij}^{n+1} + C_{ij}^{n}}{\Delta t} + \frac{|u_{ij}| - u_{ij}}{2}\frac{C_{i+1j}^{n} - C_{ij}^{n}}{\Delta x} + \frac{u_{ij} + |u_{ij}|}{2}\frac{C_{ij}^{n} - C_{i-1j}^{n}}{\Delta x} + \\ &+ \frac{\vartheta_{ij} - |\vartheta_{ij}|}{2}\frac{C_{ij+1}^{n} - C_{ij}^{n}}{\Delta y} + \frac{\vartheta_{ij} + |\vartheta_{ij}|}{2}\frac{C_{ij}^{n} - C_{ij-1}^{n}}{\Delta y} = \\ &= \frac{1}{\Delta x}\left(D_{i+\frac{1}{2}j}\frac{C_{i+1j}^{n} - C_{ij}^{n}}{\Delta x} + D_{i-\frac{1}{2}j}\frac{C_{ij}^{n} - C_{i-1j}^{n}}{\Delta x}\right) + \\ &+ \frac{1}{\Delta y}\left(D_{ij+\frac{1}{2}}\frac{C_{ij-1}^{n} - C_{ij}^{n}}{\Delta y} + D_{ij-\frac{1}{2}}\frac{C_{ij}^{n} - C_{ij-1}^{n}}{\Delta y}\right) + S_{ij}\end{aligned} \tag{9}$$

Конечно-разностная схема эллиптического уравнения для гидравлического напора имеет следующий вид [3]:

$$\frac{1}{\Delta x}\left(k_{i+\frac{1}{2}j}\frac{H_{i+1j} - H_{ij}}{\Delta x} - k_{i-\frac{1}{2}j}\frac{H_{ij} - H_{i-1j}}{\Delta x}\right) + \frac{1}{\Delta y}\left(k_{ij+\frac{1}{2}}\frac{H_{ij+1} - H_{ij}}{\Delta y} - k_{ij-\frac{1}{2}}\frac{H_{ij} - H_{ij-1}}{\Delta y}\right) = Q_{ij},$$

где: $k_{i\pm\frac{1}{2}j} = \frac{1}{2}\left(k_{ij} + k_{i\pm1j}\right) k_{ij\pm\frac{1}{2}} = \frac{1}{2}\left(k_{ij} + k_{ij\pm1}\right)$ (10)

Компоненты скорости определяются следующей схемой:

$$u_{i+\frac{1}{2}j} = -k_{i+\frac{1}{2}j}\frac{H_{i+1j} - H_{ij}}{\Delta x},\ v_{ij+\frac{1}{2}} = -k_{ij+\frac{1}{2}}\frac{H_{ij+1} - H_{ij}}{\Delta y} \tag{11}$$

Благодаря стационарности уравнения (5), соответствующая ей схема (10) решается однократно вначале. Аналогично определяется поле скоростей по схеме (11) для закона Дарси (6). Зная поле скоростей вычисляются массовые концентрации для минерала, реагента и продукта согласно схеме (9).

Результаты численного решения

После анализа математической модели и построения алгоритма разностного решения задачи, программа была применена для гидродинамической модели геологического блока.

На рисунке 1 показана карта вскрытия месторождения. Геологический блок состоит из 15 ячеек содержащих 46 закачных и 15 откачных скважин представляют собой гексагональное построение скважин.

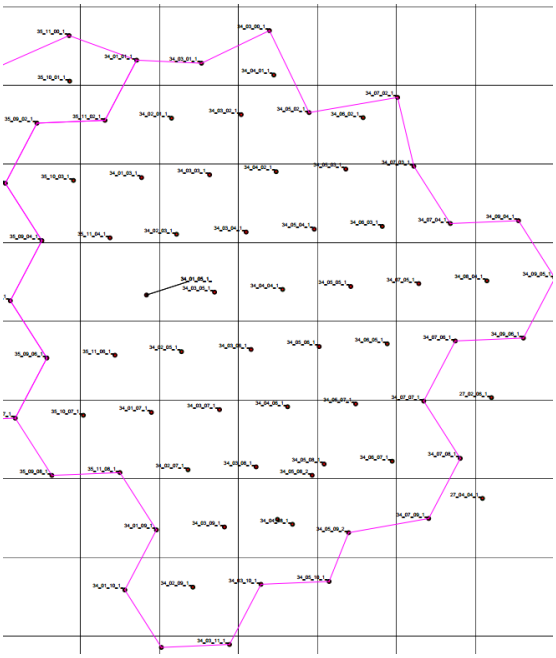


Рис. 1. Карта вскрытия месторождения. Гексагональное расположение скважин

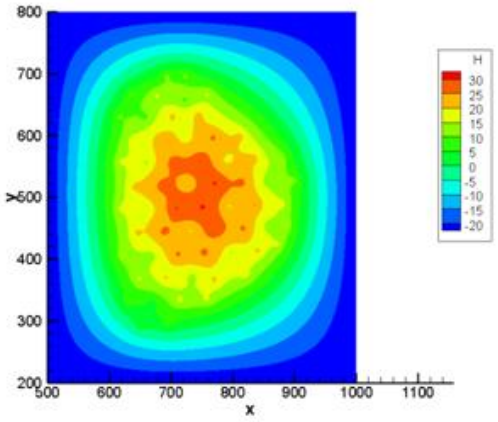


Рис. 2. Распределение гидравлического напора для гексагонального расположения скважин

На рисунке 2 показано поле распределения гидравлического напора для указанного блока. Из рисунка 2, видно, что вдали от скважин фильтрация раствора практически отсутствует, появляются так называемые застойные зоны.

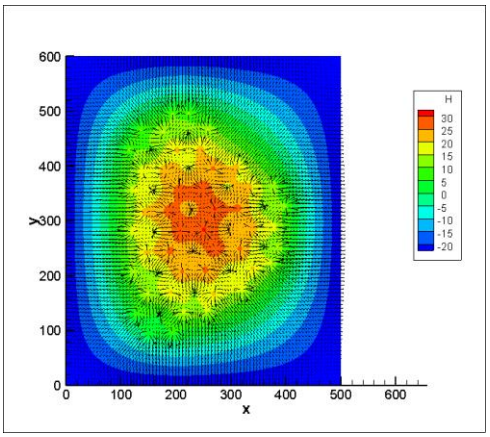


Рис. 3. векторы скоростей для гексагонального расположения скважин

На рисунке 3 показаны векторы скоростей для указанного блока. На рисунке ниже показано движение жидкости от закачиваемых скважин в сторону откачивающей скважины.

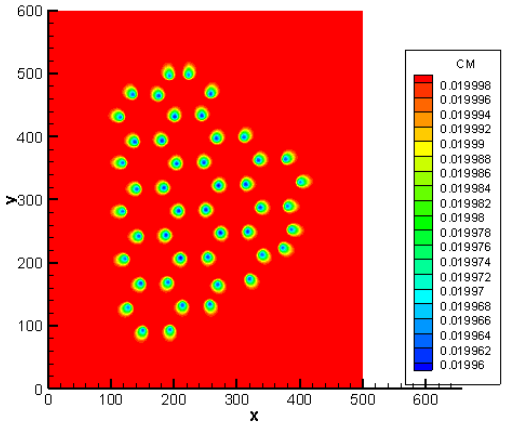


Рис. 4. Концентрация минерала для гексагонального расположения скважин (5 дней)

На рисунке 4 показано начальное содержание минерала для указанного геологического блока. Здесь указано содержание минерала до закачки реагента.

На рисунке 5 показана концентрация серной кислоты в растворе для указанного геологического блока. Данный раствор будет закачиваться через закачные скважины, после химической реакции будет откачиваться уже с минералом.

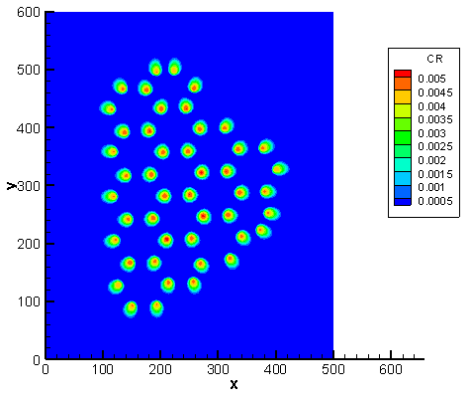


Рис. 5. Концентрация серной кислоты в растворе для гексагонального расположения скважин (5 дней)

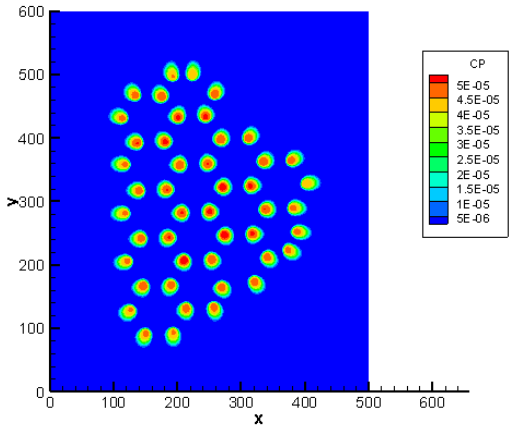


Рис. 6. Концентрация полезного компонента (минерала) в растворе для гексагонального расположения скважин (5 дней)

На рисунке 6 показана концентрация полезного компонента (продукта) в растворе для указанного геологического блока. Здесь представлены данные уже после химической реакции. Далее раствор будет откачан и передан для дальнейшей обработки.

На рисунке 7 показана концентрация продукта на момент 30 дней взаимодействия минерала с серной кислотой. На рисунке видно активное увеличение концентрации продукта около скважины.

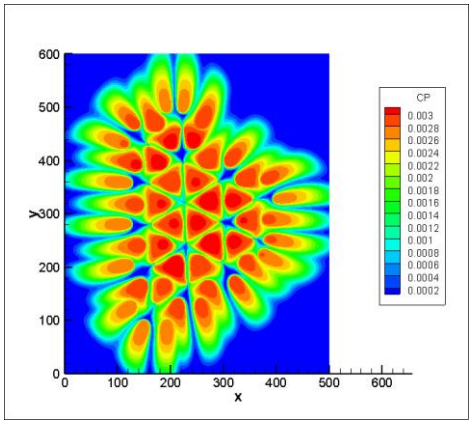


Рис. 7. Концентрация полезного компонента (30 дней)

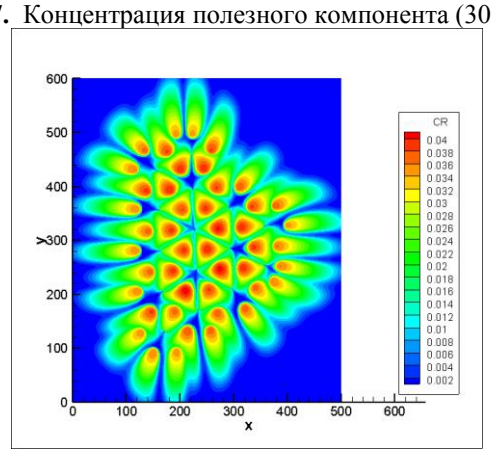


Рис. 8. Концентрация реагента (30 дней)

На рисунке 8 показана концентрация серной кислоты по истечении 30 дней с момента начала процесса выщелачивания. Из рисунка видно, что происходит распространение серной кислоты в большей части рассматриваемого пласта.

На рисунке 9 показана концентрация минерала по истечении 30 дней выщелачивания. Из рисунка можно узнать, что концентрация минерала заметно уменьшается прискважинной зоне.

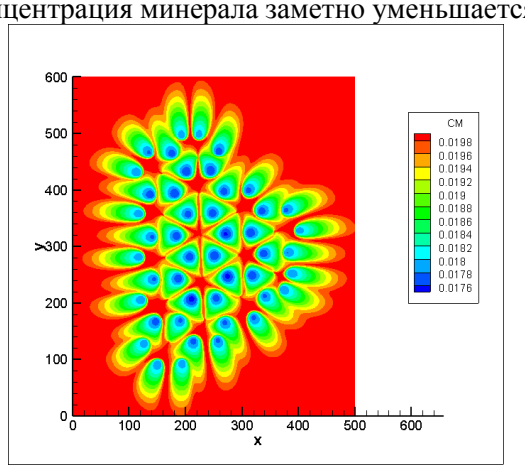


Рис. 9. Концентрация минерала (30 дней)

Заключение

В процессе работы были проанализированы математические модели и применены численные алгоритмы гидродинамических и массообменных процессов, протекающих в металлосодержащем геологическом блоке.

Гидродинамическая модель геологического блока была построена в 2D постановке. На основе анализа математической и численной моделях составлена компьютерная программа для расчета процесса добычи минералов методом подземного выщелачивания (ПВ).

В ходе построения гидродинамической модели геологического блока были рассчитаны скорости фильтрации жидкости, поле распределение давления в геологическом блоке, векторы скоростей для геологического блока, количество необходимого реагента для выщелачивания, а также количество вещества получаемого в ходе ПСВ.

Полученные в результате вычисления данные показывают, что применение гидродинамического способа интенсификации добычи металла в случае гексагонального расположения скважин дает возможность повышения степени разработки месторождении. Более того, можно сказать, что анализ гидродинамики и массообмена позволяет это сделать для любого расположения скважин.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Мамилов В. А., Петров Р. П., Новик-Качан В. П. Добыча урана методом подземного выщелачивания. – Атомиздат, 1980.

[2] Данаев Н. Т., Корсакова Н. К., Пеньковский В. И. Массоперенос в прискважинной зоне и электромагнитный каротаж пластов //Алматы: Эверо. – 2005.

[3] Роуч П. Вычислительная гидродинамика. – Рипол Классик, 1980.

[4]Андерсон Д., Дж Т., Плетчер Р. Вычислительная гидродинамика и теплообмен. – 1990.

Дүйсембеков Д. Д., Айтжан А. Б.

Уранды жерасты ұңғымалық сілтілеу үрдісінің математикалық және компьютерлік модельдеу

Аңдатпа: Бұл жұмыста уранды жерасты ұңғымалық сілтілеу арқылы өндеу үрдісінің математикалық және компьютерлік модельдеуі қарастырылды. Мақсатқа жету үшін гидродинамика заңдары, массаалмасу және химиялық кинетикадан негізделген дербес туынды дифференциалдық теңдеулерден тұратын математикалық модель пайдаланылды. Шекті-айырымды әдісінен негізделген жуықталған алгоритмы (сандық) есебінің теңдеуі құрастырылды. Құрылған программа нақты қабаттағы жағдайға қолдынылған.

Кілтті сөздер: жерасты ұңғымалық сілтілеу, уранды өндеу, геология, жерасты гидродинамикасы.

Duisembekov D. D., Aitzhan A. B.

Mathematical and computer modeling in situ uranium mining process

Summary: Modeling the process of uranium mining by drillhole in situ leaching method. There was used a mathematical model representing a partial differential equations based on the laws of hydrodynamics, mass transfer and chemical kinetics. An algorithm of the approximate (numerical) solution based on the finite difference methods. Built program used for real reservoir conditions.

Key words: in-situ leaching, uranium extraction, geology, underground hydrodynamics.

ӘОЖ 373.1

А. М. Бекмолдаева

(Қазақ Мемлекеттік Қыздар Педагогикалық Университеті

Алматы, Қазақстан Республикасы)

ИНФОРМАТИКАДАН ОҚУШЫЛАРДЫҢ ОҚУ ЖЕТІСТІКТЕРІН КРИТЕРИАЛДЫ БАҒАЛАУДЫҢ МОДЕЛІ

Түйіндеме. Мақалада білім беру модель түсінігі қарастырылып,информатикадан оқушылардың критериалды бағалау жүйесінің моделі көрсетіліп, оны қолдану тиімділігі туралы баяндалған. Блум таксономиясына сүйеніп «Информатика» пәні бойынша оқушылардың оқу жетістіктерін бағалаудың жалпы критерийлерінің мен деңгей бойынша құрастырылған тапсырмалар мысалы көрсетілген.

Негізгі сөздер. Модель, критериалды бағалау, Блум таксономиясы, информатика, оқу жетістіктері, оқу мотивациясы

Оқушылардың оқу жетістіктерін критериалды бағалауды модельдеу кезінде алдымен «модель» түсінігін қарастырған мақсатқа сай болады.

В.И. Михеев атап өткендей педагогикалық зерттеулерде модельдеу әдісі кеңінен таралуы оның гнесеологиялық функциясының әр түрлігімен түсіндіріледі, бұл арнайы объект – модель жүйесін педагогикалық құбылыс пен процестерді зерттеуді негіздейді, бұл зерттеуші мен зерттелу жүйесін арасындағы аралық түйін болып табылады. [Михеев, 2006].

В.А. Штоф модель деп зерттеу объектісін жаңғырту немесе суреттеу кезінде орнын басуға қабілетті, тіпті сол объект туралы жаңа ақпарат береді, ойша көз алдында елестету немесе материалды жүзеге асқан жүйе деп түсінеді. [Штоф, 1966].

Білім беру моделі оқыту жоспарларын және бағдарламаларды құрау, оқушылардың неше түрлі ұйымдастыру әдістері, оқытуды басқару, бақылау критериаларын таңдау, бағалаудың түрлері мен әдістері сияқты сұрақтаршеңберінде шешуге қолданылады. Ол тиісті элементтердің логикалық дәйекті жүйесі болып анықталады, оның мазмұны, педагогикалық технологияларды және білім беру үдерісін басқару технологиясын, оқу жоспары мен бағдарламаларды жобалау. [Де'Калуве, 1993].

Оқушылардың информатикадан оқу қызметіне дайындығы мен қабілеттілігі негізгі құзыреттігінің қалыптасу деңгейімен анықталады. Информатикадан кезекті кезеңінің сұрақтарының шешілу табыстылығын мұғалім оқыту нәтижесін бағалаудан кейін шешеді. Информатикадан оқушылардың оқу жетістіктерін адекватты бағалау үдерісі үшін нақты қойылған мақсаттарымен критериалды бағалау моделі шығарылады, ол қазіргі заман қоғамы талаптарына сай, принциптері айқындалған, білім беру мекемесінің саясатына ұстанатын және бағалау нәтижесіне арналған диагностикалық тәсілдер.

Информатикадан білім беру кеңістігінде критериалды бағалау моделін құру барысында құрылымдық өзара байланысты компоненттер белгіленді, ол өзіне нақты мақсатты, критериалды бағалау принциптерін, критериалды бағалау әдістерін қарастыру, бақылау-өлшеу материалдарды, ұйымдастыру педагогикалық шарттарды, оқушының оқу-танымдық құзыреттілігі мен жоспарланған нәтиже деңгейінқалыптасу диагностикасын қамтиды. Осымен байланысты модельдеу пәні мен объектісі анықталды. Біздің жағдайда модельдеу нысаны – оқушыларды оқу жетістіктерін критериалды бағалау, пән – информатика.

Информатикадан оқушылардың оқу жетістіктерін бағалу моделі Блум таксономиясының танымдық мақсаттарын сүйене құрастырса оқыту барысында оқушылардың әрекететінен кейн жаңа өнім алуға болады. Мұнда оқушы өзінің коммуникативтік дағдыларын жетілдіріп қана қоймай жасалған өнім бойынша өзінің оқу жетістіктеріне қарап қандай деңгейге жеткенін көреді, өзін-өзі бағалайды, ары қарай білімін жетілдіруге талпынады. Бұл модельдің мысалын №1 суретте көрсетілген.

Сурет 1. Информатикадан оқушылардың оқу жетістіктерін критериалды бағалау моделі.

Педагогикалық диагностиканы жүргізу және тапсырмалар құрастыру үшін «Тапсырмалар конструкторы» әдісін ұсынамыз (кесте 1).

1-кесте. **Тапсырмалар конструкторы**

Білу	Түсіну	Қолдану	Талдау	Синтездеу	Бағалау
1. ... Негізгі бөліктерді ата	8. ... себебін түсіндір	15. ақпаратты сурет түрінде көрсет	22. ... ерекшеліктерін аш	29. жаңа нұсқа ұсын	36. ... жікте және дәлелде
2. ... байланысты тізім құрастыр	10 ... сіздердің ойынша арасындағы байланысты көрсет	17. ... көрсететін сызбаны жаса	24. ... көз қарас бойынша қасиеттер тізімін құрастыр	31. ... мүмкіндік беретін өзгеше тәсіл көрсет	38. ... маңыздылығын бағала
3. ... байланысты тізім құрастыр	10 ... сіздердің ойынша арасындағы байланысты көрсет	17. ... көрсететін сызбаны жаса	24. ... көз қарас бойынша қасиеттер тізімін құрастыр	31. ... мүмкіндік беретін өзгеше тәсіл көрсет	38. ... маңыздылығын бағала
4. Белгілі тәртіппен орналастыр	11 ... даму болжамын құрастыр	18. салыстыр және дәлелде	25 ... байланысты топтастыр	32. ойын ойлап тап, ол ...	39. мүмкін болатын бағалау критерияларын анықта
5. Мәтін түрінде мазмұнда	12. ... жағдайды түсіндір	19. ... тәжірибе өткіз	26. ... мәтінде (сызба, модель) тап	33. жаңа жіктеу ұсыныңдар	40. сыни пікір айт
6. Естеріне түсіріп жаз	13 ... ойды басқалай мазмұнда	20. презентация өткіз	27. .... көз қарастарды салыстыр	34. ықтимал даму сценарийін жаз	41. ... мүмкіндіктерін бағала
7. Өздігінен оқы	14 ... осыған байланысты мысал келтір	21. ... мәліметтер негізінде есепте	28. ... негізінде жатқан принциптерін анықта	35. өз ойынды ... түрінде мазмұнда	42. ... күйінің сараптамасын жүргіз

Бұл әдістеме мұғалімнің дидактикалық құрал-сайманын кеңейтуге мүмкіндік береді және оқушылардың проблемалық алаңын анықтайтын тапсырмаларды құрастыруға көмектеседі. Деңгей тәсіліне сәйкесінше бағалауды құрастыру оқушыға да өзін-өзі бағалау және оқу жетістіктері бойынша ілгерілеуді анықтау мүмкіндігін береді.

Осы әдістеменің информатикада оқушылардың оқу жетістіктерін критериалды бағалауда қолдану мүмкіндіктерін қарастырайық.

Бастапқы бақылау

1. «Білу» деңгейі

Тапсырма: Есептер шығару кезеңі бойынша белгілі тәртіппен орналастыр.

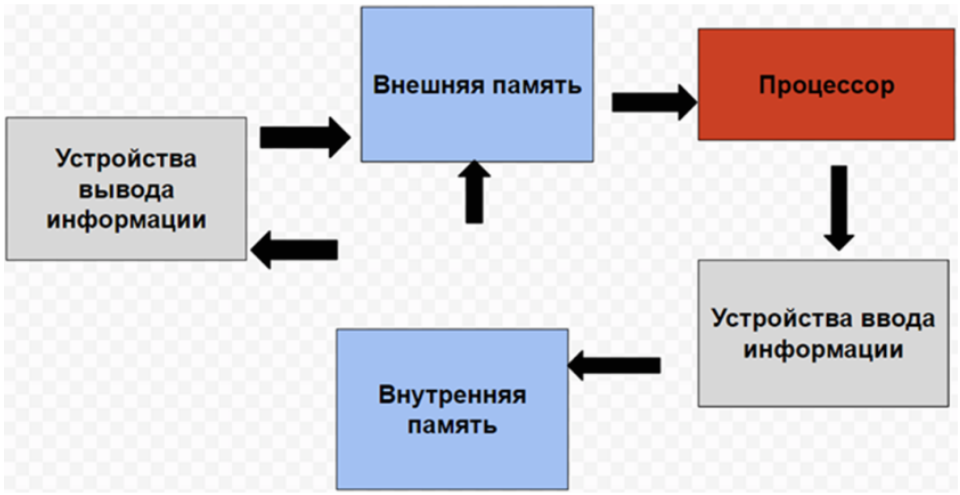
Тапсырма орындау шарттары: Тапсырма оқушыларға электронды түрде беріледі және монитор экранындағы объекттерді қозғалту арқылы жүзеге асады. Тапсырманың сипаты сурет 2 көрсетілген

2-сурет. «Білу» деңгейі

2. «Түсіну» деңгейі

Тапсырма: Бағыттамаларды ақпарат ағыны бойынша орналастыр.

Тапсырма орындау шарттары: Тапсырма оқушыларға электронды түрде беріледі және монитор экранындағы объекттерді қозғалту арқылы жүзеге асады. Тапсырманың сипаты сурет 3 көрсетілген



3-сурет. «Түсіну» деңгейі

3. «Қолдану» деңгейі

Тапсырма: Мәтіндегі ақпаратты сурет түрінде көрсет.

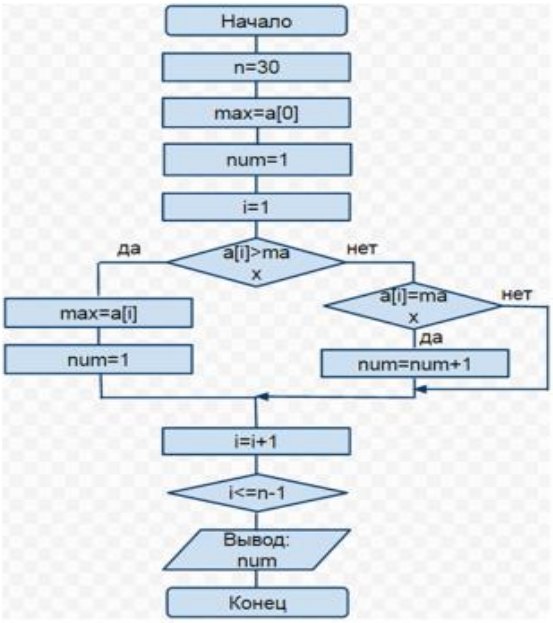
Операциялық жүйеге (ОЖ) қойылатын талаптар:

- төзімділік – ОЖ компьютердің әр-түрлі аппараттық қамтамасыздығына жұмыс істеуі керек;
- сенімділік және беріктік – әрине, ОЖ еш еркіліссіз және кешіліксіз жұмыс істеуі керек;
- қауіпсіздік – заманауи ОЖ-де бір қолданушының мәліметтері басқа қолданушылардан қорғалуы тиіс
- кеңеюшілік – ОЖ компьютерде ұзақ уақыт қызмет ететіндіктен, оған жұмысының жақсаруы үшін әртүрлі толықтыруларды енгізу мүмкіндігі болуы керек;
- өнімділік – кез келген қолданушы ОЖ-нің тез жұмыс істегенін қалайды.

4. «Талдау» деңгейі

Тапсырма: Блок-схеманы қарастыр және шарт міндеттерін қалпына келтір.

Тапсырма орындау шарттары: Тапсырма оқушыларға электронды түрде беріледі және монитор экранындағы объекттерді қозғалту арқылы жүзеге асады. Тапсырманың сипаты сурет 4 көрсетілген

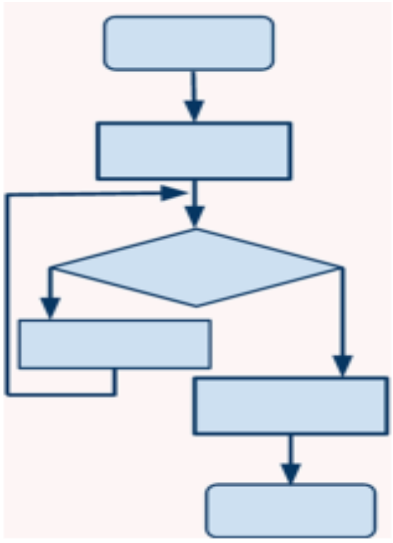


4-сурет. «Талдау» деңгейі

5. «Синтездеу» деңгейі

Тапсырма: Берілген блок-схема бойынша есеп құрастыр

Тапсырма орындау шарттары: Тапсырма оқушыларға электронды түрде беріледі және монитор экранындағы объекттерді қозғалту арқылы жүзеге асады. Тапсырманың сипаты сурет 5 көрсетілген

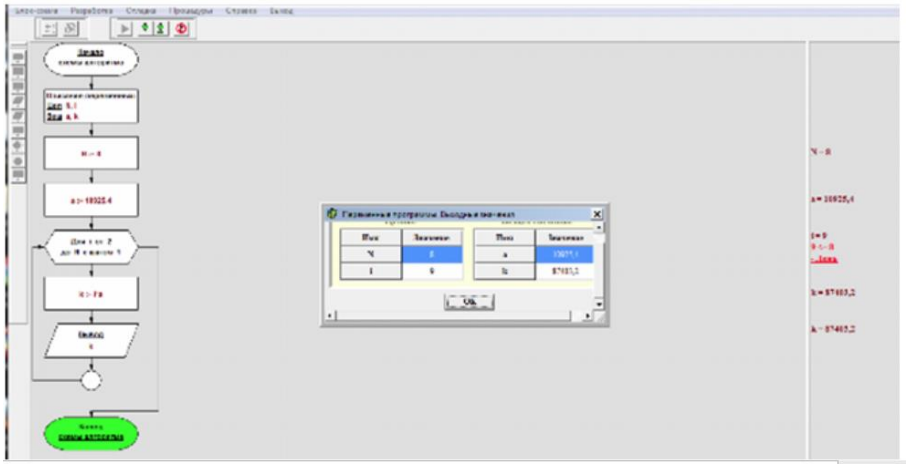


5-сурет. «Синтездеу» деңгейі

6. «Бағалау» деңгейі

Тапсырма: «Конструктор алгоритмов» ортасында блок-схема құрастыр және Pascal ABC ортасында экранға аудан өлшемдері сәйкестік кестесі шығатын бағдарлама жаз. Дестина және шаршы метр сәйкестілігі 2 ден 8 ге шейн. 1 десятина =10925,4 м^2.

Тапсырма орындайтын шарттары: Тапсырма оқушыларға электронды түрде беріледі және ол арнайы бағдарлама ортасында орындалады. Тапсырманың сипаты сурет 6 көрсетілген



6-сурет. Блок-схема және кесте

Тапсырма орындалу мысалы:
Program z8;
Var
N,i:integer;
a: real;
Begin
a:=10925.4;
N:=8;
Writeln (‘десятинаменшаршы метр саны’);
End.
Бағдарламаның жұмыс нәтижесі
десятинаменшаршы метр саны
2= 21850.8
3=32776,2
4=43701.6
5=54627
6=65552.4
7=76477.8
8=87403.2

Ал біз, келесі сабақтарда кері байланыс парағындағы ұсыныстарды формативті бағалау үшін және сабақты жоспарлау үшін пайдалана аламыз. Оған қарамастан бізде әр сабақтан кейін: «Тапсырманы орындау кезінде оқушылар қандай қиындықтармен бетпе-бет тура келді?; Тапсырманы орындау кезінде кездескен қиындықтарды оқушылар қалай еңсерді?; Оқушылар қиындық тудырған тапсырманы тағы да орындау қажет болса, оны қалай өзгерткен болар едім? Деген сұрақтар жиі туындайды. Бұл сұрақтарды азайту үшін алдағы уақыттарда, сабақты жоспарлауда оқушыға ұсынылатын әрекеттер мен мұғалімге ұсынылатын әрекеттерді нақты анықтап алу қажет деп ойлаймыз.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] КараевЖ.А., Ж.У. Кобдикова. Актуальные проблемы модернизации педагогической системы на основе технологического подхода. // –Алматы, Жазушы, 2005г. - 200 стр.

[2] Досқалиев Қ. Оқушылар білімін есепке алудың және бағалаудың жай жоспары.// «Ұлағат», 2003-5.- 41б.

[3] Красноборова А.А.Критериальное оценивание в школе:учебное пособие –Перм. Гос. пед. ун-т, Пермь, 2010. - 84с.

Бекмолдаева А. М.

Модель критериального оценивания учебных достижений учащихся по информатике

Резюмн. В статье рассматриваются понятие “модель образования”, изложенна модель системы критериального оценивания учащихся по информатике, с указанием об эффективности его применения. Опираясь на таксономию Блума. Приводятся примеры заданий и критерии оценки учебных достижений учащихся по уровням по дисциплине «Информатика».

Ключевые слова. Модель, критериальное оценивание, таксономия Блума, информатика, учебные достижения, мотивация

Bekmoldayeva A. M.

Model criteria-based assessment of educational achievements of students in Informatics

Summary. The article discusses the concept of "education model", a model of the system set out criteria-based assessment of students in computer science, with an indication of the effectiveness of its application. Based on Bloom's taxonomy. Examples of tasks and the criteria for evaluating educational achievements of students by level of discipline "Computer science".

Key words. Model, criteria-based assessment, taxonomy of Bloom, informatics, academic achievement, motivation.

УДК 517.75

Ж. М. Кадирбаева, К. Р. Момынжанова
(Казахский государственный женский педагогический университет,
Алматы, Республика Казахстан,
apelman86pm@mail.ru, kymbat_momynzhanova87@mail.ru)

ОБ ОДНОМ ЧИСЛЕННОМ РЕШЕНИИ ДВУХТОЧЕЧНОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ НАГРУЖЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

Аннотация. Рассматривается линейная двухточечная краевая задача для системы нагруженных дифференциальных уравнений. Для решения рассматриваемой задачи применяется метод параметризации. Разбиением интервала по заданной точке нагружения и введением дополнительных параметров линейная двухточечная краевая задача для системы нагруженных дифференциальных уравнений сводится к эквивалентной краевой задаче с параметрами. Эквивалентная краевая задача с параметрами состоит из задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений с параметрами, краевого условия и условия склеивания. Решение задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений с параметрами строится с помощью фундаментальной матрицы дифференциального уравнения. Подставляя значения в соответствующих точках построенного решения в краевое условие и условие склеивания, составляется система линейных алгебраических уравнений относительно параметров. Предложен численный метод решения рассматриваемой задачи, основанный на решении построенной системы и методе Рунге-Кутта 4-го порядка точности для решения задач Коши на подинтервалах.

Ключевые слова: двухточечная краевая задача, метод параметризации, нагруженное дифференциальное уравнение, фундаментальная матрица

В данной статье на $[0,T]$ для системы нагруженных дифференциальных уравнений:

$$\frac{dx}{dt} = A(t)x + M(t)x(\theta_1) + F(t),\ x \in R^2, \tag{1}$$

рассматриваем линейную двухточечную краевую задачу с условием

$$Bx(0) + Cx(T) = d,\quad d \in R^2, \tag{2}$$

гдематрицы $A(t)=\begin{pmatrix}0 & 1\\ a_2(t) & a_1(t)\end{pmatrix}$, $M(t)=\begin{pmatrix}0 & 0\\ m_1(t) & m_2(t)\end{pmatrix}$ивектор $F(t)=\begin{pmatrix}0\\ f(t)\end{pmatrix}$непрерывны на $[0,T]$, $B=\begin{pmatrix}b_{11} & b_{12}\\ b_{21} & b_{22}\end{pmatrix}$, $C=\begin{pmatrix}c_{11} & c_{12}\\ c_{21} & c_{22}\end{pmatrix}$– постоянные матрицы, $d=\begin{pmatrix}d_1\\ d_2\end{pmatrix}$– постоянный вектор, $0=\theta_0<\theta_1<\theta_2=T$, $\|x\|=\max\limits_{i=1,2}|x_i|$, $\|A(t)\|=\max\limits_{i=1,2}\sum\limits_{j=1}^{2}|a_{ij}(t)|$.

Через $C([0,T],R^2)$ обозначим пространство непрерывных функций $x:[0,T]\to R^2$ с нормой $\|x\|_1=\max\limits_{t\in[0,T]}\|x(t)\|$.

Функция $x^*(t)\in C([0,T],R^2)$ называется решением задачи (1), (2), если она удовлетворяет системе нагруженных дифференциальных уравнений (1) и краевому условию (2).

Теория краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений является одной из актуальных и активно развивающихся областей качественной теории дифференциальных уравнений и прикладной математики. Наиболее разработанной областью краевых задач в настоящее время является теория двухточечных граничных задач. Для таких задач граничные условия задаются в двух точках.

Многочисленные задачи приложения, приводящиеся к краевым задачам для обыкновенных дифференциальных уравнений послужили дополнительным стимулом развития теории краевых задач. Например принцип максимума Понтрягина, сводящий нахождение оптимального управления к двухточечной краевой задаче, дал новый толчок к развитию теории краевых задач и расширил сферу ее применение.

В 80–х годах прошлого века в работах Д.С.Джумабаева [1, 2] был предложен метод параметризации для исследования и решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Сущность метода параметризации состоит в том, что интервал, где будет рассматриваться дифференциальное уравнение, разбивается на части с определенным шагом $h>0$ и исходная задача сводится к эквивалентной задаче с параметром. Решение задачи с параметром определяется как предел последовательности систем пар параметра и неизвестной функции. Если параметр находится через системы линейных уравнений, составляемых по краевым условиям и матрицам систем дифференциальных уравнений, а неизвестные функции находится как решение задачи Коши внайденных значениях параметра в интервалах с длинами $h>0$. Введение параметра дает возможность установить условия сходимости алгоритмов метода параметризации в терминах начальных данных, кроме того эти условия обеспечивают существования и единственность решения исследуемой задачи. Метод параметризации дает возможность получить условия однозначной разрешимости краевой задачи для систем обыкновенных дифференциальных уравнений в терминах начальных данных и строить алгоритмы нахождения их решений.

Нагруженные дифференциальные уравнения и краевые задачи для таких уравнений рассмотрены во многих работах. Краевые задачи для нагруженныхдифференциальныхуравненийвозникают при математическом моделировании процессов механики, биологии и химии [3]. Например: задачи долгосрочного прогнозирования и регулирования уровня грунтовых вод и почвенной влаги, моделирование процессов переноса частиц, экспоненциальный рост численности, задачи оптимального управления агроэкосистемы и т.д.

Значительный вклад в развитие теории нагруженных уравнений внесли работы А.М.Нахушева [4, 5], где даны определения нагруженных дифференциальных, нагруженных интегро–дифференциальных, нагруженных функциональных уравнений. В работе В.М.Абдуллаева, К.Р.Айда-заде [6, 7] предложен численный метод решения системы обыкновенных нагруженных дифференциальных уравнений с начальными и неразделенными многоточечными условиями.

В работах [8–11] линейная двухточечная краевая задача для нагруженных дифференциальных уравнений исследовалась методом параметризации [1]. С помощью этого метода установлены необходимые и достаточные условия однозначной и корректной разрешимости линейных двухточечных краевых задач для системы нагруженных дифференциальных уравнений в терминах начальных данных, предложены алгоритмы нахождения ее решения.

Целью данной статьи является разработка численного метода решения линейной двухточечной краевой задачи для системы нагруженных дифференциальных уравнений.

В настоящей работе задача (1), (2) исследуется методом параметризации. Интервал $[0,T]$ разбиваем на две части по заданной точке нагружения: $[0,T)=[\theta_0,\theta_1)\cup[\theta_1,\theta_2)$.

Через $C([0,T],\theta,R^4)$ обозначим пространство систем функций $x[t]=(x_1(t),x_2(t))$, где функция $x_1(t)$ непрерывна на $[\theta_0,\theta_1)$, функция $x_2(t)$ непрерывна на $[\theta_1,\theta_2)$, и имеют конечные левосторонние пределы $\lim\limits_{t\to\theta_1-0}x_1(t)$, $\lim\limits_{t\to\theta_2-0}x_2(t)$, с нормой $\|x[\cdot]\|_2=\max\limits_{r=\overline{1,2}}\sup\limits_{t\in[\theta_{r-1},\theta_r)}\|x_r(t)\|$.

Сужение вектор-функции $x(t)$ на первый интервал $[\theta_0,\theta_1)$ обозначим через $x_1(t)$, на второй интервал $[\theta_1,\theta_2)$ обозначим через $x_2(t)$, т.е. $x_1(t)=x(t),\quad t\in[\theta_0,\theta_1)$, $x_2(t)=x(t),\quad t\in[\theta_1,\theta_2)$. При этом задача (1), (2) сведется к эквивалентной многоточечной краевой задаче для нагруженных дифференциальных уравнений

$$\frac{dx_r}{dt}=A(t)x_r(t)+M(t)x_2(\theta_1)+f(t),\quad r=1,2, \tag{3}$$

$$Bx_1(0)+C\lim_{t\to\theta_2-0}x_2(t)=d, \tag{4}$$

$$\lim_{t\to\theta_1-0}x_1(t)=x_2(\theta_1). \tag{5}$$

Здесь (5) – условия склеивания решения в точке нагрузки. Если $x(t)$ – решение краевой задачи (1), (2), то очевидно, что система его сужений $x_r(t),\quad r=1,2,$ является решением многоточечной краевой задачи (3) – (5). И, наоборот, если система вектор-функций $\tilde{x}_r(t),\quad r=1,2,$ – решение задачи (3) – (5), то функция $\tilde{x}(t)$, получаемая склеиванием систем функций, будет решением краевой задачи (1), (2).

Введем параметры $\lambda_1=x_1(\theta_0)$, $\lambda_2=x_2(\theta_1)$, и на каждом интервале $[\theta_{r-1},\theta_r)$, $r=1,2$, произведем замену $u_1(t)=x_1(t)-\lambda_1$, $u_2(t)=x_2(t)-\lambda_2$. Введение дополнительных параметров позволяет получить начальные данные, тогда краевая задача (3) – (5) перейдет к эквивалентной краевой задаче с параметрами:

$$\frac{du_r}{dt}=A(t)[u_r(t)+\lambda_r]+M(t)\lambda_2+f(t),\quad r=\overline{1,2}, \tag{6}$$

$$u_r(\theta_{r-1})=0,\quad r=\overline{1,2}, \tag{7}$$

$$B\lambda_1+C\lambda_2+C\lim_{t\to\theta_2-0}u_2(t)=d, \tag{8}$$

$$\lambda_1+\lim_{t\to\theta_1-0}u_1(t)=\lambda_2. \tag{9}$$

Решением задачи (6) – (9) является пара $(\lambda,u[t])$ с элементами $\lambda=(\lambda_1,\lambda_2)\in R^4$, $u[t]=(u_1(t),u_2(t))\in C([0,T],\theta,R^4)$, где функции $u_r(t)$ непрерывно дифференцируемы на $[\theta_0,\theta_1)$, $[\theta_1,\theta_2)$, и при $\lambda_r=\lambda_r^*$, $r=1,2$, удовлетворяют системе обыкновенных дифференциальных уравнений (6) и условиям (7) –(9).

Задачи (1), (2) и (6) – (9) эквивалентны. Если пара $(\tilde{\lambda},\tilde{u}[t])$, где $\tilde{\lambda}=(\tilde{\lambda}_1,\tilde{\lambda}_2)$, $\tilde{u}[t]=(\tilde{u}_1(t),\tilde{u}_2(t))$, решение задачи (6) – (9), тогда $\tilde{x}(t)$, определямая соотношениями $\tilde{x}(t)=\tilde{u}_1(t)+\tilde{\lambda}_1,\quad t\in[\theta_0,\theta_1),\ \tilde{x}(t)=\tilde{u}_2(t)+\tilde{\lambda}_2,\quad t\in[\theta_1,\theta_2),\ \tilde{x}(T)=\tilde{\lambda}_2+\lim\limits_{t\to T-0}\tilde{u}_2(t)$, будет решением задачи(1), (2). Наоборот, если $x(t)$ решение задачи (1), (2), тогда пар $(\lambda,u[t])$, где $\lambda=(x_1(\theta_0),x_2(\theta_1))$, $u[t]=(x_1(t)-x_1(\theta_0),x_2(t)-x_2(\theta_1))$, будет решением задачи (6) – (9).

Введение дополнительных параметров позволяет получить начальные данные $u_1(\theta_0)=0,\ u_2(\theta_1)=0$ для компонентов неизвестной системы функции $u[t]=(u_1(t),u_2(t))$ и задача (6), (7) при фиксированных значениях параметров $(\tilde{\lambda}_1,\tilde{\lambda}_2)$ является задачей Коши. На интервалах $[\theta_0,\theta_1),\ [\theta_1,\theta_2)$ задача Коши решается отдельно и для нахождения решения используется фундаментальная матрица.

Используя $X(t)-$ фундаментальную матрицу дифференциального уравнения $\frac{dx}{dt}=A(t)x$, решение задачи Коши (6), (7) запишем в виде

$$u_r(t)=X(t)\int_{\theta_{r-1}}^{t}X^{-1}(\tau)\{A(\tau)\lambda_r+M(\tau)\lambda_2+f(\tau)\}d\tau,\quad r=1,2. \tag{10}$$

Решая (10), мы находим представление $u(t)$ в терминах $\lambda\in R^4$ и $f(t)$. Подставляя (10) в условия (8) и (9) получим систему уравнений для нахождения неизвестных параметров:

$$\begin{aligned}&B\lambda_1+C\lambda_2+CX(\theta_2)\int_{\theta_1}^{\theta_2}X^{-1}(\tau)A(\tau)\lambda_2d\tau+\\&+CX(\theta_2)\int_{\theta_1}^{\theta_2}X^{-1}(\tau)M(\tau)\lambda_2d\tau=d-CX(\theta_2)\int_{\theta_1}^{\theta_2}X^{-1}(\tau)f(\tau)d\tau,\end{aligned} \tag{11}$$

$$\begin{aligned}&\lambda_1+X(\theta_1)\int_{\theta_0}^{\theta_1}X^{-1}(\tau)A(\tau)\lambda_1d\tau+X(\theta_1)\int_{\theta_0}^{\theta_1}X^{-1}(\tau)M(\tau)\lambda_2d\tau-\lambda_2=\\&=-X(\theta_1)\int_{\theta_0}^{\theta_1}X^{-1}(\tau)f(\tau)d\tau.\end{aligned} \tag{12}$$

Запишем эту систему уравнений с учетом вектора:

$$Q(\theta_1,\theta_2)\lambda=-F(\theta_1,\theta_2), \tag{13}$$

где $Q(\theta_1,\theta_2)$ – матрица размерности (4×4) и $F(\theta_1,\theta_2)$ – вектор размерности (4×1), т.е.

$$Q(\theta_1,\theta_2)=\begin{pmatrix}B & C\left\{I+X(\theta_2)\int_{\theta_1}^{\theta_2}X^{-1}(\tau)[A(\tau)+M(\tau)]d\tau\right\}\\ I+X(\theta_1)\int_{\theta_0}^{\theta_1}X^{-1}(\tau)A(\tau)d\tau & X(\theta_1)\int_{\theta_0}^{\theta_1}X^{-1}(\tau)M(\tau)d\tau-I\end{pmatrix},$$

$$F(\theta_1,\theta_2)=\begin{pmatrix} -d+CX(\theta_2)\int\limits_{\theta_1}^{\theta_2} X^{-1}(\tau)f(\tau)d\tau \\ X(\theta_1)\int\limits_{\theta_0}^{\theta_1} X^{-1}(\tau)f(\tau)d\tau \end{pmatrix}.$$

Разрешимость линейной двухточечной краевой задачи для системы нагруженных дифференциальных уравнений (1), (2) эквивалентна разрешимости системы (13).

Предлагаемый численный метод основан на построении и решении системы (13). Как видно из уравнений (11), (12), коэффициенты и правая часть системы (13) находятся как решение матричных и векторных задач Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений

$$\frac{dz}{dt}=A(t)z+A(t),\ t\in[\theta_{r-1},\theta_r),\quad z(\theta_{r-1})=0,\quad r=1,2, \tag{14}$$

$$\frac{dz}{dt}=A(t)z+M(t),\ t\in[\theta_{r-1},\theta_r),\quad z(\theta_{r-1})=0,\quad r=1,2, \tag{15}$$

$$\frac{dz}{dt}=A(t)z+f(t),\ t\in[\theta_{r-1},\theta_r),\quad z(\theta_{r-1})=0,\quad r=1,2. \tag{16}$$

$[0,\theta_1)$подинтервал делим на N_1 частей, $[\theta_1,T)$подинтервал делим на N_2 частей, приближенные значения коэффициентов и правой части системы (13) найдем решая матричные и векторные задачи Коши (14) – (16) методом Рунге-Кутта 4-го порядка точности с шагом $h_i=(\theta_i-\theta_{i-1})/N_i$, $i=1,2,$ на каждом i-ом интервале.

Тогда получим следующую приближенную систему алгебраических уравнений относительно параметров λ:

$$Q_*^{\tilde{h}}(\theta_1,\theta_2)\lambda=-F_*^{\tilde{h}}(\theta_1,\theta_2),\ \ \lambda\in R^4,\ \tilde{h}=(h_1,h_2). \tag{17}$$

Решая систему (17) найдем $\lambda^{\tilde{h}}\in R^4$. Как было отмечено выше компоненты $\lambda^{\tilde{h}}=(\lambda_1^{\tilde{h}},\lambda_2^{\tilde{h}})$ являются значениями приближенного решения задачи (1), (2) в начальных точках подинтервалов: $x^{\tilde{h}_r}(\theta_0)=\lambda_1^{\tilde{h}}$, $x^{\tilde{h}_r}(\theta_1)=\lambda_2^{\tilde{h}}$. Приближенные значения решения в остальных точках подинтервалов определяются решениями задач Коши

$$\frac{dx}{dt}=A_0(t)x+\sum_{j=1}^{m}A_j(t)\lambda_{j+1}^{\tilde{h}}+f(t),\quad t\in[\theta_{r-1},\theta_r), \tag{18}$$

$$x(\theta_{r-1})=\lambda_r^{\tilde{h}},\quad r=1,2. \tag{19}$$

Для решения задач Коши (18), (19) на основе метода Рунге-Кутта 4-го порядка точности находим численное решение линейной двухточечной краевой задачи для системы нагруженных дифференциальных уравнений (1), (2).

В качестве иллюстрации вышеизложенного алгоритма рассмотрим следующий пример.

Рассмотрим двухточечную краевую задачу для систем нагруженных дифференциальных уравнений на отрезке $[0,1]$:

$$\frac{dx}{dt}=\begin{pmatrix}0 & 1\\ 1/2 & t/8\end{pmatrix}x+\begin{pmatrix}0 & 0\\ 1/4 & t/16\end{pmatrix}x(0.5)+\begin{pmatrix}0\\ -11t/16-1/8\end{pmatrix},\ t\in[0,1],\ x\in R^2, \tag{20}$$

$$\begin{pmatrix}1 & 0\\ 0 & 1\end{pmatrix}x(0)+\begin{pmatrix}-1 & 0\\ 0 & -1\end{pmatrix}x(1)=\begin{pmatrix}-1\\ 0\end{pmatrix}, \tag{21}$$

где $\theta_1=\frac{1}{2}$, $A(t)=\begin{pmatrix}0 & 1\\ 1/2 & t/8\end{pmatrix}$, $M(t)=\begin{pmatrix}0 & 0\\ 1/4 & t/16\end{pmatrix}$, $F(t)=\begin{pmatrix}0\\ -11t/16-1/8\end{pmatrix}$, $B=\begin{pmatrix}1 & 0\\ 0 & 1\end{pmatrix}$, $C=\begin{pmatrix}-1 & 0\\ 0 & -1\end{pmatrix}$, $d=\begin{pmatrix}-1\\ 0\end{pmatrix}$.

Отрезок $[0,1]$ делим на две части: $[0,1)=[0,1/2)\cup[1/2,1)$, введя дополнительные параметры $\lambda_1=x(0)$, $\lambda_2=x_2(1/2)$, переходим к эквивалентной краевой задаче с параметрами

$$\frac{du_r}{dt}=A(t)[u_r+\lambda_r]+M(t)\lambda_2+f(t),\quad r=\overline{1,2},$$

$$u_1(\theta_0)=0,\ u_2(\theta_1)=0,$$

$$B\lambda_1+C\lambda_2+C\lim_{t\to T-0}u_2(t)=d,$$

$$\lambda_1+\lim_{t\to\theta_1-0}u_1(t)=\lambda_2.$$

Решаем ниже приведенные задачи Коши методом Рунге-Кутта 4-го порядка точности. Число разбиений на подинтервалах $[0,1/2)$, $[1/2,1)$ возьмем равным $N_1=N_2=10$ с шагом $h_1=h_2=0.05$.

$$\frac{dX}{dt}=A(t)X+f(t),\ t\in[0,1/2),\ X(0)=0,\ \frac{dX}{dt}=A(t)X+f(t),\ t\in[1/2,1),\ X(1/2)=0.$$

$$\frac{dX}{dt}=A(t)X+A(t),\ t\in[0,1/2),\ X(0)=0,\ \frac{dX}{dt}=A(t)X+M(t),\ t\in[0,1/2),\ X(0)=0,$$

$$\frac{dX}{dt}=A(t)X+A(t)+M(t),\quad t\in[1/2,1),\ X(1/2)=0.$$

Далее строим матрицу $Q^{\tilde{h}}(\theta_1,\theta_2)$ и вектор $F^{\tilde{h}}(\theta_1,\theta_2)$:

$$Q^{\tilde{h}}(\theta_1,\theta_2)=\begin{pmatrix}1 & 0 & -1.0962315 & -0.5266239\\ 0 & 1 & -0.3929903 & -1.1375662\\ 1.0634847 & 0.5131642 & -0.9682576 & 0.0013164\\ 0.2579109 & 1.0795626 & 0.1289554 & -0.9920437\end{pmatrix},\ F^{\tilde{h}}(\theta_1,\theta_2)=\begin{pmatrix}1.0747397\\ 0.3340614\\ -0.0303518\\ -0.1519966\end{pmatrix}.$$

И решая систему уравнений (13) получаем численные значения параметров

$$\lambda_1^{\tilde{h}}=\begin{pmatrix}0\\ 1\end{pmatrix},\ \lambda_2^{\tilde{h}}=\begin{pmatrix}0.5\\ 1\end{pmatrix}.$$

Численные решения в остальных точках подинтерваловнайдем вновь используя метод Рунге-Кутта 4-го порядка точности к следующим задачам Коши

$$\frac{dx_1}{dt}=A(t)x_1+M(t)\lambda_2^{\tilde{h}}+f(t),\ t\in[0,1/2),\ x_1(0)=\lambda_1^{\tilde{h}},$$

$$\frac{dx_2}{dt} = A(t)x_2 + M(t)\tilde{\lambda}_2^h + f(t),\ t \in [1/2, 1),\ \ x_2(1/2) = \tilde{\lambda}_2^h.$$

Решением задачи (20), (21) является вектор $x^*(t)$ с координатами $x_1^*(t) = t$, $x_2^*(t) = 1$.

Для разности численного и точного решений в дискретных точках справедлива оценка

$$\max_{j=1,20} \left\| x^*(t_j) - \tilde{x}(t_j) \right\| < 0.1 \cdot 10^{-14}.$$

ЛИТЕРАТУРА

[1] Джумабаев Д.С. Признаки однозначной разрешимости линейной краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения //Ж. вычисл. матем. и матем. физ. - 1989. - Т. 29, №1. –С. 50-66.

[2] Джумабаев Д.С. Аппроксимация задачи нахождения ограниченного решения двухточечными краевыми задачами // Дифференц. Уравнения. -1987. -Т. 23, № 12. – С. 2188-2189.

[3] Нахушев А.М. Уравнения математической биологии. -М: Высшая школа, 1995. - 205 с.

[4] Нахушев А.М. Об одном приближенном методе решения краевых задач для дифференциальных уравнений и его приложения к динамике почвенной влаги грунтовых вод // Дифференц.Уравнения, 1982. - Т. 18. -№ 1. -С. 72-81.

[5] Нахушев А.М. Нагруженные уравнения и их применение. -М.: Наука, 2012. -232 с.

[6] Aida-zade K.R., Abdullaev V.M. On Numerical Solution to Loaded Systems of Ordinary Differential Equations with Non-separated Multipoint and Integral Conditions // Numerical Analysis and Applications. - 2014. - Vol. 17. -№ 1. - P. 1-16.

[7] Абдуллаев В.М., Айда-заде К.Р. О численном решении нагруженных дифференциальных уравнений // Ж. вычисл. матем. и матем. физ. - 2004. - Т. 44. -№ 9. - С. 1585-1595.

[8] Бакирова Э.А. О признаке однозначной разрешимости двухточечной краевой задачи для системы нагруженных дифференциальных уравнений //Известия НАН РК. Сер.физ-матем. - 2005. - №1. -С. 95-102.

[9] Кадирбаева Ж.М. Об однозначной и корректной разрешимости линейной двухточечной краевой задачи для нагруженных дифференциальных уравнений // Матем. журнал МОН РК. - 2009. - Т. 9. -№ 4. - С. 63-71.

[10] Akzhigitov E.A., Kadirbayeva Zh.M. On a solvability of two-point boundary value problem for loaded differential equations // Science review. S.Seifullin Kazakh Agro Technical University. - 2012. - № 2(10). –С. 35-40.

[11] Джумабаев Д.С., Илиясова Г.Б.Об одной численной реализации метода параметризации решения линейной краевой задачи для нагруженного дифференциального уравнений // Известия НАН РК. Серия физико-математическая.- 2014. - № 2. –С. 275-280.

Қадырбаева Ж. М., Момынжанова Қ. Р.

Жүктелген дифференциалдық теңдеулер үшін екі нүктелі шеттік есепті бір сандық шешу туралы

Түйіндеме. Жүктелген дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін сызықты екі нүктелі шеттік есеп қарастырылады. Қарастырылып отырған есепті шешу үшін параметрлеу әдісі қолданылады. Жүктелген дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін сызықты екі нүктелі шеттік есеп берілген жүктеу нүктесінде аралықты бөлу мен қосымша параметрлерді енгізу арқылы параметрлі эквивалентті шеттік есепке келтіріледі. Параметрлі эквивалентті шеттік есеп параметрлі жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін Коши шеттік есебінен, шеттік шартынан және үзіліссіздік шартынан тұрады. Параметрлі жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін Коши шеттік есебінің шешімі дифференциалдық теңдеудің фундаменталдық матрицасының көмегімен түрғызылады. Тұрғызылған шешімнің сәйкес нүктелерінде мәндерді шеттік шартқа және үзіліссіздік шартына қоя отырып, параметрлерге қарасты сызықтық алгебралық теңдеулер жүйесі құрылады. Қарастырылып отырған есепті шешудің құрылған жүйені және ішкі аралықтарда Коши есебін 4-ретті Рунге-Кутт әдісін қолданып шешуге негізделген сандық әдісі ұсынылады.

Негізгі сөздер: екі нүктелі шеттік есеп, параметрлеу әдісі, жүктелген дифференциалдық теңдеу, фундаменталдық матрица.

Kadirbayeva Zh. M., Momynzhanova K. R.

On one numerical solving of a two-point boundary-value problem for loaded differential equations

Summary. A linear two-point boundary value problem for the system of loaded differential equations is considered. The method of parameterization is used for solving the considering problem. The lineartwo-point boundary value problem for the system of loaded differential equations by introducing additional parameters at the given loading point is reduced to an equivalent boundary value problem with parameters. The equivalent boundary value problem with parameters consist of the Cauchy problem for the system of ordinary differential equations with parameters,

boundary condition and continuity condition. The solution of the Cauchy problem for the system of ordinary differential equations with parameters is constructed using the fundamental matrix of the differential equation. The system of a linear algebraic equations with respect to the parameters are composed by substituting the values of the corresponding points in the built solutions to the boundary condition and the continuity condition. Numerical method for solving of the problem is suggested, which based on the solving of the constructed system and method of Runge-Kutta 4-th order for solving of the Cauchy problem on the subintervals.

Keywords:two-point boundary value problem, parameterization method, loaded differential equation, fundamental matrix.

ӘОЖ 378.02:37.031.4

Ө. Ә. Әуелбеков, Б. С. Құлжабекова*, А. Б. Тоқтарова
(Қазақ мемлекеттік қыздар педагогикалық университеті, Алматы,
М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан Мемлекеттік Университеті, Шымкент,
Қазақстан Республикасы)

БОЛАШАҚ ДИЗАЙНЕРЛЕРДІҢ КӨРКЕМ-ШЫҒАРМАШЫЛЫҚ БЕЛСЕНДІЛІГІН ДАМЫТУ ҚҰРАЛЫ РЕТІНДЕГІ ҮШӨЛШЕМДІ КОМПЬЮТЕРЛІК ГРАФИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ

Түйіндеме. Үшөлшемді компьютерлік моделдеуді қолданудың арнайы және дидактикалық мүмкіндіктері дизайнерлердің оқыту үрдісінде ерекше орынға ие, себебі, білім алушылардың көркем-шығармашылық белсенділігін қалыптастырудың құрылымдық ерекшелігі болып табылатын кеңістікті қабылдау, абстрактілі-логикалық және образды ойлау, түсті сезіну, шығармашылық елестету, қабылдаудың бүтіндігі деген сияқты жеке қасиеттерді дамытудың бірегей әдісі болып табылады. Үшөлшемді модельдеу эмоционалды және практикалық тәжірибені байытады, кәсіби дағдылар мен іскерлікті жоғарылатуға бағыттайды, психиканы дамытады, интеллектты қалыптастырады, эстетикалық қажеттіліктерді тәрбиелеуге әсер етеді, табиғи қабілеттілікті дамытуға ықпалын тигізеді.

Түйін сөздер: модельдеу, дизайнер, шешуші фактор, көпөлшемді кеңістікті визуализациялау, координаталық әдіс.

Компьютерлік 3D модельдеу – бұл технологияны үйренудің ең қиын деңгейі. Бүгінгі күні «Компьютерлік 3D модельдеу» курсы дизайнерлерді кәсіби даярлауда міндетті болып табылады. Осы компьютерлік технологияны болашақ дизайнерлерді оқыту әдісі ретінде қолдану көрнекілік деңгейін жақсартып қана қоймай, сонымен қатар, студент-дизайнерлердің оқу материалын меңгерудегі жекеше қарқынын анықтауға мүмкіндік береді. Оқыту үрдісінде компьютерлік 3D графикасымен жұмыс істеу арқасында оқытушы қысқа уақыт арасында және минимальды күш салу арқылы белгілі бір тақырып бойынша көрнекті үшөлшемді оқу құралы түріндегі ақпараттық блог көрсете алады. Бұл техникалық жағдайларды түсіндіруге жұмсалуға тиісті оқыту уақытының елеулі үнемделуіне мүмкіндік береді және оқытылатын материалдың жақсы меңгерілуіне септігін тигізеді. Арнайы мүмкіндіктер виртуалды шынайылықты орындауға жағдай жасайды, фантазия және шығармашылық диапазонын кеңейтеді. Материалды ортаны дәстүрлі әдістермен жеткізілуі мүмкін емес сипаттаудың жаңа нұсқаларына көңіл бөлу керек. Студент-дизайнерлерді оқыту үрдісінде компьютерлік үшөлшемді модельдеуді қолдану барысында оларда кеңістіктік елестету және қиалдау, ассоциирлеудің жеңілдігі мен кеңдігі және т.с.с, дайындық кезеңіндегі шығармашылық үрдісіті жеңілдету, жинақтау, колористикалық шешім қабылдау кезеңінде бірнеше зерттеулер жүргізу материал жинастыруды жылдамдату деген сияқты дизайнерлік іске деген қабілеттілік дамиды. Оқыту үрдісі барысында студенттер дағды мен икемділік қаситтеріне ие болады, бұл көркем-шығармашылық белсенділікті және, сәйкесінше, кәсіби қабілеттілік қасиеттерін дамытуға көмектеседі. Сонымен қатар, дербес компьютерде жұмыс істей алу, күмәнсіз, кез-келген маманның жалпы мәдени дамуына қажет. Компьютерлік технологияларды, оның ішінде компьютерлік үшөлшемді модельдеуді қолдану оқу үрдісінің сапасын арттыруға, түрлендіруге және заманауи жағдайда оқытудың қолжетімділігін кеңейтуге әсерін тигізеді деуге болады. Сәйкесінше компьютерлік үшөлшемді модельдеу графикалық жобалардың орындалуында және әртүрлі шығармашылық сұрақтарда неғұрлым кәсіби тәсілдеме қамтамасыз етеді. Компьютерлік үшөлшемді

модельдеу дизайнерлердің шығармашылық және кәсіби ісінде арнайы инструментарии арқылы ерекше графикалық ақпараттық орта қалыптастыруға мүмкіндік береді. Мультимедия және көркем ақпараттық технологиялар үйлесуінде компьютерлік үшөлшемді модельдеу байланыстырушы буын болып табылады, осының арқасында дербес компьютерді қатынас, жіберу, қабылдау және дизайнер-мамандарды кәсіби даярлауда білімді бақылау құралы ретінде тиімді қолдану туралы айтуға болады. Бүгінгі күні оқу үрдісінде көрнекті оқулық ретінде қолданылуы пәнді меңгерудің сапасын арттыратуы мүмкін компьютерлік бағдарламалардың кең көлемді блогы бар.. Көркем-шығармашылық қызметке бағытталған ынталандыруды тудыруға ықпал ететін қолайлы жағдайды ұйымдастыру көркем-шығармашылықтағы белсенділік танытуды да күшейтеді. Студент тұлғасында ынта мен мақсат қатар келгенде көркем-шығармашылық белсенділік оқу-шығармашылық интенсивтілігін арттырудағы негізгі және шешуші фактор рөлін атқара бастайды. Студент-дизайнерлердің көркем-шығармашылық белсенділігін компьютерлік үшөлшемді модельдеу әдісімен дамыту студенттердің жалпы шығармашылық іспен айналысуға деген ықыласының белгілі бір деңгейіне байланысты. Компьютерлік үшөлшемді модельдеуге оқыту барысында студенттерде бағытты қалыптастыру тұлғалық мұраттар мен көз-қарастарды қамтуы тиіс. Олардың қазіргі заманның этетикалық нормалары мен мәдени дәстүрлерімен сәйкес келуі маңызды. Бірақ, көркем-шығармашылық белсенділікті дамыту үшін, ішкі ұйымдастырушылықтан басқа оның іс-әрекеті бағытталған, адамның түрлі қызметті іске асыру туралы түсінігінде қалыптасатын белсенділіктің инструментальды негізі қажет. Адамның бойындағы білім, икемділік және дағды жүйесі белсенділіктің инструментальды негізінің өзегі болып табылады. Бұған қоса, білім тек жинақталған ақпарат қана емес, қызметтегі өзіндік бағдар ретінде де айқындалады. Н.М.Сакольникова білімді тұлғаның инструментальды негізінің бір бөлшегі ретінде дағдымен өзара байланыстырып қарастырады. Сонымен қатар, білім қызметтің бағыттаушы жүйесі ретінде көрінеді, бұл оның қызметтегі рациональды амалдарын қалыптастырудың шарты болып табылады. Тәжірибелік психолог сөздігінде дағдының келесі анықтамасын кездестіреміз: «дағды – бұл, қайталау арқылы қалыптасқан, жоғары дәрежелі меңгеру және бөлшектік саналы реттеу мен бақылауды қажет етпеуімен ерекшеленетін іс-әрекет».

Жоғары оқу орындарында білім алатын студенттердің жасы 17-ден 21-ге дейінгі аралықты қамтиды, бұл (заманауи жас ерекшелігі психологиясының классификациясы бойынша) жасөспірім кезеңнің аяқталып ерте ересектікке өту немесе «жастық шақ» деп аталатын кезеңіне сәйкес келеді. Бұл кезеңнің ерекшелігі негізгі биологиялық даму фазасының аяқталып, өсудің баяулауында жатыр. Б. Г. Ананьев айтуы бойынша, психофизиологиялық, психикалық және ителектуалдық функциялардың шыңы психомоторлық сипаттамалардың, зейін, есте сақтау, ойлау деңгейінің жоғарлауы, қозушы және тежеуші үрдістердің шыңдалуы 19-20 жас аралығына сәйкес келеді. 20 жас сезімнің барлық түрлерінің дамуының шыңы болып табылады. Бұл кезең шығармашылық және кәсіптік қызметке қажет дағдыларды қалыптастыруға және дамытуға қолайлы деп айтуға болады. Сонымен қатар бұл кезеңде іскерлік танытудың жоғары деңгейі байқалады. Бұл сабақ беру барысында білімнің де, шығармашылық жұмыстың да сапасына жоғары талап қоюға мүмкіндік береді. Оның тәжірибелік дағдыларының қалыптасу деңгейі неғұрлым жоғары болса, көркем-шығармашылық белсенділігі де жоғары болады. Студент-дизайнерлердің көркем-шығармашылық белсенділігін дамыту үрдісі кезінде жеке-психологиялық және тұлға дамуының жас ерекшеліктері ескерілуі тиіс, себебі, физиологиялық және психологиялық жасқа сәйкес өзгерістер тұлғалық қасиеттердің қалыптасуына елеулі әсерін тигізеді. Сызба 1. Студенттердің жас ерекшеліктері мен жеке-психологиялық дамуының өзара әсері.

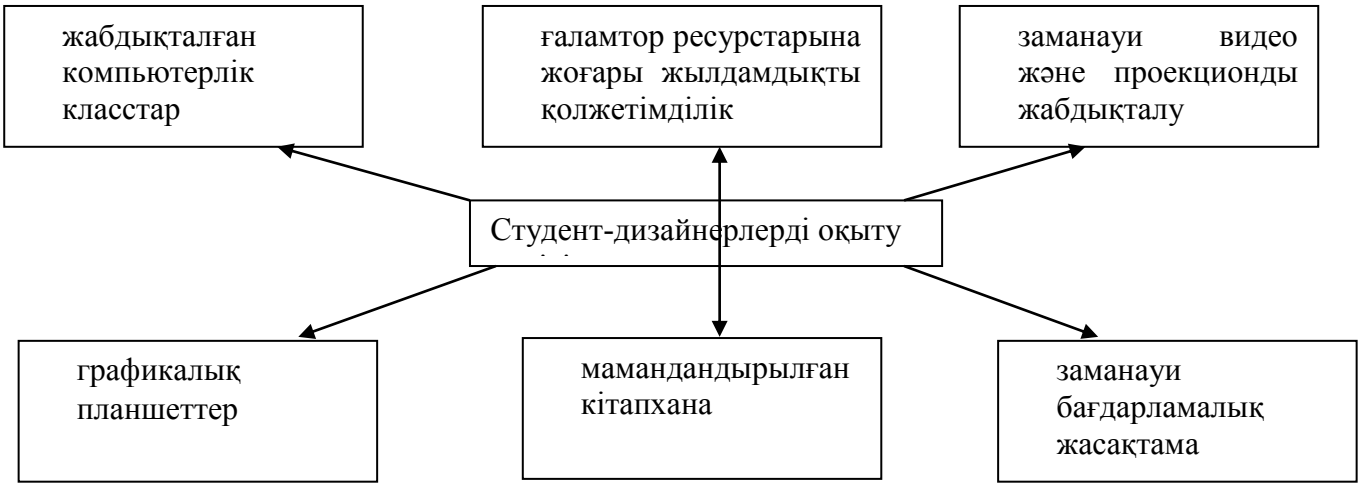
Л.С. Выготский өзінің зерттеулерінде жасқа байланысты белсенділіктің төмендеуін атап өткен. Егер жасөспірім кезең мен жастық шақты қарастыратын болсақ, көркем-шығармашылық белсенділігінің төмендеуі өз шығармашылығының нәтижесімен қанағаттанбауынан болады. Қанағаттанбау шығармашылық ой мен оны шеберліктің аздығы және арнайы дағдылардың әлсіз қалыптасуымен байланысты іске асыру деңгейінің жеткіліксіздігінен туындауы мүмкін. Сәйкесінше, көркем-шығармашылық белсенділікті дамыту үшін студенттердің көркем-шығармашылық қызметімен байланысты дағдыларын қалыптастыруына көп уақыт пен зейін бөлінуі қажет.

Сонымен қатар, осы жаста физикалық дамудың жоғары деңгейіне қарамастан, білім алу үрдісі кезіндегі студенттердің жүктемесін есепке алу керек. Жүктеменің тапсырмалардың көптігі түрінде шамадан тыс үлкен болуы, өз кезегінде, барлық психикалық функциялардың, оның ішінде, белсенділіктің де төмендеуіне әкелетін үлкен психологиялық шиеленіске жеткізуі мүмкін. Тапсырмаларды қарастыру барысында психикалық қасиеттер дамуының жас ерекшеліктері және жоғары психикалық қызметтің: есте сақтау, қабылдау, зейін, ойлау, эмоция және сезім, дамуы ескерілуі тиіс. Бұл жас кезеңінде байқампаздықтың дамуына оң ықпал ететін сыртқы әсерлерге деген жоғары сезімталдылық байқалады. Ойлауда аналитикалық ой әрекетінің даму көрсеткіші болып табылатын оқиғаны жалпылау қасиеті айқындала түседі. Бұл көркем-шығармашылық қызметте, ақыр аяғында, шығармашылық жұмысты орындау барысында көптеген қателіктерді алдын алуға көмектесетін көркемділік ойын елестетуге, болжама нәтиженің сараптамасын жүргізуге мүмкіндік береді. Шығармашылық қызметте берілген жастық кезеңінде маңыздысы ойлау және қиялдау механизмдерін дамыту болып табылады. С.Д. Смирнов абстрактілі ойлау қасиетін дамыту қажеттілігі туралы айтады. «Егер оқытушы бұл қасиеттерді дамытпаса, студентте оқылып жатқан материалды жартылай механикалық есте сақтау дағдысы қалыптасып қалуы мүмкін. Бұл жасанды эрудицияны күшейтеді және интеллекттың дамуын тежейді». «Жасөспірім» және «жастық шақ» кезеңдері дербестілікке көшумен де сипатталады. Өз бетімен ойлау қасиетін дамытуға үлес қосу маңызды. Бұл ойлау қасиеті студентке өз бетімен шығармашылық ойлаумен негізделетін білім ізденуді үйренуге мүмкіндік береді. Білімнің белгілі бір жиынтығын, шеберлікті және дағдыны меңгеріп қана қоймай, оларды шығармашылық сұрақтарын шешуде өз бетінше қолдана білу маңызды. Студенттердің көркем-шығармашылық белсенділігін дамытуға сабақ өту барысындағы қолайлы эмоционалды атмосфера оң әсер тигізеді. Жоғарыда айтылып өткендей, адамның шығармашылық қызметінде тұлғаны эмоциональды-сезімталдылық қасиеті маңызды орыналады. Эмоциялар және сезім көркем-шығармашылық қызметімен байланысты психикалық процесстер арқылы өтеді. Оқу ақпаратын ұсыну барысында ізгі ниеттілік және эмоциональды мәнер қызметке қызығушылықты жоғарылатады, осылайша, белсенділікті дамытуға әсер етеді. Студенттердің жастық ерекшелігін ескере отырып, олардың шығармашылық үрдісін қадағалау жеңілдей түседі. Сонымен қатар, студент-дизайнерлердің көркем-шығармашылық белсенділігін дамытуға қатысатын әдістерді де ескепке алу қажет. «Әдіс» деп біз әртүрлі жағдайларда белгілі бір нәтижелерге жету мүмкіндігін түсінеміз. Біздің жағдайда бұл сапалы нәтижеге жету мүмкіндігі, яғни, компьютерлік үшөлшемді модельдеу әдісі арқылы көркем-шығармашылық белсенділігінің жоғары дәрежесін дамыту. Белгілі бір пән ауқымында көркем-шығармашылық белсенділіктің даму мүмкіндігін осы пәнді оқыту ерекшелігі туралы ақпараттандырылу арқылы анықтауға болады. Бұл педогогикалық тәжірибе жүргізуге қажетті көркем-шығармашылық белсенділік критериилерін анықтауға да септігін тигізеді. Біздің тәжірибеміздің сұрақтарын шешу үшін оқытудың компьютерлік әдістерін, яғни компьютерлік 3D модельдеуді студент-дизайнерлерге білім беру үрдісінде қолдану шарттарын анықтау қажет. Көркем-графикалық факультеттің білім беру үрдісінде компьютерлік әдістерді қолдану шарттары жаңа ақпараттық технологиялардың дамуына қатысты әлеуметтік өмірдегі өзгерістермен тығыз байланысты. Қазіргі кезде педагогтар мен психологтар арасында заманауи мектептерін және ЖОО-н

компьютеризациялау мәселелері белсенді талқыланып отыр. Осы тақырыптағы көптеген зерттеу қорытындылары ғылыми және ғылыми-әдістемелік әдебиеттерде жан-жақты айтылған. Оқушылар мен студенттердің әртүрлі пәндерді меңгеру барысында компьютерлік технологияларды қолдану ерекшеліктері Н.В. Волкова, И.И. Короткова еңбектерінде жазылған. Бүгінгі күні дизайнерді кәсіптік даярлауды заманауи компьтерлік технологияларды қолданбау арқылы елестету мүмкін емес. Болашақ дизайнер маманының кәсіптік қызметі заманауи компьютерлік модельдеу және көпөлшемді кеңістікті визуализациялау аясындағы білімін қажет етеді, бұл дизайн саласында мамандарды даярлауға жаңа талаптарды алға тартады.

Студент-дизайнерлерді ақпараттық және компьютерлік технологияларды қолдана отырып оқыту үрдісі техникалық жағынан жақсы жабдықталуы тиіс. Мұны 2-ші сызбадан қарастыруға болады. Сызба 2.

Студент-дизайнерлерді оқыту үрдісінің техникалық жабдықталуы.



Студент-дизайнерлердің кәсіби қасиеттерін тек көркем-шығармашылық белсенділікті дамытуға бағытталған пәндер кешенін қолдану арқылы жетілдіру мүмкін, себебі, көркем-шығармашылық белсенділігісіз қисынды қорытындыға қол жеткізілген шығармашылық жобаны іске асыру мүмкін емес. Және де компьютерлік технологиялар олардың функционалды мүмкіндіктерімен бұл үрдісті елеулі рөл атқарады. Заманауи компьютерлік технологиялар пәнаралық байланысты жүзеге асыруда үлкен мүмкіндіктерге ие. Оқу және шығармашылық тапсырмаларын орындауда басқа пәндермен байланысты ұмытпаған жөн. Сонымен қатар, «Көрініс», «Сызба геометриясы», «Сурет», Композиция негіздері» және т.б. пәндерімен графикалық қолданылу мүмкін. Компьютерлік технологиялар ішіндегі ең қызықтырушы және қиын бағыттарының бірі дизайн-жобаларды әзірлеу үрдісінде кеңінен қолданылатын компьютерлік 3D модельдеу болып табылады. Ол көркем-шығармашылық белсенділігі және кеңістіктік ойлау қабілеттерінің дамуының ерекше деңгейін талап етеді, себебі, барлық нысаналар мен кейіпкерлер виртуалды кеңістікте модельденеді және орналастырылады. Жоба жасау үрдісі бір жобалау тезесінен келесісіне, бір бақылау нүктесінен екіншісіне белсенді өтумен жүреді. Сахна және оның ішіндегі объетілерді үшөлшемді сипаттау үшін координаталық әдіс қолданылады. Бірақ, компьютерлік үшөлшемді моделдеуді басқа компьютерлік графикалар түрлерін ескермей қарастыруға болмайды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Д. Херн, М. П. Бейкер. Компьютерная графика и стандарт OpenGL. — 3-е изд. — М., 2005. — 188 б.

[2] Бердичевский М.Н., Дмитриев В.И. Модели и методы 3D моделирования. М.: Научный мир, 2009. - 520 б.

[3] Марк Джамбруно Трёхмерная графика и анимация. – М.: Вильямс, 2002. – 459 б.

[4] Т. Хакимова Компьютерлік 3d-графика үшөлшемді виртуальды модельдерді оқытудың атқаратын рөлі, // Алматы 2015 ж. 4 - б.

[5] Оқу үрдісінде компьютерлік анимация технологиясының атқаратын рөлі, //Актөбе 2015 ж. 6 - б.

Әуелбеков Ө. Ә., Құлжабекова Б. С., Тоқтарова А. Б.

Трехмерное компьютерное графические моделирование как средство развития художественно-творческой активности будущих дизайнеров

Резюме. Трехмерное моделирование способствует обогащению эмоционального и практического опыта, ведет к накоплению профессиональных навыков и умений, развивает психику, формирует интеллект, способствует воспитанию эстетических потребностей, развитию природных задатков. При использовании компьютерного трехмерного моделирования в образовательном процессе студентов-дизайнеров у них развиваются такие способности к дизайнерской деятельности, как пространственное представление и воображение, образное мышление, легкость и широта ассоциирования и др.

Ключевые слова: моделирование, дизайнер, решающий фактор, многомерная визуализация, координатный метод.

Ayelbekov O., Kulzhabekova B., Toktarova A.

Three-dimensional computer graphics modeling as means of development of artistic and creative activity future designers

Summary. Three-dimensional modeling helps enrich the emotional and practical experience, leads to the accumulation of skills and knowledge, develops the mind, the intellect creates, promotes education of aesthetic needs, the development of natural instincts. When using the computer three-dimensional modeling in the educational process of students-designers have developed these abilities to design activity as a spatial representation and imagination, creative thinking, ease and breadth of the association and others.

Key words: modeling, the designer, the decisive factor, multivariate visualization, coordinate method.

УДК 512.56, 512.57

С.М. Луцак
(Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева
Астана, Республика Казахстан)

СЛОЖНОСТЬ РЕШЕТОК КВАЗИМНОГООБРАЗИЙ ДЛЯ КЛАССОВ ТОЧЕЧНЫХ АБЕЛЕВЫХ ГРУПП

Аннотация. Вопрос о том, что считать сложностью решеток квазимногообразий, и какие решетки квазимногообразий являются сложными согласно той или иной мере сложности, а какие - нет, изучался многими авторами.В работе рассмотрены две меры сложности решеток квазимногообразий. Проведено исследование сложности строения решеток квазимногообразий для классов точечных абелевых групп.Изучена взамосвязь между двумя мерами сложности решеток квазимногообразий. Два года назад была поставлена следующая проблема. Существует ли не Q-универсальный класс, такой что множество всех конечных подрешеток его решетки квазимногообразий невычислимо?Автором найдено нетривиальное тождество, истинное на решетках квазимногообразий для классов точечных абелевых групп. Доказано, что существует континуум классов точечных абелевых групп, таких что множества всех конечных подрешеток их решеток квазимногообразий невычислимы, но не являющихся Q-универсальными.

Ключевые слова: квазимногообразие, решетка,решетка квазимногообразий, Q-универсальность, невычислимое множество.

Введение

В настоящейработе характеризуется сложностьстроения решеток (относительных) квазимногообразий с различных точек зрения,а именно, рассматриваются две меры сложности:*Q-универсальность*и *свойстоневычислимости*.Понятие *Q-универсальности* введено М.В. Сапиром в работе [1], где им было показано, что квазимногообразие полугрупп является Q-универсальным. Согласно М.В. Сапиру, квазимногообразие $\mathbf{K}$*Q-универсально*, если для любого квазимногообразия $\mathbf{R}$ конечной сигнатуры решетка $\mathrm{Lq}(\mathbf{R})$ является гомоморфным образом некоторой подрешетки в решетке $\mathrm{Lq}(\mathbf{K})$. Сейчас известно очень много различных Q-универсальных квазимногообразий [1–3; 4, с. 274].Другая мера сложности строения решеток квазимногообразий выражается *свойствомневычислимости* множества всех их конечных подрешеток, т.е. отсутствием алгоритма, который по заданной конечной решетке определял бы, вложима эта решетка в рассматриваемую решетку квазимногообразий или нет.Примеры таких квазимногообразий были построены в работах

[2, 3, 5, 6]. Существование квазимногообразий с указанными выше свойствами указывает на факт чрезвычайной сложности строения решеток квазимногообразий. В связи с чем, известная проблема Биркгофа-Мальцева [4, с. 291; 7, 8] о нахождении полной структурной характеризации решеток, изоморфных решеткам квазимногообразий, выглядит безнадежной. Тем не менее, изучение этой проблемы для конкретных классов алгебраических систем представляет несомненный интерес и заслуживает внимания.

Намиисследуется сложность строения решеток (относительных) квазимногообразий для классов точечных абелевых групп. *Абелевой группой с одной константой* (*точечной абелевой группой*) будем называть абелеву группу, в сигнатуру которой добавлен один константный символ. Решетки квазимногообразий точечных абелевых групп изучались А.М. Нуракуновым в работе [2], где им было доказано, что существует квазимногообразие **K** точечных абелевых групп, такое что множество всех конечных подрешеток решетки квазимногообразий $\mathrm{Lq}(\mathbf{K})$ невычислимо. В этой же работе А.М. Нуракунов доказал Q-универсальность квазимногообразия точечных абелевых групп.

В работе [5] было доказано, что класс **K***всех* систем сигнатуры σ является Q-универсальным тогда и только тогда, когда он содержит подкласс **R**, такой что множество всех конечных подрешеток решетки $\mathrm{Lq}(\mathbf{R})$ невычислимо.Более того, в работе [3]показано, что любое Q-универсальное квазимногообразие **K** систем конечной сигнатуры содержит подкласс **R**, такой что множество всех конечных подрешеток решетки $\mathrm{Lq}(\mathbf{R})$ невычислимо.В этой связи возникла следующая проблема [3,5]. Существует ли класс **K**, не являющийся Q-универсальным, нодля которого, тем не менее, множество всех конечных подрешеток решетки $\mathrm{Lq}(\mathbf{K})$ невычислимо? Автором показано, что существует континуум классов **R** точечных абелевых групп, таких что множества всех конечных подрешеток решеток квазимногообразий $\mathrm{Lq}(\mathbf{R})$ невычислимы, но, тем не менее, не являющихся Q-универсальными, см. теоремы 2 и 3.Данный результат имеет место вследствие того, что нами найдено нетривиальное тождество, истинное на решетках квазимногообразий для классов точечных абелевых групп.

2. Основные понятия

Частично упорядоченное множество $\mathcal{S}$ называется *нижней полурешеткой*, если любые два элемента $x, y \in \mathcal{S}$имеют точную нижнюю грань $x \wedge y$ [4, с. 9]. Двойственным образом определяется верхняя полурешетка, т.е. частично упорядоченное множество $\mathcal{S}$ называется *верхней полурешеткой*, если любые два элемента $x, y \in \mathcal{S}$ имеют точную верхнюю грань $x \vee y$ [4, с. 9]. Частично упорядоченное множество $\mathcal{S}$ называется *решеткой*, если оно одновременно является верхней и нижней полурешеткой [4, с. 10]. Решетка $\mathcal{S}$ называется *полной*, если любое подмножество $A \subseteq S$ имеет точную верхнюю и точную нижнюю грани [4, с. 11]. Для нижней полурешетки $\mathcal{S} = \langle S; \wedge \rangle$ обозначим через $\mathrm{Sub}(\mathcal{S})$*решетку всех нижних подполурешеток* в$\mathcal{S}$. Для любых двух подполурешеток $S_0, S_1 \in \mathrm{Sub}(\mathcal{S})$множество

$$S_0 + S_1 = \{s_0 \wedge s_1 | \, s_0 \in S_0, s_1 \in S_1\}$$

является наименьшей нижней подполурешеткой в $\mathcal{S}$, содержащей $S_0 \cup S_1$; т.е. решеточным объединением S_0 и S_1 в $\mathrm{Sub}(\mathcal{S})$ [3].

Все рассматриаемые классы алгебраических систем являются *абстрактными*, т.е. замкнутыми относительно изоморфизмов [4, с. 6; 9, с. 207]. Обозначим через $\mathbf{K}(\sigma)$ класс всех систем сигнатуры σ; через $\mathbf{S}(\mathbf{K})$ класс всех систем из $\mathbf{K}(\sigma)$, изоморфных подсистемам систем из **K** [4, с. 24]. Пусть $\mathbf{R} \subseteq \mathbf{K} \subseteq \mathbf{K}(\sigma)$. Тогда класс **R** называется **K**-*квазиэквациональным*, если

$$\mathbf{R} = \mathbf{K} \cap \mathbf{Mod}(\Sigma)$$

для некоторого множества Σ квазитождеств сигнатуры σ [4, с. 117].

Множество всех **K**-квазиэквациональных подклассов, упорядоченное по включению, образует полную решетку, которая называется *решеткой* **K**-*квазимногообразий* или *решеткой квазимногообразий* для **K** или просто *решеткой относительных квазимногообразий*, когда **K** легко

восстанавливается из контекста, и обозначается $\mathrm{Lq}(\mathbf{K})$ [3].Отметим, что понятия здесь не определенные, см. в [4, 9].

Также нам потребуются следующие утверждения.

Теорема 1 [3, теорема 3.4]. *Пусть квазимногообразие* $\mathbf{K}$ *конечной сигнатуры содержит класс систем* $\mathbf{A} = \{\mathcal{A}_X | X \in \mathcal{P}_{fin}(\omega)\}$, *обладающий свойствами* $(\mathrm{P}_0) - (\mathrm{P}_4)$, $I \subseteq \omega$, S_i — *произвольная конечная нетривиальная нижняя полурешетка для любого* $i \in I$. *Тогда существует подкласс* $\mathbf{R} \subset \mathbf{K}$, *такой что*

$$\mathrm{Lq}(\mathbf{R}) \cong \prod_{i \in I} \mathrm{Sub}(S_i).$$

Свойства $(\mathrm{P}_0) - (\mathrm{P}_4)$ алгебраических систем были рассмотрены в работе [3].

Пусть **2** обозначает двухэлементную решетку, а запись

$$\mathcal{A} \leq_s \prod_{n \in N} \mathcal{A}_n$$

означает, что система $\mathcal{A}$ является *подпрямым произведением* семейства систем $\mathcal{A}_n$, $n \in N$.

Лемма 1[6, лемма 3].*Пусть* **L**- *бесконечное вычислимое множество попарно невложимых подпрямо неразложимых конечных решеток, содержащих, по крайней мере, три элемента. Пусть* $\mathcal{K}$- *решетка и пусть множество* $\mathbf{M} \subseteq \mathbf{L} \cap \mathbf{S}(\mathbf{K})$ *таково, что*

$$\mathcal{K} \leq_s \prod\{\mathcal{L} | \mathcal{L} \in \mathbf{M}\} \times \mathbf{2}.$$

Если множество **M** *невычислимо, то множество всех конечных подрешеток решетки* $\mathcal{K}$ *также невычислимо.*

3. Основной результат

Теорема 2. *Существует не Q-универсальный класс* **R***точечных абелевых групп, такой что множество всех конечных подрешеток решетки квазимногообразий* $\mathrm{Lq}(\mathbf{R})$ *невычислимо.*

Схема доказательства теоремы 2. Сначала, используя теорему 1 и лемму 1, покажем, что существует класс**R**точечных абелевых групп такой, что множество всех конечных подрешеток решетки $\mathrm{Lq}(\mathbf{R})$ невычислимо. Это означает, что нет алгоритма, который для данной конечной решетки определял бы, вложима ли эта решетка в рассматриваемую решетку квазимногообразий $\mathrm{Lq}(\mathbf{R})$для класса **R**точечных абелевых групп или нет. Далее, применяядоказанную ниже лемму 2, покажем, что этот класс **R** не является Q-универсальным; поскольку хорошо известно, что Q - универсальные решетки квазимногообразий не удовлетворяют никакому нетривиальному решеточному тождеству [4, с. 273].

Доказательство теоремы 2. Пусть множество$N \subseteq \omega \backslash \{0,1,2\}$ невычислимое и$\{\mathcal{K}_n | n \in N\}$-класс конечных нижних полурешеток типа "корона", см. рисунок 1.

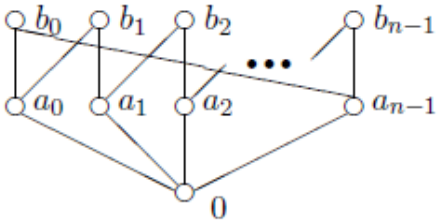


Рис. 1. Конечная нижняя полурешетка $\mathcal{K}_n$типа «корона»

Заметим, что в работах [2, 3]было показано, что квазимногообразие всех точечных абелевых групп содержит подкласс систем $\mathbf{A} = \{\mathcal{A}_X | X \in \mathcal{P}_{fin}(\omega)\}$, обладающий свойствами $(\mathrm{P}_0) - (\mathrm{P}_4)$. Согласно теореме 1, примененной к классу $\{\mathcal{K}_n | n \in N\}$, существует класс $\mathbf{R}$ точечных абелевых групп, такой что

$$\mathrm{Lq}(\mathbf{R}) \cong \prod_{n\in N} \mathrm{Sub}(\mathcal{K}_n).$$

Согласно [6, лемма 17], решетка $\mathrm{Sub}(\mathcal{K}_n)$ подпрямо неразложима для любого$n > 2$. Согласно [6, лемма 18] решетка $\mathrm{Sub}(\mathcal{K}_n)$ вложима в $\mathrm{Sub}(\mathcal{K}_m)$ тогда и только тогда, когда $n = m$ (для любых $n, m > 2$). Пусть

$$\mathbf{L} = \{\mathrm{Sub}(\mathcal{K}_n) | n > 2\} \text{ и } \mathbf{M} = \{\mathrm{Sub}(\mathcal{K}_n) | n \in N\}.$$

Тогда $\mathbf{M} \subseteq \mathbf{L} \cap \mathbf{S}(\mathrm{Lq}(\mathbf{R}))$. Таким образом, решетка $\mathrm{Lq}(\mathbf{R})$такова, что множество всех ее конечных подрешеток невычислимо, согласно лемме 1.

Прежде чем показать, что построенныйкласс$\mathbf{R}$точечных абелевых групп не является Q-универсальным, докажем лемму 2. ТождествоH_nбыло рассмотрено в работе [10] и имеет вид:

$$U_n = \bigvee_{0\le i\le n-1} V_{i,n} \vee \bigvee_{0\le i\le n-2} W_{i,n},$$

где решеточные термы от переменных$x_0, x_1, \ldots, x_n, x'_1, \ldots, x'_n$определены следующим образом:

$U_n = U_{0,n}$,

$U_{n,n} = x_n$,

$U_{i,n} = x_i \wedge (U_{i+1,n} \vee x'_{i+1})$, $0 \le i \le n-1$,

$V_{i,n} = V_{i,0,n}$, $0 \le i \le n-1$,

$V_{i,i,n} = (x_i \wedge U_{i+1,n}) \vee (x_i \wedge x'_{i+1})$, $0 \le i \le n-1$,

$V_{i,j,n} = x_j \wedge (V_{i,j+1,n} \vee x'_{j+1})$, $0 \le j < i \le n-1$,

$W_{i,n} = W_{i,0,n}$, $0 \le i \le n-2$,

$W_{i,i,n} = x_i \wedge (x'_{i+1} \vee x'_{i+2}) \wedge ((U_{i+1,n} \wedge (x_i \vee x'_{i+2})) \vee x'_{i+1})$, $0 \le i \le n-2$,

$W_{i,j,n} = x_j \wedge (W_{i,j+1,n} \vee x'_{j+1})$, $0 \le j < i \le n-2$.

Тогда H_3:

$$U_3 = \bigvee_{0\le i\le 2} V_{i,3} \vee \bigvee_{0\le i\le 1} W_{i,3}$$

или

$$U_3 = (V_{0,3} \vee V_{1,3} \vee V_{2,3}) \vee (W_{0,3} \vee W_{1,3}).$$

Обозначим $V_3 = (V_{0,3} \vee V_{1,3} \vee V_{2,3}) \vee (W_{0,3} \vee W_{1,3})$. Тогда H_3 примет вид: $U_3 = V_3$.

Лемма 2. Решетка $\prod_{n\in N} \mathrm{Sub}(\mathcal{K}_n)$ *для любого множества* $N \subseteq \omega\backslash\{0,1,2\}$ *удовлетворяет нетривиальному тождеству* H_3.

Доказательство леммы 2. Сначала покажем, что решетка $\mathrm{Sub}(\mathcal{K}_n)$ для любого $n \in N$ удовлетворяет тождеству H_3. Согласно [10, лемма 5.2], следующие неравенства выполняются в каждой решетке ($n \in Z^+$):

$$V_{i,n} \leq U_n, 0 \leq i \leq n-1$$

$$W_{i,n} \leq U_n, 0 \leq i \leq n-2$$

Если$n = 3$, то

$$V_{i,3} \leq U_3, 0 \leq i \leq 2 \text{ и} W_{i,3} \leq U_3, 0 \leq i \leq 1.$$

Тогда$V_3 \leq U_3$. Осталось доказать, что$U_3 \leq V_3$. Все термы

$$x_0, x_1, x_2, x_3, x'_1, x'_2, x'_3$$

интерпретируем как подполурешетки "короны"$\mathcal{K}_n$- соответственно

$$X_0, X_1, X_2, X_3, X'_1, X'_2, X'_3.$$

Пусть произвольно взятый элемент $a_0 \in K_n$ лежит в U_3. Тогда a_0, с одной стороны, лежит вX_0, которая является подполурешеткой в $\mathcal{K}_n$, а, с другой стороны, - в$U_{1,3} + X'_1$. Если элемент $a_0 \in K_n$ лежит в $U_{1,3} + X'_1$, то найдутся элементы $a_1 \in U_{1,3}$ и$b_1 \in X'_1$, такие что $a_0 = a_1 \wedge b_1$. Если $a_0 = a_1$ или $a_0 = b_1$, то

$$a_0 \in (X_0 \cap U_{1,3}) \cup (X_0 \cap X'_1).$$

Таким образом, $a_0 \in K_n$ лежит в $V_{0,3}$, а, следовательно, принадлежит V_3.

Если пересечение строгое: $a_0 = a_1 \wedge b_1$, $a_0 < a_1$, $a_0 < b_1$, то из условия$a_1 \in U_{1,3}$ следует, что элемент a_1, с одной стороны, лежит в X_1, которая является подполурешеткой в $\mathcal{K}_n$, а, с другой стороны, - в $U_{2,3} + X'_2$. Если элемент a_1 лежит в $U_{2,3} + X'_2$, то найдутся элементы$a_2 \in U_{2,3}$ и $b_2 \in X'_2$, такие что $a_1 = a_2 \wedge b_2$. Если $a_1 = a_2$ или$a_1 = b_2$, то

$$a_1 \in (X_1 \cap U_{2,3}) \cup (X_1 \cap X'_2).$$

Тогда, если$a_0 \in X_0$ и $a_0 = a_1 \wedge b_1$, где $a_1 \in (X_1 \cap U_{2,3}) \cup (X_1 \cap X'_2)$ и $b_1 \in X'_1$, то элемент $a_0 \in K_n$ лежит в $V_{1,3}$, а, следовательно, принадлежит V_3.

Если вновь пересечение строгое:$a_1 = a_2 \wedge b_2$, $a_1 < a_2$, $a_1 < b_2$, то из условия$a_2 \in U_{2,3}$, следует, что элемент a_2, с одной стороны, лежит в X_2, которая является подполурешеткой в $\mathcal{K}_n$, а, с другой стороны, - в $X_3 + X'_3$. Если элемент a_2 лежит в $X_3 + X'_3$, то найдутся элементы $a_3 \in X_3$ и $b_3 \in X'_3$, такие, что $a_2 = a_3 \wedge b_3$. Если $a_2 = a_3$ или $a_2 = b_3$, то

$$a_2 \in (X_2 \cap X_3) \cup (X_2 \cap X'_3).$$

Тогда, если $a_0 \in X_0$ и$a_0 = a_1 \wedge b_1$, где$b_1 \in X'_1$, а$a_1 \in X_1$ и $a_1 = a_2 \wedge b_2$, где $a_2 \in (X_2 \cap X_3) \cup (X_2 \cap X'_3)$, $b_2 \in X'_2$, то элемент $a_0 \in K_n$ лежит в$V_{2,3}$, а, следовательно, принадлежит V_3.

Когда пересечение строгое: $a_2 = a_3 \wedge b_3$, $a_2 < a_3$, $a_2 < b_3$, получим, что $a_0 \in X_0$ и $a_0 = a_1 \wedge b_1$, где $b_1 \in X'_1$, а $a_1 \in X_1$ и $a_1 = a_2 \wedge b_2$, где$b_2 \in X'_2$,$a_2 \in X_2$ и $a_2 = a_3 \wedge b_3$, где $a_3 \in X_3$ и$b_3 \in X'_3$. Получим цепь

$$a_0 - a_1 - a_2 - a_3 \ (a_0 < a_1, a_1 < a_2, a_2 < a_3)$$

длины 3, чего не может быть, поскольку в "короне"$\mathcal{K}_n$ длина максимальной цепи равна 2. Полученное противоречие завершает доказательство того факта, что $\mathrm{Sub}(\mathcal{K}_n)$ для любого $n \in N$ удовлетворяет тождеству H_3. Тогда, поскольку тождества мультипликативно устойчивы [9, с. 189], решетка $\prod_{n\in N}\mathrm{Sub}(\mathcal{K}_n)$ тоже будет удовлетворять H_3. *Лемма 2 доказана.*

Теперь мы можем завершить доказательство теоремы 2. Поскольку $\prod_{n\in N}\mathrm{Sub}(\mathcal{K}_n)$ удовлетворяет H_3 согласно лемме 2, то H_3 будет выполняться и на $\mathrm{Lq}(\mathbf{R})$. Q-универсальные решетки квазимногообразий не удовлетворяют никакому нетривиальному решеточному тождеству [4, с. 273]; вследствие чего, построенныйкласс$\mathbf{R}$точечных абелевых групп не будет Q-универсальным. *Теорема 2 доказана.*

Теорема 3. *Существует континуум не Q-универсальныхклассов* $\mathbf{R}$ *точечных абелевых групп, таких что множества всех конечных подрешеток их решеток квазимногообразий* $\mathrm{Lq}(\mathbf{R})$ *невычислимы.*

*Доказательство теоремы 3.*Утверждение теоремы следует из теоремы 2 и того факта, что число невычислимых подмножеств счетного множества континуально. *Теорема 3 доказана.*

Вопрос о связи двух свойств решеток квазимногообразий, характеризующих с различных точек зрения сложность строения таких решеток изучался в работах [3, 5].Первое из них, Q-универсальность, свидетельствует о максимальной сложности в теоретико-решеточном смысле, а второе, свойство невычислимости, говорит об алгоритмической сложности. В работе [3] установлено, что для любого известного к настоящему времени Q-универсального квазимногообразия конечной сигнатуры можно найти подкласс, обладающий свойством невычислимости. В этой связи была поставленапроблема о том, имеется ли связь между ниличием у решеток квазимногообразий упомянутых вышесвойств[3, 5].Поэтому естественным представляется вопрос о существовании классов, для которых решетки квазимногообразий обладают одним из этих свойств, но не обладают другим. Нами найден континуум классов$\mathbf{R}$точечных абелевых групп, таких что множества всех конечных подрешеток решеток квазимногообразий $\mathrm{Lq}(\mathbf{R})$ невычислимы, но, тем не менее, не являющихся Q-универсальными; т.е. –континуум классов$\mathbf{R}$,для которых решетки квазимногообразий $\mathrm{Lq}(\mathbf{R})$согласно одной мере являются сложными, а согласно другой - нет.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Sapir M.V. The lattice of quasivarieties of semigroups // Algebra Universalis. – 1985. – No. 21. – P. 172-180.

[2] Нуракунов А.М. Решетки квазимногообразий точечных абелевых групп // Алгебра и логика. – 2014. – № 53. – С. 372-400.

[3] Швидефски М.В. О сложности решеток квазимногообразий // Алгебра и логика. – 2015. – № 3. – С. 381-398.

[4] Горбунов В.А. Алгебраическая теория квазимногообразий. – Новосибирск: Научная книга, 1999. – 368 с.

[5] Schwidefsky M.V., Zamojska-Dzienio A. Lattices of subclasses. II // Internat. J. Algebra Comput. – 2014. – No. 24. – P. 1099-1126 .

[6] Nurakunov A. M. Unreasonable lattices of quasivarieties // Internat. J. Algebra Comput. – 2012. – No. 22(3). – P. 1-17.

[7] Birkhoff G. Universal algebra // Proceedings of the First Canadian Mathematical Congress (Montreal, 1945). – Toronto: The University of Toronto Press., 1946. – P. 310-326.

[8] Мальцев А.И. О некоторых пограничных вопросах алгебры и математической логики // Труды международного математического конгресса (Москва, 1966). – М.: Мир, 1968. – С. 217-231.

[9] Мальцев А.И. Алгебраические системы. – М.: Наука, 1970. – 392 с.

[10] Semenova M.V., Wehrung F. Sublattices of lattices of order-convex sets. II. Posets of finite height // Internat. J. Algebra Comput. – 2003. – Vol. 13. – No. 5. – P. 543-564.

Луцак С. М.

Нүктелік Абельдік топтар кластары үшін квазикөпбейне торлардың күрделілігі

Түйіндеме. Мәселе квазикөпбейне торлардың күрделілігі деп нені санау санау керек, және квазикөпбейне торлардың қайсысын күрделіліктің сол немесе басқа өлшеміне сәйкес күрделі болып табылады, ал қайсылары күрделі емес болып табылатынын көптеген авторлар зерттеген.Жұмыста квазикөпбейне торлар күрделілігінің екі өлшемі қарастырылды.Нүктелік Абельдік топтар кластары үшін квазикөпбейне торлар құрылысы күрделілігіне зерттеу өткізілді.Квазикөпбейне торлардың күрделілігінің екі өлшемі арасындағы байланысы қарастырылды.Осыдан екі жыл бұрынмәселе көтерілді. Q-әмбебап болып табылмайтын, бірақ, иррационалды болып табылатын клас бар ма? Нүктелік Абельдік топтар кластары үшін квазикөпбейне торларында ақиқат тревиалдық емес ұқсастығы табылды. Квазикөпбейнелік торларының барлық соңғы астыңғы

торларының жиынтығы есептелмейтін, бірақ Q-әмбебаптық болып табылмайтын нүктелік Абельдік топтар кластарының континуумы бар болғаны анықталды.

Түйін сөздер: квазикөпбейне,тор,квазикөпбейне тор,Q-әмбебаптық, есептелмейтінжиын.

Lutsak S. M.

The complexity of quasivariety lattices for the classes of pointed Abelian groups

Summary. A question, what is the complexity of a quasivariety lattices and which quasivariety lattices are complex according to this or that complexity measure and what they are - not, studied by many authors. In this paper we consider two complexity measures of the structures of quasivariety lattices. We explore the complexity of the structure of quasivariety lattices for the classes of pointed Abelian groups. We study the relationship between the two complexity measures of the structures of quasivariety lattices. Two years agothe following problem was posed. Is there a class of algebraic structures which has the non-computability property,but which is not Q-universal? We find a non-trivial identity holding in quasivariety lattices for the classes of pointed Abelian groups.It is proved that there are continuum many classes of pointed Abelian groupssuch that sets of all finite sublattices of their quasivariety lattices are not computable,but which are not Q-universal.

Key words: quasivariety,lattice, quasivariety lattice, Q-universality, non-computable set.

УДК621.318.553

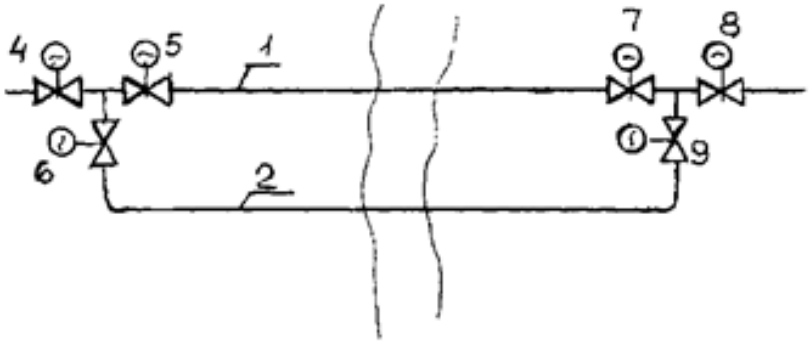
Б. А. Салихова, Қ.Б. Қали, А.А. Куйкабаева, Э. М. Зульбухарова, А.З. Нурмуханова
(Әл – Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті,
жылуфизикасы және техникалық физика кафедрасы)

ТҮЗУСЫЗЫҚТЫ ҚҰБЫРДЫҢ, АРМАТУРАНЫҢ СЫЙЫМДЫЛЫҒЫН ГЕОМЕТРИЯЛЫҚ ӘДІСПЕН АНЫҚТАУ

Түйіндеме. Бұл мақалада түзу сызықты құбырдың, арматураның сыйымдылығын геометриялық әдіспен анықтау- магистральдық мұнай өнімдері құбырларының стандарттарымен жұмыс жасалды. Басты мақсат - ҚР СТ 2.268-2012 стандартты басшылыққа ала отырып геометриялық әдіспен магистральды мұнай өнімдері құбырының сыйымдылығын өлшеу болып табылады.

Түйін сөздер: құбыр, геометриялық әдіс, сыйымдылық, диаметр, компенсатор.

Түзусызықты құбырдың сыйымдылығын анықтау үшін алдымен құбыр аумағының ішкі диаметрі мен қабырға қалыңдығы өлшеп алынды. Құбыр аумағының ішкі диаметрі құбыр шеңбері ұзындығы (1-сурет) мен қабырға қалыңдығын өлшеудің нәтижесі бойынша анықталды. Құбыр парметрлерін (шеңбер ұзындығы) өлшеу кем дегенде 2 рет жүргізілуі қажет. Екі нәтиженің айырмашылығы әрбір өлшеу амалына бекітілген нормадан аспауы қажет. Екі мәннің айырмашылығы нормадан асып кеткен жағдайда өлшеуді нормаға сай екі мән алғанша жалғастырамыз. s-ші құбырдың і-ші аумағының шеңберінің ұзындығын (P_{is}) өлшеуіш рулеткамен киманың әрбір шетінен кем дегенде 2 реттен өлшелінді. Өлшеуіш рулетка қателігі ±1мм-ді құрайды. Ал құбырдың әр шетіндегі екі өлшеу айырмашылығы 1 мм-ден аспауы керек. $(P_{is})_j$ өлшеу нәтижелерін А-қосымшасында берілген формадағы протоколға толтырылды.



1- сурет. ММӨҚ аумағының сызбасы. 1- мұнай өнімі құбырының негізгі су асты өткелі, 2-мұнай өнімі құбырының резервті су асты өткелі.

s-ші құбырдың і-ші аумағының ішкі диаметрін D_{is} мм мына формуламен анықтайды:

$$D_{is}=\frac{1}{\pi}*\frac{1}{m1}*\sum_{j=1}^{m1}(Pis)j\ -2\delta_{is}-2\delta_{p}-0{,}2 \qquad (1)$$

Мұндағы, $(P_{is})_j$ - j-ші өлшеу кезіндегі s-ші құбырдың і-ші аумағының шеңбер ұзындығы, мм;

$m1$- шеңбер ұзындығының өлшеу саны;

j- өлшеу нөмірі;

δ_p – өлшеуіш рулетка лентасының қалыңдығы;

π=3,14159;

бұл формуладағы «0,2» құбыр бетіне рулетка лентасының толықтай жанаспауын көрсететін түзеткіш;

δ_{is} - s-ші құбырдың і-ші аумағының қабырғасының қалыңдығы, мм.

s-ші құбырдың і-ші аумағының қабырғасының қалыңдығын $(\delta_{is})_j$ екіөзара перпендикуляр бағытта оның әрбір шеткі киылысында ультра дыбысты қалыңдық өлшеуішпен өлшенді. Өлшеу нәтижелерін ультра дыбысты қалыңдық өлшеуіштің қателігі ±0,1 мм болатын шкаласы бойынша есептелінді.Ал құбырдың әр шетіндегі екі өлшеу айырмашылығы 1 мм-ден аспауы керек.$(\delta_{is})_j$ өлшеу нәтижелерін А-қосымшасында берілген формадағы проколға толтырылды.

Оны мына формуламен анықтайды:

$$\delta_{is}=\frac{1}{m_2}*\sum_{j=1}^{m_2}(\delta_{is})_j \qquad (2)$$

мұндағы m_2- қабырға қалыңдығын өлшеу саны.

s-ші құбырдың і-ші аумағының ұзындығын $(L_{is})_j$ жарықпен қашықтық өлшегіш немесе өлшеуіш рулетканы қолдану бойынша басшылық келісімімен Блеск-2 немесе Блеск-2 жарықпен қашықтық өлшегіш арқылы өлшенді. Өлшеуіш рулетканы қолдану арқылы құбырдың жоғарғы жағын құрайтын бөлігі өлшенді. Бұл кезде рулетка лентасы айналмау қажет. ГОСТ 7502 бойынша динамометр арқылы алынған рулетка лентасының тарту күші 1-5 м ұзындықтағы рулеткаға (10±1)Н, ал 10 м және одан көп ұзындықтағы рулеткаға (100±10) Н болады. Құбыр желісінің құбыр ұзындығын кем дегенде 2 рет өлшеу керек.$(L_{is})_j$ өлшеу нәтижелерін А-қосымшасында берілген формадағы проколға толтырылды.

s-ші құбырдың і-ші аумағының сыйымдылығын V_{is}^T, м^3, мына формуламен есептейміз:

$$V_{is}^T=\frac{\pi*D_{is}^2}{4*10^6}*L_{is} \qquad (3)$$

Мұндағы D_{is} – (1)- формуламен анықталатынs-ші құбырдың і-ші аумағының ішкі диаметрі;

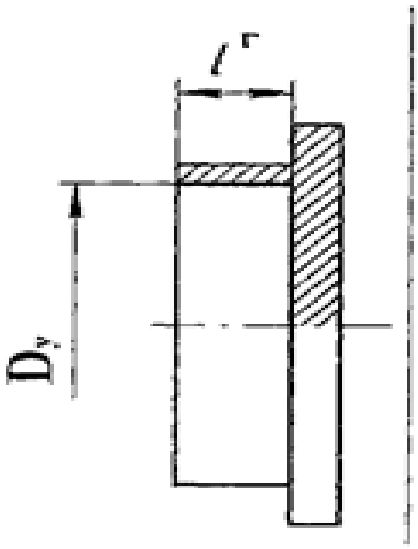
L_{is}-s-ші құбырдың і-ші аумағының ұзындығы, м. Құбырдың ұзындығын өлшеген кезде екі немесе одан да көп өлшеу нәтижесінің орта арифметикалық мәні алынады.

Алынған нәтижелер:

1-кесте. **Түзусызықты құбырдың параметрлері**

Аумақ нөмірі	Градуирленген нүктеарқылы аумақ шекаралары	Шеңбер ұзындығы P_{is}, мм, өлшеу нөмірі бойынша(1 мм)				Қабырға қалыңдығы δ_{is}, мм, өлшеу нөмірі бойынша (0,2)				Ұзындығы L_{is}, м, өлшеу нөмірі бойынша (0,2 мм)	
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0 - 1 - 2 - 3	1665,4	1665,7	1665,3	1665,6	8,1	8,2	8,1	8,1	8700,150	8700,155
2	2 - 4 - 5 - 6	1665,6	1665,3	1665,4	1665,6	8,1	8,1	8,2	8,2	7500,200	7500,220
3	5 - 7	1665,3	1665,5	1665,4	1665,6	9,1	9,0	9,2	9,1	4200,510	4200,520
4	7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 12	1665,4	1665,3	1665,3	1665,4	8,2	8,2	8,2	8,1	11000,200	11000,210
5	11 - 13	1665,6	1665,4	1665,5	1665,5	9,0	9,1	9,2	9,1	12000,050	12000,100
Резервті жіп	6 - 9	1665,6	1665,4	1665,4	1665,4	9,0	9,1	9,1	9,0	4300,020	43000,070

П-бейнелі компенсаторды қоспағанда, арматураның ұзындығы ретінде, төсеменің қалыңдығын қоса алғандағы шеткі ернемек жазық арақашықтығы алынды. Арматураның ішкі диаметрі ретінде, құбыр желісіндегі арматураны жалғастыратын, құбырдың шартты өткелі алынды. k-шы арматураның, вентильдің $l^{в}$, бітеуіштің $l^{г}$(2-сурет), төсеменің қалыңдығын қоса алғандағы ернемектің арақашықтығын өлшеуіш сызғышпен немесе өлшеуіш рулеткамен өлшенді. Өлшеуіш рулетканың немесе өлшеуш линейка қателігі ±1мм-ді құрайды.$l^{в}$, $l^{г}$ өлшеу нәтижелерін А-қосымшасында берілген формадағы проколға толтырылды.



2-сурет. Бітеуіш сызбасы.$D_{у}$ – шартты өткел; $l^{г}$ – бітеуіш тереңдігі.

Құбыр желісінің *i*-ші аумағының k-шы ысырмасының (вентильдің) сыйымдылығы $V_{ik}^{в}$, м^3, мына формуламен анықталады

$$V_{ik}^{в} = \frac{\pi * D_{yi}^2}{4*10^9} * l_k^{в} \ , \qquad (4)$$

мұндағы, D_{yi}- құбыр желісінің *i*-ші аумағындағы құбырдың шартты өткелі,мм;

$l_k^{в}$- k-шы ысырманың құрылыс ұзындығы,мм.

Құбыр желісінің *i*-ші аумағының k-шы бітеуішінің сыйымдылығы $V_{ik}^{г}$, м^3, мына формуламен анықталады

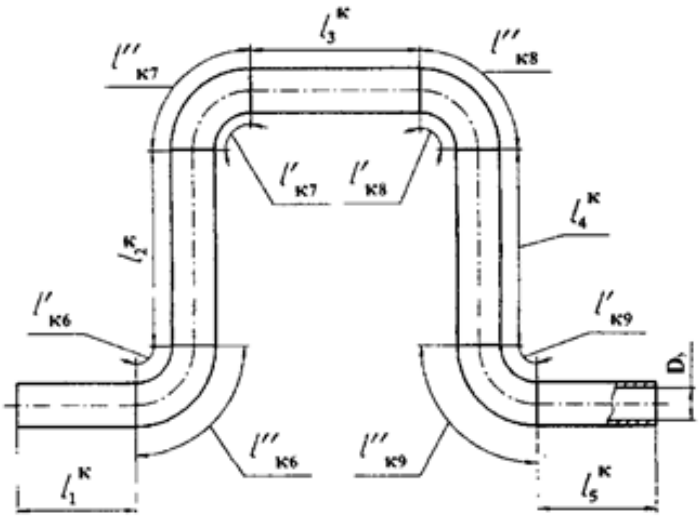
$$V_{ik}^{г} = \frac{\pi * D_{yi}^2}{4*10^9} * l_k^{г} * K_{г} \ , \qquad (5)$$

мұндағы, $l_k^{г}$-k-шы бітеуіштің цилиндрлік бөлігінің тереңдігі (3-сурет), мм;

$K_{г}$- түзеткіш коэффициент, оның мәні тегіс бітеуіштерде 1-ге тең, ал эллипстік және таңбаланған бітеуіш үшін мына формуламен анықталады

$$K_{г} = 1 + 0{,}13\frac{D_{yi}}{l_к^{г}}.$$

3-суретке сәйкес П-бейнелі компенсатор параметрлері: түзусызықты бөлігінің ұзындығын $l_{1,5}^{k}$, ұшу ұзындығын $l_{2,4}^{k}$, иық ұзындығын l_3^{k}, бұрмалар ұзындықтарын l'_{k6},l''_{k6},…..,l'_{k9},l''_{k9} өлшеуіш рулеткамен өлшейді.. Өлшеуіш рулетканың қателігі ±1мм-ді құрайды.$l_{1,5}^{k}$,$l_{2,4}^{k}$,l_3^{k},l'_{k6},l''_{k6},…..,l'_{k9},l''_{k9} өлшеу нәтижелерін А-қосымшасында берілген формадағы проколға толтырады.



3-сурет. П-бейнелі компенсатор сызбасы.

l_1^k,l_5^k-түзусызықты бөлік ұзындығы, l_2^k,l_4^k- ұшу ұзындығы, l_3^k-иық ұзындығы, l'_{k6},l''_{k6},l'_{k7},l''_{k7},l'_{k8},l''_{k8},l'_{k9},l''_{k9}-бұрмалар ұзындықтары, D_y-шартт өткел

Құбыр желісінің *i*-ші аумағының k-шы П-бейнелі компенсатор сыйымдылығы $V_{ik}^{к}$, м^3, мына формуламен анықталады

$$V_{ik}^{k} = \frac{\pi * D_{yi}^2}{4*10^9} * \left[\left(l_{пр} \right)_к + (l_{от})_к \right], \quad (6)$$

Мұндағы, $\left(l_{пр} \right)_к$- k-шы компенсатордың түзусызықты бөліктерінің ұзындықтарының қосындысы, мм;

$(l_{от})_к$- k-шв компенсатордың бұрмаларының ұзындықтарының қосындысы, мм.

$\left(l_{пр} \right)_к$, $(l_{от})_к$- 3-суретке сәйкес $\left(l_{пр} \right)_к$, $(l_{от})_к$- ұзындықтарының қосындысы мына формуламен анықтайды

$$\left(l_{пр} \right)_к = \left(l_1^k + l_2^k + l_3^k + l_4^k + l_5^k \right)_к;$$

$$(l_{от})_к = \frac{1}{2}(l'_{k6} + l''_{k6} + l'_{k7} + l''_{k7} + l'_{k8} + l''_{k8} + l'_{k9} + l''_{k9})_к$$

k-шы ирек $l_k^д$, k-шы линзалы $l_k^л$, k-шы сильфонды $l_k^с$ компенсаторладың құрылыс ұзындықтарын өлшеуіш сызғыш немесе өлшеуіш рулетка көмегімен өлшенді.$l_k^д$, $l_k^л$, $l_k^с$ - өлшеу нәтижелерін А-қосымшасында берілген формадағы проколға толтырылды.

Құбыр желісінің *i*-ші аумағының k-шы ирек компенсаторының сыйымдылығы $V_{ik}^д$, мына формуламен анықталады

$$V_{ik}^д = \frac{\pi * D_{yi}^2}{4*10^9} * l_k^д * K_д, \quad (7)$$

мұндағы, $l_k^д$-k-шы компенсатордың құрылыс ұзындығы,мм;

$K_д$-түзеткіш коэффициент, оның мәнін Б-қосымшадағы Б.1-кестеден алынды.

Құбыр желісінің *i*-ші аумағының k-шы линзалы компенсаторының сыйымдылығы $V_{ik}^л$, мына формуламен анықталады

$$V_{ik}^{л} = \frac{\pi * D_{yi}^2}{4*10^9} * l_k^{л} * K_{л}, \quad (8)$$

мұндағы, $l_k^{л}$-k-шы компенсатордың құрылыс ұзындығы,мм;

$K_{л}$-түзеткіш коэффициент, оның мәнін Б-қосымшадағы Б.2-кестеден алынды.

Құбыр желісінің *i*-ші аумағының k-шы сильфонды компенсаторының сыйымдылығы V_{ik}^{c}, мына формуламен анықталады

$$V_{ik}^{c} = \frac{\pi * D_{yi}^2}{4*10^9} * l_k^{c} * K_{c}, \quad (9)$$

мұндағы, l_k^{c}-k-шы компенсатордың құрылыс ұзындығы,мм;

K_{c}-түзеткіш коэффициент, оның мәнін Б-қосымшадағы Б.2-кестеден алынды.

Алынған нәтижелер:

2-кесте. **Арматура параметрлері**

Аумақ нөмірі	Градуирленген нүкте бойынша аумақ шекаралары	Шартты өткел D_y	Құрылыс ұзындығы				П-бейнелі компенсатордың сызықты өлшемі											
			ысырма (вентиль)				Түзусызықты бөлігі					Бұрма бөлігі						
			$l_1^{в}$	$l_2^{в}$	$l_3^{в}$	…	$l_1^{к}$	$l_2^{к}$	$l_3^{к}$	$l_4^{к}$	$l_5^{к}$	$l'_{к6}$	$l''_{к6}$	$l'_{к7}$	$l''_{к7}$	$l'_{к8}$	$l''_{к8}$	$l'_{к9}$	$l''_{к9}$
1	0 - 1 - 2 - 3	500	720	722	721		800	1000	2000	1000	800	369	1201	369	1201	369	1201	369	1201
		400	650																
2	2 - 4 - 5 - 6	500	722	723	724														
3	5 - 7	500	725																
4	7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 12	500	724	722	720	726	800	1000	2000	1000	800	369	1200	369	1200	369	1201	369	1201
		400	652																
5	11 - 13																		
		500	724				800	1000	2000	1000	800	369	1200	369	1201	369	1201	369	1201
Резервті жіп	6 - 9																		

Құбыр аумақтарының сыйымдылығы (3.3) формуламен есептелді:

- бірінші аумақ

$$V_{1.1}^{T} = \frac{\pi * 513{,}4^2}{4*10^6} * 8700{,}153 = 1801{,}061\,м^3;$$

- екінші аумақ

$$V_{2.1}^{T} = \frac{\pi * 513{,}4^2}{4*10^6} * 7500{,}210 = 1552{,}655\,м^3;$$

- үшінші аумақ

$$V_{3.1}^{T} = \frac{\pi * 511{,}4^2}{4*10^6} * 4200{,}515 = 862{,}807\,м^3;$$

- төртінші аумақ

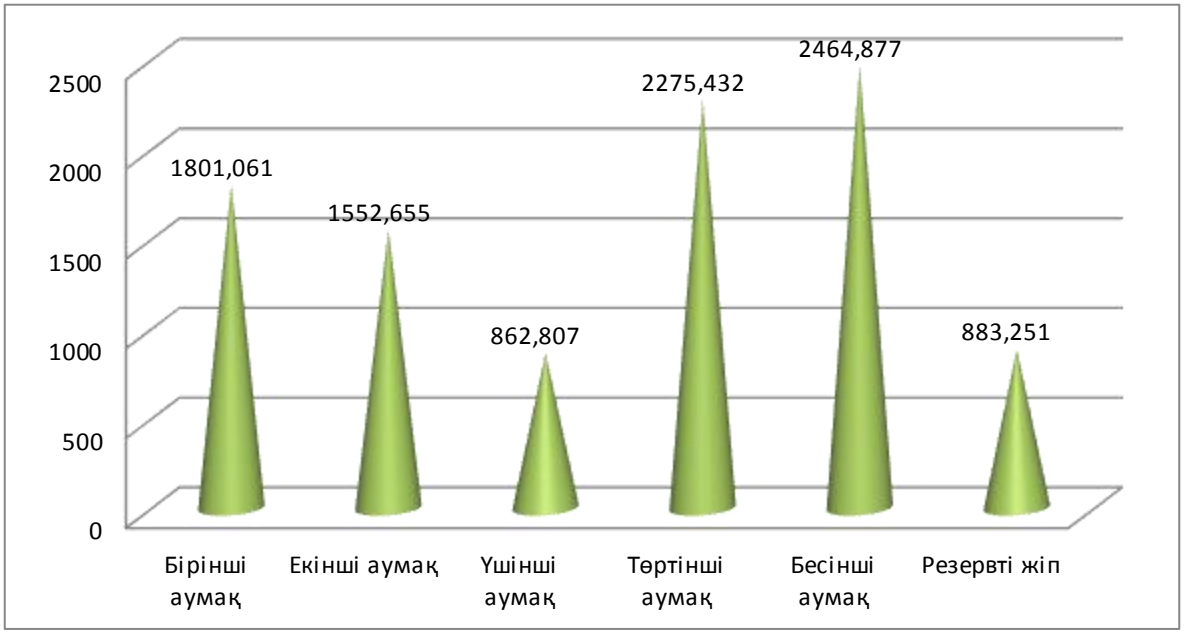
$$V_{4.1}^{T} = \frac{\pi * 513{,}2^2}{4*10^6} * 11000{,}207 = 2275{,}432\,м^3;$$

- бесінші аумақ

$$V_{5.1}^{T} = \frac{\pi * 511,4^2}{4 * 10^6} * 12000{,}075 = 2464{,}877\ м^3;$$

- резервті жіп

$$V_{р}^{T} = \frac{\pi * 511,4^2}{4 * 10^6} * 4300{,}045 = 883{,}251\ м^3.$$



4-сурет. Құбыр аумақтарының сыйымдылықтары мәндері

Магистральдық мұнай өнімдері құбырларының стандарттарымен жұмыс жасалды.ҚР СТ 2.268-2012 стандартты басшылыққа ала отырып геометриялық әдіспен магистральды мұнай өнімдері құбырының сыйымдылығы өлшенді.Құбыр аумақтарының ішкі диаметрлері есептелді, алты аумақ үшінқұбыр аумақтарының сыйымдылығын есептелді,п-бейнелі компенсатор сыйымдылығы-анықталды, алты аумақ сыйымдылықтары есептелді, есептелген әрбір мәндер үшін диаграммалар тұрғызылды. Геометриялық әдіспен магистральдық мұнай өнімдері құбырларының сыйымдылығын өлшеуді орындау әдістемесі талданды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Бородавкин П.П., Березин В.Л. Сооружение магистральных трубопроводов.М.:Недра, 1977. .– 407 с

[2] ҚР 3.05-09-2002. ҚР құрылыс нормалары және ережелері. Технологиялық жабдықтар және технологиялық құбырлар.

[3] МИ 2801–2003. Государственная система обеспечения единства измерений. Вместимость магистральных нефтепродуктопроводов.

[4] РД 153-39.4-113-01. Нормы технологического проектирования магистральных нефтепроводов.

[5] СТ РК 2.268-2012. Вместимость магистральных нефтепродуктопроводов методика выполнения измерений геометрическим методом.

Кали К. Б., Салихова Б. А., Куйкабаева А. А., Зульбухарова Э.М., Нурмуханова А.З.

Определение емкости прямолинейных труб и арматур геометрическим методом.

Резюме. Геометрическим методом определяется емкости прямолинейных труб и арматуры, выполняется работа со стандартами магистральных нефтепродуктовых труб. Главная цель- беря в основу стандарт РК СТ-2.268-2012 измерение емкости магистральных нефтепродуктовых труб геометрическим методом.

Ключевые слова: Трубопровод, геометрический метод,вместимость, диаметр, конденсатор.

Kal K.B. y, Salikhova B.A., Kuykabaeva A.A., Zulbuharova E.M., Nurmukhanova A.Z.

Determining the capacity of straight pipes and fittings geometrical method.

Summary. The geometrical method is determined by the capacity of straight pipes and fittings, the work is performed to the standards of the main oil product pipe. The main goal is taking as a basis the standard ST RK-2.268-2012 capacitance measurement of trunk oil product pipe geometrical method.

Key words: pipeline, geometric method, capacity, diametr, compensator.

УДК 681.7:65x282

Қ. Б. Қали, Б. А. Салихова, А. С. Әбсадық, А. А. Куйкабаева,
Э. М. Зульбухарова, А. З. Нурмуханова
(Әл – Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы)

ДИОПТРИМЕТРЛЕРДІ СЕНІМДЕУ ЖӘНЕ БАПТАУ ҮШІН ҚОЛДАНЫЛАТЫН ТЕКСЕРУШІ ЛИНЗАЛАР

Түйіндеме.Оптикалық диоприметр рефракцияның артқа сыну бұрышын өлшеу үшін негізделген. Біздің көзқарасымыз бойынша офтальмологтармен,оптикалық техникамен қолданылатын құрылғы туралы айтатын болсақ,негізгі түсініктер мен арнайы терминдерді түсіну линзалардың рефракциясы процесін өлшеумен тығыз байланысты. Қазургі кезде осы термин оптикалық жүйелерді есептеуіштерде, инженерлерде, көзілдірік линзаларын әзірлеуші технологтар мен офтальмологтарда әр түрлі түсініктер қалыптасқан. Тексеруші линзалардың көмегімен диоприметрдегі рефракцияның сыну бұрышын анықтау негізделген. Бұл тексеруші линзалар сыну бұрышының дәл мәндерін табу үшін мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: Диоптриметр, сыну бұрыш, офтальмалогия, рефракция, тексеруші линза, өлшеу, сенімдеу.

Диоптрметрлерді сенімдеу және баптау үшін қолданылатын тексеруші линзалар ГОСТ Р ИСО 9342-1:2005 «Диоптрметрлерді сенімдеу және баптау үшін қолданылатын тексеруші линзалар» стандартына сәйкес жасалады. Олардың мынандай түрлері бар:

1. сфералық тексеруші линзалар - диоптрметрлерді сенімдеу және баптау үшін қолданылатын және артқы шыңдық рефракциясы диоптрийде болады (дптр);
2. призматикалық тексеруші линзалар - диоптрметрлерді сенімдеу және баптау үшін қолданылатын және призмалық ауытқуды өлшейді, артқы шыңдық рефракциясы жарық сәулесі бір метр қашықтыққа ауытқу түрінде сантиметрде болады (см/м);
3. цилиндрлік тексеруші линзалар - цилиндрлік формадағы линза (1 сурет), остің маркері мен индикатор осін сенімдеу және баптау үшін қолданылады.

Осы тексеруші линзаларға келесідей жалпы талаптар қойылады:

- тексеруші линзалар мөлдір кроннан жасалуы тиіс және олардың сыну көрсеткіштері n=1.523±0.002 немесе n=1.525±0.002, жарық диаметрінің центрінен шеңбер радиусы 4 мм қашықтықта болуы керек;
- линза калибрленген эталонды толқын ұзындығы көрсетілуі тиіс;
- линзаларда қоғаушы ұстағыштары болуы тиіс.

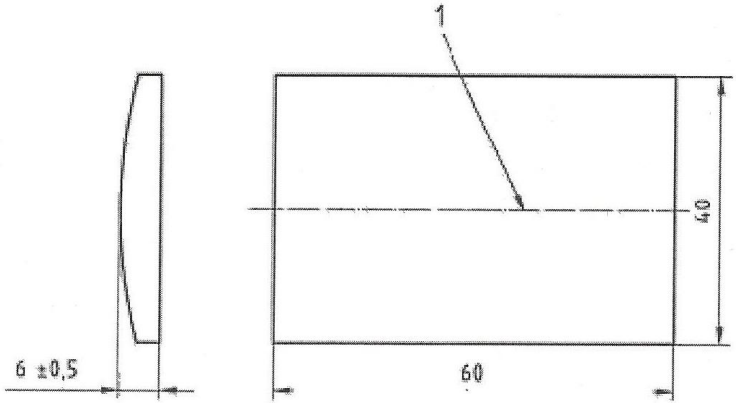
Ал енді осы үш линзалардың ішінде сфералық тексеруші линзаларды таңдап алайық. Бұларды жасау кезінде мынандай талаптар қойылады:

- артқы шыңдық рефракциясының мына мәндер болуы керек: -25D, -20D, -15D, -10D, -5D, +5D, +10D, +15D, +20D, +25D;
- жарық диаметрі 15мм-ден кем болмауы керек;
- артқы жазықтың қисықтығы мен центрдегі қалыңдығы мүмкіндігінше көзілдірік линзалардікіне сәйкес келуі тиіс, сфералық аберрацияның әсер етуін азайту үшін. 1-кестеде стандартты линзалар үшін диапазондар келтірілген.

Кесте 1. **Стандартты линзалар үшін диапазондар**

Артқы шыңдық рефракция (АШР) номиналь мәндері, $м^{-1}$ (D)	Артқы беттің номиналь оптикалық күші (АБОК), $м^{-1}$ (D)	АБОК диапаоны, $м^{-1}$(D)	Центр бойынша қалыңдық диапаоны, мм
-25	-25	±1	2-6
-20	-20		2-6
-15	-15		2-6
-10	-12		2-8
-5	-9		2-8
+5	-5		3-7

+10	-3		3-7
+15	-1		5-7
+20	0		7-9
+25	0		9-11



1-сурет. Цилиндрлік линза

Сфералық тексеруші линзалардың дәлдігіне келесі 2 кестедегі талаптар қойылады.

Кесте 2. **Сфералық тексеруші линзалардың дәлдігі**

Артқы шыңдық рефракция номиналь мәндері, $м^{-1}$ (D)	Жіберілетін қателік (максимум қателік), $м^{-1}$ (D, дптр)
-25	0,03
-20	0,02
-15	0,02
-10	0,01
-5	0,01
+5	0,01
+10	0,02
+15	0,02
+20	0,03
+25	0,03

Линза қалыңдығының есебі және қисықтықтың алдыңғы бетінінің радиусын таңдау

Қисықтықтың артқы бетінің радиусының берілген мәнін, 1 кестеде көрсетілген ортадағы қалыңдығы мен жоғарғы рефракцияның керекті мәнін қолдана отырып, қисықтықтың алдынғы бетінің радиусын арнайы формуламен есептейді. Қисықтықтың радиус мәнін байқалатын шынымен салыстырады, олардан қисықтықтың алдынғы бетінің радиусы ретінде керекті мәнге радиусы бойынша ең жақынын алады. Сосын центрі бойынша қалыңдықты есептеу үшін формулада қисықтықтың алдыңғы және артқы беттері радиуысының берілген мәндерін және сынудың белгілі көрсеткішін қояды.

Артқы жоғарғы рефракцияның F_{bv} формуласы айнымалы төрт функция болып табылады: қисықтықтың алдынғы бетінің радиусы, қисықтықтың артқы бетінің радиусы, линза материалының сыну көрсеткіші, линзаның центрі бойынша қалыңдығы.

$$F_{bv} = (n-1)\left[\frac{1}{r_f - t\left(\frac{n-1}{n}\right)} - \left(\frac{1}{r_b}\right)\right], \quad (1)$$

мұнда, n – негізгі толқын ұзындығында динзаның материалының сыну көрсеткіші; r_f – алдыңғы беттің қисықтық радиусы; t – линзаның центр бойынша қалыңдығы; r_b – артқы беттің қисықтық радиусы. Олар мыналарға тең:

$$r_f = \frac{n-1}{F_{bv}+(\frac{n-1}{r_b})} + t\left(\frac{n-1}{n}\right), \quad (2)$$

$$t = n\left[\left(\frac{r_f}{n-1}\right) - \frac{1}{F_{bv}+(\frac{n-1}{r_b})}\right], \quad (3)$$

Линзаның артқы бетінің оптикалық күші мен қателікте анықтау келесідей жүреді. Тексеруші линзаның, әдетте, сыну көрсеткіші n=±0,00005 тең. Қателікті анықтауда мына формулалар қолданылады:

$P_{\acute{f}} = \frac{(n-1)}{r_f - t\left(\frac{n-1}{n}\right)}$ - линза алдыңғы беттің оптикалық күші;

$p_b = \frac{-(n-1)}{r_b}$ - линза артқы беттің оптикалық күші;

$F_{bv} = P_{\acute{f}} + P_b$ - артқы шыңдық рефракция.

Өлшеулер кезінде пайда болатын қателік мына формулалар мен табылады:

$dF_{bvr_f} = \frac{-P_{\acute{f}}}{n-1} dr_f - r_f$ мұнда, $dr_f - r_f$ мәнінің қателігі.

$dF_{bvr_b} = \frac{-P_b^2}{n-1} dr_b - r_b$ мұнда, $dr_b - r_b$ мәнінің қателігі.

$dF_{bvn} = \left[\frac{F_{bv}}{n-1} + \frac{tP_f^2}{n^2(n-1)}\right] dn\text{-}n$ мұнда, dn – nмәнінің қателігі.

$dF_{bvt} = \frac{P_{\acute{f}}^2}{n} dt$ мұнда, dt– tмәнінің қателігі.

$dF_{bv} = \sqrt{dF_{bvr_f}^2 + dF_{bvr_b}^2 + dF_{bvn}^2}$ - барлық қателіктерді ескере отырып тексеруші линзаның жалпы қателігі.

1) Қателікті есептейік. Өлшеулер кезінде мына мәндер алынды: тексеруші линзаның артқы шыңдық рефракциясының номинальды мәні – 15дптр; линза материалының сыну көрсеткіші n=±1,52249; центр бойынша қалыңдығы t=5.40мм; артқы және алғы беттің қисықтық радиусы r_f = 34.47мм, r_b = 510.53мм.

$P_{\acute{f}} = \frac{1,52249-1}{0,03447-0,0054\frac{(1,52249-1)}{1,52249}}$ = 16,02 дптр;

$P_b = \frac{-(1,52249-1)}{0,51053}$ = -1,02 дптр

Сонда артқы шыңдық рефракциясы – F_{bv}=16,02-1,02=15,00дптр

Жекелей өлшеулер қателіктері: dr_f=1*10^{-5} м; dr_b =1-10^{-5}м; dn=3*10^{-5} м; dt=3*10^{-6}м.

Орнына қойсақ – $dF_{bvr_f} = \frac{-16,02^2}{1,52249-1} 10^{-5}$ =4,9× 10^{-3} дптр;

dF_{bvr_b}=$\frac{1{,}02^2}{1{,}52249-1}10^{-5}$ =2,0× 10^{-5} дптр;

dF_{bvr}=($\frac{15{,}00}{1{,}52249-1}$ +$\left(\frac{0.0054\times16.02^2}{1.52249^{2(1.52249-1)}}\right)$3,0× 10^{-5} =9,0× 10^{-4} дптр

dF_{bvr_b} = $\frac{1{,}02^2}{1{,}52249-1}10^{-5}$ =2,0× 10^{-5} дптр;

dF_{bvr_b} = $\frac{16{,}02^2}{1{,}52249}3\times10^{-6}$ =5,1× 10^{-4} дптр;

dF_{bv}=(4,9× 10^{-3})^2 + (2,0× 10^{-5})^2 + (3=9,0× 10^{-4})^2 +(5,1× 10^{-4})^2=0,005 дптр

Сонымен, тексеруші линзаның оптикалық күші 15,00±0,005 дптр тең. Бұл мән барлық талаптарға сай келеді.

2) Өлшеулер кезінде мына мәндер алынды: тексеруші линзаның артқы шыңдық рефракциясының номинальды мәні – 15дптр; линза материалының сыну көрсеткіші n=±1,52248; центр бойынша қалыңдығы t=5.50мм; артқы және алғы беттің қисықтық радиусы r_f = 34.48мм, r_b = 510.54мм.

$P_f^{'}$ = (1.52248-1)/(0.03448-0.00550*0.343)=0.52248/0.03259 =16.03дптр.

P_b = -(1. 52248-1)/0.51054 = -1.02дптр.

Сонда артқы шыңдық рефракциясы – F_{bv} = 16.03-1.02=15.0103дптр.

Жекелей өлшеулер қателіктері: dr_f =1*10^{-5}м; dr_b =1*10^{-5}м; dn=3*10^{-5}м; dt=3*10^{-6}м.

F_{bvrf} = 1*10^{-5}*(16.03)^2/(1.52248-1) = 4.92*10^{-3} дптр.

F_{bvrb} = 1*10^{-5}*(-1.0)^2/(1.52248-1) = 2.01*10^{-5} дптр.

F_{bvn} = (15.00/(1.52248-1)+ 0.0055*(16.03)^2/1.52248^2*(1.52248-1))*3*10^{-5}= 8.96*10^{-4} дптр.

F_{bvt} = 3*10^{-6}*(16.03)^2/1.52248 = 5.06*10^{-4} дптр.

dF_{bv} = 0.006 дптр.

Сонымен, тексеруші линзаның оптикалық күші 15,00±0,006 дптр тең. Бұл мән барлық талаптарға сай келеді.

3) Өлшеулер кезінде мына мәндер алынды: тексеруші линзаның артқы шыңдық рефракциясының номинальды мәні – 15дптр; линза материалының сыну көрсеткіші n=±1,52249; центр бойынша қалыңдығы t=5.40мм; артқы және алғы беттің қисықтық радиусы r_f = 34.47мм, r_b = 510.53мм.

$P_f^{'}$ = (1.52249-1)/(0.03448-0.00550*0.343)=0.52248/0.03259 =16.02дптр.

P_b = -(1. 52249-1)/0.51054 = -1.02дптр.

Сонда артқы шыңдық рефракциясы – F_{bv} = 16.03-1.02=15.0103дптр.

Жекелей өлшеулер қателіктері: dr_f =1*10^{-5}м; dr_b =1*10^{-5}м; dn=3*10^{-5}м; dt=3*10^{-6}м.

F_{bvrf} = 1*10^{-5}*(16.03)^2/(1.52249-1) = 4.9*10^{-3} дптр.

F_{bvrb} = 1*10^{-5}*(-1.0)^2/(1.52249-1) = 2*10^{-5} дптр.

F_{bvn} = (15.00/(1.52249-1)+ 0.0055*(16.02)^2/1.52248^2*(1.52249-1))*3*10^{-5}= 9*10^{-4} дптр.

F_{bvt} = 3*10^{-6}*(16.02)^2/1.52249 = 5.1*10^{-4} дптр.

dF_{bv} = 0.005 дптр.

Сонымен, тексеруші линзаның оптикалық күші 15,00±0,005 дптр тең. Бұл мән барлық талаптарға сай келеді.

Диоптриметрдің метрологиялық сипаттамалары

Окулярлы диоптриметрдің ДО-2 жұмыстық прибор болып табылады және келесі метрологиялықсипаттамалары бар.

- шыңдық рефракцияны өлшеу диапазоны -25-тен +25 дптр дейін.
- шыңдық рефракцияны өлшеу қателігі ±0,15 прдптр.
- шыңдық рефракция шкаласының бөлік құны 0,125 дптр.
- призматикалық қимылды өлшеу диапазоны 0-ден 6 пр. дптр. дейін.
- призматикалық қимылды өлшеу қателігі ±0,25 прдптр.
- призматикалық қимыл шкаласының бөлік құны 0,25 пр. дптр.

- градустық шкаланың диапазоны 0° -ден 180° дейін.
- градустық шкаланың бөлік құны 1°.
- көзілдірік линзасының оптикалық центрінен оның шетіне дейін немесе көзілдірік оправасының шетіне дейін ара қашықты өлшеу диапазоны 17-37,5 мм дейін.

Линзаны өлшеу және өлшеулердің белгісіздігі

Стигматикалық көзілдірік линзаларының артқы шыңдық рефракциясын өлшеулер барысында арнайы келтірілген шамалар алынды. Көзілдіріктің екі линзасы таңдап алынып, Диоптриметр ДО-2 өлшеу құралында өлшеу жүргізілді. Өлеулер шарттары:

- бөлме температурасы – 24°С;
- ауа ылғалдылығы – 68%;
- қысым – 92 кПа;
- қорек көзі – 220В.

Өлшеулер дәлдәгі жоғары болуы үшін, 3 кестеде көрсетілгендей, үш өлшеу жүргізілді.

Кесте 3. **Стигматикалық көзілдірік линзаларының артқы шыңдық рефракциясын өлшеу протоколы**

№ Линза	Өлшеулер, дптр			Орташа, дптр
	1	2	3	
1	+2,5	+2,6	+2,4	+2,5
2	+2,4	+2,5	+2,5	+2,47

Ең бірінші өлшеулердің орта мәнін тауып алайық: 1 линза: +2,5; 2 линза: +2,47.

Екінші А типтегі стандартты белгісіздікті табайық, ол мына формуламен табылады: $u_A(x_i) = u_A(\overline{x}_i) = \sqrt{\frac{1}{n_i(n_i-1)}\sum_{q=1}^{n_i}(x_{iq}-\overline{x_i})^2}$.

1. $(x_{iq}-\overline{x_i})^2 = (+2.5\text{-}2.5)^2 = 0$
2. $(x_{iq}-\overline{x_i})^2 = (+2.6\text{-}2.5)^2 = (0.1)^2 = 0.01$
3. $(x_{iq}-\overline{x_i})^2 = (+2.6\text{-}2.5)^2 = (0.1)^2 = 0.01$
4. $(x_{iq}-\overline{x_i})^2 = (+2.4\text{-}2.47)^2 = (-0.07)^2 = 0.0049$
5. $(x_{iq}-\overline{x_i})^2 = (+2.5\text{-}2.47)^2 = (0.03)^2 = 0.009$
6. $(x_{iq}-\overline{x_i})^2 = (+2.5\text{-}2.47)^2 = (0.03)^2 = 0.009$

Үшінші кезекте алған мәндерді мына формулаға қоямыз: $u_A(x_i) = u_A(\overline{x}_i) = \sqrt{\frac{1}{n_i(n_i-1)}\sum_{q=1}^{n_i}(x_{iq}-\overline{x_i})^2}$. Сонда, орнына қойып мына мәнді аламыз: $u_A(x_i) = u_A(\overline{x}_i)$ =0,0000075.

Енді суммалық стандартты белгісіздікті табу керек. Бұл кезде Диоптриметрдің ДО-2 паспортында көрсетілген қателігін стандартты белгісіздікке айналдыру керек. Оның паспортында көрсетілген қателігі мынау:

- шыңдық рефракцияны өлшеу диапазоны -25-тен +25 дптр дейін.
- шыңдық рефракцияны өлшеу қателігі ±0,15 прдптр.

- шындық рефракция шкаласының бөлік құны 0,125 дптр.

Егер прибордың немесе эталонның қателігі белгілі болса, онда оны В типті белгісіздік арқылы стандартты белгісіздікке айналдырамыз. Ол мына формуламен табылады: $u_B(x_i) = \frac{b_i}{\sqrt{3}}$. Орнына қойсақ мынаны аламыз: $u_B(x_i) = \frac{b_i}{\sqrt{3}} = \frac{0.15}{\sqrt{3}}$ = 0,088 дптр.

Енді суммалық стандартты белгісіздікті табу керек. Ол үшін мына формуламен табылады: $\hat{u}_c(y) = \sqrt{\hat{u}_A^2(y) + \hat{u}_B^2(y)}$. Орнына қойып табамыз:

$\hat{u}_c(y) = \sqrt{\hat{u}_A^2(y) + \hat{u}_B^2(y)} = \sqrt{(0{,}0000075)^2 + (0{,}088)^2}$ = 0,0877дптр.

Ал кеңейтілген белгісіздік мынаған тең болады, k бізде 2-ге тең:

U(y) =k u(y) = 2*0,0877 = 0,175дптр.

Сонымен, өлшеу белгісіздігі 0, 175дптр тең болады

Диоптриметрді сенімдеу

Өлшеу және бақылау құралдарын сенімдеу. Бақылау өлшеу құралдарын сенімдеу – өлшеу құралының белгіленген техникалық және метрологиялық талаптарды растау мақсатында мемлекеттік метрологиялық қызмет немесе басқа аккредиттелген заңды тұлғалар орындайтын операциялар жиынтығы.

Сенімдеу түрлері:

Алғашқы сенімдеу – өлшеу құралын өндірістегі шығаруға немесе жөндеуден кейін өлшеу құралдарын алып келгенде, сату кезінде жүргізілген сенімдеу.

Мерзімді (периодическая) сенімдеу – қолданып жүрген немесе сақтауда тұрғанда бекітілген уақыт интервалында жүргізілетін сенімдеу.

Кезектен тыс сенімдеу – кезекті мерзімді сенімді өлшеу мезгіліне дейін жүргізілетін өлшеу құралын сенімдеу

Инспекциялық сенімдеу – өлшеу құралынын күйіне, қолданылуына мемлекеттік қадағалау. Мемлекеттік метрологиялық қызмет орталығы жүргізетін салалық тексеру.

Сараттық сенімлеу – соттың прокуратураның мемлекеттік атқарушы мемлекеттік органның жазбаша талаптары бойынша, өлшем құралдарының метрологиялық сипаттарының қолданымға жарамдылығы және дұрыстығының келіспеушілік сұрақтары туындаған жағдайда жеке және заңды тұлғалар жазбаша арызы бойынша өлшеу құралын салалық сенімдеу.

Диоптрметр ДО-2 «Диоптриметры оптические ДО-3. Методика поверки, Приложение к Руководству по эксплуатации» сенімдеу әдісі бойынша сенімделеді.

Сенімдеу интервалы: 1 жыл.

Сенімдеуші эталон: алғашқы сенімдеу кезінде диоптриметрлерді сенімдеуге арналған эталондық ВЭТ-13 8-1-2006 құрамнан КПП-1 құрамдық құрылғылар қолданылады.

Сенімдеуші эталон: эксплуатация және ремонттан шыққан кезінде сенімдеуде диоптриметрлерді сенімдеуге арналған КПП-2Р құрамдық құрылғылар қолданылады (ӨҚ Госреестріндегі нөмірі № 33688-07)

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Урмахер Л. С., Айзенштат Л. И. Офтальмологические приборы. М.: Медицина, 1988.-288с.

[2] ГОСТ Р 50606-93. Оптика и оптические приборы. Диоптриметры.

[3] ISO 8598:2000.Optics and optical instruments - . Focimeters.

[4] Ильин Р.С., Федотов Л.А., Федин Г.И. Лабораторные оптические приборы.-М: Машиностроение, 1966.

[5] ISO 10939:2007. Opthalmic instrumtnts – Slit-lamp microscopes.

[6] Жук Г. В. Обоснование оптимальных параметров очковых оправ // Мед.техника. – 1971. – № 2. – С. 25—31.

[7] Левин Г.Г. Приборы для исследования состояния зрительного анализатора / Левин Г.Г, Белякова Т.Ф. // Мир измерений. – 2005. – № 6. – С. 17-20.

[8] ISO 12867:2010. Инструменты офтальмологические. Оправадляподбораочков.

[9] Атласов Э. А., Шелымагина А. Н.Состояние и тенденции развития очковой оптики - М. :Информприбор, 1987. - 51 с. Шифр РНБ: П16/1586

[10] Сборник нормативной документации по очковой оптике / М-во здравоохранения СССР, Упр. "Спецмедснаб". - М. :Б. и., 1986. - 304 с. ШифрРНБ: 87-50К/5546

Кали К. Б., Салихова Б.А., Абсадык А.С., Куйкабаева А.А., Зульбухарова Э.М., Нурмуханова А.З.

Контрольные линзы для настройки и поверки диоптриметра

Резюме. Контрольные линзы основаны на определении угла преломления рефракций в диоптриометрий. С помощью контрольных линз определили точные значения угла преломления и стандартную неопределенность.

Ключевы слова: Диоптриметр, офтальмология, рефракция, угол преломления, управления объектов, измеренеие, проверка.

Kaly K.B., Salikhova B.A., Absadyk A.S., Kuykabaeva A.A., Zulbuharova E.M., Nurmukhanova A.Z.

Test lenses for calibration and setup lensmeters

Summary. Control lenses are based on the determination of the refractive angle of refraction in dioptriometry. With the help of the control lenses to determine the exact value of the angle of refraction, and the standard uncertainty.

Key words: Lensmeters, ophthalmology, refraction, angle of refraction, facilities management, measurement, verification.

УДК 621.315.235.035.9:574

Н.Р. Мажренова, Г.С. Жүсіпбек
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан, gul_dana_93@mail.ru)

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОКЛАДКИ И МОНТАЖА КАБЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

Аннотация. В данной статье рассматриваются пути повышения экологической безопасности технологии прокладки и монтажа кабеля. Рассмотрены свинцовые и бессвинцовые технологии припоя кабеля при прокладке и монтаже, проведены расчеты для сравнения двух технологий пайки. В ходе исследования было обнаружено, что хотя бессвинцовые припои являются экономический невыгодными, но отвечают всем экологическим требованиям. Также, в статье был рассмотрен новый метод прокладки кабеля - метод горизонтально направленного бурения. Данный метод экологичен и эффективен, требует меньшего времени и затрат, чем традиционный метод прокладки кабеля открытым траншейным способом.

Ключевые слова: экологическая безопасность, кабель, прокладка и монтаж кабеля, свинцовый припой, бессвинцовый припой, метод горизонтально направленного бурения.

По степени воздействия на живые организмы свинец отнесен к классу наиболее высокотоксичных и опасных веществ наряду с мышьяком, кадмием, ртутью, шестивалентным хромом и асбестом. Попадая в организм человека, свинец практически не выводится из тканей организма, что ведет к его накоплению и хроническим заболеваниям, сокращающим жизнь человека.

Озабоченность европейского сообщества вопросами здоровья и экологической безопасности привела к выдвижению ряда законодательных инициатив по ограничению использования свинца и его соединений в промышленных товарах и технологиях. В соотвествии с директивой Евросоюза 2002/95/EC RoHS (Restriction of Hazardous Substances) с 1 июля 2006 года было наложено ограничение использование свинцовосодержащих припоев. С 1 июля 2011 года все электронные компоненты должны производиться с соблюдением жестких экологических норм и не содержать таких химических элементов как свинец, ртуть, кадмий и других опасных для здоровья соединений.

За последнее десятилетие компаниями электронной и кабельной промышленности, одними из главных потребителей свинца, была проведена огромная работа по переходу на бессвинцовые припои. Переход, потребовавший значительных инвестиций в разработку новых композиций припоя, технологий и инструментария для бессвинцовой пайки на сегодняшний день практически завершен. Традиционный для электронщиков и кабельщиков припой ПОС-60, с содержанием свинца около 40% стремительно уходит в прошлое, а привычный для кабельщиков стран СНГ припой ПОС-30

(с содержанием свинца около 70%) по-прежнему, как и многие десятилетия назад, используется для пайки заземления в кабельных муфтах [1].

Основными причинами перехода к новому типу припоев (помимо экологической безопасности) являются более высокие эксплуатационные характеристики таких припоев. Однако существует ряд причин, по которым промышленное применение такого типа припоев до сих пор ограничено.

Сплав олова, серебра и меди (SnAgCu) является трехкомпонентным эвтектическим припоем. Он использовался задолго до появления серебросодержащего припоя. Преимущество такого типа заключается в более низкой температуре расплавления (217°C). Соотношение компонентов в таком припое является по сей день предметом постоянных дискуссий. Припой с составом 95,5%Sn+3,8%Ag+0,7Cu рекомендован для Brite-Euram project (European Research in Advanced Materials). Этот проект показал, что такой тип припоя обладает лучшей надежностью и спаиваемостью, чем серебро- и медьсодержащие бессвинцовые припои.

Режим пайки при переходе от свинцовых к бессвинцовым припоям изменился незначительно. В таких системах могут быть использованы прежние флюсы. Температура бессвинцовой пайки несколько выше (примерно на 30°C), что следует учитывать при выборе флюса. Для высокотемпературных припоев используются флюсы исключительно на основе канифоли [2].

Нижеследующая таблица показывает ценовую разницу свинцовых и бессвинцовых припоев и прилагающихся к ним флюсов (таблица 1)

Таблица 1. **Цены на оптовую продукцию свинцовых и бессвинцовых припоев с флюсом на рынке РК**

Наименование припоя и флюса	Цена оптовая (за 1500-3500 кг) с НДС, тг/кг	Общая сумма
Припой ПОС-30 ф 8,0 пруток, канифоль сосновая	3750+1725	5475
Припой олово-серебро-медь Sn95.5Ag3.8Cu0.7 прв "Massiv" (2.0мм), флюс	22500+945	23445

Так как свинец является экологически небезопасным элементом, в соответствии со статьей 101 Экологического Кодекса Республики Казахстан и пунктом 9 статьи 495 Налового Кодекса Республики Казахстан ставка платы за выбросы свинца и его соединений от стационарных источников составляют за одну тонну 3986 МРП (1 месячный расчетный показатель). [3]

Теперь рассчитаем в денежном эквиваленте сколько будет потрачено на использование свинцовых и бессвинцовых припоев для прокладки или монтаже 1 км силового кабеля.

Для прокладки или монтажа маслонаполненного силового кабеля с бумажной изоляцией согласно стандартам и ГОСТ 16441-78 «Кабели маслонаполненные на переменное напряжение 110-500 Кв» число паек не должно превышать 3 на длине 200 м, поэтому для подсоединения 1 км электрического кабеля используется максимум 15 паек, при каждой пайке для силового кабеля расходуется 8 миллимитровый прутик припоя. Вес такого одного припоя составляет примерно 160 г. Соответственно, на 1 км кабеля расходуется 24000 г или 24 кг. В этой массе содержится 16800 г или 16,8 кг свинца, в связи с тем, что припой содержит 70% металлического свинца.

Экологический штраф (Э.Ш) на эту массу свинца составляет:

$$Э.Ш=16,8*3,986=66,96 \text{ МРП.}$$

В денежном эквиваленте сумма составляет 151864 тг. Расходы для прокладки или монтажа 1 км электрического кабеля с помощью свинцового припоя составляют:

$$24*5475=131400+151864=283264 \text{ тг.}$$

Расходы для прокладки или монтажа 1 км электрического кабеля с бумажной изоляцией с помощью бессвинцового припоя составляют:

24*23465=562680 тг;

Их соотношение

562680/283264=1,986.

показывает что традиционные припои в два раза дешевле инновационных и экологически чистых технологии пайки. Так как, электромонтажные компании ориентируются на более низкие цены, поэтому спрос на бессинцовые припои остается незначительным.

Выше приведенные расчеты подтверждают, что чисто экономический подход способствует сохранению использования на практике свинцовосодержащего припоя. При наших расчетах не учитываются расходы на проведение природоохранных мероприятий, направленных на обеззараживание компонентов окружающей природной среды от загрязнения свинцом, а также ущерб, наносимый здоровью людей. Это привело к тому, что его использование разрешено новым Техническим Регламентом, принятым 26 января 2017 г. Евразийским Союзом. Однако, учитывая высокую токсичность свинца и экологическую безопасность населения, практически все зарубежные страны уже перешли на использование бессвинцовых припоев. В перспективе необходим переход на более передовые технологии, обеспечивающие не только экономическую целесообразность, но и экологическую безопасность работ, связанных с прокладкой кабеля и монтажными работами.

Сам процесс прокладки тоже влияет на окружающую среду. По данным научных исследований российских и зарубежных ученых среди методов прокладки кабеля наиболее экономичным и экологичным является метод горизонтально направленного бурения, который уже получил широкое распространение во многих странах мира. Этот метод представляет собой метод бестраншейной прокладки кабеля на различной глубине под естественными или искуственными препятствиями без нарушения режима их обычного функционирования и может применяться в городских условиях.

На сегодняшний день в Казахстане кабели прокладывают открытым способом в специально отрытые траншеи, и метод горизонтально направленного бурения еще не так известен как в других странах. На официальном сайте http://www.1stroitelny.kz услуги по прокладке труб и кабеля методом горизонтально направленного бурения могут предложить только 2 компании по Казахстану: ТОО «СантехМонтаж Плюс» и ТОО «ПроектИнжКомСтрой», остальные 133 компании предлагают услуги техники и рабочих для рытья траншей.

Метод горизонтально направленного бурения основан на бурении грунтов с помощью установленной наклонной буровой штанги по заранее установленной траектории. Бурение сопровождается нагнетанием грунта под большим давлением специального раствора «Бентонита», раствор абсолютно экологичный и не влияет на окружающую среду. А также раствор предотвращает обрушение грунта. Затем через пробуренную скважину прокладывают трубопроводы или специальные футляры пластиковых труб для кабеля и проводят через этот футляр силовой кабель. В каждом отдельном проекте прокладки кабеля выбирается оптимальная траектория, поэтому траектории прокладки могут быть разными в каждом проекте (например, дуга-прямая-дуга) с выходом из грунта в заранее определенной на проекте точке. Все вычисления по траектории и бурению производятся заранее и описываются в проектной документации. Для бурения используется современная измерительная техника, которая помогает контролировать процесс и изменять траектории при необходимости [4].

Рассмотрев прокладку кабеля методом горизонтально направленного бурения, мы пришли к выводу, что метод эффективен и требует меньшего времени и затрат, чем традиционный метод прокладки кабеля открытым способом. Преимуществами данного метода по сравнению с траншейной прокладкой кабеля являются:

1. Экологическая составляющая остается невредимой (остаются нетронутыми зеленые насаждения, сохраняется плодородный слой почвы и рельеф местности);
2. Сокращение сроков времени работы, сроков сдачи проекта;
3. Сокращение количества привлекаемой для прокладки кабеля тяжелой техники и рабочей силы;
4. Экономия финансовых средств за счет уменьшения количества рабочей силы и техники.

Рассмотрев в статье экологическую проблему связанную со свинцовыми припоями и методом прокладки, можно сделать вывод что работы связанные с прокладкой и монтажом кабеля нуждаются в передовых технологиях и методах, обеспечивающих экологическую безопасность. В перспективе, переход на предложенные бессвинцовые технологии припоя и метод горизонтально направленного бурения поможет сохранит окружающую среду не нанося ей ущерба.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] http://kvt.su/technical-support/articles/articles-muffs/nz/ (Десять причин в пользу непаянного заземления)

[2] http://www.gaw.ru/html.cgi/txt/publ/_compel/pb-free.htm (Отличие бессвинцовой технологии от стандартного процесса.)

[3] http://1gnb.ru/stati/article_post/preimushchestva-gnb-gorizontalno-napravlennogo-bureniya (Преимущества ГНБ (горизонтально направленного бурения. Дата обращения: 17.05.2014)

Мажренова Н.Р., Жүсіпбек Г.С.

Кабель өнімдерін төсеу және жөндеу кезіндегі экологиялық қауіпсіздікті арттыру жолдары

Түйіндеме. Бұл мақала кабель өнімдерін төсеу және жөндеу кезіндегі экологиялық қауіпсіздікті арттыру жолдары қарастырылған. Кабельді төсеу және жөндеу кезінде қорғасынмен және экологиялық таза қорғасынсыз дәнекерлеу технологиялары қарастырылып, осы екі дәнекерлеу технологиясы салыстырылды. Зерттеу барысында, қорғасынсыз дәнекерлеу технологиялары экономикалық жағынан тиімсіз, бірақ барлық экологиялық талаптарға сәйкес келетіні анықталды. Оған қоса, мақалада кабельді төсеудің жаңа әдісі, көлденең бағытталған бұрғылау әдісі, қарастырылды. Бұл әдіс тиімді және кабельді төсеудің дәстүрлі траншеялық әдісіне қарағанда аз уақытты және ақшаны қажет етеді.

Кілттік сөздер: экологиялық қауіпсіздік, кабель, кабель өнімдерін төсеу және жөндеу, қорғасынмен дәнекерлеуші, қорғасынсыз дәнекерлеуші, көлденең бағытталған бұрғылау әдісі.

Mazhrenova N.R., Jussipbek G.S.

Ways to improve the environmental safety of laying technologies and installation of cables

Summary. This article considered lead and lead-free solder technology cable at laying and installation, and calculations to compare the two soldering technology. The study found that lead-free solders is economically disadvantageous, but meet all environmental requirements. Also, the article was considered a new cable laying method, horizontal directional drilling. This method is efficient and requires less time and cost than traditional cabling method open trench method.

Key words: ecological safety, cable laying and installation of cables, lead solder, lead-free solder, the method of horizontal directional drilling.

УДК 539.3

Л.А. Алексеева, А.Н. Дадаева
(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан, dady1262@mail.ru)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПОРОДНОГО МАССИВА ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ ТРЕЩИНЫ

Аннотация. Исследование процессов распространения сейсмических волн в земной коре при действии разнообразных источников возмущений естественного или искусственного происхождения, относится к актуальным проблемам геофизики, сейсмологии, механики сплошных сред. Сейсмические процессы в земной коре под действием тектонических сил глубинных трещин порождают ударные волны, обусловленные сбросом напряжений, и сопровождающем подвижку берегов трещины.

Для моделирования породного массива используется модель изотропного упругого тела. В качестве источника сейсмических воздействий рассмотрена в данной среде трещина с подвижными берегами. Дана постановка модельной задачи динамики упругой среды при образовании трещины и построено решение этой задачи. Поскольку рассматриваются процессы, связанные с ударными волнами, для ее решения используется теория обобщенных функций, разработанная в трудах Владимирова В.С., Хермандера Л., Шварца Л. Этот аппарат очень удобен для построения решений уравнений и систем гиперболического типа, к которым относятся уравнения Ламе, описывающие движение упругой среды. Этот аппарат также используется для построения решений уравнений, разрывных или недифференцируемых на различных поверхностях, в том числе подвижных, к которым относятся ударные волны. Построено решение модельной задачи в случае плоской

деформации и приведены результаты численных экспериментов, описывающие движение среды при сбросе напряжений на трещине.

Ключевые слова: механика сплошных сред, моделирование трещин, ударные волны, теория обобщенных функций, напряжения на трещине.

1. Моделирование трещины в упругой среде. Рассмотрим неразвивающуюся трещину в упругой линейной среде, которую будем моделировать поверхностью Ляпунова S в R^3 с краем l.

Закон Гука и уравнения движения для упругой среды имеют вид:

$$\sigma_{ij} = C_{ij}^{kl} u_{k,l}, \tag{1}$$

$$\sigma_{ij,j} + \rho F_i = \rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}, \quad i, j = 1,...N, \tag{2}$$

$N = 3$, а при плоской деформации $N = 2$.Здесь ρ - плотность среды, σ_{ij} - тензор напряжений, $u = u_j e_j$ - вектор перемещений, C_{ij}^{kl} - тензор упругих постоянных, $F = F_j e_j$ – массовая сила, x_j - Лагранжевы декартовы координаты точки $x = x_j e_j$ упругой среды (по одноименным индексам всюду тензорные свертки).

В изотропном случае тензор упругих констант и закон Гука имеют вид:

$$C_{ijkl} = \left[\lambda \delta_{ij} \delta_{kl} + \mu \left(\delta_{ik} \delta_{jl} + \delta_{il} \delta_{ik} \right) \right] \tag{3}$$

$$\sigma_{ij} = \left[\lambda \delta_{ij} \delta_{kl} + \mu \left(\delta_{ik} \delta_{jl} + \delta_{il} \delta_{ik} \right) \right] \varepsilon_{kl} = \lambda \delta_{ij} \varepsilon_{kk} + 2\mu \varepsilon_{ij} \tag{4}$$

где $\varepsilon_{ij} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right)$ - тензор деформации, δ_{ij} - символ Кронекера.

Предполагается, что до начального момента времени *t= –0* среда находилась в статическом напряженном состоянии:

$$\sigma_{ij}^0 \neq 0, \quad \sigma_{ij,j}^0 + \rho F_i(x) = 0 \tag{5}$$

в бреде не былотрещин, поэтому начальные условия имеют вид:

$$u(x,-0) = 0, \ \dot{u}(x,-0) = 0, \tag{6}$$

В момент t=+0 в средевозникаеттрещина. При этом на поверхности*S* в течение времени τ происходит сброс напряжений, который будем моделировать условием на скачок напряжений на поверхности трещины, а именно: для $x \in S$

$$[\sigma_{ij}(x,t)]_S n_j(x) = P_i(t,[\dot{u}]_S), \quad 0 < t < \tau, \quad [\sigma_{ij}]_S n_j = 0, \qquad t > \tau > 0, \tag{7}$$

$$[\dot{u}]_S = V(x,t), \quad 0 < t < \tau, \quad [\dot{u}]_S = 0, \quad t \geq \tau, \tag{8}$$

здесь $n_j(x)$ -- компоненты единичной нормали к поверхности трещины *S*.

Компоненты вектор–функции $P_i(t,[\dot{u}]_S)$ предполагаются заданными, они определяют модель взаимодействия берегов трещины и зависят от скачка скоростей ее берегов, которые предполагаются известными (например, из экспериментальных данных).

Скачок скоростей на берегах трещины $V(x,t)$ конечен, а сама вектор функция интегрируема на $\{S, t>0\}$.

Если трещина *нераскрывающаяся*, то

$$V(x,t) \perp n(x), \quad t > 0, \ x \in S. \tag{9}$$

Т.е. относительная скорость берегов направлена по касательной к поверхности трещины.

Если трещина *неразвивающаяся*, т.е. на краях трещины перемещения берегов равны, то

$$V(x,t) = 0, \quad t > 0,\ x \in l. \tag{10}$$

Требуется определить перемещения упругой среды и ее напряженно-деформированное состояние.

2. Постановка динамической задачи о возникновении трещины.

Представим напряженно- деформированное состояние среды в виде:

$$\sigma_{ij} = \sigma_{ij}^0 + \sigma_{ij}^d, \quad u_i = u_i^0 + u_i^d, \quad t > 0 \tag{11}$$

где индексом 0 помечена статическая, а *d*динамическая части напряжений и перемещений, возникающие вследствие сброса напряжений на трещине и распространения в среде ударных упругих волн. Как известно, статическая часть напряжений и перемещений описывается непрерывными и дифференцируемыми функциями.

Уравнение движения упругой среды в перемещениях имеют вид:

$$L_i^j\left(\frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial t}\right) u_j(x,t) + F_i(x) = 0\ , \tag{12}$$

где L_i^j - дифференциальный оператор :

$$L_i^j(\partial_x, \partial_t) = C_{ijkl}\frac{\partial}{\partial x_k}\frac{\partial}{\partial x_l} - \rho\delta_{ij}\partial_t^2 \tag{13}$$

В частности, движение изотропной упругой среды описывается уравнением Ламе

$$L(\partial_x, \partial_t)u + F = (\lambda + \mu)grad\ div\ u + \Delta u - \rho\partial_t^2 u + F = 0 \tag{14}$$

В начальный момент при образовании трещины на ее поверхности формируется фронт ударной волны, связанный со скачком скоростей берегов трещины, которая далее разделяется на объемные и сдвиговые ударные волны, распространяющиеся в среде с соответствующими звуковыми скоростями. В изотропной упругой среде их две:

$$c_1 = \sqrt{\frac{\lambda + 2\mu}{\rho}}, \qquad c_2 = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}},$$

соответствующие *продольным* и *поперечным* волнам.

На фронтах ударных волн удовлетворяются известные условия на скачки [1]:

$$\left[u_j^d\right]_{F_t} = 0 \tag{15}$$

$$n_j\left[\sigma_{ij}^d\right]_{F_t} = -\rho c\left[\frac{\partial u_i^d}{\partial t}\right]_{F_t}, \quad c = c_1, c_2 \tag{16}$$

Условие сплошности среды описывается формулой (15) (т.е. непрерывностью перемещений), а формула (16) – закон сохранения импульса на фронте, c – это скорость распространения фронта ударной волны, которая в изотропной упругой среде равна c_1 или c_2. Из (16) следует, что скачок напряжений вызывает пропорциональный скачок скоростей на фронте ударной волны. При этом коэффициент пропорциональности ρc_j - *волновое сопротивление* упругой среды - различный для объемных (j=1) и сдвиговых (j=2) волн.

В силу линейности уравнений, с учетом (11), (12), получим:

$$L_i^j\left(\frac{\partial}{\partial x},\frac{\partial}{\partial t}\right)u_j^d\left(x,t\right)=0 \tag{17}$$

Требуется определить u_i^d ,σ_{ij}^d , как решение уравнений (17), удовлетворяющее условиям (7), (8) на поверхности трещины и условиям (15), (16) на фронтах ударных волн. Далее при определении динамической части напряжений и перемещений индекс *d* опускается.

3. Решение задачи в пространстве обобщенных функции. Пусть *u*- классическое решение задачи. Рассмотрим это решение как обобщенную вектор-функцию медленного роста [2]. В пространстве обобщенных вектор-функций будем помечать соответствующие функции шапочкой:

$$\hat{u}\left(x,t\right)=u\left(x,t\right)H\left(t\right)$$

Согласно правилу дифференцирования обобщенных функций [2]:

$$\hat{u}_{k,l}=u_{k,l}+\left[u\right]_S n\delta_S\left(x\right),$$

где первое слагаемое справа ее классическая производная, $\delta_S\left(x\right)$ -- сингулярная обобщенная функция – простой слой на трещине. Соответственно

$$\hat{\sigma}_{ij}=C_{ijkl}\hat{u}_k{}_{,l}=C_{ijkl}\left(u_i\left(x,t\right)H\left(t\right)\right),_l=C_{ijkl}\left\{\frac{\partial}{\partial x_l}u_i\left(x,t\right)+\left[u_i\left(x,t\right)\right]_S n_l\delta_S\left(x\right)\right\}H\left(t\right)=$$

$$=\sigma_{ij}+C_{ijkl}n_l\left[u_i\left(x,t\right)\right]_S\delta_S\left(x\right)H\left(t\right)$$

Отсюда следует, что в среде с трещиной *S* обобщенное решение $\hat{u}(x,t)$ удовлетворяет следующей системе уравнений:

$$\hat{\sigma}_{ij}{}_{,j}-\rho\frac{\partial^2\hat{u}}{\partial t^2}=C_{ij}^{kl}\left\{\left[u_k{}_{,l}\right]_S n_j\delta_S+\frac{\partial}{\partial x_j}\left(\left[u_k\right]_S n_l\delta_S\right)\right\}H(t)=$$

$$=\left[\sigma_{ij}\right]_S n_j\delta_S+C_{ij}^{kl}\frac{\partial}{\partial x_j}\left(\left[u_k\right]_S n_l\delta_S\right)H(t) \tag{18}$$

Здесь в правой части уравнений появляются сингулярные обобщенные функции – простые $\left(\left[u_{k,l}\right]_S n_j\delta_S\right)$ и двойные $\left(\frac{\partial}{\partial x_j}\left(\left[u_k\right]_S n_l\delta_S\right)\right)$ слои на трещине с плотностями, зависящими от скачка напряжений и перемещений на трещине.

Обобщенное решение уравнения (14) имеет вид свертки:

$$\hat{u}_m=\frac{1}{\rho}U_m^i*\left[\sigma_{ij}\right]_S n_j\delta_S(x)H(t)+\frac{1}{\rho}U_m^i*C_{ij}^{kl}\left(\frac{\partial}{\partial x_j}\left[u_k\right]_S n_l\delta_S(x)\right)H(t)\ , \tag{19}$$

которую можно, используя свойства дифференцирования свертки, переписать в виде:

$$\hat{u}_m=\frac{1}{\rho}U_m^i*\left[\sigma_{ij}\right]_S n_j\delta_S+\frac{1}{\rho}C_{ij}^{kl}U_{m,j}^i*\left[u_k\right]_S n_l\delta_S H\left(t\right)\ , \tag{20}$$

здесь $\hat{U}_j^k(x,t)$ тензор Грина – фундаментальное решение уравнений Ламе вида (9):

$$C_{ij}^{ml}\hat{U}_{m,lj}^k - \rho\frac{\partial^2\hat{U}_i^k}{\partial t^2} + \rho\delta_i^k\delta(x,t) = 0, \tag{21}$$

и удовлетворяющий условиям излучения:

$$\hat{U}_j^k(x,t) = 0 \text{ при } t<0 \text{ и при } \|x\| > c_1 t. \tag{22}$$

Интегральное представление обобщенного решения (20) согласно правилу построения свертки имеет следующий вид:

$$\hat{u}_m = \frac{H(t)}{\rho}\int_0^t\int_S U_m^i(x-y,t-\tau)\left[\sigma_{ij}(y,\tau)\right]_S n_j(y)dS(y) +$$

$$+\frac{H(t)}{\rho}C_{ij}^{kl}\int_S\frac{\partial U_m^i(x-y,t-\tau)}{\partial x_j}\left[u_k(y,\tau\right]_S n_l(y)dS(y) \tag{23}$$

Однако особенности тензора Грина и его производных не позволяют использовать эту формулу для построения решения в силу не интегрируемости подынтегральных функций.

4. Тензор Грина и его особенности на волновых фронтах

Для изотропной упругой среды в случае плоской деформации тензор Грина имеет следующий вид [3]:

$$\hat{U}_i^j(x,t) = \frac{1}{2\pi}\left\{\frac{t^2}{r^2}(2r_{,i}r_{,j}-\delta_i^j)\left(\frac{c_1H(c_1t-r)}{\sqrt{c_1^2t^2-r^2}}-\frac{c_2H(c_2t-r)}{\sqrt{c_2^2t^2-r^2}}\right)+\right.$$

$$\left.+\frac{H(c_1t-r)(\delta_i^j-r_{,i}r_{,j})}{c_1\sqrt{c_1^2t^2-r^2}}+\frac{H(c_2t-r)r_{,i}r_{,j}}{c_1\sqrt{c_1^2t^2-r^2}}\right\},\quad r_{,i}=\frac{x_i}{r},\quad r=\|x\|. \tag{24}$$

Компоненты тензора $(\hat{U}_1^1(x,t),\hat{U}_2^1(x,t))$ и $(\hat{U}_1^2(x,t),\hat{U}_2^2(x,t))$ описывают перемещения среды при действии импульсной силы, сосредоточенной в начале координат, приложенной в момент t=0: $F_1=(\delta(t)\delta(x),0)$, $F_2=(0,\delta(t)\delta(x))$ соответственно. Отсюда следует существование двух фронтов в виде окружностей $K_t^j=\{x\in R_2: r=c_jt, t\succ 0\}$, которые расширяются в пространстве со скоростью c_j. Можно выделить объемную и сдвиговую часть этого тензора:

$$\hat{U}_i^j(x,t) = \hat{U}_{i1}^j(x,t) + \hat{U}_{i2}^j(x,t) \tag{25}$$

Перед фронтом объемной волны K_t^1 смещения $\hat{U}_j^k = 0$ (среда покоится), между фронтами K_t^2 и K_t^1 деформация объемная $\hat{U}_{i1}^j(x,t)$ ($rot\hat{U}_j^k = 0$).

На фронтах $\hat{U}_1^k$ имеют слабые особенности порядка $(c_j^2t^2-r^2)^{-1/2}$. При $r=0$ особенность устранимая в силу следующей асимптотики при фиксированном *t*:

$$\frac{t^2}{r^2}\left(\frac{c_1H(c_1t-r)}{\sqrt{c_1^2t^2-r^2}}-\frac{c_2H(c_2t-r)}{\sqrt{c_2^2t^2-r^2}}\right)\approx\frac{1}{2t}\left(\frac{1}{c_2^2}-\frac{1}{c_1^2}\right)$$

Далее введем обозначения $U_i^j(x,y,t)=\hat{U}_i^j(x-y,t)$, где *y* - точка приложения сосредоточенной силы.

В силу особенностей *U* на волновых фронтах, содержащее производные тензора Грина $U_{m,j}^i$, дает расходящиеся интегралы. Поэтому для построения регулярного решения задачи требуется дальнейшая регуляри-зацияформулы (23) [4].

На рисунках 1, 2 и 3 представлена осциллограмма компонент перемещений в точке *x*, определяемая значениями тензора $U_i^j(x,0,t)$.

На рисунке 1, показаны компоненты тензора Грина в фиксированной точкех=xn. На рисунках 2,3 – компоненты тензора Грина в фиксированной точкех=xn приc_1**=10,** c_2**=5.**

До момента прихода первой ударной волны дилатации среда покоится, перемещение нулевое. На фронте волны оно бесконечно, а затем быстро падает со временем. В момент прихода второй ударной волны сдвига виден второй резкий скачок, связанный с сингулярностью на фронтах ударных волн, потом с теченем времени перемещения быстро убывают, стремясь к нулюпри $t\to\infty$.

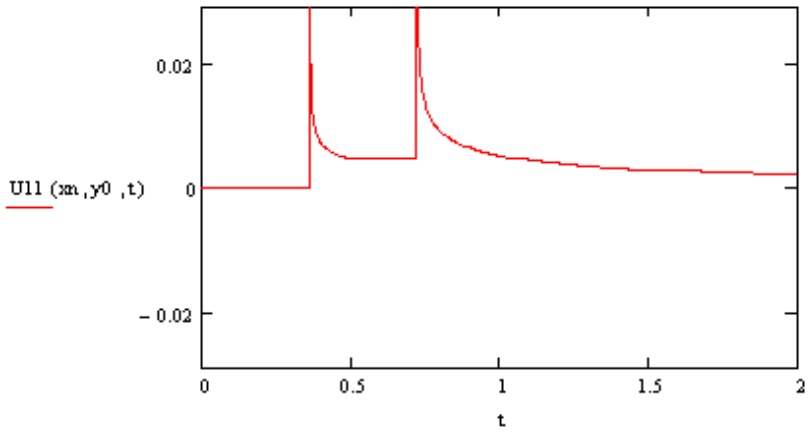


Рис. 1.

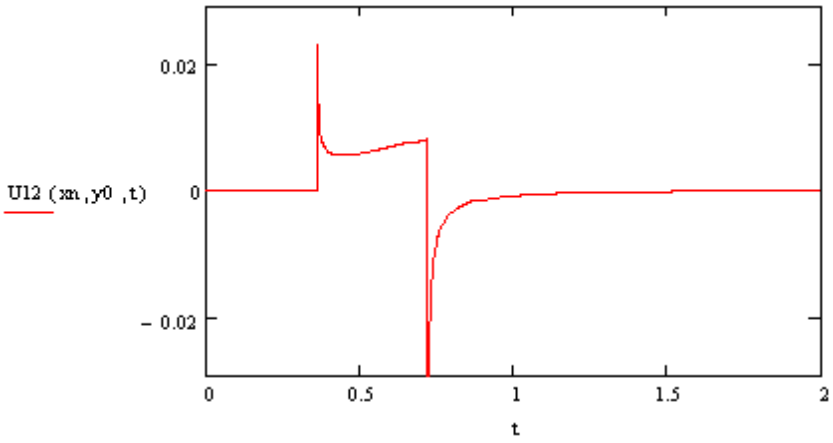


Рис. 2.

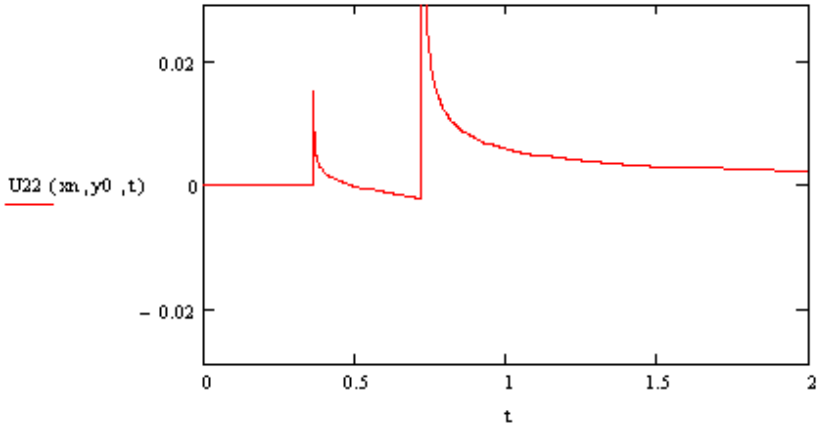


Рис.3.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Петрашень Г.И. Основы математической теории распространения упругих волн// Вопросы динамической теории распространения сейсмических волн. – Ленинград: Наука, 1978. – Вып. XVIII. – 248 с.

[2] Владимиров В.С. Уравнения математической физики. –М.: Наука, 1981.– 512 с.

[3] Айталиев Ш.М., Алексеева Л.А., Дильдабаев Ш.М., Жанбырбаев Н.Б. Метод граничных интегральных уравнений в задачах динамики упругих многосвязных тел. Алма-Ата, 1992.

[4] Алексеева Л.А., Дильдабаева И.Ш. Обобщенное решение уравнений динамики упругой среды с криволинейной трещиной при плоской деформации// Математический журнал. – 2007. – Т.7, № 2 (25). – С. 19–31.

Alexeyeva L.A ,Dadaeva A.N.

Mathematical model operation of dynamics the pedigree massif at emergence of the crack

Summary. For the modeling the rock mass used the model of anisotropic elastic body. As a source of seismic influences the crack with there lative frame coast is considered. State ment of a model problem of dynamics of an elastic medium at formation of a crack is given and the solution of the task is constructed. As processes the bound to shock waves are considered, for its decision the theory of the generalized functions is used. The solution of a model task in case of planar deformation is constructed and the results of numerical experiments describing driving of the environment when dumping tension on a crack are given.

Keywords: a mechanicsofcontinua, modeloperationofcracks, shockwaves, thetheoryofthegeneralizedfunctions, stresseson a crack.

Алексеева Л.А, Дадаева А.Н.

Динамикасын математикалық үлгілеу. Жиымның жарықтар пайда болған кезде тұқымдық

Түйіндеме. Модельдеу үшін тұқымдық жиымы серпімді күші Изотропты ортаның моделі қолданылады. Сейсмикалық әсерлерді жарық көзі ретінде қарастырылатын осы жылжымалы құрамдары бар. Дана жарықтар пайда болған кезде осы міндеттерді шешу және серпімді күші ортаны пішінді міндеттер қою динамикасын салынды. Себебі байланысты процестер барады қарайды, оны шешу үшін қорытылған теориясы соққы беруші функцияларды пайдаланылады. Жайпақ пішінді ағызып жіберу кезіндегі қозғалыс ортаны сипаттайтын сандық және қирауы эксперименттер кернеулі сызатқа арналған жағдайда шешім салынды міндеттері н тижелері келтірілді.

Кілтті сөздер: Тұтас орта механикасы, модельдеу жарықтар, соққы беруші толқын теориясы, кернеу қорытылған функцияларды сызатқа.

УДК 530.145.61

A.S. Kussainov[1,2], A. K. Beisekov[1], A.G. Alibayeva[1]
([1]Physics and Technology Department, al-Farabi Kazakh National University,
Republic of Kazakhstan, Almaty)
([2]National Nanotechnology Laboratory of Open Type, al-Farabi Kazakh National University,
Republic of Kazakhstan, Almaty)

BUILDING THE DENSITY OF STATES FROM THE WANG-LANDAU PARALLEL ALGORITHM FOR THE SIMPLE SPIN GRID SYSTEMS

Summary. We have described a universal algorithm to build a resultant density of states from the multiple data pieces provided by the parallel implementation of the Wang Landau sampling Monte Carlo algorithm.Vector and standard Pottmodel as well as the Isingmodel were used as an example of two dimensional spin lattices.Several factors of an immediate importance for the seamless stitching procedurewereconsidered. These include but not limited to the speed and universality of the original parallel algorithm implementation as well as data post processing technique to produce a final density of states. Additional efforts were taken to include steps implementing the latest development of the algorithm as the replica exchange scheme.

Keywords: density of states, Monte Carlo method, parallel algorithm, Wang Landau algorithm, Pott model.

Introduction

Wang-Landau algorithm became a tool of choice to study complex energy landscapes of the multidimensional systems with multiple degrees of freedom especially those who exhibit the phase transitions and complex behavior around the critical points [1]. Its simplicity and universality allowed application to the diverse range of phenomena. Its power came from the fact that it is able to include in its fabric almost every effective modern algorithm modeling the behavior of the spin glasses. These systems play the crucial role in the efficient complex optimization, graph theory etc. Wang-Landau algorithmis based on the Monte Carlo method and Metropolis algorithm and includes multiple methods to sample complex systems and to overcome critical slowdown around the transition points.

Methods

We reproduced a unique variation of the Monte Carlo method withMetropolis algorithm typeimportance sampling [2]. Applied to the density of states it is known asthe Wang-Landau algorithm. Systems of interest existing nowadays are usually bigger than 64^3 points and exhibit critical slow down not only around the transition points but also during the regular thermalization stage. The single spin flip algorithm is generally inefficient. Convergence to the equilibrium values of the observable parameters with one spin flip is slow. Changes introduced by a single local spin flip propagate diffusively. One approach is to deploy a spin cluster flip algorithm. Various algorithms have been proposed to speed up the process by flipping the clusters of spins at once. Swendsen-Wang [3] and Wolff [4] Monte Carlo methods are among them. The Wolff algorithm is an improvement over the Swendsen–Wang algorithm since it has a larger probability of flipping the bigger clusters.

Another approach is to parallelize the tasks between the multiple walkers [5-6] or split the energy range into pieces. In all cases the unique and custom made procedure to unify the results from a multiple sources is required.

We used the *Open MPI* library [7] that can manage the multithread coding and feed it to the multicore CPU (central processing unit) or distribute the tasks across a network of computers connected in the computational cluster. *OpenMPI* is extensively documented in electronic resources and much easier to deploy on the Linux systems.Amongthe available alternatives the most efficient one is *OpenMP*project though it works at its full power on the paid platform and software [8].In our project, Linux based *GCC* 6.3 compiler and the latest update for *Octave* package were used.

The model we used is originally credited to Domb[9] and represents a two-dimensional Euclidian *m*x*n*lattice hostinga single spin in every node of its discreet structure. The spin is taking q possible values distributed about the circle with the following steps

$$\theta_n = {}^{2\pi n}/_{q}\,, \tag{1}$$

where*n* goes from 1 to *q* and interaction Hamiltonian is defined as

$$\mathcal{H} = J\sum_{i,j}\cos\left(\theta_{s_i} - \theta_{s_j}\right) \tag{2}$$

This model is known asvector Pott's model or clock model [8].Here *J* is some spin-spin coupling constant and θ_{si} and θ_{si} are the spins' positions around the clock dial. The simpler standard Potts model has the Hamiltonian

$$\mathcal{H} = -J\sum_{i,j}\delta(\boldsymbol{s_i}, \boldsymbol{s_j}), \tag{3}$$

whereδ is the Kroneker's delta. This deltacould be replaced by a simple scalar product of two spin-vectors, where each spin can take only two values, *up* or *down*, s_i={+1,-1}.In this case it is known as the Ising model [11]. As one can see this scalar product gives twice as big energy range compared to the standard Pott's model.

Assuming that magnetic interaction strength is dropping as fast as $1/r^3$ with the distance, we need to consider interactions only between the closest neighbors. For the rectangular grid these immediate neighbors are forming a straightcross pattern.Periodic boundary conditions are used. That is, if the left neighbor in the left corner of the interaction pattern is missing, we assume that its place is taken by the spin across the whole grid on the right boundary. The same technique is used for the right, upper and bottom boundary sites.

If the external magnetic field $\boldsymbol{B}\neq 0$is superimposed,the total interaction energy associated with the presence of all closest neighbor spins is given by

$$E = -J\sum_{ij}\boldsymbol{s_i}\boldsymbol{s_j} - \boldsymbol{B}\sum_{i=1}^{m\times n}\boldsymbol{s_i}, \tag{4}$$

where*J* is again the spin-spin interaction strength and $\boldsymbol{B}$ is the external magnetic field strength. Some normalization constants may be used to adjust dimensionality of the equation to the common energy units. If $J>0$ the system is ferromagnetic, otherwise, if $J<0$, it is paramagnetic.Indices *i* and *j*are sampling all available pairs of neighboring spins on the grid, excluding the double counts of *ij* and *ji* pairs. The upper bound for the first sum is determined by the range of interaction, which is a simple pairwise interaction, and by the number of spins within this range on the simulation grid.

To study these systems further we need to consider the thermodynamic partition function and density of states. For canonical ensemble the partition function *Z* is given by the following expression [12]

$$Z = \sum_{\substack{config.\\ space}} e^{-E_r/k_BT} \tag{5}$$

Summation is run over all configuration space, k_b is the Boltzmann constant,$E_r$and *T* are the enumerated energy values and the temperature for this particular configuration.

High degree of the system's degeneracy, that is different E_r may have the same values, allows usto describe all possible configurations only in terms of energy, that is

$$Z = \sum_{E} g(E)e^{-E/k_BT}, \tag{6}$$

where*g(E)* is the density of states.

For our analysis we need to keep track ofthe two values, that is *H*(*E*) - the number of times this particular configuration is observedand *g*(*E*) - calculated density of states. Probability of the system transition to the next configuration is given by an expression

$$p(E_1 \to E_2) = min\left[\frac{g(E_1)}{g(E_2)}, 1\right] \tag{7}$$

At the very beginning $H(E)$ is taken to be zero everywhere. The unknown density of states $g(E)$ is taken to be one for any value of E. Both values are modified every time any configuration with this particular value of E is visited. For $g(E)$ modification factor f is chosen to be bigger than 1 and equal $e \approx 2.71828$ for this particular implementation. It is better to keep track of $g(E)$ changes through the following expression $\ln[g(E)] \rightarrow \ln[g(E)] + \ln[f]$. As soon as the condition of flatness for $H(E)$ is met we change modification factor to a new value $f_{i+1} = \sqrt{f_i}$ and repeat the procedure starting with $H(E)$ equals zero everywhere again.Measure of flatness is chosen to be$mean(H(E))/max(H(E))*100\%$.$H(E)$ is incremented by 1 every time the state with particular E is visited or the system stays with the old value of E. After multiple iterations, g(E) should converge to the real density of states for the simulated system.

Thus, to find this density of states flat histogram random walk method of Wang and Landau goes through following steps:

1. Choose at random any spin $\boldsymbol{s_i}$ and flip its sign so$\boldsymbol{s_i}$`=-$\boldsymbol{s_i}$.

2. Calculate the total energy according to Eq. (4).

3. Calculate the transition probability according to Eq. (7) and keep the updated configuration if the criterion is met. If not, reverse the spin flip and keep the current configuration.

Repeat the previous steps to achieve the proper flatness of the histogram.

As were told, every instance of visiting the different configuration with certain value of energy E or keeping the old one, when the transition rules in Eq. (7) are not met, is followed by an increase $\ln[g(E)] \rightarrow \ln[g(E)] + \ln[f]$ and $H(E) \rightarrow H(E)+1$.

These steps, repeated multiple times on the order of the number of sites in the simulation grid represent a single Monte Carlostep. To calculate any observable value for a given temperature or energy range, Monte Carlo steps have to be repeated numerous times. Different physical properties, including magnetization, specific heat, density of statesetc, could be calculated via similar algorithms [9, 10].

Splitting the energy range between the processes require some additional thoughts and design.The different energy range pieces should overlap. Firstly,because it is required to cover the whole energy range under investigation without the gaps.Secondly, this overlap in the further development of the Wang-Landau sampling algorithm allows us to propagate the certain spin configuration between the processes. Special attention was paid to the areas with the highly improbably configurations to avoid a processes queue.

Each configuration (with particular E value) is enumerated and has its own slot to accumulate the number of visits$H(E)$.It is easy to show that the number of these slots, for the m by n $2D$ grid, is $2nm+1$.

Results and Discussions

Configuration parameters for our eight-core desktop PCare read as follows: Intel Core i7 4790K, 4.0GHz/LGA-1150/22nm/Haswell/8Mb L3 Cache, DDR-3 16Gb/1866MHz PC14900.*Debian* Linux OS with *gccC++* compiler and *Octave* packages were deployed.

On Figure 1 we plotted the data from our algorithm implementation for the three separate spin models. These are theIsing, Pott and Domb models. In all cases the grid size is $16^2$and the flatness criterion is 80%. For the Ising model the number of spin's orientations is 2 (spin is up or down), the clock model has q=7 andthe standard Potts model has$q$=13. For simplicity, magnetic field $\boldsymbol{B}$is taken to be zero everywhere.

First left column of the plotson Figure 1 represents $H(E)$ - the number of visits per energy value accumulated for each separate energy range for all three models right after the last modification of $g(E)$, before flashing the data to hard drive. The separate energy ranges and their overlap extent are clearly visible on all plots. The second column is the density of states$g(E)$ before stitching them to a single function.The thick line of zeros at the bottom represents the states included into $2mn+1$ range but not accessible due to the system configuration and its interaction Hamiltonian. The models were implemented in *C++* language.The output data were later displayed and further processed with *Octave* script. The third column is the final reconstructed density function.

For the sake of simplicity, we studied only the region from -2 to 0 [E/N]. In case of the Ising model the positive partis easily reconstructed by the mirror reflection. In all other cases the energy range could be expanded as far as it necessary.

One can see that the difference between the number of visits may be significant for the different pieces of the same model, see subplots (a),(d) and (g), nonetheless the first derivative (the factor determining the quality of stitching) for the two$g(E)$ pieces at the connection points, as could be understood from the process,

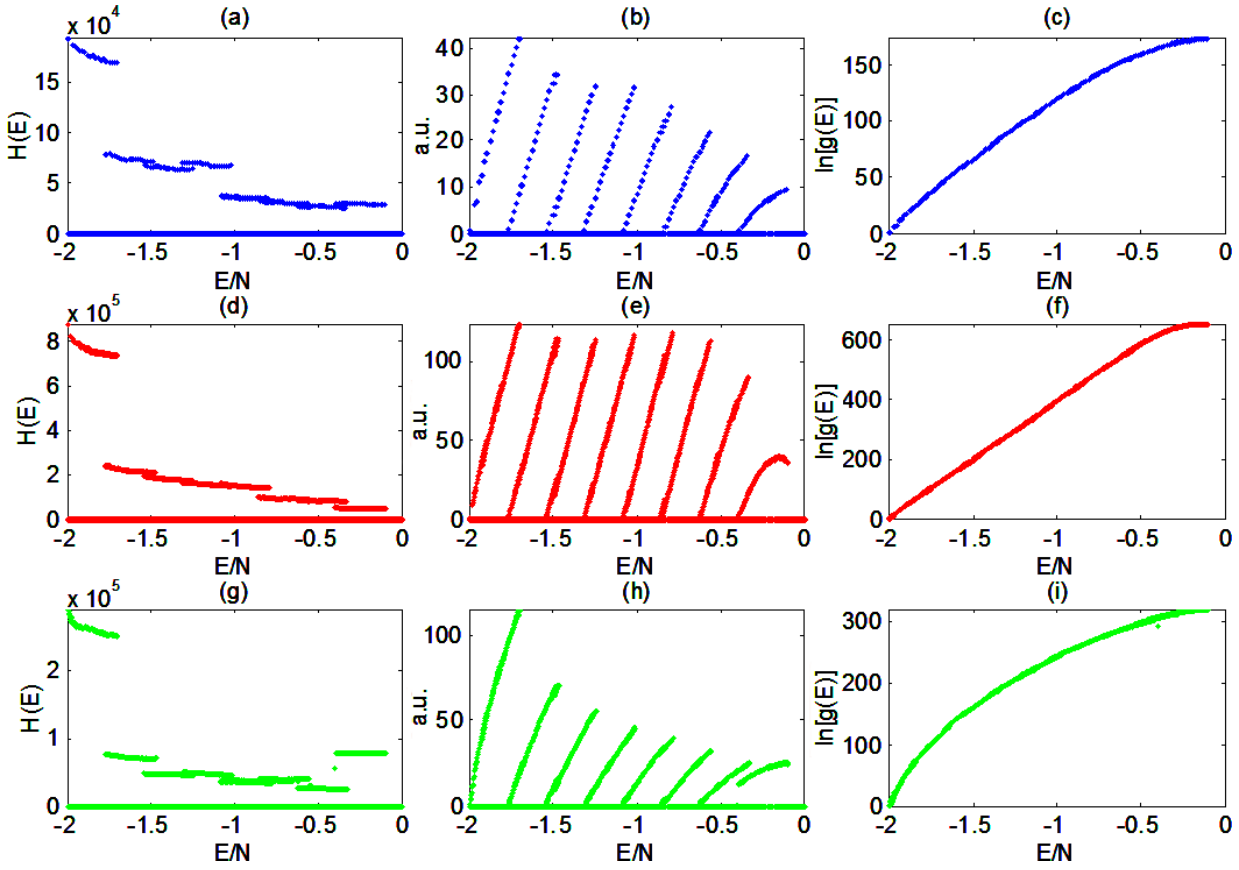


Figure 1. Three columns, from left to the right: Accumulated histogram of the $H(E)$ visits, intermediate density function data and final reconstructed density of state $g(E)$ function. Three rows, from top to the bottom: The first row is the Ising model, the second is clock model and the third is the standard Potts model.

is mainly dependent on the smoothness of $H(E)$.

Every data piece head is already normalized to zero in *C++* script. The final data postprocessing is done in *Octave* package.At this stage, depending on the number of artefacts in the data, each head of the consecutive data piece is aligned with the tail of the previous. The head of the first data piece is normalized to 2. The latter is done because there are only two states with all spins aligned in one direction. If head-to-tail stitching is incorrect we are automatically switching to the different but overlapping in the energy space points.Another observation worth mentioning is that systems with multiple degrees of freedom have more states available (compare subplots (b) and (h)). Thus it takes more iterations to visit all of them(compare subplots (a) and (g)).

Conclusions

We have implemented Wang-Landau algorithm to calculate density of states based on the Monte Carlo method with importance sampling in 2D spin glasses for the Ising, Domb and Potts models as an example of multithreading and performance optimization in scientific computing.

We reported a generalized set of rules represented in terms of algorithms and programs to construct a density of stated produced by a multithread algorithm.

The algorithm works fine for all type of models and only requires correct definition of the interaction Hamiltonian in *C++* script.

Significant speedup compare to the linear model on the multicore computer has been observed.

The model and its development represent the computational basis for the whole generation of the quantum algorithms for approximating partition.

Acknowledgments

This research was supported by grant №3824/ГФ4 provided by the Science Committee at the Ministry of Science and Education of Republic of Kazakhstan to the principal investigator at the National Nanotechnology Laboratory of Open Type, Physics and Technology Department, al-Farabi Kazakh National University.

REFERENCES

[1] Wang F., Landau D.P. Efficient, multiple-range random walk algorithm to calculate the density of states // Phys. Rev. Lett.-2011.-86.-pp 2050–2053.

[2] Metropolis N., RosenbluthA.W. Equation of State Calculations by Fast Computing Machines // Journal of Chemical Physics.-1953.-21.-pp 1087-1092.

[3] Wang J.-S., SwendsenR.H. Cluster Monte Carlo algorithms // Physica A: Statistical Mechanics and its Applications.-1990.-167(3).-pp. 565-579.

[4] Wolff U. Collective Monte Carlo Updating for Spin Systems // Physical Review Letters.-1989.- 62(4).-pp 361-364.

[5]Altevogt P., Linke A. Parallelization of the two-dimensional Ising model on a cluster of IBM RISC system/6000 workstations // Parallel Computing.-1993.- 19(9).-pp 1041-1052.

[6]Heermann D. W., BurkittA.N. *Parallel Algorithms in Computational Science*. Springer-Verlag New York, Inc. New York, NY, USA, 1991.

[7] Open MPI project [web data base].-Information and resources.-http://www.open-mpi.org/

[8] Chapman B. *Using OpenMP: Portable Shared Memory Parallel Programming (Scientific and Engineering Computation).*-The MIT Press: Scientific and Engineering Computation edition, 2007.-384 p.

[9]Domb C., Green M. S. *Ising Model. Phase Transitions and Critical Phenomena*, Academic Press, 1974.-V3.-pp 357-484.

[10] Potts R.B. Some Generalized Order-Disorder Transformations // Proceedings of the Cambridge Philosophy Society.-1952.-48(1).-pp 106-109.

[11]Ising E. BeitragzurTheorie des Ferromagnetismus // ZeitschriftfürPhysik.- 1925.-31.-pp 253-258.

[12] Zhang C., Ma J. Simulation via direct computation of partition functions // Phys. Rev. E.-2007.-76.-pp 036708-15.

А.С. Кусаинов, А.К. Бейсеков, А.Г. Алибаева

Янгландау паралель алгоритмі деректерінен қарапайым спинді тор күйінің тығыздығын тұрғызу

Түйіндеме: Біз Монте-Карло әдісі үшін Янг Ландау паралельді алгоритмінде алынған жеке бірізді деректер күйлердің нәтижелеуші тығыздығын тұрғызудың әмбебап алгоритмін жүзеге асырдық. Пот моделінің стандартты және векторлық түрі, сонымен қатар, Изинг моделі екіөлшемдіспинді тор үлгілері ретінде қолданылды. Күй тығыздығының функциясын реттеуде бастапқы деректерді біріктіру сапасын қамтамасыз ететін әр түрлі жағдайлар қарастырылды. Бұл жағдайлар алынған деректер үшін бастапқы паралель алгоритм тиімділігін ескереді, сонымен қатар, қорытынды күй тығыздығын алу және оларды бейнелеу үшін қолданбалы пакеттерде алынған деректерді кейінгі өңдеуді қамтиды. Қосымша күштер жүйенің күй репликасымен паралель үрдістер арасындағы алмасу мүмкіндігін жасау үшін кетті.

Кілтті сөздер: күй тығыздығы, Монте-Карло әдісі, параллельді алгоритм, Янг Ландау алгоритмі, Пот моделі.

А.С. Кусаинов, А.К. Бейсеков, А.Г. Алибаева

Построение плотности состояний простых спиновых решеток из данных параллельного алгоритма Янга-Ландау

Резюме: Мы реализовали универсальный алгоритм построения результирующей плотности состояний из отдельных последовательностей данных полученных в параллельном алгоритме Янга Ландау для метода Монте Карло.Стандартная и векторная модель Пота, а также модель Изинга, были использованы в качестве образцов двумерной спиновой решетки.Были рассмотрены различные моментыобеспечивающие качество сшивания исходных данных в одну гладкую функцию плотности состояний. Эти моменты включают себя эффективность исходного параллельного алгоритма получения данных, атакже, постобработкуэтих данных в прикладных пакетах для их визуализации и получения итоговой плотности состояний. Дополнительные усилия были затрачены на то, чтобы сделать возможным обмен между параллельными процессами репликами состояний системы.

Ключевые слова: плотность состояний, метод Монте Карло, параллельный алгоритм, алгоритм Янга Ландау, модель Пота.

ОӘК 510

Г. А. Батырбаева, Г.К. Капарова
(Қазақ мемлекеттік қыздар педагогикалық университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы)

МЕТРИКАЛЫҚ КЕҢІСТІКТЕГІ ТІЗБЕК ЖИНАҚТЫЛЫҒЫ

Аңдатпа. Бұл мақалада математикалық талдаудағы тізбек жинақтылығы мен функционалдық анализ курсындағы тізбек жинақтылығының байланысы туралы айтылады. Метрикалық кеңістіктің элементтерінен тұратын тізбектің жинақтылығы мен олардың кейбір қасиеттері көрсетіліп, мысалдар қарастырылған.

Түйін сөздер:шек, үзіліссіздік, ара қашықтық, метрика ұғымы, метрикалық кеңістік, сандық тізбек, тұйық шар, бірқалыпты жинақтылық, координаталар бойынша жинақтылық.

Математикалық талдаудағы ең негізгі ұғымдардың бірі бұл шек және үзіліссіздік ұғымы. Бұл ұғымдарды анықтау үшін түзудің, жазықтықтың, кеңістіктің бойындағы екі нүктенің ара қашықтығы ұғымын білу керек. Сондықтан, шек, үзіліссіздік ұғымдарын элементтері әр түрлі объектілерден тұратын кеңірек жиындарға жалпылау үшін, осы объектілердің арақашықтығы туралы ұғым анықтау керек. «Арақашықтық» ұғымының мағынасы элементар үш аксиома (тепе-теңдік, симметриялық және үшбұрыш) арқылы жақсы түсіндіріледі. «Арақашықтық» ұғымын жалпылау арқылы метрика ұғымына, сосын метрикалық кеңістік ұғымына келеміз. Метрика ұғымы тізбектердің, қатарлардың жинақталуын зерттеуге және функциялардың үзіліссіздігін, дифференциалдануын зерттеуге көмектеседі.

Метрикалық кеңістіктердегі математикалық талдаудың негізгі ұғымы– бұл метрикалық кеңістіктің элементтерінен тұратын тізбектің жинақталуы. Сандық тізбектің жинақталуы ара қашықтық ұғымына байланысты болғандықтан, кез-келген метрикалық кеңістікке бұл ұғымды дәлме-дәл көшіруге болады.

E метрикалық кеңістігінің элементтерінен тұратын $\{x_n\}$ тізбегін қарастырайық.

1-анықтама. E метрикалық кеңістігінің x элементін $\{x_n\}$ тізбегінің шегі деп атайды, егер

$$(\forall \varepsilon > 0)\,(\exists N(\varepsilon))\,(\forall n : n > [N(\varepsilon)]):\ f_{\mathrm{E}}(x_n, x) < \varepsilon$$

болса және оны қысқаша былай белгілейді: $\lim\limits_{n\to\infty} x_n = x$

Егер $\{x_n\}$ тізбегінің $n \to \infty$ кезде шегі бар болса, онда оны осы метрикалық кеңістіктің метрикасы бойынша $x \in E$ нүктесіне жинақталатын тізбек дейді. Ал егер $\{x_n\}$ тізбегі E метрикалық кеңістігінің ешбір нүктесіне жинақталмайтын болса, онда оны жинақталмайтын тізбек деп атайды.

Кез келген метрикалық кеңістіктегі шек анықтамасын сандық тізбектің шегі туралы анықтамаға келтіруге болады.

2-анықтама. E метрикалық кеңістігінің x элементін $\{x_n\}$ *тізбегінің шегі* деп атайды, егер $\rho_E(x_n, x)$ сандық тізбегі $n \to \infty$ кезде нөлге ұмтылатын болса, яғни $\lim\limits_{n\to\infty} \rho_E(x_n, x) = 0$

1-мысал. $CL_1[0,1]$ кеңістігінен алынған $\{x_n(t) = t^n\}$ функционалдық тізбегінің шегі $\theta(t) \equiv 0$ функциясына жинақталатынын көрсетейік.Шынында да бұл кеңістікте

$$\rho_{\mathrm{E}}(x_n, \theta) = \int_0^1 |x_n(t) - \theta(t)dt| = \int_0^1 t^n dt = \frac{1}{n+1}$$

Сондықтан, $\lim\limits_{n\to\infty} \rho_{CL}(x_n, \theta) = \lim\limits_{n\to\infty} \frac{1}{n+1} = 0$

Олай болса, $\{t^n\}$ тізбегі $CL_1[0,1]$ кеңістігінде жинақталатын тізбек және $\theta(t) \equiv 0$ функциясы оның шегі болып табылады.

Алайда,бұл тізбек $C[0,1]$ кеңістігінде $\theta(t)\equiv 0$ функциясына жинақталмайды, өйткені

$$\lim_{n\to\infty} f_C(x_n,\theta)=\lim_{n\to\infty}\max|t^n|=\lim_{n\to\infty}1=1$$

E метрикалық кеңістігінде жинақталатын $\{x_n\}$ тізбегінің кейбір қасиеттерін келтіріп кетейік.

1- лемма. Кез-келген жинақталатын тізбектің шегі жалғыз.

Дәлелдеуі. E метрикалық кеңістігінің $\{x_n\}$ тізбегінің бір- біріне тең емес екі шегі бар деп ұйғарайық, яғни

$\lim_{n\to\infty} x_n = x,\ \lim_{n\to\infty} x_n = y$ және 2- анықтама бойынша

$$\lim_{n\to\infty} f_{\mathrm{E}}(x_n,x)=\lim_{n\to\infty} f_{\mathrm{E}}(x_n,y)=0.$$

Сондықтан метриканың үшбұрыш аксиомасы бойынша *n* өте үлкен болған кезде

$$0<p(x,y)\le\rho(x,x_n)+\rho(x_n,y)=\rho(x_n,x)+\rho(x_n,y)<\varepsilon$$

теңсіздігі орындалады. *x* және *y* нүктелері метрикалық кеңістіктің таңдап алынған нүктелері, ал ε - өте кішкентай оң сан болғандықтан, жоғарыдағы теңсіздік

$$\rho(x,y)=0$$

болған кезде орындалады. Бұдан метриканың тепе-теңдік аксиомасы бойынша $x=y$. Бұл қайшылық, өйткені $x\neq y$.

2-лемма. Метрикалық кеңістіктегі кез-келген жинақталатын тізбек шенелген.

Дәлелдеуі. Лемманың шарты бойынша

$$\lim_{n\to\infty} x_n = x$$

Сондықтан, 1-анықтама бойынша

$$(\forall\varepsilon>0)(\exists N_1=[N(\varepsilon)])(\forall n\in N: n>N_1): \rho_E(x_n,x)<\varepsilon<1.$$

1, $\rho_E(x_1,x),\rho_E(x_2,x)....,\rho_E(x_N,x)$ сандарының ішіндегі ең үлкенін *K* деп белгілейік, яғни

$$K=\max\{1,\rho_E(x_1,x),\rho_E(x_2,x),...,\rho_E(x_N,x)\}.$$

Әлбетте, кез келген *n* үшін $\rho_E(x_n,x)<K$ теңсіздігі орындалады, яғни қарастырылып отырған $\{x_n\}$ тізбегінің барлық нүктелері радиусы *K*-ға тең, центрі *x* нүктесінде орналасқан тұйық шардың ішінде жатады. Демек, $\{x_n\}$ тізбегі-шенелген тізбек.

*Ескерту.*Тізбектің шенелгендігінен жалпы жағдайда оның жинақталатындығы шықпайды. Мысалы, $\{x_n=(-1)^n\}$ тізбегі шенелген, бірақ жинақталмайды.

3-лемма. Егер E метрикалық кеңістігінде $\{x_n\}$ *және* $\{y_n\}$ *тізбектері жинақталатын болса, онда* $\lim_{n\to\infty}\rho_E(x_n,y_n)=\rho_E\left(\lim_{n\to\infty}x_n,\lim_{n\to\infty}y_n\right).$

*Дәлелдеуі.*Модульдің қасиеті бойынша

$$|\rho_E(x_n,y_n)-\rho_E(x,y)|\le|\rho_E(x_n,y_n)-\rho_E(x,y_n)+\rho_E(x,y_n)-\rho(x,y)|\le$$
$$\le|\rho_E(x_n,y_n)-\rho_E(x,y_n)|+|\rho_E(x,y_n)-\rho_E(x,y)|.$$

Осы алынған теңсіздікке *1-лемманың* тұжырымын пайдаланып

$$|\rho_E(x_n,y_n)-\rho_E(x,y)|\le\rho_E(x_n,x)+\rho_E(y_n,y)$$

теңсіздігін аламыз. Осы теңсіздіктен $n\to\infty$ кезде

$$\lim_{n\to\infty}|\rho_E(x_n,y_n)-\rho_E(x,y)|=0$$ шығады.

Демек, $\lim_{n\to\infty}\rho_E(x_n,y_n)=\rho_E\left(\lim_{n\to\infty}x_n,\lim_{n\to\infty}y_n\right).$

3-анықтама. $\{x_n\} - E$ метрикалық кеңістігінің элементтерінен тұратын тізбек, ал $k_1 < k_2 < ... < k_n < ...$-өспелі натурал сандар тізбегі болсын. $\{x_{k_n}\} = \{x_{k_1}, x_{k_2}, ..., x_{k_n}, ...\}$ тізбегін $\{x_n\}$ тізбегінің *тізбекшесі* деп атайды.

Егер $\{x_{k_n}\}$ тізбекшесі жинақталатын болса, онда оның шегін $\{x_n\}$ тізбегінің *дербес шегі* деп атайды.

4-лемма. Егер $\{x_n\}$ *тізбегі E метрикалық кеңістігінде жинақталатын болса, онда оның тізбекшесі* $\{x_{k_n}\}$ *де жинақталады және оның шегі* $\{x_n\}$ *тізбегінің шегіне тең болады.*

Дәлелдеуі. Лемманың шарты бойынша $\{x_n\}$ тізбегі E метрикалық кеңістігінде жинақталады. Оның шегін $x \in E$ деп белгілейік, яғни $\lim\limits_{n\to\infty} \rho_E(x_n, x) = 0$

Сондықтан, $(\forall \varepsilon > 0)(\exists N = [N(\varepsilon)])(\forall n : n > N) : \rho_E(x_n, x) < \varepsilon.$

Әлбетте, $k_n \geq n,$ сондықтан

$$(\forall \varepsilon > 0)(\exists N = N(\varepsilon))(\forall k_n : k_n \geq n > N) : \rho_E(x_n, x) < \varepsilon,$$

$\lim\limits_{n\to\infty} \rho_E(x_{k_n}, x) = 0 \Leftrightarrow \lim\limits_{n\to\infty} x_{k_n} = x.$ Демек, $\{x_{k_n}\}$-тізбекшесі жинақталады, оның шегі $\{x_n\}$ тізбегінің шегіне тең.

Метрикалық кеңістіктердегі жинақтылыққа мысалдар келтірейік.

1-мысал. $C[0,1]$ кеңістігіндегі жинақтылықты қарастырайық. $C[0,1]$ кеңістігінің элементтерінен тұратын, $x(t)$ функциясына жинақталатын $\{ x_n(t) \}$ тізбегі берілсін, яғни

$$(\forall \varepsilon > 0)(\exists N = [N(\varepsilon)])(\forall n > N) : \rho_E(x_n(t), x(t)) < \varepsilon.$$

$$\Leftrightarrow \rho(x_n(t), x(t)) = \max_{t\in[0,1]} |x_n(t) - x(t)| < \varepsilon. \qquad (1)$$

(1) теңсіздіктен $[0,1]$ кесіндісінде жатқан барлық t үшін $|x_n(t) - x(t)| < \varepsilon$ екендігін көреміз. Сонымен,

$$(\forall \varepsilon > 0)(\exists (\varepsilon))(\forall n > N) : |x_n(t) - x(t)| < \varepsilon$$

орындалады. Бұл дегеніміз математикалық анализден белгілі бірқалыпты жинақтылықтың анықтамасы бойынша $\{x_n(t)\}$ тізбегінің $x(t)$ функциясына бірқалыпты жинақталатынын көрсетеді. Демек $C[0,1]$ метрикалық кеңістігіндегі жинақтылық–бірқалыпты жинақтылық.

2-мысал. R^m кеңістігіндегі жинақтылықты қарастырайық. $\{x_n = (\xi_1^n, \xi_2^n, ..., \xi_m^n)\}$ тізбегі R^m метрикасы бойынша R^m кеңістігінің x элементіне жинақталатын болсын, яғни

$$(\forall \varepsilon > 0)(\exists N = [N(\varepsilon)])(\forall n > N) : \rho_{R^m}(x_n, x) = \sqrt{\sum_{i=1}^{m} (\xi_i^n - \xi_i)^2} < \varepsilon.$$

Сондықтан,

$$\lim_{n\to\infty} \rho_{R^m}(x_n, x) = \lim_{n\to\infty} \sqrt{\sum_{i=1}^{m} (\xi_i^n - \xi_i)^2} = 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \lim_{n\to\infty} (\xi_i^n - \xi_i) = 0 \Leftrightarrow \lim_{n\to\infty} \xi_i^m = \xi_i, i = 1,2,...,n.$$

Демек, R^m метрикалық кеңістігіндегі жинақтылық–координаталар бойынша жинақтылық.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Наурызбаев Қ.Ж. «Функционалдық анализ», Алматы 2007.

[2] Медеуов Е., Сәттігұлов С. «Функционалдық анализ және жиындар теориясының элементтері», Алматы.

[3] З.Т. Абдикаликова, А.Ибатов, «Функционалдық анализ» пәнінен әдістемелік құрал, Астана 2007.

[4] Колмогоров А.Н., Фомин С.В «Элементы теории функций и функционального анализа», М, 1989, 1975

УДК 00.004.9

Г. А. Тюлепбердинова, Г. Г. Газиз, С. А. Адилжанова, Т. Х. Хакимова
(Әль-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы, **tyulepberdinova@mail.ru**)

UML ҚОСЫМШАЛАРЫН ТИІМДІ ҚОЛДАНУ БОЙЫНША ТАЛАПТАР ЖӘНЕ ҰСЫНЫСТАР СПЕЦИФИКАСЫ

Аннотация. Бұл мақалада диаграмманың қолдану нұсқасы бойынша жүйеде функционалдық талаптардың формализациялануы қарастырылады. Сонымен қатар диаграмманың қолдану нұсқасы бойынша функционалды талаптар спецификациясының ерекшеліктеріне тоқталамыз. Соңынан қолдану нұсқасы диаграммасын құру бойынша ұсыныстар келтірілген.

Кілттік сөздер: Диаграмма, функционалдық талаптар, UML қосымшалары, актер.

Жеке қолдану нұсқаларын жобаланатын жүйеге талаптар спецификасы ретінде де, жүйе сипатының процесін құжаттандыру үшін де қолданыла алады. Сондай-ақ қолдану нұсқасы қолданушының жүйемен өзара әрекеттесу ерекшеліктерін анықтайтын талаптарды анық ерекшедлемейді. Ол ерекшеліктер осы жүйе қызметтерімен берілетін түзу жұмыс мүмкіндіктерін спецификациялайды.

Талаптар (requirement) - өзінің эксплуатация жасау процесінде жүйе қанағаттаныруы керек қажетті қасиет, мінездеме немесе шарт.

Ағылшын тіліндегі сәйкес талаптар дәрежесінің бірінші әріптеріне сай FURPS+ үлгісі деп аталған программалық жүйеге қарай келесі *талаптар классификациясы* ұсынылған:

- *функционалды талаптар* (Functionality)
- қолдану ыңғайлылығының талаптары (Usability)
- сенімділік талаптары (Reliability)
- өнімділік талаптары (Performance)
- сүйемелдеу мүмкіндіктерінің талаптары (Supportability)

Сондай-ақ "+" символы арқылы қосымша шарттар белгіленген, оларға жатады:

- жобалы шектеулер
- жобаны басқару талаптары
- қолданушының графикалық интерфейсіне талаптар
- физикалық талаптар
- заңгерлік талаптар

Айтылған талаптардың арасында орталық орынды үлгіленетін жүйенің жеке бизнес-процестерінің жүзеге асырылу ерекшеліктерін айрықшаландыратын *функционалды талаптар* алады. UML тілі үлгісінің контексінде дәл осы *функционалды талаптар* бастапқы ақпарат ретінде қолдану нұсқасы диаграммаларын құру үшін қызмет етуі керек. Алайда, UML тілінің графикалық құралдары тәжірибеде *функционалды талаптар* спецификасы үшін жеткіліксіз болады екен.

Айта кету керек, UML тілінің талаптарының бірі жобаланатын жүйенің үлгісі туралы ақпаратты көрсету үшін диаграммалардың жеткіліктілігі болып табылады. Алайда, құрастырушылар мен сарапшылардың көбі UML тілінің көрнекі құралдары қолдану нұсқасы диаграммаларында күрделі жүйе сипатының функционалды ерекшеліктерін есепке алу үшін жетпейтіні анық дегенге келіседі. Осы мақсатпен диаграмманың бұл типін мәтіндік *сценарийлермен* толықтыру ұсынылады, олар қолдану нұсқасы орындалуы кезінде жүйемен жасалатын іс-әрекеттер тізбегін анықтайды немесе бөлшектейді.

Сценарийлер (scenario) - актерлердің іс-қимылы мен үлгіленетін жүйе қылығын әдеттегі мәтін формасында суреттейтін анықталған іс-әрекеттер тізбегі. UML тілінің контексінде *сценарийлер* қосымша суреттеу үшін актерлер мен қолдану нұсқасының өзара әрекеттесуін қолданады. Мұндай *шаблондардың* бірі төменде қарастырылады және оқырмандарға концептуалды үлгілеудің бастапқы кезеңдерінде қолдану үшін ұсынила алады (1-кесте).

1-кесте. **Жеке қолдану нұсқасының сценарийлерін жазу шаблоны**

Басты бөлім	**"Типтік оқиғалар желісі" бөлімі**	**Бөлім "Исключения"**	**Бөлім "Примечания"**
Қолдану нұсқасының аты	Қолдану нұсқасының сәтті орындалуына алып келетін типтік оқиғалар желісі	№ 1 Шектеу	№ 1 Ескерту
Актерлер		№ 2 Шектеу	№ 2 Ескерту
Мақсат		...	...
Қысқаша сипаттама			
Тип			
Басқа қолдану нұсқаларына сілтемелер		№ N Шектеу	№ N Ескерту

Қолдану нұсқасының *сценарийлерін* жазу кезінде *сценарийлер* мәтіні қолдану нұсқасының диаграммаларын толықтыруы немесе анықтауы керек, бірақ оны толығымен алмастырмауы қажет екенін есте сақтау маңызды. Кері жағдайда, үлгілердің визуалды көрсету құндылықтары жоғалатын болады.

Қолдану нұсқасының диаграммаларын құру - объектілі-бағытталған талдау және жобалау процесінің ең бірінші кезеңі, оның мақсаты - жобаланатын жүйенің сипатына *функционалды талаптар* жиынтығын ұсыну. Жобаланатын жүйеге қолдану нұсқасының диаграммасы және қосымша *сценарийлер* формасындағы талаптар спецификациясы UML тілінде қолдану нұсқасының үлгілері деп аталған дербес үлгі бола алады және өзінің жеке арнайы стандартты аты немесе <<useCaseModel>> стереотипі бар.

Бұл үлгіде қойылған барлық талаптар жүйенің ортақ үлгісі түрінде ұсынуға болады мүмкінол Жүйенің жеке пакеті ретінде рәсімделуі мүмкін. Бұл пакет өз кезегінде, пакеттер иерархиясы бола алады, оның ең жоғарғы деңгейі жобаланатын жүйенің базалық қолдану нұсқасын жүзеге асыратын класстар жиынтығынан тұрады. Сонымен қатар, ең жоғарғы деңгейдің жүйе пакеті <<topLevelPackage>> стереотипімен қосымша белгіленуі мүмкін.

Қолдану нұсқасы диаграммасында *функционалды талаптар* спецификациясының ерекшеліктерін суреттеу үшін әдеттегі банкомат үлгісін қарастыруға болады. Бұл жүйенің функционалдау процесі несие карточкаларының иесіне жақсы таныс, сондықтан қосымша сипаттауды талап етпейді. Отандық банкоматтардың ерекшелігі мынада, оларда бір есепшоттан екіншісіне құралдарды аудару мүмкіндігі жоқ. Қарастылып жатқан жүйенің екі актері бар, оның біреуі банкоматтың клиенті, ал екіншісі - Банк болып табылады, ол сәйкес транзакциялардың орындалуын жүзеге асырады. Басты актер клиент болса да, бұл актерлердің әрқайсысы банкоматпен өзара әрекеттеседі, өйткені тап ол ақша үлестірушінің функционалдығын бастайды.

Ақша үлестірушіге негізгі *функционалды талаптар* несиелік карточка бойынша клиентке қолма-қол ақша алуға және есепшоттың жағдайы туралы анықтама алуға мүмкіндік тудыру. Дәл осы *функционалды талаптар* тиісті концептуалды үлгінің кілттік элементі ретінде қызмет ететін жеке қолдану нұсқасымен айрықшаландырылады. Себебі, бұл қолдану нұсқасының орындалуы үшін несиелік карточканы аутентификациялау қажет, олардың екеуі де "несиелік карточканың ПИН-кодын тексеру" қосымша қызметке жүгінеді. Ақша үлестірушіге қойылатын функционалды талаптардың мәнінен шығатыны, бұл диаграммамен құрастырылатын қызмет ретінде бола алады және алғашқы екі қосу қатынасы нұсқасымен байланыса алады. Сәйкес қолдану нұсқасының диаграммасы тек нұсқалған екі актерден және үш қолдану нұсқасынан тұруы мүмкін. Қолдану нұсқасы үлгісінің келесі құрастыру кезеңінде қарастырылған ақша үлестіруші жүйесі үшін берілген диаграмманы бұрын ұсынылған *шаблон* негізінде жазылған мәтіндік *сценариймен* толықтыру қажет (1-кесте). Бұл *сценарий* несиелік карточкамен қолма-қол ақша алу процесі кезінде жүйе және актермен орындалатын жеке іс-әрекеттердің мазмұны мен логикалық тізбегін аша отырып, диаграмманы толықтыратын болады. Бұл жағдайда *сценарийлерді* үш кесте түрінде ұсыну ыңғайлы, олардың әрқайсысы *шаблонның* жеке бөлімдерін суреттейді.

Сценарийдің басты бөлімінде (2-кесте) қарастырылатын қолдану нұсқасының аты, онымен өзара әрекеттескен актерлердің аттары, нұсқаның орындалу мақсаты, шартты тип және басқа қолдану нұсқасына сілтемелер көрсетіледі.

2-кесте. **"Несиелік карточкамен қолма-қол ақша алу" қолдану нұсқасының орындалу сценарийінің басты бөлім**

Қолдану нұсқасы	Несиелік карточка бойынша қолма-қол ақша алу
Актерлер	Клиент, Банк
Мақсат	Қажет соманы қолма-қол алу
Қысқаша сипаттама	Клиент қажет сомманы сұрайды. Банкомат клиенттің есепшотына қол жеткізуді қамтамасыз етеді. Банкомат клиентке қолма-қол ақша береді.
Тип	Базалық
Басқа қолдану нұсқасына сілтеме	ҚН тұрады: • Несиелік карточканың ПИН-кодын тексеру • Несиелік карточканы идентификациялау

Берілген *сценарийді* "Есепшоттың жағдайы туралы анықтама алу" және " Несиелік карточканың ПИН-кодын тексеру" қолдану нұсқасын ғана емес, сонымен қатар басқа да шектеулерді суреттей отырып, ұқсас түрде толықтыруға болады, мысалы ПИН-кодты тексергеннен кейін клиенттің қолма-қол алудан бас тартуы және т.с.с. Сонымен қатар, *сценарийлер* мен қолдану нұсқасы үлгісінің толықтығы сәйкес банкоматтың нақтылы құру жобасының шегінде жасалған *функционалды талаптармен* анықталатын болады. Жеке өзінің көлемі бойынша шағын *сценарийлер* диаграммада ескерту формасында орналастырыла алады. Ескерту (note) жасалып жатқан жобаның контексіне тікелей қатысы бар кездейсоқ мәтіндік ақпаратты үлгіге қосу үшін арналған.

Мұндай ақпарат ретінде бола алады құрастырушы түсіндірмелері (мысалы, диаграмманың немесе оның жеке компоненттерінің құрылған күні мен нұсқасы), шектеулер (мысалы, жеке байланыс мәндеріне немесе мәндер данасы) және белгіленген мәндер. Қолдану нұсқасының диаграммаларына қарай ескерту осы немесе басқа Қолдану нұсқасының контексіне қатысты анықталған мәліметтен тұра алады.

Диаграммалардың барлық түрлерінде ескерту график түрінде "бүгулі" жоғары оң жақ үзік сызықпен байланыстыратын тікбұрышпен белгіленеді. Егер ескерту бірнеше элементке қатысты болса, онда одан сәйкесінше бірнеше сызық жүргізеді. Бұрын да айтылғандай, ескертулер тек қолдану нұсқасының диаграммасында ғана емес, басқа да каноникалық жерлерге қатыса алады. Шынында, ескерту мәтіні осы тікбұрыштың ішіне орналастырылады. ескерту диаграмманың кез-келген элементіне қатысты бола алады, бұл жағдайда олардың диаграммаларында.

Егер ескертулерде <<constraint>> кілттік сөзі көрсетілсе, онда бұл ескерту үлгінің тиісті элементіне жүктелетін, бірақ диграмманың өзіне емес шектеу болып табылады. Сонымен қатар, шектеу жазбасы фигуралы жақшаға бекітіледі және OCL тілінің өрнектерінің құрастырылу ережелеріне сәйкес келуі қажет. Алайда, қолдану нұсқасы диаграммасы үшін үлгіге шектеуді қосуға кеңес берілмейді, өйткені олар қолдану нұсқасының ортақ үлгісінің концептуалды сипатына қарсы келетін қатты жеткілікті жүйенің жүзеге асырылуының физикалық аспектілерін регламенттейді.

Қолдану нұсқасы диаграммасын құру бойынша мынадай ұсыныстар келтіруге болады. Бұрын айтылғандай, қолдану нұсқасы диаграммасының басты тағайындаулардың бірі жүйеге *функционалды талаптарды* рәсімдеуде жатыр. Қолдану нұсқасының диаграммасы жобалаудың бастапқы кезеңдерінде тапсырыс берушімен *функционалды талаптардың* келісімі үшін негіз ретінде қызмет ете алады. Базалық қолдану нұсқасының кез-келгені келесіде дербес қолдану нұсқасының декомпозициясына ұшыруы мүмкін. Сондай-ақ, үлгідегі актерлердің жалпы саны 20-дан, ал қолдану нұсқасы 50-ден аспауына кеңес беріледі. Кері жағдайда, үлгі өзінің көрнекілігін жоғалтады және кейбір басқа диаграммаларды өзімен алмастыруы мүмкін. Қолдану нұсқасы диаграммасын құру үшін кейбір әрекеттер тізімі ұсынылады:

1) Негізгі немесе бастапқы және екінші дәрежелі актерлерді анықтау
2) Жүйеге қатысты басты актерлердің мақсатын анықтау
3) Жүйеге *функционалды талаптарды* спецификациялайтын негізгі қолдану нұсқасын қалыптастыру
4) Оларды іске асыру тәуелділігінің кему дәрежесі бойынша қолдану нұсқасын ретке келтіру

5) Барлық базалық қолдану нұсқасын олардың тәуелділік дәрежесі бойынша кему ретімен қарастыру

6) Таңдалған қолдану нұсқасының орындалуының қатысушыларын, қызығушылық, алдын-ала жағдайы және одан кейінгі жағдайын белгілеу

7) Таңдалған қолдану нұсқасының іске асырылуының табысты сценарийін жазу

8) қолдану нұсқасы сценарийінің орындалуында шектеулерді немесе сәтсіздікті анықтау

9) Барлық шектеулер үшін *сценарий* жазу

10) Ортақ қолдану нұсқасын белгілеу және олардың <<include>> стереотипімен өзара әрекеттесуін бейнелеу

11) Шектерулер үшін қолдану нұсқасын бөлу және <<extend>> стереотипімен олардың өзара әрекеттесуін бейнелеу

12) Қолдану нұсқасы мен актерлердің қайталануын болдырмау үшін диаграмманы тексеру.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Буч Г., Якобсон А., Рамбо Дж. / UML 2.0. - СПб.: Питер, 2006, 735 с.

[2] Singh M., Sharma A. K., Saxena R. Formal Transformation of UML Diagram: Use Case, Class, Sequence Diagram with Z Notation for Representing the Static and Dynamic Perspectives of System //Proceedings of International Conference on ICT for Sustainable Development. – Springer Singapore, 2016. – С. 25-38.

[3] Back S. et al. Evolutionary Test Case Generation from UML-Diagram with Concurrency //International Conference on Computer Science and its Applications. – Springer Singapore, 2016. – С. 674-679.

[4] Кознов Д.В./ Языки визуального моделирования: проектирование и визуализация программного обеспечения. Учебное пособие - СПб.: Изд-во СПбГУ, 2004, 143 с

Тюлепбердинова Г.А., Газиз Г.Г., Адилжанова С.А., Хакимова Т.Х.

Специфика требований и рекомендации для эффективного использования uml приложений

Аннотация. В данной статье приведены функциональные требования к системе формализация версии диаграммы. Кроме того, рассмотрены особенности функциональных спецификации требований версии диаграммы. После этого предложено версии создания графика.

Ключевые слова: диаграмма, функциональные требования, UML приложения.

Tulepberdinova G., Adilzhanova S., Gaziz G., Khakimova T.

The specifics of the requirements for the effective use of uml applications and recommendations

Summary. This article describes the functional requirements for the formalization version of the diagram. Considered the functional specification of requirements of the diagram version. Suggested the versions of creating the diagrams.

Key words: Chart functional requirements, UML applications.

ӘОК 678.012

Н.Н. Жекебатыр, Г.Г. Канапиянов, Ғ. Ерғалиұлы, А.М. Сарсенов.
(Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,
Астана, Қазақстан Республикасы)

ЭЛЕКТРОМАГНИТТІК ӨРІС ӘСЕРІНЕН КВАЗИНАНОҚҰРЫЛЫМДЫ ЕРІТІНДІЛЕРДІҢ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТІНІҢ ӨЗГЕРІСІ

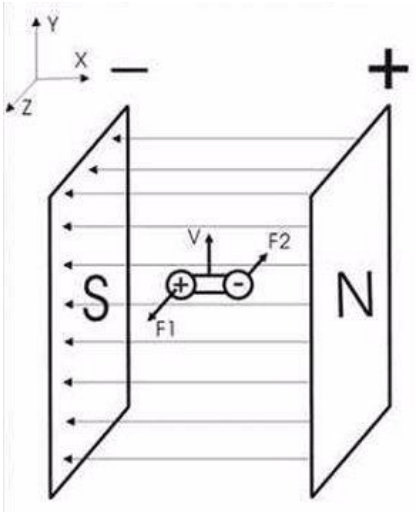
Түйіндеме: Әр түрлі заттардың су ерітінділерін (тұздар, БАЗ (беттік активті заттар), коллоидты нанобөлшектер) наноқұрылымды жүйе ретінде қабылдауға болады. Дистелденген суда қатты мұз тәріздес квазинаноқұрылымдар мен су молекуласы «аралдар» арасындағы динамикалық тепе-теңдік бар болғандықтан, оны да квазинаноқұрылымды жүйе деп қарастыруға болады.

Түйін сөздер: беттік активті заттар, дистилденген су, электр және магнит өрісіндегі су ерітіндісі.

Суды, электролит пен неэлектролиттердің су ерітінділерді зерттеудің кең ауқымына қарамастан, сыртқы әсерлесу негізінен олардың құрылымы мен қасиеті өзгеру жайлы сұрақтар көптеген теориялық және эксперименттік жұмыстардың негізгі зерттеу бағыты болып қалады.

Судың көптеген модельдері бар, оларды біріктіретін негіз ретінде оның құрамындағы жеке (тәуелсіз) молекулалар, сонымен қатар әр түрлі байланыспен біріктірілген, динамикалық қарқын алатын кинетикалық түзілулер пайда болатын молекулалар болып табылады. Мұндай жағдай судың вариабельді күйінің көптігін туындатады, сондықтан әр түрлі қасиеттердің, сонымен қатар аномальді қасиеті пайда болады. Сонымен қатар, судың құрылымының ерекшелігі мен оның метатұрақтылығы табиғаттың кез келген сыртқы әсеріне айтарлықтай жауап қайтуға мүмкіндік береді. Электрлік, магниттік өрістердің әсер етуін, кез келген агрегаттық күйде химиялық қоспаларды қосу, әсіресе электролиттер мен неэлектролиттерге әсерін айтып кетуге болады (1-сурет). Көптеген тексерілген фактілер бойынша, тіпті кіші энергетикалық әсерлесулер және кіші концентрацияға әр түрлі заттардың қоспалары жүйенің физика-химиялық өзгеруіне алып келеді, физика-химиялық процесстердің әсерінен болатын энергетикалық параметрлердің қозғалысын 10 есе туындатады [1].

Берілген мақалада корреляционды анализ нәтижелерінің статистикалық өңдеу әдістері қарастырылады. Су молекуласының булану жылдамдығының өзгерісін өлшеуге арналған гигрометр-психрометр қолданылды.



1-сурет. Су молекуласының электрленуі.

Жұмыс нәтижелері электромагниттік физикалық өрістердің әр түрлі түрлеріне биологиялық әсер етудәрежесінің дозасын детектрлеу әдістерін өңдеу үшін қолданылуы мүмкін..

Электромагнитік өрістердің әсерінен көрсетілген құрылымдар бұл шашырауды қабылдап, оның әсерінен физика-химиялық қасиеттері өзгереді:

- Психрометрикалық
- Қаттылық
- Беттік керілу
- Спектральдық қасиеттер

Түрлі тәжірибелерден көрсетілгендей, жоғары жиілікті электромагниттік өрістің дистелденген суға әсері оның ауамен шекарасында беттік керілуіне алып келеді. Көптеген зерттеулер өрістік әсер ету нәтижесінде су және су ерітінділерінің көлемдік қасиеттерінің өзгерісін зерттеуге бағытталған, сонымен қатар көлемдік фазадағы молекулааралық әсерлесудегі өзгерістер сұйықтықтың беттік қасиеттерінің өзгерісіне әсер етпей қоймайды [2].

Электрлік ток магниттік өрістер туындатады. Сұйықтықтың беті зарядталған. Сондықтан электромагниттік өріс беттегі (булану жылдамдығын күшейту мен азайту)су молекуласының күйін өзгерту керек және температураның психрометриялық әр түрлілігіне әсер ету керек. ВИД-2 құрылғысының көмегімен өлшейміз.

Жұмыс барысы:

1.біздің жұмысымыз үшін ВИД-2 құрылғысын дайындаймыз

2. су: тәжірибе үшін ASU маркасының газдалмаған суын аламыз, себебі басқаларынан қарағанда ол құрамы бойынша табиғи суға ұқсайды.Құрамы бойынша бұл су келесі мәндерге ие:

1-кесте.

HCO_3	50мг/л
$SO42$	30 мг/л
Cl^-	75мг/л
Ca^{21}	10 мг/л
Mo^{2+}	3мг/л
$Na^+ + K$	5,5мг/л

Осы суды алып гигрометр психрометр арқылы зерттелді. Құрылғыны алдық, онын капиляры бар екі температуралық шкаласы бар, оның бір резервуары суы бар сіңірушіге түсірілген, матадан жасалған білтемен дымқылданады. Сонымен қатар, «құрғақ» және «дымқыл» көрсетілімдер үшін ауаның салыстырмалы дымқылдығын анықтайтын кестесі бар.

Осылайша бөлме температурасында тәжірибені жүргіздік.

$T_{\text{құрғақ}}$ -24,75°C

$T_{\text{дымқыл}}$-25°C T-1,75°Cтаза су

t=10 минут

Осы мәндерді ала отырып әсер етудің екі түрін қарастырамыз: электрлік және магниттік.

$T_{\text{құрғақ}}$ -23,5°C

$T_{\text{дымқыл}}$--18,75°C T-0,75°C электрленген су

t=10 минут

$T_{\text{құрғақ}}$-24,50°C$T_{\text{құрғақ}}$-23,75°C

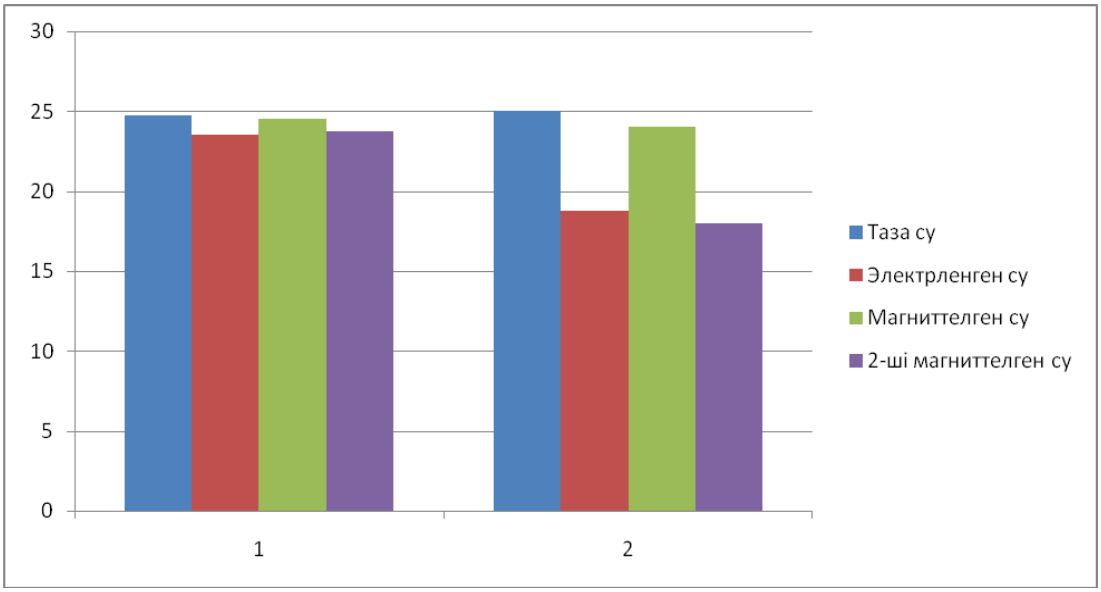
$T_{\text{дымқыл}}$---24°C$T_{\text{дымқыл}}$---18°Cмагниттелген су

t=10 минут

V-30B

1-кесте. **Алынған нәтижелердің пропорционалдылығын салыстыру.**

	Таза су	*Электрленген су*	*Магниттелген су*
$T_{құрғақ}$	24,75°C	25°C	24,50°C
$T_{дымқыл}$	25°C	18,75°C	24°C



2-сурет. Суға жасаған әрекеттеріміздің температураға әсері.

Берілген графикте таза су, электрленген су, магниттелген су және екінші магниттелген судың құрғақ және дымқыл кездеріндегі температураларының өзгерісі көрсетілген. Әрбір тәжірибе қалыпты *t=10* минут бойы жүргізілді.

Ұсынылған процесстердің әсер етуі жөніндегі сандық параметрлері туралы мәліметтер қоры әдебиеттерде жоқтың қасы. Берілген жұмыста әр түрлі электромагниттік өрістердің наноқұрылымды ерітінділердің өзгерісіне әсері зерттелді.

Қорытындылай келе, электр өрісі ең алдымен су құрылымына әсер етіп, су молекулаларының және ондағы ерітілген заттардың молекулаларының әсерлесу қасиеті мен дәрежесін өзгертеді. Нәтижесінде , алынған су тез буланатынына көз жеткіздік.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Чиркова В. Ю.Изменение физико-химических свойств растворов бутанола в результате электромагнитного воздействия // Научное сообщество студентов XXI столетия. ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ: сб. ст. по мат. VI междунар. студ. науч.-практ. конф. № 6. 167с.

[2]Чиркова В.Ю, Стась И.Е, Бессонова А.П. Изменение поверхностного натяжения воды и водных растворов бутанола в результате воздействия электромагнитного поля // Известие Алтайского государственного университета. №3. 150с.

Жекебатыр Н.Н., Канапиянов Г. Г., Ергалийулы Ғ., Сарсенов А. М.

Изменение физико-химических свойств квазинаноструктрированных растворов при воздействии электромагнитных полей.

Резюме: Водные растворы различных веществ (соли, пав, коллоидные наночастицы) можно считать наноструктрированными системами. Дистиллированную воду тоже можно считать квазинаноструктрированной системой, в том плане, что в ней существует динамическое равновесие между «островками» твердых льдоподобных квазинаноструктур и молекулами воды.

Ключевые слова: поверхностные активные вещества, дистиллированная вода, водный раствор в электрическом и магнитном поле.

Zhekebatyr N.N., Kanapiyanov G.G., Ergaliyuly G., SarsenovA.M.

Changing the physical and chemical properties of quasi nanostructured solutions when exposed to electromagnetic fields.

Summary. The aqueous solutions of various substances (salts, surfactants, colloidal nanoparticles) can be considered like nanostructured systems. Distilled water can also be considered quasi nanostructured system, in sense that there exists a dynamic equilibrium between the "islands" of solid ice-like quasi nanostructures and water molecules.

Key words: surface active substances, distilled water, an aqueous solution in the electric and magnetic field.

УДК 664.8.037.5

А.С. Дробышев, А.К. Шарипбаева, А.К. Шинбаева
(Казахский Национальный университет им.аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан)

ОХЛАЖДЕНИЕ И ЗАМОРАЖИВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Аннотация. В статье рассмотрены процессы охлаждения и замораживания пищевых продуктов. Первоначально процесс охлаждения подчиняется законам теплопередачи. Замораживание не влияет на вкус мяса значительно, но это влияет на качество: скорость и температура замерзания может влиять на цвет, нежность. Быстрое замораживание увеличивает нежность и уменьшает повреждение ткани и количество капель после оттаивания. Более эффективный метод замораживания, называемый быстрая заморозка, предполагает использование более низких температур воздуха, от -40°С до -30°С, с более высокими скоростями от 2,5 м/с до 5м/с.

Ключевые слова: охлаждение, замораживание, мясо, энтальпия, диапазон температур.

Охлаждение и замораживание скоропортящихся пищевых продуктов является важной и увлекательной областью применения теплообмена и термодинамики. Охлаждение замедляет химические и биологические процессы, происходящие в пищевых продуктах и сопутствующие ухудшения и потери качества. Срок хранения свежих скоропортящихся продуктов, таких как мясо, рыба, фрукты, овощи и может быть продлен на несколько дней путем охлаждения, и на несколько недель или месяцев путем замораживания. Есть много соображений при разработке и выборе надлежащих механизмов холодильных установок и теплопередачи. Например, фрукты и овощи по-прежнему дышат и выделяют тепло во время хранения; большинство продуктов замерзают в диапазоне температур, вместо одной температуры; качество замороженных продуктов в значительной степени зависит от скорости замораживания [1].

Мясные туши на скотобойне, следует охлаждать как можно быстрее до однородной температуры около 1.7°С для снижения скорости роста микроорганизмов, которые могут присутствовать на поверхности каркаса, и, таким образом, свести к минимуму их порчу. Правильный уровень температуры, влажности и движения воздуха должны быть выбраны для предотвращения чрезмерную усадку, закалку и обесцвечивание.

Температура тела животного составляет около 39°С, но эта температура имеет тенденцию к росту на пару градусов после забоя в результате теплоты, выделяемой во время биологических реакций, происходящих в клетках. Температура открытых поверхностей, с другой стороны, имеет тенденцию к падению в результате потери тепла. Массивная часть тушки круглая, а центр круга последнее место, которое остывает во время охлаждения. Таким образом, охлаждение каркаса лучше всего можно контролировать путем введения термометра глубоко в центральную часть.

Около 70% мясной туши является вода, а каркас охлаждается в основном путем испарительного охлаждения в результате перемещения влаги к поверхности, где происходит испарение. Но этот процесс приводит к потере массы. Для того чтобы предотвратить чрезмерную потерю массы тушу обычно промывают, или опрыскивают водой перед охлаждением. При надлежащем уходе, охлаждение распылением может устранить усадку почти всей туши. Средняя общая масса целой говядины, которая, как правило, делится на две части, составляет около 300 кг, а удельная теплоемкость каркаса составляет 3,14 кДж/кг•°С (таблица 1).

Таблица 1. **Термические свойства говядины**

Величина	Типичное значение
Средняя плотность	1070 кг/м³
Удельная теплоемкость: Выше точки замерзания Ниже точки замерзания воды	 3,14 кДж/кг·°С 1,70 кДж/кг·°С
Точка замерзания	-2,7°С
Латентная теплота плавления	249 кДж/кг
Теплопроводность	0,41 Вт/м·°С (при 6°С)

Охлаждающее помещение должно иметь емкость, равную ежедневному убою скотобойни, который может быть несколько сотен. Туша говядины промывается перед помещением в охлаждающую комнату и в процессе промывки поглощает поверхностью большое количество воды (около 3,6 кг). Это не представляет собой прирост массы нетто, так как туша теряет, капая или путем испарения в охладительном помещении во время охлаждения. В идеале, туша не теряет или получить какой-либо вес нетто, как он охлаждается в охлаждающей комнате. Тем не менее, она теряет около 0,5% от общей массы, поскольку она продолжает охлаждаться. Фактические потери продукта определяется первой массой сухой тушки перед промывкой, и затем взвешивают его снова после того, как он охлаждается.

Охлажденная температура воздуха в охлаждающем помещении говяжьих туш должна быть достаточно высокой, чтобы избежать замерзания и изменение цвета на наружных поверхностях каркаса.

Говяжьих туш лишь частично охлаждается в конце «ночевки» в охлаждающей комнате.

Температура говядины туши падает с 1,7°C до 7°C на поверхности и приблизительно до 15°C в середине части круга в 10 ч. Это занимает еще один день или два в удерживающей помещении на уровне 1 до 2°C для завершения охлаждения и выравнивания температур. Но небольшие тушки полностью охлаждаются в течение этого периода из-за их меньших размеров. Циркуляция воздуха в охлаждающем помещении сохраняется на минимальном уровне, чтобы избежать чрезмерной потери влаги и изменения цвета. Холодильная нагрузка удерживающей помещения намного меньше, чем у охладительной комнаты, и, таким образом, она требует меньшей холодильной системы. Говяжьи туши, предназначенные для дальних рынков, отгружаются на следующий день после бойни в рефрижераторах, где происходит остальная часть охлаждения. Такая практика позволяет поставлять свежее мясо на большие расстояния своевременно. Изменения температуры говяжьих туш во время охлаждения представлены на рисунке 1.

Рис.1. Кривая охлаждения туши говядины.

Первоначально процесс охлаждения подчиняется законам теплопередачи.

Отметим, что средняя температура тушки уменьшается примерно на 28°C (с 36 до 8°C) в 20 ч. Скорость охлаждения каркаса может быть увеличена за счет снижения холодильный температуры воздуха и увеличения скорости воздуха, но такие меры также увеличивают риск замораживания поверхности.

Большинство мясных продуктов оценивают по их нежности, и сохранение нежности является важным фактором в охлаждении и замораживании мяса. Мясо в основном состоит из пучков мышечных волокон крошечных сгруппированных вместе внутри длинных нитей соединительной ткани, которые удерживают их вместе. Нежность определенного среза говядины зависит от места разреза, возраста, а также от уровня активности животного. Порезы от относительно неактивной середины позвоночной части животного, такие как короткая поясница, вырезка, и ребра являются более нежными, чем порезы от активных частей, таких как ноги и шеи (рисунок 2).

Рис. 2. Различные куски говядины

Чем активнее животное, тем больше соединительной ткани, и чем жестче мясо. Мясо пожилого животного является более аккуратным, однако, и является предпочтительным для туши, так как ударная вязкость мяса не представляет проблему для приготовления пищи (кипячения). Белок коллаген, который является основным компонентом соединительной ткани, смягчает и растворяется в горячей и влажной среде, и постепенно превращается в желатин, и смягчает мясо [2].

Субпродукты, предназначенные для длительного хранения должны быть быстро заморожены, чтобы не вызвать их порчу и сохранить качество. Возможно, первая мысль, которая приходит на ум, чтобы заморозить мясо, поместить пакеты мясо в морозилку и подождать. Но в этом случае время замораживания слишком долгое, особенно для больших коробок. Например, температура ядра коробки глубиной 13 см, содержащей 32 кг мяса может достигать 16°С, а время замораживания 24 ч после того, как его помещают в морозильную камеру температурой -30°С. Время замораживания больших коробок может быть значительно сокращено, добавив немного сухого льда в него. Более эффективный метод замораживания, называемый быстрая заморозка, предполагает использование более низких температур воздуха, от -40°С до -30°С, с более высокими скоростями от 2,5 м/с до 5м/с.

Внутренняя температура должна быть снижена до -4°С для продуктов, которые будут переданы в морозильную камеру для хранения и -18°С для продуктов, которые будут отправлены немедленно. Скорость замораживания зависит от упаковочного материала и его изоляционных свойств, толщина самой большой коробки, типа мяса, а также емкости системы охлаждения. Обратите внимание, что температура воздуха поднимется чрезмерно на начальных этапах замораживания и увеличивают время замораживания, если емкость системы недостаточна. Меньшая система охлаждения будет достаточно, если сухой лед будет использоваться в пакетах. Усадка при замораживании, варьирует от 0,5 до 1%.

Хотя средняя точка замерзания постного мяса может быть взята -2°С с скрытой теплотой 249кДж/кг, следует помнить, что замораживание происходит в температурном диапазоне, при этом большинство замораживания, происходящих от -1 до -4 °С. Таким образом, охлаждение мяса с помощью этого диапазона температур и удаления скрытой теплоты занимает больше всего времени при замораживании. Мясо может храниться при внутренней температуре от -2 до -1°С для местного использования и хранения в течение менее чем неделю. Мясо должно быть заморожено и храниться при гораздо более низких температурах в течение длительного хранения. Чем ниже температура хранения, тем дольше срок хранения мясных продуктов, как показано в таблице 2.

Внутренняя температура туш, поступающих в охлаждающие секции варьируется от 38 до 41°С для свиней и от 37 до 39°С для ягнят и телят. Охлаждение до рекомендуемой температуры от 3 до 4°С занимает около 15 ч для свиней и телят. Температура в охлаждающем помещении поддерживается на уровне от -1 до 0°С, и разность температур между хладагентом и охлаждающим воздухом поддерживается на уровне около 6°С. Воздух циркулирует со скоростью примерно от 7 до 12 смен воздуха в час. Тушу ягненка охлаждают до внутренней температуры от 1 до 2°С около 12-14 ч, и выдерживают при этой температуре от 85 до 90% относительной влажности до тех пор до отправки или обработки. Рекомендуемая скорость циркуляции воздуха составляет от 50 до 60 смен воздуха в час в течение первых 4 до 6 ч, которая сводится к 10 до 12 изменений в час позже.

Таблица 2. **Срок хранения мясных продуктов**

	Срок хранения, месяцы		
	Температура		
Продукты	-12°C	-18° C	-23°C
Говядина	4-12	6-18	12-24
Ягненок	3-8	6-16	12-18
Телятина	3-4	4-14	8
Свинина	2-6	4-12	8-15
Рубленая говядина	3-4	4-6	8
Готовые продукты	2-3	2-4	

Замораживание не влияет на вкус мяса много, но это влияет на качество: скорость и температура замерзания может влиять на цвет, нежность. Быстрое замораживание увеличивает нежность и уменьшает повреждение ткани и количество капель после оттаивания. Замороженная свинина испытывает более нежелательные изменения при хранении из-за своей структуры жира, и, таким образом, его приемлемый срок хранения короче, чем у говядины, телятины или баранины. Помещения для хранения мяса, как правило, имеют холодильные доки по транспортировке грузов, где заказы собраны и вывезены. Такие доки экономят ценное пространство для хранения от использования для целей судоходства, и обеспечить более приемлемую рабочую среду для сотрудников [3].

Охлажденная доставка док снижает нагрузку охлаждения морозильников или охладителей и предотвращает колебания температуры в зоне хранения. Это часто бывает достаточно, чтобы поддерживать судоходство доки от 4 до 7°C для кулеров и около 1.5°C для морозильных камер. Точка росы перегрузочного воздуха должна быть ниже температуры продукта, чтобы избежать конденсации влаги на поверхности изделий и потери качества.

Скорость воздушного потока через загрузочные двери и других отверстий, пропорциональна квадратному корню из разности температур, и, таким образом, уменьшая разницу температур на открытии наполовину, сохраняя док доставки при средней температуре снижается скорость воздушного потока в док-станцию и, таким образом, в морозильной камере в отношении $1 - \sqrt{0,5} \cong 0,3$ или 30%.

Кроме того, воздух, который поступает в морозильную камеру уже охлаждают до 1.5°C с помощью холодильной установки док-станции, которая составляет около 50% тепловой нагрузки поступающего воздуха. Таким образом, чистый эффект охлаждаемой док доставки является уменьшение инфильтрации нагрузки морозилку примерно на 65% поскольку 1-0,7*0,5=0,65. Чистая прибыль равна разнице между уменьшением инфильтрации нагрузки морозильной камеры и холодильной нагрузки доке судоходства. Обратите внимание, что док холодильники работают при значительно более высоких температурах (1.5°C вместо -23°C), и, таким образом, потребляют значительно меньше энергии на ту же сумму охлаждения [4].

Частный случай замораживания говядины

50 кг коробка говядины в 8°C, имеющая содержание воды 72% должна быть заморожена до температуры - 30°C в течение 4 ч.

Используя данные из рисунка 3, определяют

(а) общее количество тепла, которое должно быть удалено из говядины,

(б) количество незамерзшей воды в говядине при -30°C,

(в) средняя скорость отвода тепла от говядины.

Решение: Коробка говядины должна быть заморожена. Количество тепла удалено, оставшееся количество незамерзшей воды, и средняя скорость отвода тепла должны быть определены.

Предположения Говядина при равномерной температуре в начале и в конце процесса. *Свойства* При содержании воды 72%, энтальпии говядины при 8 и -30°C равны h_1=312кДж/кг, h_2=20кДж/кг (рисунок 3).

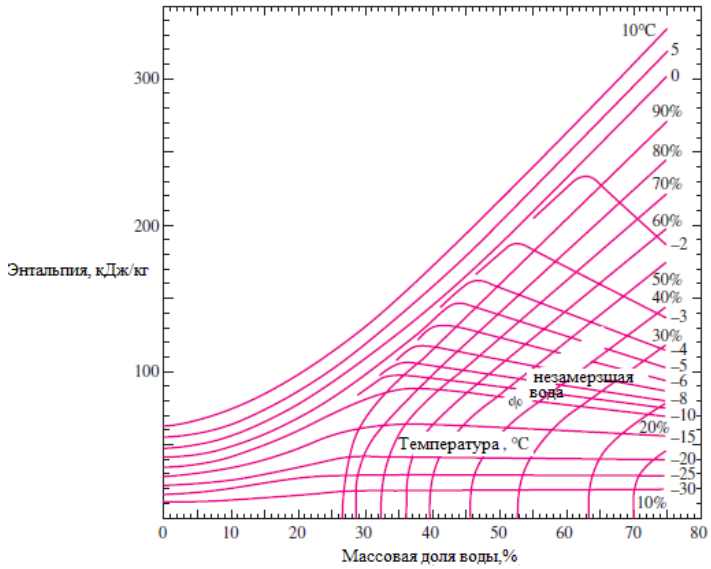


Рис. 3. Энтальпия говядины.

Анализ

(А) Общая передача тепла от говядины определяется по формуле

$$Q = m(h_1 - h_2) = 50(312 - 20) = 14{,}600 \text{ (кг)}$$

(Б) содержания незамерзшей воды при -30°C и содержание воды 72% определяется из рис.3, примерно на 10%. Таким образом, общее количество незамерзшей воды в говядины при -30°C

$$m_{незам.} = (m_{полн.}) * (\%_{незам.}) = 50 * 0{,}5 = 5 \text{ (кг)}$$

(С) отмечая, что 14600 кДж тепла удаляются из говядины в течение 4 ч, средняя скорость отвода тепла (или холода) является

$$Q = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{14600}{4*3600} = 1.01 \text{ (кВт)}$$

Таким образом, этот объект должен иметь холодопроизводительность по меньшей мере 1,01 кВт на коробку говядины.

Эта проблема также может быть решена, если предположить, что говядина будет заморожена полностью на -2°C, освободив 240 кДж/кг скрытой теплоты и с использованием конкретных значений теплоты 3,25 кДж/кг • C выше точки замерзания и 1,75 кДж /кг • C ниже точки замерзания. Общий отвод тепла от коробки говядины в этом случае будет 16,075 кДж. Обратите внимание, что разница между этими двумя результатами является 16075 - 14600 = 1475 кДж, которая почти равна скрытой теплоте, выделяемой на 6 кг воды при замерзании.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Э. Алмаши, Л. Эрдели, Т. Шарой. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 408 с.

[2] Охлаждение пищевых продуктов / Большая советская энциклопедия : [в 30 т.] / гл. ред. А. М. Прохоров. — 3-е изд. — М.: Советская энциклопедия, 1969—1978.

[3] http://bibook.ru/books/34912/default.htm

[4] Лисицын А.Б., Леонова Т.Н. О некоторых тенденциях развития производства мяса и мясных продуктов. // Все о мясе.- 2004.- №4.- с. 3-5. 68.

Дробышев А.С., Шарипбаева А.К., Шинбаева А.К.

Тамақ өнімдерінің салқындатуы мен мұздатуы

Андатпа: Мақалада салқындату және мұздату процесстері қарастырылады. Бастапқыда салқындату процесі жылу ауыстыру заңдарына бағынады. Мұздату ет дәміне айтарлықтай әсер етпейді, бірақ ол сапасына әсер етеді: жылдамдық пен температура еттін түсі мен жұмсақтығына әсер етуі мүмкін. Жылдам мұздату жұмсақтықты арттырады және ұлпалардың зақымдануы мен еруінен кейін тамшылардың санын азайтады. Неғұрлым тиімді мұздату әдісі, жылдам қатыру деп аталатын, төмен ауа температурасының пайдалануын көздейді, -40°C дан -30°C дейін, жоғары жылдамдықпен 2,5 м/с ден 5м/с дейін.

Түйінді сөздер: Салқындату, мұздату, ет, энтальпия, температура диапазоны.

Drobyshev A.S., Sharipbayeva A.K., Shinbayeva A.K.

Refrigeration and freezing of food products

Abstract: The article describes the process of cooling and freezing foods. Initially, the cooling process is subject to the laws of heat transfer. Freezing does not affect the taste of the meat significantly, but it affects the quality: speed and freezing temperatures may affect the color, tenderness. Rapid freezing increases the tenderness and reduces tissue damage and the number of drops after thawing. A more effective method of freezing, called quick chilling, involves the use of lower air temperatures, -40 to -30°C, with higher velocities of 2.5 m/s to 5 m/s over the product.

Keywords: cooling, freezing, meat, enthalpy, temperature range.

УДК51-74

А. А. Орынбасар, Р. А. Мусаев
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан)

СОПОСТАВЛЕНИЕ МЕТОДИКИ БЛОЧНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ С ПОДСЧЕТОМ ЗАПАСОВ МЕТОДОМ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ БЛОКОВ НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГИДРОГЕННОГО ПРОМЫШЛЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ТИПА

Аннотация: В настоящей работе проведено исследование трех месторождений, в которых вычислены запасы полезных ископаемых и определено содержание металла. Для достижения цели использована математическая модель, представляющая из себя среднее содержание, среднюю мощность и метропроцент по каждой скважине. И с помощью программы Surfer(13.0.383) построен алгоритм блочного моделирования, где графики показывают запасы руды, опираясь на минимальное содержание в блоке. Данный метод геостатистики необходим для точного подсчета запасов полезных ископаемых.

Ключевые слова: блочное моделирование, геологические блоки, геология, подземная гидродинамика.

Введение. Требования к широкому внедрению компьютерных программ в практику подсчета запасов и разработки кондиций в нашей стране, выдвигают проблему сопоставимости результатов расчетов, выполненных с привлечением специализированных компьютерных средств и без использования таковых.

Предпосылками к широкому применению геостатистического моделирования являются: 1) возможность оценки запасов месторождений в кратчайшие сроки, особенно при анализе вариантов кондиций; 2) автоматизация расчетов и необходимость создания базы данных для управления горным производством; 3) требования иностранных инвесторов и международных аудиторов.Для богатого полезными ископаемыми Казахстана очень важно использовать природные ресурсы с наибольшим экономическим эффектом. Обзор современного законодательства РК в сфере недропользования, проведенный экспертами Всемирного банка, показал, что с точки зрения инвестиционной привлекательности, нормативно-правовая база в Казахстане разрознена, содержит множество неопределенностей, подвержена частым изменениям и сложна для понимания инвесторами. Все это делает отрасль менее конкурентоспособной в борьбе за инвестиции по сравнению с другими странами.

Математическая модель

Метод геологических блоков состоит в оконтуривании участков (блоков), в пределах которых основные параметры тела полезного ископаемого близки по значениям. Иначе говоря, в пределах геологического подсчетного блока должны быть примерно одинаковы содержания полезного компонента, мощность, степень разведанности, условия залегания, сорт и тип полезного ископаемого, технологические свойства, гидрогеологические и инженерно-геологические условия, объемная масса, условия вскрытия и разработки. В пределах каждого геологического блока исходные данные рассчитываются способом среднего арифметического, а его площадь определяется планиметром или палеткой.

Запасы подсчитываются по формулам

$$V = S * m \quad (1)$$

$$Q = V * d \quad (2)$$

$$p = Q * C \tag{3}$$

где V – объём залежи, S – площадь залежи на проекции, m – средняя мощность, Q – запасы руды,
d – объемная масса, p – запасы металла, C – среднее содержание полезного компонента в объёме залежи. Среднее содержание, средняя мощность и метропроцент по каждой скважине (рудному пересечению) подсчитываются по следующим формулам:

$$\sum m = \sum_1^n m_i \tag{4}$$

$$\sum mc = \sum_1^n mc_i \tag{5}$$

$$\sum mc_p = c` \times \sum mc \tag{6}$$

$$c_p = \frac{\sum mc_i}{\sum m_i} \tag{7}$$

где i — номер рудного интервала в пределах пересечения по блоку; n – количество рудных интервалов в пределах пересечения по блоку; ∑mc – суммарный метропроцент пересечения по блоку (м%); ∑m – суммарная рудная мощность пересечения по блоку (м); C ср – среднее содержание по рудным интервалам в пределах пересечения по блоку; c′ — среднее содержание, округленное до трех знаков после запятой; ∑mc p – суммарный расчетный метропроцент пересечения по блоку.

Блочное моделирование в объеме рудных тел, оконтуренных по низкому «природному» борту. Основной кондиционный показатель – cut-off grade – минимальное содержание в блоке блочной модели. Фиксируются неустранимые различия в запасах и средних содержаниях в связи с фундаментальными различиями методов.

В подсчете запасов геостатистический подсчет запасов применяется в следующих вариантах: повариантный подсчет запасов на основе одной блочного моделирования с применением cut-off grade. Блочное моделирование внутри «жестких» каркасов по каждому бортовому содержанию в повариантном и основном подсчете запасов с целью оценки содержаний.

Описание алгоритма метода геостатистики

Блочная Модель представляет собой таблицу очень похожую на Excel.

BM_кригинг_УРАГАН.DAT

	X	_X	Y	_Y	Z	_Z	CON_AU	выработка
1	-89524.000	1.000	19412.000	1.000	699.000	1.000	1.11420	6
2	-89523.000	1.000	19412.000	1.000	700.000	1.000	1.11373	6
3	-89526.000	1.000	19413.000	1.000	699.000	1.000	1.10500	6
4	-89525.000	1.000	19413.000	1.000	700.000	1.000	1.10352	6
5	-89524.000	1.000	19413.000	1.000	701.000	1.000	1.10249	6
6	-89523.000	1.000	19413.000	1.000	702.000	1.000	1.10192	6

Рис. 1. Таблица данных блочной модели метода кригинга

В этих таблицах приведены координаты центров блока, их размер по трём осям и другие характеристики блока (объёмный вес, содержание металла, категория запасов и т.п.). Объём элементарного блока вычисляется простым произведением размеров блока, а запасы путём дальнейшего умножения на объёмную массу и на содержание.

Таким образом, запасы блочной модели являются простой суммой запасов лишь тех элементарных блоков, содержание в которых более, или равно минимальному содержанию в блоке. Это свойство блочной модели имеет чрезвычайно важное значение для оценки месторождения, и является основным объектом повседневной работы горняков, геологов и экономистов. Простые математические операции с блочной моделью позволяют анализировать поведение запасов и их качество в пространстве в зависимости от минимального содержания в блоке.

I. Золоторудное месторождение золото-адуляр-кварцевой формации. Представлено крутопадающими адуляр-кварцевыми малосульфидными жилами и жильно-прожилковыми зонами размером 250 *400 м. Авторы разделили рудные тела на три домена поструктурно-минералогическим критериям: домен 1 – основные жильные и жилообразные тела; домен 2 – оперяющие жильные и жилообразные тела второгопорядка; домен 3 – два предыдущих домена и призальбандовая минерализация. Повариантный подсчетзапасов произведен по пяти вариантам бортовых содержаний золота (0,8; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 г/т) методом геологических блоков. Для оптимизации проектного контуракарьера использовался геостатистический подсчет поприродному борту 0,5 г/т. В дальнейшем соответственно вариантному традиционному подсчету проводилосьпутем подбора (тарирования) параметра cut-off grade позапасам (табл. 1, 2). Для более подробного рассмотрения экспертизойбыло рассчитано сопоставление запасов по подсчетным блокам традиционного подсчета. Для отдельныхблоков относительное расхождение в запасах составило до 50 %, а содержаний золота – до сотен процентов.

Таблица 1. **Соответствие бортовых содержаний и cut–off grade**

Бортовое содержание / Краевая выработка (условное золото), г/т	Cut–off grade, г/т
0.8/0.8	0.9
1.0/1.0	1.3
1.0/2.0	1.8
1.0/3.0	2.7
1.0/4.0	3.7

Таблица 2. **Относительные расхождения подсчетов традиционным и геостатистическим методами. Месторождение I**

Категория запасов	Запасы руды, %	Au	Ag	Au	Ag
C1	–5.31	–3.03	–0.69	–7.95	–5.98
C2	–4.80	–5.00	–6.36	–11.20	–10.86
C1+C2	–4.87	–5.13	–5.67	–10.84	–10.28

В связи с тем, что минимальное содержание в блоке блочной модели на данный момент не является утвержденным кондиционным показателем, экспертизой было указано на невозможность использования представленной блочной модели. Было рекомендовано для оптимизации проектного контура карьера использовать блочную модель в каркасах по бортовым содержаниям.

II. Стратиформное свинцово-цинковое месторождение.

Линзовидные, лентовидные рудные тела, залегающие согласно простиранию вмещающих пород. Повариантный и основной подсчет запасов произведенпо четырем вариантам бортовых содержаний условного цинка (1,0; 1,5; 2,0; 2,5 %) способом вертикальных сечений. Контрольный подсчет – методом геологических блоков. Блочное моделирование выполнялось для оптимизации контуров проектного карьера. Сопоставление блочной модели выполнялось несколькими вариантами: а)сопоставление средних содержаний БМ со средневзвешенными содержаниями проб, попавших в рудныйкаркас (по алгоритму программного обеспечения);б) сравнением содержаний, полученных в результате разных методов интерполяции, — ординарного кригинга и метода обратного расстояния; в) сопоставление с традиционным подсчетом. При оценке содержаний геостатистическими методами наблюдается занижение по отношению к традиционным методам. Было рекомендовано провести сопоставление геостатистического подсчета до и после усечения ураганных содержаний, а также дополнить материалы сопоставления с традиционным подсчетом более подробным сопоставлением с делением на домены и рудные тела (табл. 3).

Таблица 3. **Относительные расхождения подсчетов традиционным и геостатистическим методами. Месторождение II**

Категория запасов	Запасы руды, %	Zn	Pb	Ag	Zn	Pb	Ag
B	5,6	–14,7	–19,1	–10,6	–8,3	–12,4	–4,5
C1	1,2	–4,5	–0,5	0,9	–3,2	0,8	2,1
C2	–1,2	–3,1	2,0	–2,7	–4,3	0,8	–4,0
B+C1+C2	0,4	–2,3	–2,0	–1,5	–1,9	–1,6	–1,1

III. Медно-порфировое месторождение.

Линейный крутопадающий штокверк (3200 *600 м) со сложным внутренним строением. Повариантный подсчет запасов произведен по трем вариантам бортовых содержаний условной меди (0,2; 0,25; 0,3 %) с использованием блочного моделирования. Выделение интервалов и оконтуривание рудных зон выполнялось по традиционной методике, расчет средних содержаний производился через блочную модель. Основной подсчет запасов выполнен методом вертикальных разрезов. Примененный в традиционном подсчете коэффициент рудоносности учтен с использованием модификации индикаторного кригинга. В связи с значительными различиями в запасах и средних содержаниях попутных компонентов экспертизой было указано на необходимость доработки блочной модели (табл. 4).

Таблица 4. **Относительные расхождения подсчетов традиционным и геостатистическим методами. Месторождение III**

Кате-гория запасов	Запасы руды, %	Cu	Au	Mo	Ag	Cu	Au	Mo	Ag
C1+C2	0,8	0,1	–3,2	0,2	20,7	1,4	–1,9	10,4	21

Любую БМ можно вывести на экран для проверки распределения металла по блокам и сравнить с реальными пересечениями. К примеру, ситуация вокруг скважины 214:

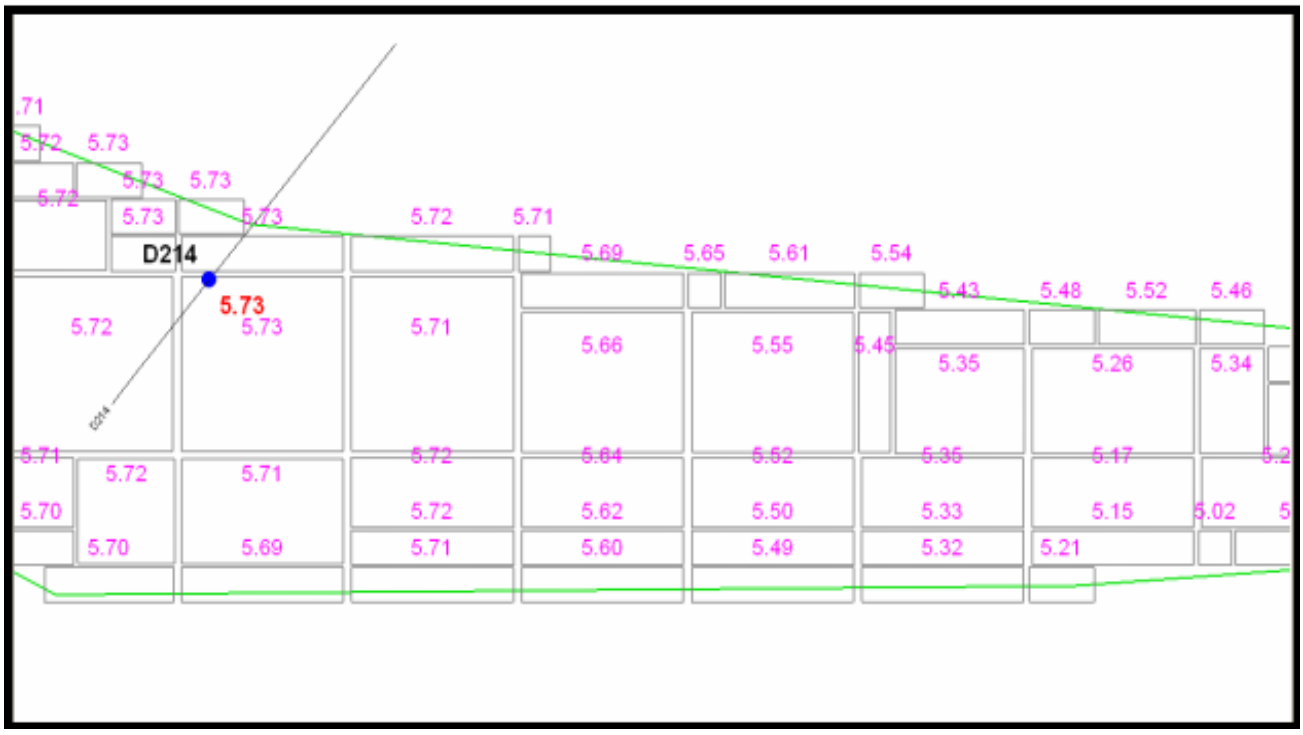


Рис. 2. График блочной модели для распределения металла по блокам

На рисунке видно, что вблизи пересечения скважины окружающие блоки имеют близкие содержания, а с удалением от неё содержания понижаются, всё больше приближаясь к содержаниям следующего пересечения.

Обычно при объявлении величины запасов блочной модели упоминается при каком именно минимальном содержании в блоке они приведены, так как блочная модель по сути своей есть отражение распределения полезного ископаемого в пространстве и представляет собой весь спектр содержаний в выделенном контуре объёма земной коры. В нашем примере блочной модели содержит 40996 строк-блоков варианта "В", а запасы рудного тела путём фильтрации данных могут быть показаны в виде таблицы Excel или графика.

Этот график отражает зависимость в запасах блочной модели "количество – качество", и позволяет определить при каком минимальном содержании в блоке запасы будет соответствовать запасам ручного подсчёта (1164кг). В рассматриваемом примере запасы ручного подсчёта при бортовом содержании 2.0г/т соответствуют запасам блочной модели при минимальном содержании в блоке 2.3г/т. Блочная модель не зависит от экономических параметров, это лишь отражение распределения геологических запасов в пространстве. Результатом экономических расчётов является минимальным содержанием в блоке, точно также как и бортовое содержание в пробе для оконтуривания рудных тел при ручном подсчёте. Минимальное содержание в блоке это минимальное содержание в руде, которая может быть добыта и переработана с нулевой рентабельностью.

В случае изменения экономических условий (цены металла, к примеру) для блочной модели происходит простое "назначение" нового минимального содержания в блоке на основе несложных экономических расчётов, в то время как для расчёта бортового содержания в пробе требуется кропотливый многовариантный ручной подсчёт запасов, так как возникает необходимость изменить по каждому варианту границы рудных тел.

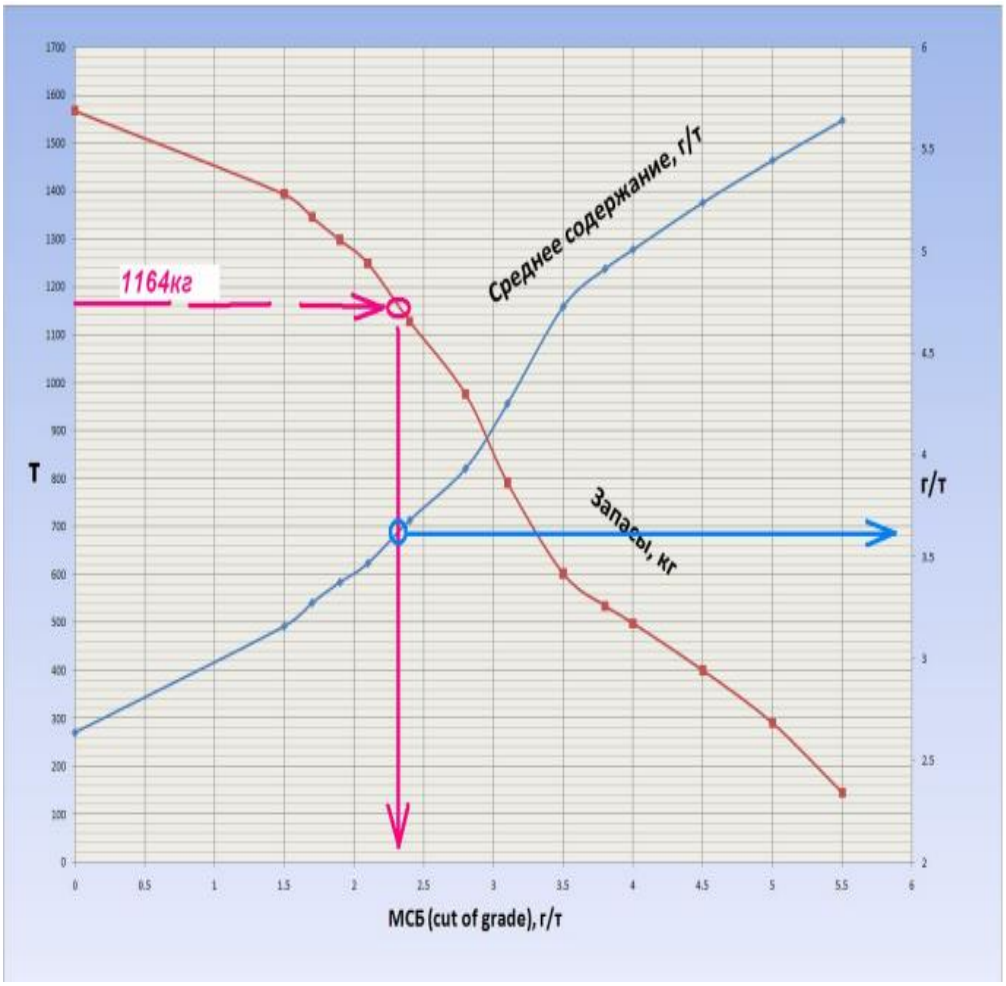


Рис. 3. График зависимости в запасах блочной модели «количество - качество»

Заключение

1. По своим возможностям и точности блочной модели во много раз превосходит бумажный ручной подсчёт, что особенно важно для экономической оценки месторождений и принятия обоснованных управленческих решений по их освоению.

2. Высокая степень конкурентоспособности методов подсчета запасов полезных ископаемых с применением информационных технологий, в сравнении с действующим регламентом подсчета запасов, подтверждается громадным опытом использования блочной модели современной мировой практикой на всех стадиях разведки и отработки месторождений.

3. Применение динамических методов подсчета запасов ограждают месторождения от "выборочной" отработки богатых участков, поскольку действующие на любой момент добычи экономические ограничения не позволяют терять в недрах запасы, обеспечивающие получение даже самой минимальной прибыли.

4. Высокая эффективность применения блочной модели для подсчета запасов полезных ископаемых, в сочетании с оперативностью контроля отработки, дает надежду на скорое и масштабное внедрение информационных технологий в отечественную геологическую практику.

ЛИТЕРАТУРА

[1]Бабина Т.О., Жидков С.Н. Использование компьютерного моделирования при подсчете запасов. – 2007. – С. 411-417.

[2]Коткин В.А., Малухин Г.Н., Мельникова А.В. Количественная оценка точности и достоверности разведанных запасов месторождений твердых полезных ископаемых - 2009. – С.50.

[3] Роуч П. Вычислительная гидродинамика. – Рипол Классик, 1980.

[4]Андерсон Д., Дж Т., Плетчер Р. Вычислительная гидродинамика и теплообмен. – 1990.

Орынбасар А. А., Мусаев Р. А.

Блоктық модельдеу қазба қорының әдісін геологиялық блоктар әдісімен кен орындарының үлгісінде гидрогенного өнеркәсіптік-технологиялық салыстыру

Аңдатпа: Осы жұмыста үш кең орындарымен зерттеу жүргізілді, пайдалы қазбалар қорлары және мазмұны анықталған. Мақсатқа қол жеткізу үшін математикалық моделі білдіретін орташа мазмұны, орташа қуаты мен әрбір ұңғыма бойынша метропроцент пайдаланған. Surfer(13.0.383) деген бағдарламаның көмегімен салынған блоктық модельдеуалгоритмі, графиктер көрсетіліп ен маңызды есептер шешілген. Бұл геостатистики әдісі осы жұмысқа ең қажет жұмыстарының бірі, өйткені бұл әдістің керекті шешімдері өте көп және де қатесіз алгоритмдер жеткілікті.

Түйін сөздер: блоктық модельдеу, геологиялық блоктар, геология, жер асты гидродинамикасы.

Orynbassar A. A., Mussayev R. A.

Comparison of methods block modeling reserves calculation methods of geological blocks on the example of deposits hydrogenic industrial process type.

Summary. In this paper we studied the three fields in which mineral reserves were calculated and determined metal content. To achieve the objective used a mathematical model representing a mean content, average power and metropercent for each well. And using Surfer program (13.0.383) built block modeling algorithm, which graphs show the ore reserves, based on the minimum content of the block. This method of geostatistics is required for accurate calculation of mineral reserves.

Key words: block modeling, geological units, geology, underground hydrodynamics.

УДК: 378

Б. Р. Қасқатаева
(Қазақ мемлекеттік қыздар педагогикалық университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы)

БОЛАШАҚ МАТЕМАТИКА МҰҒАЛІМДЕРІН ОҚЫТУДЫҢ ІС-ӘРЕКЕТТІК ӘДІСІ ТУРАЛЫ

Аннотация: Мақалада педагогикалық жоғары оқу орындарында кәсіби құзырлы математика мұғалімдерін дайындауда қолданылатын кәсіби-бағытталған оқыту әдістерінің бірі – іс-әрекеттік тәсілді қолданудың қажеттілігі негізделген. Кәсіби құзырлылыққа анықтама берілген және математиканы оқытудағы іс-әрекеттік тәсілдің мағнасы анықталған.

Түйінді сөздер: іс-әрекеттік тәсіл, кәсіби құзырлылық, тұлғалық-әрекеттік тәсіл, интерактивті оқыту түрлері мен әдістері.

Қазіргі уақытта әлеуметтік құндылықтар өзгеруіне байланысты оқу процесі үнемі жетілдіруді талап етеді. Сондықтан қазіргі жағдайда жоғары оқу орындарында (ЖОО) мамандарды дайындауда оқытудың стратегиясы мен тактикасын түбегейлі өзгерту қажеттігі мәлім.

Қазақстан Республикасының Президенті мен Үкіметі ЖОО -дар алдында қойылған міндеттерінде мамандарды кәсіби даярлау сапасын арттыруды және әлемдік стандарт деңгейіне жетуді талап етеді. Осыған байланысты кәсіби құзырлы, бәсекеге қабілетті маман даярлау қажеттілігі туындап отыр. Осы мақсатқа табысты қол жеткізу білім алушылардың нені меңгергеніне ғана байланысты емес, оны қалай яғни қандай белсенді оқыту әдістері арқылы меңгергеніне де байланысты.

Белсенді оқыту әдістерін құрастыру және тәжірибеге енгізу түрлі ғылым салаларында көптеген педагогтармен және психологтармен зерттелген. Дегенмен, педагогикалық ЖОО-да кәсіби-бағытталған оқыту әдістері мен тәсілдерін қолдану жеткілікті зерттелмеген.

Бүгін мамандардың алған білімі мен біліктерін нақты өмірде туындайтын нақты ситуациялар мен проблемаларды шешуде қолдана білу қабілеттері бағаланады. Қазақстандық білім беруді модернизациялау (жаңғырту) жағдайында оқытудың жаңа белсенді тәсілдерін қолдану көзделіп отыр. Осы жағдайда ЖОО-да оқытудың іс-әрекеттік және құзырлылық тәсілдерінің өзектілігі айқын.

Аталған тәсілдердің мәні – олар студенттердің алған білімдері негізінде танымдық, коммуникативтік, ұйымдастырушылық, адамгершілік және басқа да әртүрлі салаларда туындайтын проблемаларды өз бетінше шеше алатын қабілеттерін дамытады.

Математиканы кәсіби-бағдарлап оқытудағы іс-әрекеттік тәсілдің мағнасын анықтайық.

Педагогикалық қызмет пен педагогикалық қарым-қатынас жоғары деңгейде жүзеге асыра алатын, оқушы тәрбиелеуде және оның жеке басын дамытуда жақсы нәтижелерге жететін ұстаз еңбегі кәсіби құзырлы болады [1].

Кәсіби құзырлылықтың мағнасын талдай келе біз бұл ұғымды төмендегідей анықтадық: «Педагогтың кәсіби құзырлылығы деп оның педагогикалық қызметке дайындығын анықтайтын және қазіргі уақыттағы социумда қабылданған нормалар мен стандарттарға сәйкес кәсіби- педагогикалық функцияларын шығармашылықпен орындайтын кәсіби тұлғалық сипаты».

Ол күрделі және көп қырлы құбылыс. Ол тек педагогтың кәсіби-базалық білім мен біліктілігімен ғана анықталмайды, ол өзін-өзі түсінуімен және қоршаған әлеміне түсіністікпен қарауымен, іс-әрекеттерінің құнды жақтарымен, жалпы мәдениеттілігімен, бірге жұмыс істейтін адамдармен жақсы қарым-қатынас жасай алуымен, өзінің шығармашылық әлеуетін дамыту қабілеттерімен анықталады.

Авторлардың кәсіби құзыреттілікке берген барлық анықтамаларында шығармашылық қасиет енген. Педагогтың *шығармашылық қызметі* өз пәнін және оған жақын келетін ғылым салаларын білу, оқыту және тәрбиелеу әдістемесін білу, адам психологиясын түсіне білуге негізделген. Педагогтың *шығармашылық қызметі* – маңызды педагогикалық мәселелерді түсіну және оны вариативті шешу жолдарын таба білу, өз шеберлігінің деңгейін түсініп оны дамыту мүмкіндіктерін біліп, оны жетілдіру мүмкіндіктеріне сеніммен қараумен сипатталады [2].

Педагогтардың психикасы, барлық ересек адамдардың психикасы секілді, олардың белсенді кәсіби және қоғамдық қызметтеріне байланысты дамиды [3].

Педагогикалық қызметтің негізі – *әрекет ету*. Ол өзара байланысты іс-әрекеттер тізбегінен тұрады да, педагогикалық қызметтің құрылымын құрайды.

А.К. Маркова педагогикалық қызметтің құрылымында үш негізгі компоненттерді бөліп көрсетеді. Олар: 1 - мотивациялық-бағдарлы буыны (бағыттау жағдайында, мақсаттары мен міндеттерін қоюда бағдарлау, мотивтер пайда болу); 2 - орындаушылық буыны (іске асыру) және 3 – бақылау және бағалау буыны (нәтиже) [4].

Бірінші кезеңде педагог педагогикалық мақсаттар мен міндеттер қояды (кез келген түрде), екінші кезеңде оларды жүзеге асыру үшін қажетті педагогикалық құралдарды таңдайды, үшінші кезеңде өз іс-әрекеттерін талдайды және бағалайды.

Кәсіби қызметтің тиімділігі оның барлық компоненттерін жүзеге асырылуы болып табылады. Оқытушылардың кәсіби қызметінің әр сатысында: диагностикалық, жоспарлау, ұйымдастыру (1 кезең); коммуникативтік, ынталандыру, қалыптастыру (2 кезең); аналитикалық, бағалау, үйлестіру, түзету және жетілдіру (3 кезең) функциялар жүзеге асырылады.

Педагогтың кәсіби қызметін орындаудың үш деңгейі бар:

1) орындау (кәсіби қызметті бөтен үлгілер яғни көшірмесі бойынша жүзеге асыру);

2) жоспарлау (мән-жайларды есепке алмай, өз ұсынысы бойынша қызметін атқару);

3) жобалау (қызметті жүйелік түсінуіне байланысты жүзеге асыру).

Педагогикалық жоғары оқу орындарының физика-математика факультеттерінде математиканы кәсіби-бағдарлап оқыту процесінде студенттердің кәсіби құзыреттілігін қалыптастыруда *әрекеттік тәсілдің* маңыздылығы ерекше. Себебі, *әрекеттік тәсіл* студенттердің мотивациялық-қозғаушы және бағдарлы-зерттеу қызметін ұйымдастырғанда кәсіби ойлау қабілеттерін қалыптастырады.

Кәсіби-бағдарлық оқыту деп, математиканы оқытуда болашақ мамандық ерекшеліктеріне байланысты білім алушылардың қажеттіліктерін ескеруге негізделген оқытуды түсінеміз. Ол білім алушылардың кәсіби-бағдарлы білімді тұлғалық қасиеттерін дамытумен қатар меңгерулерінің үйлесімділігін көздейді.

Әрекеттік тәсілде кезкелген оқыту – белгілі бір әрекетті оқыту деп қарастырылады. *Әрекеттік тәсіл* кәсіби іс-әрекеттің әдістерін меңгеруге бағытталған. Психологияда тұлғалық-әрекеттік тәсілдің негізі Л.С. Выготский [5], А.Н. Леонтьев [6], С.Л. Рубинштейна [7], В.В. Давыдов [8], Д.Б. Эльконинның [9] және т.б. еңбектерінде қарастырылған.

Аталған авторлардың еңбектерінде тұлға іс-әрекеттер және қарым-қатынастар арқылы адамның жеке дамуын анықтайтын қызмет субъектісі ретінде қарастырылады.

«5В010900-математика» мамандығындағы болашақ бакалаврларды оқытудың әрекеттік тәсілі бірнеше факторларға негізделген:

- тұлғаның кәсіби қасиеттерін дамыту есеп шығару арқылы жүргізіледі;
- оқытуда жеке және пәндік дайындықтың бірлігі;
- кәсіби білім берудің әрбір сатысында тұлғаның жеке ерекшеліктері мен қажеттіліктерін ескеру;
- әрбір студент кәсіби қызметті оның жеке тұлғасына қажет маңызды қызмет деп ұғына бастайды.

Әрекет ортақ маңызды қасиеттерімен және бір ғана құрылымымен сипатталады. Оның компоненттері (мақсаты, қозғаушы, мазмұны, әдістері, нәтижелері) студентің ұмтылған нәтижесіне жетуін қамтамасыз етеді.

Мақсат пен қызығушылық көзі студенттің талаптары. Онда мұғалімнің педагогикалық қызметінің ең маңызды міндеттерінің бірі студенттердің оқуға деген талаптарын қажеттіліктерін арттыру болып табылады. Студенттердің қажеттіліктері олардың шығармашылық қызметі арқылы анықталып көбейеді. Студенттердің ұйымдастыру және үйлестіру біліктіліктерін қалыптастыру оларға оқу материалын беру және есеп шығарту арқылы шектелмейді. «Ғылыми тұрғыдан мұғалім тек – бізді қоршаған әлеуметтік ортаның білім беру және тәрбиелеудің жетекші ұйымдастырушысы, әрбір оқушымен өзінің қарым-қатынасының реттеушісі және бақылаушысы» [5].

Мұғалімнің міндетіне жеке амалдарды орындап алып, соңында нәтижелерін жинақтап, жалпылауға үйрету де кіреді. Оқу материалының көпшілігін есеп немесе тапсырма ретінде беріледі. Бұл жағдайда студент өзінің жеке ерекшелігіне байланысты нақты тапсырмаларды орындайды, оның ойлау қабілеті дамиды. Кәсіби-бағдарланған есептерді шығару – кәсіби оқытуға қызықтырушы шарттың бірі болып табылады.

Кәсіби бағдарлап оқытуды жүзеге асыру үшін төмендегі амалдарды білу керек: жобалау, зерттеу, математикалық моделдеу амалдары, өздігімен оқып білу, біріккен шығармашылық жұмыс. Аталған амалдарды жүзеге асыруда студенттер білімдерін тереңдетіп, оны кәсіби қызметінде қолданудың тәсілдері мен құралдарын білетін болады.

Тұлғалық әрекеттік тәсілді қолданғанда оқыту мақсаты әрекеттік тұрғыда қойылады. Ал, міндет - қойылған мақсатқа жету үшін орындалатын ахуал (ситуация), әрекет - мақсатқа жету процесі [10].

Көптеген жылдар бойы мектепте білім берудің дәстүрлі мақсаты ғылымның негізін құраушы білім жүйесін меңгеру болды.

Сондықтан, біздің мектеп бітірушілердің білімдерінің деңгейі басқа мемлекеттердегі қатарластарының білімдерінен анағұрлым жоғары. Соңғы жиырма жылдағы халықаралық салыстырмалы зерттеулер нәтижесі, өкінішке орай, төмендеген. Қазақстандық оқушылар пәндік білім мен білікке қатысты репродуктивтік сипаттағы тапсырмаларды басқаларға қарағанда жақсы орындайды. Ал, төмендегідей есептерді шығаруда оқушылардың нәтижелері төмен:

1) алған білімдерін практикада, өмір жағдайларында қолдануға берілген;
2) стандартты түрде берілмеген есептерді интерпретациялауға;
3) есептің берілгеніне талдау жүргізуге;
3) нәтижелерін қорытып кейбір өзгерістердің жалғасын болжауды қажет ететін есептер.

Осыған орай, білім берудің сапасы туралы мәселе өзектілігін жойған жоқ. Қазіргі жағдайда білім берудің сапасы тұлғаның өзін өзі анықтауына байланысты болашақ қызмет шеңберінде қызмет жасауға дайындауға және «осы жерде, қазір өмір сүруге үйретуге» байланысты. Осы өзгермелі заманда кезкелген ақпарат тез өзгеріп құндылығын жояды. Қазір ақпаратты қайдан табу?, оны қалай түсіндіру (интерпретизациялау)? немесе жаңа ақпаратты қалай құрастыру? туралы білім одан да маңызды. Осының барлығы әрекеттің нәтижесі, ал әрекет - есеп шығару, мәселені шешу. Білім беруде фактілерді меңгеруден (нәтиже-білім), әлеммен қарым-қатынас жасау тәсілдерін меңгеруге көшу (нәтиже-біліктілік), оқу процесінің жалпы сипатын және оқушылардың іс-әрекеттерін өзгерту қажеттілігіне әкеледі.

Осы тұрғыда оқушылармен жұмыс істеуге үйретудің негізі мәселені шешу болады. яғни жаңа іс-әрекеттерді меңгеру. Атап айтқанда: оқу және зерттеушілік, іздену және конструкторлық, шығармашылық және т.б. Бұл жағдайда білім мәселелерді шешудің мақсатты, тиімді және жүйелі жұмысының нәтижесі болады.

Оқушылардың білім алу процесін талаптарға сай ұйымдастырылған жағдайда оқу материалын меңгеруі, оларға өмірге жолдама береді. Оқытуға мұндай көзқарас оқыту процесіндегі іргелі және мағыналы іс-әрекет болады. “Іс-әрекет арқылы оқыту” концепциясын американдық ғалым Д.Дьюи ұсынды. Оның жүйесінің принциптері:

- оқушылардың қызығушылығын ескеру;
- әрекетке ойлай білу арқылы жетуді үйрету;
- таным мен білім – қиыншылықтарды жеңу салдары;
- еркін шығармашылық жұмыс және ынтымақтастық [11].

Оқушыларды жан жақты дамыту үшін оларды қоғам жұмыстарына қатынасуларын ұйымдастыру қажет. Сонда олар сыныптағы қарым қатынастан үлкендердің қоғамдық саяси өмірлеріне қатынасуға дейін жетеді.

Оқытудың әрекеттік моделде оқытудың әрекеттік қырларының мазмұны мәселелер шешумен және коммуникация әрекеті әлеуметтік нормаларды меңгерумен анықталады. Яғни оқу процесі өзара іс-әрекеттік және проблемалық (коммуникативтік) мәселелерді шешуден тұрады. Өзара қарым-қатынаста іс-әрекет жасау барысында есеп шығарылады [12].

«Мұғалім-оқушы», «оқушы-оқушы» араларындағы өзара іс-қимылдарында, басқа адамды, топты, өзін, басқаның пікірін, қатынасын, болмыстағы фактілерді қабылдау басты рөл атқарады.

Түсіністік пен қабылдаушылық қарым-қатынастарды түзетуге емес, әрекет жасауға, оқыту және коммуникативтік мәселелерді шешуге бағыттайды. Коммуникативтік мәселе – қарама-қайшылықтарды шешуді талап ететін проблема: сен білесің - мен білмеймін, сен жасай аласың – мен жасай алмаймын, ал мен білуім және жасай алуым керек.

Коммуникативтік мәселені шешу алдымен қажеттілік қалыптастыру (мәселен, сұрақтар қою арқылы), кейін сол қажеттілікті жүзеге асырудан тұрады.

Егер сұрақтарға жауап есептердің шешімін береді немесе жаңа мәселе туындатады.

Оқыту процесінде интеллектуалдық және танымдық есептер білім алушылардың қызығушылықтарын оятады. Себебі танымдық есептер олардың ой-өрісін кеңейтуге, білімдерін тереңдетуге және жүйелеуге септігі тиеді және студенттердің танымдық, интеллектуалдық қажеттіліктеріне сәйкес ынта-ықыластарымен білім алуға, оқып үйрену есептерін шығаруға ықпал жасайды.

Білім беруде оқып үйрену есептері оқыту процесінің бір құралы болып табылады. Д.Б. Эльконин «оқып үйрену есептерінің басқа есептерден айырмашылығы, оның мақсаты мен нәтижесі субъектің жұмыс жасайтын пәнін өзгертпей, әрекеттенуші субъектің өзін өзгертуі болып табылады», - дейді [13].

Оқып үйрену есептері жоғары дәрежеде проблемалы болады. Оқып үйрену есептерін шығарғанда оқушы:

– проблеманы өзі қояды,

– шешімін өзі табады,

– шығарады,

– шешімінің дұрыстығын өзі тексереді.

Сонымен, осындай оқып үйрену есептерін үнемі шығару өздігімен жүйелі ізденіс іс-әрекетіне ұштасады, ал оқыту проблемалық және дамытатын оқытуға айналады.

Осылайша тұлғалық-әрекеттік оқыту жағдайында білім берудің жаңа сапасына қол жеткізіледі жеке тұлғаның, оның сұрау нәтижелерін, студенттердің барабар адам өзін байланысты құндылықтарына сәйкес өз тұлғасына, қоршаған ортасына көзқарастары қалыптасады. және жеке мүдделерін дамытуға, әлеуметтік белсенділігін атртыруға қол жеткізеді..

Тұлғалық-әрекеттік тәсіл мектепте білім беруді қайта құрудың факторы ретінде құрылған жалпы орта білім беру концепциясымен (тұжырымдамасымен) анықталған.

Тұлғалық-әрекеттік тәсіл оқытудың негізі тұлға, оның мотивтері, мақсаттары, қажеттіліктері екенін көрсетеді. Ал тұлғаның өзін-өзі іске асыру шарты – тәжірибе алуын және тұлғалық өсуін қамтамасыз ететін іс-әрекет. Л.С.Выготский: «оқыту процесінің негізі оқушының жеке іс-әрекеті... Ғылыми мектеп ол «әрекеттер мектебі». Біздің әрекеттеріміз, қозғалыстарымыз – біздің мұғалімдеріміз», – деді [14].

Оқытудың тұлғалық-әрекеттік моделінде, И.В.Ворожцова «субъектің оқу әрекеті - оқыту мен оқу», – дейді. Мұғалім жоспарлайтын оқу іс- әрекетінің мазмұны оқыту есептерін оқу амалдары арқылы шешуден тұрады. Оқушының жоспары – оқу әрекеті, яғни мотивтер, мүмкіндіктер, таңдау ситуациясы, «өзі үшін әрекеттену және өзіне жаңалық ашу» [15].

Тұлғалық-әрекеттік тәсіл оқушылардың тек білімді меңгеруіне ғана емес, сонымен қатар ойлау тәсілдерін, оқушының танымдық күштері мен шығармашылық әлеуетін дамытуға бағыттайды.

Тұлғалық-әрекеттік тәсіл енгізу оқытуды ұйымдастырудың бұрынғы тәсілдерге қарсылық жасалғандай болып отыр. Әрекеттік моделде оқушы тұлғасына бағдарланған оқыту технологиясы әртүрлі проблемалық есептер шығару және басқа да оқушының өзін қызықтыратын мәнді есептерді шешу секілді т.б. әрекеттер жүзеге асады. Оқыту есептері әрекеттің интегративті бөлігіндей оқушылардың тыныс-тіршілігіне айналады. Егер, әрекет адамның әрекетіне ұқсас болса, ол меңгерілетін білімге барабар болып табылады.

Оқытудың әрекеттік қырлары әрекеттенгіш адамды алдыға шығарады. Оның амалдарының маңыздысы ақыл-ой амалдары. Осыған байланысты, әрекеттену стратегиясын әзірлеуге, оқыту есептерін шешу тәсілдері ретінде анықталатын оқу амалдарына ерекше көңіл бөлінеді. Оқу әрекетінің теориясының жалпы мәтінінде мақсат қою, бағдарламалау, жоспарлау, бақылау, бағалау амалдары қарастырылады.

Әрекеттің түрлері: қайта құрушылық, орындаушылық, бақылау. Оқу іс-әрекетінің жалпы құрылымында бақылау (өзін-өзі бақылау) мен бағалау (өзін-өзі бағалау) аса көңіл бөлінеді. Мұғалімнің өзін-өзі бақылау және бағалауы оның өзін-өзі бағалауын қалыптастырады.

Сонымен, бакалавриаттың білім беру бағдарламасын жүзеге асыруда іс-әрекеттік және құзырлылық тәсілдерінің негізгі талаптарының бірі – оқу процесіне сабақ жүргізудің белсенді және интерактивті түрлері мен әдістерін енгізу және кеңінен қолдану болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Каскатаева Б.Р. Болашақ математика мұғалімдерінің әдістемелік құзырлығын қалыптастыру. Монография. Алматы: ҚазМемҚызПУ. - 2009 -345 б

[2] Браже Т.Г. Развитие общей культуры учителя в системе непрерывного педагогического образования. Взаимосвязь общей и профессиональной культуры учителя. Материалы и конференции. − СПб: Институт образования взрослых РАО, 1992. − 86с.

[3] Ананьев Б. Г. Избранные психологические труды. Т. 2. — 1980

[4] Маркова А.К. Подготовка будущих учителей к активной профессиональной деятельности в процессе изучения курса педагогики: автореф.... канд. пед. наук. − М., 1994. − 16 с.

[5] Выготский Л.С. Вопросы теории и истории психологии // Собр. соч. в 6 т. М., 1982. Т. 1.

[6] Леонтьев А.Н. Избранные психологические произведения: В 2-х т. Т. II. М: Педагогика, 1983. – 320с.

[7] Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии. - СПб.: Питер, 1999.- 210 с.

[8] Давыдов В.В. Теория развивающего обучения. - М., 1996. - 250 с.

[9] Эльконин Б.Д. Понятие компетентности с позиций развивающего обучения //Современные подходы к компетентностно-ориентированному образованию. − Красноярск, 2002. – С. 27.

[10] Мамыкина Л.А. Усовершенствование методической системы обучения математике в контексте профилизации средней школы // Вестн. Помор. ун-та. Сер.: Гуманит. и соц. науки. 2009. № 6. С. 162–166.

[11] Дьюи Дж. Школа будущего. – М.: Госиздат. 1926

[12] Леонтьев А.А. Психологические аспекты личности и деятельности // ИЯШ 1978, №5

[13] Эльконин Д.Б. Психологическое развитие в детских возрастах. – М. Институт практической психологии, Воронеж:НПО “Модек”. 1995

[14] Выготский Л.С. Педагогическая психология. – М.: Педагогика-Пресс. 1996

[15] Ворожцова И.Б. Личностно-деятельностная модель обучения иностранному языку. – Ижевск: Удмуртский университет. 2000

УДК 621.391.1

Е.Ш. Жұбаниязов, В.С. Хачикян, А.Е. Куттыбаева
(Казахский национальный исследовательский университет имени К.И. Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан)

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ОДНОВРЕМЕННОЙ РАБОТЫ В ОДНОЙ ОБЛАСТИ ПРОСТРАНСТВА СИСТЕМ СОТОВОЙ ПОДВИЖНОЙ СВЯЗИ И РРЛ ПРЯМОЙ ВИДИМОСТИ

Аннотация. Анализируется возможность одновременной работы систем подвижной связи и РРЛ с учетом их электромагнитной совместимости. Для работы сотовых систем подвижной связи третьего поколения были выделены полосы частот 1885-2025 и 2110-2200 МГц. В этих же полосах работают зоновые РРЛ. Поэтому, рассматривая вопросы развития систем подвижной связи 3-го поколения в диапазоне 2 ГГц, необходимо определить возможности совместного использования этого диапазона частот системами подвижной связи стандарта CDMA и РРЛ.

Ключевые слова: электромагнитная совместимость, РРЛ, CDMA, подвижная связь, сотовая связь.

Для работы сотовых систем подвижной связи третьего поколения были выделены полосы частот 1885-2025 и 2110-2200 МГц. В этих же полосах работают зоновые РРЛ. Поэтому, рассматривая вопросы развития систем подвижной связи 3-го поколения в диапазоне 2ГГц, необходимо определить возможности совместного использования этого диапазона частот системами подвижной связи стандарта CDMA и РРЛ. Такое совместное использование может быть достигнуто только за счет территориального (ТР) и/или частотного (ЧР) разноса между этими системами [1,2].

Во многих странах мира, диапазон 2 ГГц в настоящее время используется радиорелейными линиями (РРЛ). Поэтому, рассматривая вопросы развития систем сухопутной подвижной службы (СПС) в диапазоне 2 ГГц, необходимо исследовать возможности совместного использования этого диапазона частот системами СПС и РРЛ. Такое совместное использование может быть достигнуто только за счет частотно-территориального разноса (ЧТР) между этими системами. Методика анализа ЭМС и расчета норм ЧТР между системами СПС, в которых применяется CDMA и РРЛ связаны с определением мощности помех, создаваемых передатчиками сети СПС на входе приемника радиорелейной станции [3,4].

Определим мощность помех, создаваемых передатчиками сети сотовой подвижной радиосвязи (СПР) на входе приемника радиорелейной станции. Рассмотрим ситуационный план, на рис 1 где показана радиостанция (РС), имеющая направленную антенну. Азимут направления основного лучаэтой антенны обозначим ϑ_{pc}. Будем считать, что сеть СПР расположена в секторе, ограниченном прямыми, направления которых заданы азимутами ϑ_{1c} и ϑ_{2c}>ϑ_{1c}. Расстояние на рис1R_{1c} иR_{2c}>R_{1c} относительно РС определяют область (заштрихованную на рис 1), в которой расположены станции СПР.

Используя ситуационный план рис 1, определим мощность помехи (Р1), приходящей на вход приемника РС от базовых (БС) либо абонентских (АС) станции сети СПР. Будем считать, что полосы частот, в которых излучаются сигналы БС либо АС, разнесены так, что помехи РС могут создаваться либо только БС, либо только АС.

Для построения схемы расчета P_1 используем следующие исходные данные: $N_{БС}$- число абонентов, обслуживаемых одной БС; R_0- радиус соты в сети СПР, км; P_0- мощность АС либо мощность БС, приходящейся на одного абонента СПР, Вт; $\tilde{G}0$- коэффициент усиления антенны АС либо БС

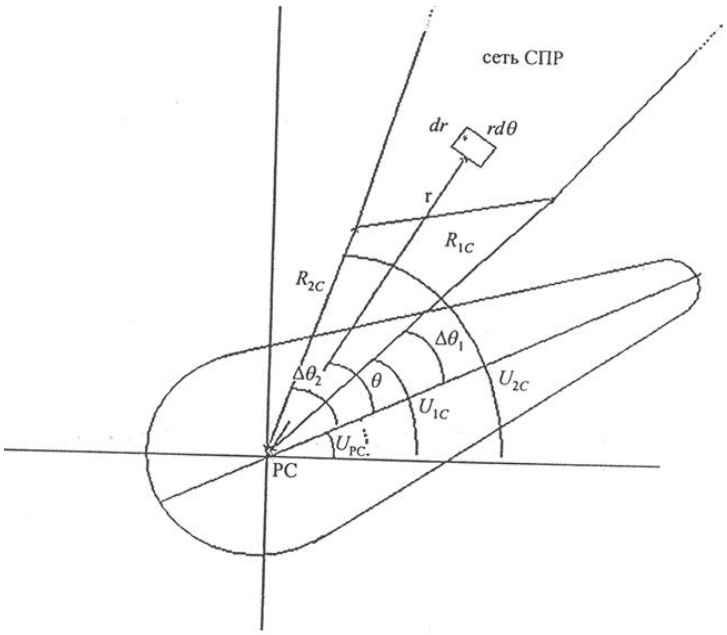


Рис.1. Ситуационный план ЭМО в регионе размещения сети СПР и РРЛ
(предполагается, что в горизонтальной плоскости антенны АС и БС имеют круговую диаграмму направленности (ДНА));

G_{PC}- коэффициент усиления антенны РС, дБ;

Будем считать, что ДНА РС аппроксимируется выражением

$$G(\Theta)=10^{0,1\,G_{PC}}/\left(1+0,32\left|\frac{\theta}{\theta_{0,5}}\right|\right)^{n}, \quad (1)$$

где $2\theta_{0,5}$-ширина ДНА РС по уровню -3 дБ; θ- угол между заданным направлением и направлением основного луча антенны РС; n=2,5- параметр, определяющий уровень боковых лепестков ДНА.

Для расчетаP_1необходимо знать ослабление, которое испытывают помехи на трассе распространения протяженностью r между станциями СПР и РС. Это ослабление можно определить, используя формулу

$$L(r) = \beta / r^{k}, \quad (2)$$

в которой коэффициент β определяется выражением

$$\beta = 10^{-7,694}(h_a h_{PC})^{1,382}/ f^{2,616};\ k = 4,84\text{-}0,655\lg(h_a h_{PC}), \quad (3)$$

Здесь h_a- высота подвеса антенны БС либо МС, м; h_{PC}- высота подвеса антенны РС, м; f–средняя частота диапазона рабочих частот СПР и РРЛ, МГц.

Поскольку системы с CDMA используется в сетях СПР с высокой территориальной плотностью абонентов (малым радиусом сот), то для упрощения расчетов будем считать что передающие станции этой сети расположены равномерно на территории, где развернута сеть СПР. Территориальная плотность этих станций равна, очевидно,

$$\gamma = N_{\text{БС}}/\pi R_0^2. \quad (4)$$

На элементарной площадке, показанной на рис 1и имеющей площадь rdrdθ, где r – расстояние от нее до РС, а dθ – угол, в котором она расположена при наблюдении из места расположения РС, работают одновременно

$$\text{dn} = \gamma \text{rdrd}\,\theta \quad (5)$$

передающих станции сети СПР, которые создают на входе приемника РС помеху мощностью

$$\text{d}P_1 = \alpha P_0 \text{L(r)} G_{\text{РС}} G_0(\theta - \vartheta_{PC})\text{dn} =$$

$$=\left(\frac{\alpha P_0\, G_0 N_{\text{З}} \beta}{\pi R_0^2}\right)\left(\frac{dr}{r^{k-1}}\right) G_{\text{РС}}(\theta - \vartheta_{PC})\text{d}\theta$$

Необходимый ТР между РС и мешающими передатчиками сети СПР должен, очевидно, зависеть от усиления антенны РС в направлении на эти передатчики – чем больше усиление антенны РС, тем больше должен быть ТР [5,6].

Обозначим через R_1 величину этого разноса в случае, когда передатчики сети СПР находятся в пределах основного луча ДН РС. Будем считать, что если угол, определяющий направление на мешающие передатчики, равен θ, то необходимый ТР равен

$$\text{R}(\theta) = R_1/\left(1 + 0{,}32\left|\frac{\theta - \vartheta_{PC}}{\theta_0}\right|\right)^{n/(k-2)}. \quad (6)$$

Изменение необходимого ТР в соответствии с вышеуказанной формулой означает, что на вход приемника РС со всех направлений приема поступает одинаковая мощность помех от сети СПР. Полная мощность помех составляет

$$P_1 = \iint_{R_{(\theta)}}^{\infty} dP_1 \quad (7)$$

Выполняя интегрирование, получим для P_1 следующую формулу:

$$P_1 = \alpha\, P_0\, G_0 N_{\text{БС}}\, \beta G_{\text{Э}}/\,[(k-2)\pi\, R_0^2 R_1^{k-2}] \quad (8)$$

в которой обозначено

$$G_{\text{Э}} = 10^{0{,}1\tilde{G}_{PC}}(\vartheta_{2C} - \vartheta_{1C}). \quad (9)$$

Если сигналы с CDMA полосу частот, равную B_r, то спектральная плотность мощности помехи оказывается равной

$$\text{S}_1=(P_1/B_r). \quad (10)$$

Определим допустимый уровень помех на входе приемника РС в аналоговых РРЛ. Рассмотрим воздействие радиопомех, действующих и по соседнему, и по основным каналам приема. Учтем, что для РРЛ характерны замирания полезного сигнала, а также то, что требования к допустимому уровню помех на входе приемника в РРЛ нормируется для $p_1 = 20\%$ и$p_2 = 0{,}001\%$ времени месяца.

Если обозначить уровень флуктуации полезного сигнала в р % времени через $\Delta\tilde{P}_s$, то учитывая, что распределение замираний в РРЛ подчиняется релеевскому закону, можно записать

$$\Delta\tilde{P}_s\,(\text{p}) = 10\,\lg\left[\pi/4\,\ln\left(\frac{1}{1-p/100}\right)\right], \text{дБ}. \quad (11)$$

Если обозначить через P_{s0} реальную чувствительность приемника РС, Вт, то в р % времени полезный сигнал на его входе равен

$$\tilde{P}_s\,(\text{р}) = P_{s0}10^{-0{,}1\Delta\tilde{P}_s\,(\text{р})}. \qquad (12)$$

Для того чтобы определить допустимый уровень помех для приемников аналоговых многоканальных РРЛ при действии помех по основному каналу приема, воспользуемся соотношением

$$P_{\text{ш}}(p) = 10^9 \frac{S_1\,\Delta F_k\,k_{\text{п}}^2}{P_s(p)}\left(\frac{F_k}{\Delta f_k}^2\right)\beta_{\text{пр}}, \qquad (13)$$

где $P_{\text{ш}}(p)$ –мощность шума в телефонном канале, превышаемая р % времени, пВТ; S_1 и $P_s(p)$ определены ранее; $k_{\text{п}}^2$= 0,75 – псофометрический коэффициент; $\beta_{\text{пр}}$ = 0,4 коэффициент предыскажений; $\Delta F_k = 3{,}1$ кГц – ширина телефонного канала; F_k и Δf_k – соответственно частота телефонного канала в групповом спектре девиация частоты, соответствующая нулевому измерительному уровню сигнала.

Из этого следует, что допустимый уровень помех в р % времени равен

$$P_1(p) = \left(\frac{B_r}{\Delta F_k}\right)\left(\frac{\Delta f_k}{F_k}\right)^2\left(\frac{P_{\text{ш}}(p)P_s(p)}{k_{\text{п}}^2\beta_{\text{пр}}}\right)10^{-9}, \qquad (14)$$

где $P_s(p)$ и$P_1(p)$ выражены в ВТ, B_r, Δf_k, F_k–в кГц.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Бородич С.В. ЭМС наземных и космических радиослужб. М.: Радио и связь, 1990.

[2] Егоров Е.И., Калашников Н.И., Михайлов А.С. Использование радиочастотного спектра и радиопомехи. М.: Радио и связь, 1986.

[3] Рекомендации МСЭ-R. Фиксированная служба. Аспекты совместного использования. Серия F.Ч.2. Женева: БР МСЭ, 1997.

[4] Рекомендация МСЭ-RF.758-4. Принципы разработки критериев совместного использования частот наземной фиксированной службой и другими службами. Женева: БР МСЭ,2005.

[5] Рекомендация МСЭ-R. F.1334-0. Критерия защиты для систем фиксированной службы, использующих одни и те же полосы частот в диапазоне 1-3 ГГц совместно с сухопутной подвижной службой. Женева: БР МСЭ, 1997.

[6] Управление радиочастотным спектром и электромагнитная совместимость радиосистем / Под ред. М.А. Быховского. М.: Эко-Трендз, 2006. 376 с.

Жұбаниязов Е.Ш., Хачикян В.С., Құттыбаева А. Е.

Ұялы байланыс жүйелерімен тура көріністегі РРЖ жүйелерінің бір аймақта біруақытта жұмыс жасау мүмкіндігін талдау

Аңдатпа. Берілген жұмыста ұялы байланыс жүйелерімен РРЖ жүйелерінің бір мезгілде жұмыс жасау мүмкіндігі талданады. Үшінші буын ұялы байланыс желілерін пайдалану үшін 1885-2025 және 2110-2200 МГц жолақтары бөлінген. Бұл жолақтарда аймақтық РРЖ жұмыс жасайды. Сондықтан, 2 ГГц жолағында 3-ші буын ұялы байланыс желілерінің дамуын ескере отырып, осы жолақты РРЖ және CDMA стандарттарымен бөлісе отырып қолдану мүмкіндігі анықталады.

Түйін сөздер: электромагниттік үйлесімділік, РРЖ, CDMA, ұялы байланыс, жылжымалы байланыс.

Zhubaniyazov Y. S., Hachikyan V. S., Kuttybaeva A. E.

Analysis of possibility the simultaneous operation in one space region of cellular mobile communications systems and direct RRL line

Annotation. The paper analyzes the possibility of simultaneous operation of mobile communications systems and RRL with regard to the electromagnetic compatibility. To operate cellular systems of the third generation mobile communications bandwidth allocated 1885-2025 and 2110-2200 MHz. In these bands operate zonal RRL. Therefore, considering the development of the 3rd generation mobile communication systems in the 2 GHz band, it is necessary to determine the feasibility of sharing this band mobile communication systems and frequency RRL CDMA standard.

Key words: EMC, RRL, CDMA, mobile communication, cellular communication.

УДК 524.3

С.А. Хохлов, А.Т. Агишев
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан, skhokh88@gmail.com)

КАЛИБРОВКА ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ГОРЯЧИХ ЗВЕЗД

Аннотация. Работа посвящено спектральной калибровки звезд В – типа. Показано, что отношения эквивалентных ширин линий является более чувствительным к изменению температуры, чем отдельных линий. Так же, что данные калибровки эффективны для определения температур звезд с газопылевыми оболочками.

Ключевые слова: Горячие звезды, спектральная калибровка, эквивалентная ширина.

Введение

Одним из наиболее важных параметров в звездной астрофизике является эффективная температура звезды, которая наряду с другими наблюдаемыми параметрами влияет на звездный спектр. Однако определения данного параметра с высокой точностью является сложной и в то же время важной задачей. Ее важность объясняется тем, что правильность определения этого параметра будет иметь большое влияние на определения других связанных с ним параметров звезды.Численные модели являются важными методами определения температур звезд, однако их вывод требует независимой оценки путем установления чисто наблюдательных критериев.

При этом за последние 50 лет спектральная классификация находится в процессе перехода из качественной к количественной. При этом калибровка температуры основана на разных критериях: глубина линий или отношения глубин линий[1,2],Бальмировская линияH_{α}[3]и др.

Поэтому целью данной работы является спектральная калибровка температур звезд В-типа. Используя эквивалентные ширины отдельных линий и их отношения.

Наблюдения и анализ данных.

Оптические спектроскопические наблюдения исследуемых объектов были получены 1.93 м телескопе ObservatoiredeHauteProvence, оборудованным спектрографом ELODIE [4]. Спектральная разрешающая способность (R) данного спектрографа равна 42, 000.Спектральный диапазон спектров составляет 4400-6800 Å, и отношение сигнала к шуму (S/N) больше, чем 100.Анализ спектров был проведен с использованием программы IRAF.

Для исследования были выбраны звезды В-типа (Таблица №1), со скоростями, не превышающими 100 км\с. Эффективные температуры этих звезд были определены в работах [5,6].

Таблица-1.

I	II	III	IV	V	VI
HD	T_{eff}, [K]	HD	T_{eff}, [K]	HD	T_{eff}, [K]
3240	11885	43157	17486	188892	14008
3369	15980	43247	10300	189944	14793
10982	10470	53244	13690	207330	17890
11415	15200	67880	20300	209459	10360
16908	17520	87887	9870	211924	13881
19065	10420	90994	13870	216831	12923
18604	13940	94334	9840	222173	12620
21071	14335	106625	12360		
22928	14890	120315	17870		
23302	14655	138764	13650		
23338	14180	147394	15010		
23408	14310	155763	13420		
23630	13490	182255	15300		
28114	14125	184171	16540		
32630	17940	184930	14431		

В I,III,V столбцах указаны номера звезд из каталога HD (HD – HenryDraperCatalogue, Каталог Генри Дрейпера – астрономический каталог, содержащий спектроскопическую информацию о звездах); II,IV,VI столбецs содержат информацию об эффективных, поверхностных температурах данных звезд в Кельвинах

В рамках данной работы были рассчитаны эквивалентные ширины (EW) линий гелия He I (4713, 5875) Å и кремния SiII 6371 Å. Эквивалентные ширины, выбранных линий были измерены с помощью интегрирования относительно континуума. В результате этих измерении построены зависимости эквивалентной ширины от температуры звезд (Рис. 1).

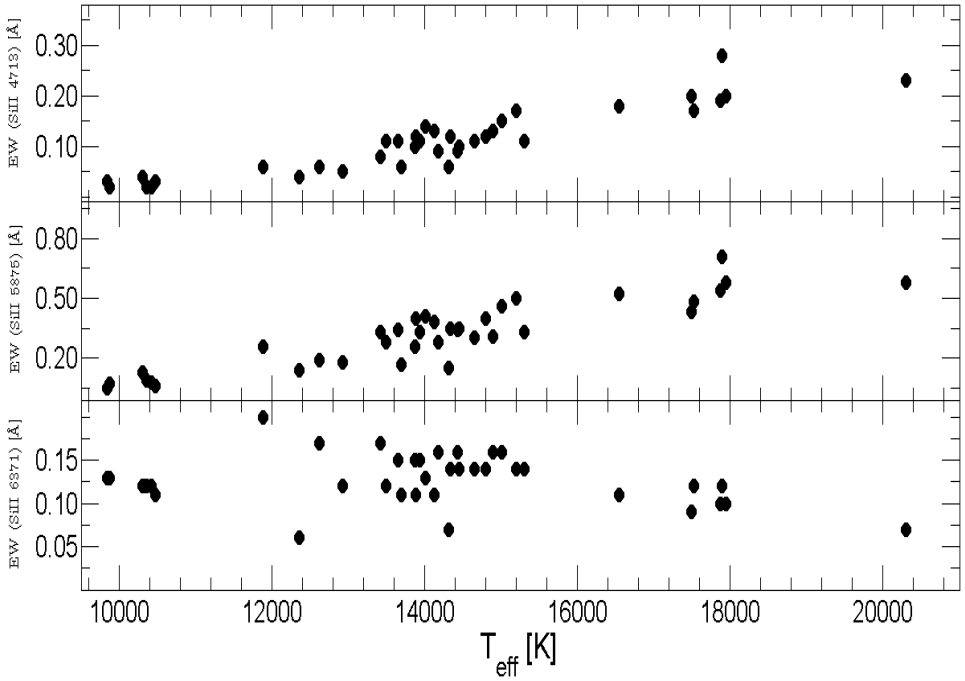


Рис. 1. Зависимости EWлинии от температуры звезд представленных в таблице 1.

Из рисунков 1 видно, что наблюдается корреляция между эквивалентной шириной и температурой в линиях гелия, при этом EW увеличивается с повышением температуры. Однако обратная картина наблюдается в линии кремния, температура обратно пропорциональна EW.

Так же в рамках этой работы мы построили зависимости линий гелия к линии кремния (Рисунки 2,3) и аппроксимировали эти зависимости. При этом в данных зависимостях наблюдается линейная корреляция между отношениями EWлиний и температурой звезд.

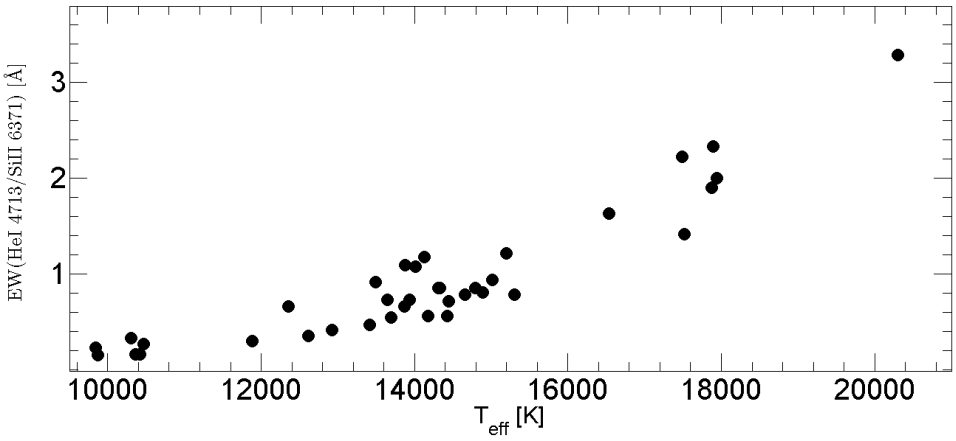


Рис. 4. Зависимость отношений EW линии гелия HeI4713 Å кSiII6371Å от температуры звезд представленных в таблице 1.

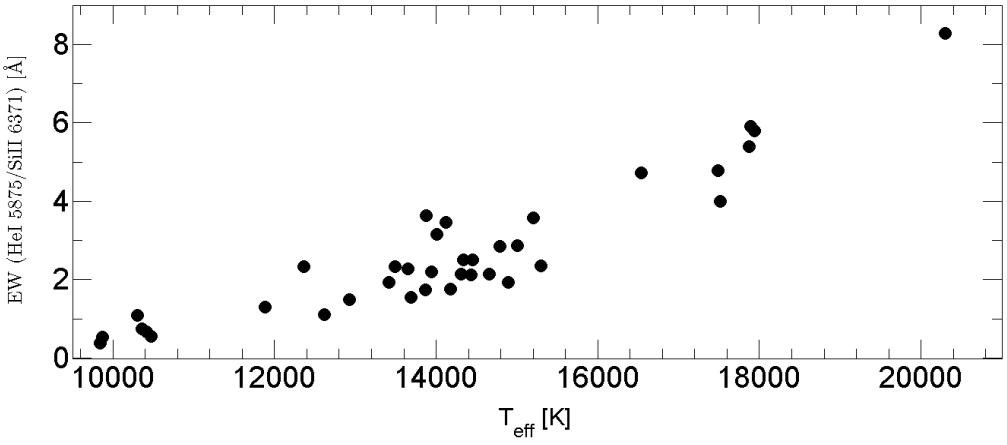


Рис. 5. Зависимость отношений EW линии гелия HeI5875 Å кSiII6371Å от температуры звезд представленных в таблице 1.

Обсуждения полученных результатов.

Существует ряд работ посвящённых калибровке эффективной температуры от глубин спектральных линий. Однако по своей природе эквивалентная ширина имеет больше информации, чем глубина линии и может показать существенные различия в калибровке рисунок 1. При этом .из рисунка 1 видно, что отдельные линий по-разному реагируют на эффективную температуру звезд. Поэтому отношения эквивалентных ширин двух линий, которые имеют различную чувствительность к температуре являются отличными индикаторами эффекттивной температуры звезды и более чувствительны к изменению температуры (Рисуноки 2,3) чем отдельные линии.

Данные калибровки так же могут быть использованы для определения температур звезд с газопылевыми оболочками. При этом для определения температуры центральной звезды этой группы обычно используют абсорбционные линии. Однако околозвёздная материя вносит некоторые искажения, и невозможно однозначно определить температуру звезды. Поскольку разные атомы по-разному реагируют на условия в околозвездной среде (в силу разной структуры энергетических уровней), их линии, образующиеся в атмосфере звезды будут меняться по-разному. Для того, чтобы понять, как они будут меняться, нужно считать модели атмосфер и оболочек с учетом множества атомов. Таких моделей практически нет. Так что остается исследовать процессы эмпирически. Кроме того, модели всегда надо проверять на наблюдениях.

Поскольку мы не знаем насколько околозвездное вещество уменьшает абсорбции гелия и предполагая, что на близкие по длинам волн линии одного и того же элемента это влияние почти одинаковое, то имеет смысл использовать линии разных элементов и их отношения для определения температуры центральной звезды, используя калибровку отношений линий. Однако это - эмпирический подход. При этом, полученные результаты по температуре звезды всегда сопоставляются с результатами фотометрии (данным по распределению энергии). То есть, анализ должен проводиться комплексно.

Для апробации данного метода была выбрана звезда окруженная газопылевой оболочкой звезда HD85567, отношения EW линии гелия HeI 4713Å к линии кремния SiII 6371Å составляет 0.83 [7] и отношения эквивалентной ширины линии гелия HeI 5875Å к линии кремния SiII 6371Å составляет

2 [7], при на эти зависимости получается температура равная 14500 +\- 500 К, которая соответствует температуре, определенной другими методами в работе [7].

Заключение

В результате проведенной работы получены зависимости отношения EW линии гелия HeI4713Å к линии кремния SiII6347Å, а так же линии гелия HeI5875Å к линии кремния SiII6347Å от эффективной температуры звезд B – типа. И показано, что эти зависимости являются линейными.

Данные зависимости были использованы для определения эффективной температуры звезды HD 85567. Полученные значения соответствуют результатам работы [7].

ЛИТЕРАТУРА

[1] V. V. Kovtyukh, C. Soubiran, S. I. Belik, &N. I. GorlovaHighprecisioneffectivetemperaturesfor 181 F–Kdwarfsfromline-depthratios// Astronomy&Astrophysics – 2003 – 411, C.559–564

[2] V. V. Kovtyukh, C. Soubiran, O. Bienaym´e, T. V. Mishenina& S. I. Belik High-precision effective temperatures of 215 FGK giants from line-depth ratios// Mon. Not. R. Astron. Soc – 2006 – 371, C. 879–884

[3] R. Cayrel, C. Van 't Veer-Menneret, N. F. Allard, & C. Stehlé The HαBalmer line as an effective temperature criterion//Astronomy&Astrophysics – 2010 – 512 – A13.

[4] Moultaka, J., Ilovaisky, S., Prugniel, P., &Soubiran, C., The ELODIE Archive //Publications of the Astronomical Society of the Pacific – 2004 , 116, 693

[5] Zorec, J., Cidale, L.,Arias, M. L., et al. Fundamental parameters of B supergiants from the BCD system// Astronomy&Astrophysics – 2009, vol.509 – p.297 – 320

[6] Zorec, J., & Royer, F. Rotational velocities of A-type stars. IV. Evolution of rotational velocities// Astronomy&Astrophysics – 2012, vol.537 – p.A120

[7] Miroshnichenko, A.~S.,Levato, H., Bjorkman, K.~S. & Grosso, M. Spectroscopy of B-type emission-line stars with compact dusty envelopes: HD 85567, Hen 3-140, and Hen 3-1398// Astronomy&Astrophysics – 2001, vol.371 – p.600 – 613

[8] Fairlamb, J. R., Oudmaijer, R. D., Mendigut´ıa, I., et al. A spectroscopic survey of HerbigAe/Be stars with X-shooter - I. Stellar parameters and accretion rates // Mon. Not. R. Astron. Soc – 2015, vol. 453, p. 976 – 1001

Хохлов С.А., Агишев А.Т.

Ыстық жұлдыздардың тиімді температурасын калибрлеу

Түйіндеме. Жұмыс, В – типті жұлдыздарды спектрлік калибрлеуге бағытталған. Спектрлік сызықтардың эквивалентті ендері қатынасы жеке сызықтарға қарағанда температураның өзгерісіне сезімтал екені көрсетілді. Сонымен қатар, калибрлеу деректері газ-тозаңмен қапталған, ыстық жұлдыздардың температурасын анықтау үшін қолданылды.

Тірек сөздер: Ыстық жұлдыздар, спектрлік калибрлеу, эквивалентті ен.

Khokhlov S.A., Agishev A.T.

Calibration of the effective temperature for hot stars

Summary. The work is devoted to the spectral calibration of b-type stars. It is shown that the ratio of the equivalent widths is more sensitive to temperature changes than the individual lines. Additionally, calibration data is effective to determine a temperature of stars with gas-dust shell.

Key words: Hot stars, spectral calibration, the equivalent width.

УДК 519.853

Ж.Е. Амиргалиева[1,2], М.З. Арсланов[1]

([1]Институт информационных и вычислительных технологий, Казахстан, г. Алматы
[2]Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, г.Алматы
zh.amirgaliyeva@gmail.com)

ПОИСК С ЧЕРЕДУЮЩИМИСЯ ОКРЕСТНОСТЯМИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ДВУДОЛЬНОГО КВАДРАТИЧНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ БЕЗ ОГРАНИЧЕНИЙ

Аннотация. Задача двудольного 0-1 квадратичного программирования без ограничений (BQP) является сложной комбинаторной задачей, которая определяется на полном графе и заключается в выборе подграфа, который максимизирует сумму весов, связанных с выбранными вершинами и ребрами, которые соединяют их. Эта проблема имеет множество применений и является, как известно, NP-трудной, поэтому считается сложной задачей для метаэвристики. Для того чтобы решить эту проблему, мы разработали метаэвристический подход на основе поиска с чередующимися окрестностями (VNS). Предложенный метод VNS был протестирован на множестве примеров из литературы и испытало сравнение по эффективности с итерационным локальным поиском, решения которого являются наиболее лучшими известными решениями в литературе.

Ключевые слова: Поиск с чередующимися окрестностями, квадратичное программирование, двудольный граф, оптимизация.

1. Введение

Задача двудольного 0-1 квадратичного программирования без ограничений (BQP) заключается в выборе подграфа, который максимизирует сумму весов, связанных с выбранными вершинами и ребрами, которые соединяют их. Рассмотрим полный двудольный граф $G = (V, E)$, где V обозначает множество вершин и E обозначает множество ребер. Пусть $I = \{1,2, \dots, m\}$ представляет множество вершин на левой стороне графа, $J = \{1,2, \dots, n\}$ - множество вершин на правой стороне графа и $V = I \cup J$. Набор E представляет собой множество ребер, соединяющих вершины в I с вершинами в J. Каждой вершине $v \in V$ назначается вес c_v. Кроме того, для каждого $(i, j) \in E$ присваивается вес q_{ij}, соответствующий ребру, соединяющему вершины $i \in I$ и $j \in J$. Весы на вершинах и ребрах может быть положительными, отрицательными или нулевыми. BQP заключается в нахождении подграфа G, который максимизирует сумму весов, связанных с выбранными вершинами и ребрами, которые соединяют их, т.е. выбирается множество $S \subseteq V$ таким образом, что $\sum_{v \in S} c_v + \sum_{i,j \in S} q_{ij}$ максимизируется.

На рис. 1 показан пример с $I = \{a, b, c\}$, $J = \{w, x, y, z\}$, и таблица с весами ребер [4]. Мы предполагаем, что все вершинные весы равны нулю (т.е. $c_v = 0 \; \forall \, v \in V$). Отметим, что весы, либо на вершинах или ребрах, могут быть положительными, отрицательными или нулевыми.

Edge	Weight
(a, w)	+8
(a, x)	-4
(a, y)	-3
(a, z)	+13
(b, w)	+1
(b, x)	0
(b, y)	-7
(b, z)	+24
(c, w)	-15
(c, x)	-10
(c, y)	+8
(c, z)	+20

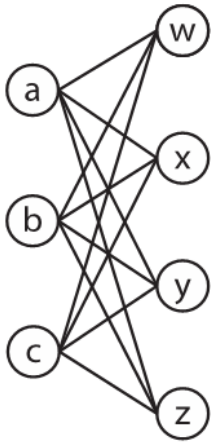


Рис. 1. Пример BQP

Рассмотрим решение $S_1 = \{a, w, x, z\}$. Значение целевой функции этого решения является $f(S_1) = q_{(a,w)} + q_{(a,w)} + q_{(a,w)} = 8 - 4 + 13 = 17$.

Лучшее решение получается путем выбора следующих вершин: $S_2 = \{b, c, w, y, z\}$. Значение целевой функции решения S_2 является

$f(S_2) = q_{(b,w)} + q_{(b,y)} + q_{(b,z)} + q_{(c,w)} + q_{(c,y)} + q_{(c,z)} = 1 - 7 + 24 - 15 + 8 + 20 = 31.$

В этом случае увеличение числа вершин из решения S_1 в решение S_2 приводит к увеличению целевой функции на 14 единиц (31-17 = 14). Тем не менее, это не всегда верно во всех случаях. Например, при выборе a и c на левой стороне, и y и z на правой стороне приводит к целевой функции значения 38. Это решение имеет четыре вершины и лучше, чем решение S_2, которое имеет 5 вершин.

В работе [1] авторы изучали BQP и определили несколько полиномиальных частных случаев данной проблемы, которые имеют решения. Было предложено несколько эвристических подходов, основанных на построении и локальных алгоритмах поиска и их комбинаций для решения BQP в работе [2]. В работе [4] авторы сочетают простые элементы поиска, чтобы сбалансировать диверсификации и интенсификации в обоих точных (ветвей и границ) и эвристических (итерация локальный поиск) структурах. Гибридная эвристика, которая объединяет результаты алгоритма поиска с запретами с поиском окрестности очень большого масштаба была предложена в работе [5]. Есть некоторые другие хорошо известные комбинаторные задачи оптимизации, которые могут быть

смоделированы как BQP: максимальный вес биклика [3], матрица факторизации [6], максимальный разрез на двудольных графах [7].

В данной работе мы предлагаем эвристику на основе поиска с чередующимися окрестностями для решения задачи BQP (раздел 2). Экспериментальные результаты представлены в разделе 3 и в разделе 4 представлены выводы.

2. Поиск с чередующимися окрестностями для BQP

Поиск с чередующимися окрестностями (VNS) [8] является метаэвристикой на основе локального поиска, который успешно применяется в самых разнообразных как глобальных, так и комбинаторных задачах. Пусть N_k, $k_{min} \leq k \leq k_{max}$, конечное множество предварительно отобранных окрестностных структур, которые будут использоваться при поиске. Основная идея этого метода состоит в изучении этих окрестностей в поисках лучшего решения. Таким образом, процесс поиска может избежать ловушки локальных оптимумов, и это могло быть направлено на некоторые новые регионы пространства поиска. В каждой итерации VNS окрестность текущего решения может систематически изменяется в соответствии с заданной окрестностью структур, для того, чтобы найти лучшее решение. Основной VNS случайным образом выбирает соседнюю окрестность текущего решения на этапе встряхивания, запускает локальный поиск от него, чтобы получить локальный оптимум, и возобновляет поиск с этого нового решения, если наблюдается улучшение. В противном случае, структура окрестности систематически изменяется.

Алгоритм 1. Псевдокод VNS для решения BQP

```
        soln = initial solution;
best= soln;
while (time <= tmax){
    p = 1;
    while (k <= kmax){
        soln=best;
        Shaking(soln, k);

        while (improvement in RHS){
            VND::ImproveLHS;
            VND::ImproveRHS;
        }
        if(soln better than best)
        {
          best=soln;
          k=1;
         }
        else k++;
    }
}
```

Предлагаемый VNS алгоритм для BQP использует два массива $\mathrm{lhs}[m]$ и $\mathrm{rhs}[n]$, для обозначения индексов вершин на левой и правой стороне двудольного графа, с общим количеством m и n. Для обозначения решения используются переменные num_sol_l и num_sol_r, которые определяют количество вершин входящих в решение на правой и левой стороне соответственно. Например, пусть $\mathrm{lhs}[5] = \{2,5,1,3,4\}$ и $\mathrm{num_sol_l} = 2$, тогда это означает, что вершины с индексами 2 и 5 входят в решение.

Для генерирования исходного решения для VNS были разработаны две процедуры: генератор случайного исходного решения и процедура построения C2 из [4].

Процедура C2 является совершенно жадной и производит единое решение с минимальными вычислительными усилиями. Процедура разделена на две фазы. На первом этапе она выбирает вершины из левой части графа, а на втором этапе выбирает вершины из правой части графа. Выбор вершины $i \in I$ в первой фазе зависит от веса потенциала вершина (то есть $w_p(i) = c_i + \sum_{j \in U} q_{ij}$).

Поскольку вершины в J не были выбраны в этой фазе процедуры, функция выбора принимает следующую форму, $w_p(i) = c_i + \sum_{j \in J} \max(0, q_{ij})$. Только те вершины $i \in I$ с $w_p(i) > 0$, добавляются к решению. Первый этап заканчивается, когда были рассмотрены все вершины $i \in I$.

На втором этапе, вершины на правой стороне графа $j \in J$ выбираются. Вместо того, чтобы использовать потенциальный вес вершин, фактические веса используются в качестве критерия выбора. Таким образом, для этой фазы, мы определим $w(j)$, как истинный вес вершины $j \in J$

$$w(j) = c_j + \sum_{i \in S} q_{ij}.$$

Здесь снова, только те вершины $j \in J$ с $w(j) > 0$ добавляются к решению. Фаза заканчивается, когда были рассмотрены все вершины. В обеих фазах, список вершин сканируется в лексикографическом порядке. Там нет необходимости рассматривать какой - либо иной порядок, учитывая, что ни $w_p(i)$ ни $w(j)$ не изменяются из-за ранее принятых решений отбора в пределах одной фазы. Алгоритм 2 обобщает эту процедуру построения C2 [4].

Алгоритм 2. Процедура построения C2

$S \leftarrow \emptyset$
for each ($i \in I$) **do**
$w_p(i) \leftarrow c_i + \sum_{j \in J} \max(0, q_{ij})$
if $w_p(i) > 0$ **then** $S \leftarrow S \cup \{i\}$
end for
for each ($j \in J$) **do**
$w(j) \leftarrow c_j + \sum_{i \in S} q_{ij}$
if $w(j)$>0 **then** $S \leftarrow S \cup \{j\}$
end for

Значение целевой функции $f(S)$ для допустимого решения S рассчитывается как сумма всех весов вершин и ребер из S, то есть $f(S) = \sum_{v \in S} c_v + \sum_{i,j \in S} q_{ij}$.

Определение эффективных окрестностных структур имеет решающее значение в VNS. Для решения BQP были использованы три окрестностые структуры: AddNeighborhood, DropNeighborhood, SwapNeighborhood. Процедура встряхивания выбирает случайное решение в окрестности $N_k(X)$ следующим образом. Сначала мы выбираем $\mathbf{k}$ случайное целое число из $\{1, \ldots, \mathrm{m}\}$, *что соответствует левой стороне графа*. Если вершина $\mathrm{lhs}[k]$ не входит в решение, она добавляется в решение, в противном случае удаляется из решения. Затем соответствующие операций будут произведены на правой стороне графа.

Начиная от решения, полученного путем встряхивания, локальная процедура поиска исследует окрестности в поисках лучшего решения. Локальный поиск, разработанный для решения BQP использует add, drop, swap окрестности. До тех пор пока есть улучшения в правой части графа, лучшее решение будет изыскиваться в левой части графа, а затем и в правой стороне графа следующим образом. Окрестностные структуры используются последовательно, но если имеются улучшения в предыдущей окрестности (например, add), данная процедура будет выполнятся до тех пор пока невозможно будет получить улучшение. Затем произвоится переход в следующую окрестностную структуру (drop, swap), если имеется улучшение в данных структурах, мы переходим в предыдущую, в противном случае в следующую окрестностную структуру. Была использована стратегия лучшего улучшения. Для каждого решения, полученного в локальном поиске мы обновляем значение целевой функции.

После получения решения из локального поиска, мы должны сравнить его с нынешним решением для того, чтобы принять решение о принятии полученного решения. Поскольку BQP является задачей максимизации, если значение целевой функции локального оптимума больше, чем значение целевой функции решения действующего, тогда мы движемся туда и продолжаем поиск с той же окрестности. В противном случае, мы повторяем поиск с тем же решением, но в следующей окрестности.

Всякий раз когда $\mathbf{k_{max}}$ достигается, поиск продолжается с первой окрестности $N_{k_{min}}$. Это повторяется до тех пор, пока критерий остановки не будет выполнено. Входные параметры VNS

являются минимальными, а максимальное количество окрестностей, которые следует искать, k_{min} и k_{max}, максимальное число итераций или максимальное разрешенное время процессора tmax.

3. Результаты расчетов

В этом разделе мы приводим результаты расчетов, полученные VNS алгоритмом, предложенным в данной работе для решения задачи BQP. Алгоритм был реализован на языке программирования C++. Все вычислительные эксперименты были выполнены на Intel(R) Core(TM) i5-4210U CPU 1,70 ГГц под операционной системой Windows 8.

Чтобы проверить работу алгоритма, вычислительные эксперименты проводились на множестве примеров из литературы [2], доступный по адресу http://www.cs.nott.ac.uk/~dxk/ . Эти примеры подразделяются на пять категорий в зависимости от типов графов: случайный (random), максимальный биклик (max biclique), максимально индуцированный подграф (max induced subgraph), максимальный срез (max cut), матричная факторизация (matrix factorization). Каждая категория содержит три вида экземпляров: небольшие экземпляры (m =20, 25, 30, 35, 40, 45, 50}, n =50), средние экземпляры (m ={200, 400, 600, 800, 1000}, n =1000), а также крупные экземпляры (m ={1000, 2000, 3000, 4000, 5000}, n =5000). Мы сравниваем результаты, полученные VNS с наиболее лучшими известными решениями в соответствии с [4].

По вычислительным результатам на примерах небольших экземпляров можно утверждать, что предложенная метаэвристика на основе VNS дала результаты, сопоставимые с результатами итерационного локального поиска. Во всех случаях VNS достиг оптимальных значений целевой функции при параметрах: $k_{min} = 1, k_{max} = 5$ *(шаг = 1),* $tmax = 60$ сек. *Для средних экземпляров, при установке параметров* $k_{min} = 5, k_{max} = 50$ *(шаг = 5),* $tmax = 1800$ сек, *так же были получены допустимые наиболее лучшие известные значения целевой функции.*

4. Вывод

Данная статья посвящена задаче двудольного 0-1 квадратичного программирования без ограничений. Для решения этой проблемы мы предлагаем метаэвристику на основе поиска с чередующимися окрестностями и сравниваем полученные результаты с итерационным локальным поиском из литературы. Будущая работа может включать в себя использование других видов локального поиска и инициализации процедур, а также установку оптимальных параметров для тестирования крупных экземпляров множества примеров из литературы.

ЛИТЕРАТУРЫ

[1] A.P. Punnen. P. Sripratak. D. Karapetyan. The bipartite unconstrained 0-1 quadratic programming problem: Polynomially solvable cases. Discrete Applied Mathematics. 2015.

[2] D. Karapetyan, A.P. Punnen. Heuristic algorithms for the bipartite unconstrained 0-1 quadratic programming problem. arXiv preprint arXiv:1210.3684,2012.

[3] C. Ambiihl. M. Mastrolilli, O. Svensson. Inapproximability results for maximum edge biclique, minimum linear arrangement, and sparsest cut. SIAM Journal on Computing, 2011, 40(2), 567 - 596.

[4] Duarte, M. Laguna, R. Marti, J. Sanchez-Oro. Optimization procedures for the bipartite unconstrained 0-1 quadratic programming problem. Computers & Operations Research, 2014, 51, 123-129.

[5] F. Glover, T. Ye, A.P. Punnen, G. Kochenberger. Integrating tabu search and VLSN search to develop enhanced algorithms: A case study using bipartite boolean quadratic programs. European Journal of Operational Research, 2015,241 (3), 697-707.

[6] N. Gillis, F. Glineur. Low-rank matrix approximation with weights or missing data is NP-hard. SIAM Journal on Matrix Analysis and Applications, 2011, 32 (4), 1149-1165.

[7] N. Alon, A. Naor. Approximating the cut-norm via Grothendieck's inequality. SIAM Journal on Computing, 2006, 35(4), 787-803.

[8] N. Mladenovic, P. Hansen. Variable neighbourhood search. Computers & Operations Research, 1997, 24, 1097-1100.

Амиргалиева Ж.Е., Арсланов М.З.

Шектеулері жоқ екі ұялы квадраттық бағдарламалау есебін шешуге арналған айнымалы аймақтардан іздеу әдісі

Түйіндеме. Шектеулері жоқ екі ұялы квадраттық бағдарламалау есебі (BQP) толық графта анықталған, таңдалған төбелер мен оларды қосатын қабырғалармен байланысқан салмақтар қосындысын барынша көбейтуге бағытталған ішкі граф табуға негізделген қиын комбинаторлық есеп болып табылады. Бұл есептің көптеген қолданыстары бар және оның NP-қиын болып саналатыны белгілі, сондықтан ол метаэвристика үшін сын-тегеурінді аймақ құрайды. Берілген есепті шешу мақсатында біз айнымалы аймақтардан іздеуге ((VNS)) негізделген метаэвристикалық әдіс құрастырдық. Ұсынылып отырған VNS әдісі әдебиеттен алынған есептер жиынымен тестіленіп, тиімділігі бойынша итерациалық жергілікті іздеу әдісімен салыстырылды.

Кілттік сөздер: Айнымалы аймақтардан іздеу, квадраттық бағдарламалау, екі ұялы граф, оңтайландыру.

Amirgaliyeva Z.E., Arslanov M.Z.

Variable neighborhood search for solving bipartite unconstrained quadratic programming problem

Summary. The bipartite unconstrained 0-1 quadratic programming problem (BQP) is a difficult combinatorial problem defined on a complete graph that consists of selecting a subgraph that maximizes the sum of the weights associated with the chosen vertices and the edges that connect them. This problem has numerous applications and it is known to be NP-hard so it provides a challenging area for metaheuristics. In order to solve this problem we developed a metaheuristic based on variable neighborhood search (VNS). The proposed VNS method was tested on test instances from literature and compared with the performance of iterated local search, which results are reported as best known results in the literature.

Keywords: Variable neighborhood search, quadratic programming, bipartite graph, optimization.

• ХИМИКО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 669.18:669.781

[1]А.С. Ким, [1]А.А. Акбердин, [2]А.З. Исагулов, [2]Р.Б. Султангазиев
([1]Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева,
[2]Карагандинский Государственный технический университет,
Караганда, Республика Казахстан,)

ВЫПЛАВКА БОРСОДЕРЖАЩИХ МАРОК СТАЛИ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЛИТЫХ ЗАГОТОВОК

Аннотация. Представлены результаты разработки технологиивыплавки борсодержащей стали марки 20ГР с использованием новых комплексных борсодержащих ферросплавов. Изучены механические свойства литой стали. Показано , что механическая прочность сталей обработанной комплексным сплавом и стандартным ферробором практически не отличаются и существенно выше прочности сравнительной стали. При этом высокими остаются и показатели пластичности, т.е. обеспечивается сочетание высокой прочности и пластичности материала, что важно для производства высокопрочного крепежа.

Ключевые слова: борсодержащей сталь, комплексный борсодержащей сплав, литая заготовка,механическая свойство

Наиболее перспективными для производства высокопрочного крепежа являются борсодержащие стали. Особенностью их является высокая технологическая пластичность и благоприятное соотношение прочностных и пластических свойств в отожженном и термоулучшенном состоянии, высокий уровень характеристик прокаливаемости при значительно меньшем, чем в легированных сталях, количестве легирующих элементов. Удачное сочетание прочностных и пластических свойств значительно повышает технологичность борсодержащих сталей при холодной высадке деталей крепежа [1, 2].

Стали, легированные бором, дешевле, чем легированные традиционными легирующими элементами (молибденом, никелем, ванадием и др.). Однако широкое применение их в производстве сдерживается из-за ряда технологических сложностей при производстве борсодержащих сталей [3]. Относительно низкое содержание бора в стали, его высокая химическая активность вызывает сложности в дозировании и равномерном распределении его в объеме металла, а также в предотвращении связывания бора в нитриды и оксиды, так как положительное влияние на свойства стали оказывает не весь, а только «эффективный» (не связанный в нитриды и оксиды) бор [4]. В этой связи при выплавке борсодержащих сталей требуется использование сложных методов раскисления металла перед вводом в расплав бора. Ряд негативных вопросов при выплавке борсодержащих сталей снимается использованием комплексного борсодержащего кремний- и марганецсодержащего ферросплава вместо стандартных марок ферробора. Наличие элементов с высоким сродством к кислороду и относительно низкое содержание бора в сплаве (до 1 %) способствуют существенному снижению угара бора, более точному дозированию и равномерному распределению бора в объеме металла.

Для повышения эффективности в отличии от традиционной технологии нами в качестве раскислителя используется разработанный в ХМИ комплексный ферросплав ферросиликоалюминий взамен стандартных марок ферросилиция и алюминия. Положительным моментом использования комплексного сплава является снижение содержания в стали неметаллических включений за счет образования легкоплавких оксидных соединений, которые легко удаляются в шлаковую фазу.

В целом, предлагаемая технология производства борсодержащей стали обеспечивает наряду с повышением качества стали также существенное снижение себестоимости за счет различия в стоимости комплексных ферросплавов по сравнению со стандартными ферросплавами и повышение степени усвоения ведущих компонентов в сплав.

Взамен среднеуглеродистых легированных марок сталей (40Х, 38ХА, 40ХН2МА и др.) нами для производства высокопрочного крепежа выбрана экономно-легированная борсодержащая сталь марки 20ГР. Химический состав стали представлен в таблице 1.

Таблица 1. **Химический состав стали 20ГР**

Марка стали	Содержание, %							
	C	Si	Mn	B	P	S	Ni	Cr
					не более			
20ГР	0,17-0,24	0,17-0,37	0,7-1,0	0,002-0,004	0,035	0,035	0,30	0,30

Состав металлошихты на основе заданного количества углерода в стали марки 20ГР составлен из 60 % низкоуглеродистой мелочи (С- 0,06-0,1 %, Mn – 0,42-0,54 %, Si – 0,09-0,31 %, S = 0,03 %, – 0,04 %) и 40 % стружки стали марки Ст45 (С – 0,45 %, Mn – 0,7 %, Si – 0,25 %, S – 0,4 %, P – 0,35 %).

Для корректировки химического состава (легирование) и раскисления стали использовали ферромарганец ФМн75, ферросилиций ФС45, ферросиликоалюминий, углетермический ферробор и силикомарганец с бором. Химический состав ферросплавов дан в таблице 2.

Таблица 2. **Химический состав ферросплавов**

Материал	Содержание, %						
	C	Mn	Si	Al	S	P	B
Ферромарганец ФМн75, ГОСТ 4755-91	6,95	76,56	0,554	-	0,554	0,116	-
Ферросилиций ФС45, ГОСТ 1415-93	-	1,0	45,5	1,2	0,05	0,05	-
Ферросиликоалюминий	-	-	52,0	17,2	0,01	0,02	-
Алюминий АВ92 ГОСТ 295-79	-	-	0,8	92,0	-	-	-
Ферробор ФБ-17	2,50	-	0,9	0,57	0,02	0,023	17,50
Силикомарганец с бором СМп17В	1,70	65,0	17,5	-	0,003	0,10	0,70

Опыты по выплавке борсодержащей стали марки 20ГР проводили в индукционной печи, объемом 30 кг. В ходе проведения опытных плавок испытаны два вида борсодержащих материалов: углетермический ферробор марки ФБ17 и ферросиликомарганец СМн17 с 0,7 % бора (СМн17Б).

Баланс по углероду. Заданное соотношение металлошихты обеспечило необходимое содержание углерода в стали без дополнительной корректировки по ходу плавки.

Баланс марганца. Расчет шихты по марганцу показал, что для обеспечения состава стали заданным количеством марганца (~ 0,9 %) необходимо иметь в шихте:

$$Mn = \frac{0,9 \cdot 30}{100} = 0,27 \text{ кг.} \quad (1)$$

При заданном соотношении металлошихты и принятой степени угара содержание марганца в металле после расплавления составит:

$$Mn = \frac{18 \cdot 0,48 \cdot 0,75}{100} + \frac{12 \cdot 0,7 \cdot 0.75}{100} = 0,0648 + 0,0635 = 0,1283 \text{ кг или } 0,426\ \%. \quad (2)$$

Для обеспечения в стали заданного содержания марганца 0,9 % необходимо добавить ферромарганца:

$$\frac{30 \cdot 100(0,9-0,426)}{85 \cdot 76,56} = 0,2185 \text{ кг.} \quad (3)$$

Баланс кремния. В расчете в готовом металле задано содержание кремния равным 0,32 %. Для обеспечения данного количества кремния необходимо иметь в 300 кг металла:

$$Si = \frac{0,32 \cdot 30}{100} = 0,096 \text{ кг.} \quad (4)$$

С металлошихтой с учетом угара поступит в расплавленный металл кремния:

$$Si = \frac{18 \cdot 0,2 \cdot 0,8}{100} + \frac{120 \cdot 0,25 \cdot 0,8}{100} = 0,0528 \text{ кг или } 0,176 \text{ %.} \quad (5)$$

Для достижения расчетного содержания кремния в стали 0,32 % необходимо добавить ферросилиция ФС45:

$$\frac{30 \cdot 100 \cdot (0,32 - 0,176)}{90 \cdot 45,5} = 0,1085 \text{ кг.} \quad (6)$$

Баланс титана. Угар титана 30-50 %, подается в ковш или в печь вместе с алюминием непосредственно перед выпуском. Для обеспечения в стали 0,02 % титана необходимо ввести ферротитана:

$$\frac{0,02 \cdot 30 \cdot 100}{50 \cdot 92} = 0,013 \text{ кг.} \quad (7)$$

Вместе с ферротитаном вводится 0,06 кг алюминия.

Баланс бора. Бор подается в расплав в последнюю очередь после подачи алюминия и титана. Для обеспечения в стали 0,003 % бора необходимо добавить в сталь углетермического ферробора марки ФБ17:

$$\frac{0,003 \cdot 30 \cdot 100}{70 \cdot 17,5} = 0,0073 \text{ кг.} \quad (8)$$

Расчет шихты на выплавку борсодержащей стали 20ГР с использованием ферросикоалюминия и силикомарганца с бором

При использовании комплексного борсодержащего силикомарганца с 0,7 % бора корректировка состава металла по марганцу и кремнию производится с учетом прихода их дополнительно с борсодержащим ферросплавом, количество которого рассчитывается на обеспечение заданного содержания бора в стали.

Баланс бора. Для обеспечения в стали 0,003 % бора необходимо добавить силикомарганца с 0,07 % бора с учетом угара 30 %:

$$\frac{0,003 \cdot 30 \cdot 100}{70 \cdot 0,7} = 0,1836 \text{ кг.} \quad (9)$$

С борсодержащим силикомарганцем дополнительно вносится марганца:

$$Mn = \frac{0,1836 \cdot 65 \cdot 0.75}{100} = 0,0895 \text{ кг.} \quad (10)$$

кремния:

$$Si = \frac{0,1836 \cdot 17,5 \cdot 0.8}{100} = 0,0257 \text{кг.} \quad (11)$$

Баланс марганца. Вносится марганца с шихтой и борсодержащим ферросплавом:

$$Mn = 0,1283 + 0,0895 = 0,2178 \text{ кг или } 0,73 \text{ %.} \quad (12)$$

Для обеспечения содержания марганца в стали 0,9 % необходимо добавить ферромарганца:

$$\frac{30 \cdot 100 \cdot (0,9-0,73)}{85 \cdot 76,56} = 0,0783 \text{ кг.} \quad (13)$$

Баланс кремния. Вносится кремния с шихтой и борсодержащим ферросплавом:

$$Si = 0,0528 + 0,0257 = 0,0785 \text{ кг или } 0,26\ \%. \quad (14)$$

Для достижения расчетного содержания кремния в стали 0,32 % необходимо добавить ферросиликоалюминия:

$$\frac{30 \cdot 100 \cdot (0,32-0,26)}{90 \cdot 52} = 0,0385 \text{ кг.} \quad (15)$$

При этом вносится алюминия 0,0066 кг, что достаточно для обеспечения конечного раскисления металла. В конце плавки в печь подается 0,013 кг ферротитана. Борсодержащий силикомарганец подаётся в печь перед выпуском после ввода всех ферродобавок. Для уменьшения угара алюминий и ферротитан подают в расплав с помощью штанги.

Выплавленная борсодержащая сталь с использованием двух видов борсодержащих материалов по составу соответствовала заданной марке 20ГР. Химический состав сталей представлен в таблице 3.

Выплавленный металл после 2-х минутной выдержки разлит в изложницы. В каждой серии плавок получены по 3 слитка весом по10кг.

Таблица 3. **Химический состав опытных сталей**

Марка стали	Содержание, %							
	C	Si	Mn	P	S	B	Ni	Cr
20ГРс использованием ферробора ФБ17	0,19	0,30	0,85	0,032	0,03	0,0029	0,15	0,14
20ГРс использованием СМн17 с 0,7% бора	0,20	0,31	0,87	0,032	0,03	0,0031	0,15	0,14

Из полученных слитков изготовлены образцы для механических испытаний по ГОСТу 1497-84 и темплеты для металлографических исследований по ГОСТу 5640-68. Для исследования механических свойств методом растяжения выбраны цилиндрические образцы типа II с рабочей частью диаметром 20 мм и длиной 200 мм. При изготовлении образцов на металлорежущих станках принимали меры (охлаждение, режимы обработки), исключающие возможность изменения свойств металла при нагреве или наклоне. Глубина резания при последнем проходе не превышала 0,3 мм. Форма и размеры головок и переходных частей выбрали с учетом способа крепления образцов в захватах испытательной машины.

Для механических испытаний изготовили по 3 образцов для каждой серии плавок (всего 9 образцов). Остальной металл разрезан на заготовки для изготовления болтов диаметром 27 мм. Для проведения металлографических исследований структуры металла по ГОСТу 5640-68 вырезаны из темплетов образцы стали размером 30х40 мм для изготовления микрошлифов. Операции по вырезке образцов согласно требованиям ГОСТа проведены холодным механическим способом. При этом соблюдено условие совпадения плоскости микрошлифа с направлением волокон. Темплеты для изготовления микрошлифов вырезаны с верха, середины и низа слитка. Всего изготовлено 9 микрошлифов (по три от каждой заготовки).

Оценку механических свойств стали проводили методом растяжения на универсальной разрывной машине по ГОСТ 7855-84. Изготовление образцов, проведение испытаний и обработки результатов испытаний выполнены по ГОСТу 1497-84 (Металлы, Метод испытаний на растяжении). По настоящему стандарту определены следующие характеристики механических свойств: предел прочности ($\sigma_в$), предел текучести (σ_{02}), предел упругости ($\sigma_у$), относительное удлинение после разрыва (δ).

Испытания образцов стали на твердость производили по методу Бринеля на ультразвуковом твердомере МЕТ-у1. Результаты испытаний представлены в таблице 4, 5.

Таблица 4. **Механические свойства опытных сталей**

Образцы стали	Показатели механических свойств			
	$\sigma_в$, МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	$\sigma_у$, МПа	δ, %
Ст35	495-525 510	468-492 480	438-462 450	2-4
Ст20ГР (FeB)	615-635 625	613-637 620	550-570 560	4-6
Ст20ГР (SiMnB)	623-637 630	610-620 615	555-565 560	4-6

Таблица 5. **Твердость литых образцов опытных сталей**

Образцы стали	Твердость, НВ	Величина интервала, ед.
Ст35	150-190	40
Ст20ГР (FeB)	200-220	20
Ст20ГР (SiMnB)	205-215	10

В результате экспериментальных исследований получены следующие средние значения механической прочности:

- для борсодержащих сталей:

$\sigma_в$ – 625-630 МПа, σ_{02} – 615-620 МПа, $\sigma_у$ – 560 МПа, δ - 4-6 %.

- для сравнительной стали марки Ст35:

$\sigma_в$ – 510 МПа, σ_{02} – 480 МПа, $\sigma_у$ – 450 МПа, δ -2-4 %.

Среднее значение твердости опытных сталей составили:

- Ст35 - 170 НВ,
- Ст20ГР - 210 НВ.

Анализ полученных результатов показывает, что все показатели механической прочности и борсодержащих сталей выше, чем у безборной стали Ст35, а показатели прочности сталей, обработанных различными видами борсодержащих ферросплавов, практически не отличаются. Однако, данные по механическим свойствам для сталей, обработанных комплексными борсодержащими ферросплавами, отличаются более высокой стабильностью.

ЛИТЕРАТУРА

[1]Бобылев М.В. Управление качеством борсодержащих сталей для производства прогрессивных видов высокопрочных крепежных деталей автомобиля // Национальная металлургия. – 2003. - № 4. – С. 68-73.

[2]Бобылев М.В. Информационные технологии управления качеством борсодержащих сталей для нужд автомобилестроения, научно-техническое обеспечение деятельности предприятий, институтов и фирм. – М.: изд-во МГТУ, 2003. – С. 355-369.

[3] Бобылев М.В., Королева Е.Г., Штанников П.А. Перспективные экономнолегированные борсодержащие стали для производства высокопрочных крепежных деталей // Металловедение и термическая обработка металлов. – 2001. - № 5. – С. 51-55.

[4]Bobylev M.V., Borisov V.T., Petrovski V.A. et al. Quality Control for Boron Bearing Steels Based on Modeling of Nitride Formation During Crystallization // Proceeding of 4 lst Mechnical working and steel processing / Baltimore, MD, USA, Oktober 24-27, 1999. – P. 851-860.

Ким А.С., Акбердин А.А., Исагулов А.З., Султангазиев Р.Б.

Борқұрамды маркалы болаттарды балқыту және дайын құймалардың сапасын бағалау

Түйіндеме. Мақалада жаңа кешенді борқұрамды ферроқорытпаны пайдалану арқылы 20ГР маркалы борқұрамды болатты балқыту технологиясын қорытындысы көрсетілген және құйылған болаттың механикалық құрамы зерттелген.

Кілт сөздер: борқұрамды болат, кешенді борқұрамды қорытпа, құйма дайындама, механикалық қасиеті.

Kim A.S., Akberdin A.A., Isagulov A.Z., Sultangaziyev R.B.

Smelting boron-containing steels and cast billets quality assessment

Summary. The article presents the results of the development of technology of smelting boron steel 20GR with new complex boron ferroalloy and mechanical properties of cast steel pilot.

Key words: boron steel, complex boron alloy cast billet, mechanical properties

УДК 661.2

Ж.К. Шуханова[1], Г.Қ. Шегенова[1], Д.Б. Амантаева[1], К.Т. Охапова[1], З.А. Ибрагимова[1] , Д. Аринова[2]

([1]М.О. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті
Шымкент, Қазақстан Республикасы,
[2]Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық зерттеу техникалық университет,
Алматы, Қазақстан Республикасы)

ТЕХНИКАЛЫҚ РЕЗИНАЛАРДЫ ЖЕЛІМДЕУ АГЕНТІ РЕТІНДЕ ПАЙДАЛАНУМЕН МҰНАЙ ӨНДІРІСІНІҢ ҚАЛДЫҚТАРЫН ЖОЮ МҮМКІНДІКТЕРІ

Аннотация. Жұмыста техникалық резинаны өндіру кезінде жүйені желімдеу үшін – мұнай өндірісінің шығындарын пайдалану ммкіндігінің нәтижелері келтірілген. Қазақстан Солтүстік-Каспий мұнайлы аймағымен шетелдік компаниялармен бірігіп бірқатар машстабты және алдыңғы қатарлы жобаларды жүзеге асырады. Аталған аймақтың және Теңіз кен орынының шикі мұнайы жоғарыкүкіртті болып табылады, демек бұл жердің мұнайының маңызды ерекшелігі ілеспе газдардағы күкіртсутектің жоғары мөлшері болып табылады. Шикі мұнайды тауарлық жағдайға алып келу үшін, оны тазалайды және нәтижесінде элементарлы күкіртті алады. Мұнайды алудың жоғарылауымен күкірттің жиналуы да жоғарылайды. Казақстан мұнайынан бөлінетін элемент күкірт – химия саласындағы өндірістік кәсіпкерліктің құнды шикізаты. Бірақ та негізінде бұл химиялық заттың негізгі мөлшері мұнай өндірісінің нысандарының жан-жағында жинақталуда. Теңізде күкірт арнайы жабдықталған аймақтарда, «күкіртті карта» деп аталатын, үлкен өлшемді қатты блоктар түрінде сақталады. Күкірттің блоктарда сақтау –мысалы, Канада, Мексика, Нидерланда, Польша және АҚШ сияқты елдерде пайдаланылатын жалғыз әдіс [1,2].

Кілт сөздер: резина, полимер, күкірт, мұнай, шиналар

Теңіз кен орыны 1979 жылы ашылды және дүниежүзіндегі ірі және терең кенорындардың бірі болып табылады. Кенорынды игерумен СП «Тенгизшевпойл» айналысады, ол 1993 жылдың сәуір айында Қазақстан Республикасы мен «Шеврон» корпорациясының арасындағы келісімнің негізінде тұрғызылды [3,4].

Мұнай өндірісінің шығындарының үлкен көлемдері – күкірт (бүгінгі күні «күкіртті карталарда» өнімнің 8 млн-нан астам мөлшері сақталады) экологтардың және жергілікті халықтың маңызды мәселесіне айналды. Қазақстан үкіметі ТШО алдына жиналған қорларды жою тапсырмасын қойды [5,6].

Күкірт көптеген резина өндірісінің, сонымен қатар шина өндірісінің вулканизациясының негізгі тасымалдаушысы болып табылады. Оның сапасы мен химиялық құрамына ерекше талаптар қойылады, оларға бірінші кезекте өнімнің тазалығының жоғары дәрежесі (зиянды қоспалардың – айнымалы валенттілікті металдардың минималды мөлшері) және дисперстіліктің жоғары дәрежесі жатады. Бұл сипаттамалар күкірттің вулканизацияландырылған белсенділігін, оның каучуктағы диспергерленуін, резиналық қоспалар мен резиналардың техникалық қасиеттерін анықтайды [7].

Шиналардың сапасына үнемі жоғарылап отырған сапаны резиналық қоспалардың тиімді компоненттерін тұрғызу қажеттілігі түсіндіреді. Әсіресе вулканизациялаушы агенттерді қалыптастыруға көңіл бөлінеді. Алдыңғы жүзжылдықтың 80- жылдардың басында полимерлі күкірт пайда болды, ол шина мен резино-техникалық өнімдерді шығаратын өндіріс орындарында көп қолданыла бастады.

Резина қоспасындағы мұнай өндірісінің шығындарынан алынатын күкірт әдеттегі күкіртті толық немесе жартылай алмастыру үшін ендірілді. Тәжірибеде протекторлық және брекеттік резиналы қоспалар пайдаланылды. Қоспалар екі сатыда дайындалды, мұнай өндірісінде алынған күкіртті зертханаға ендіреді.

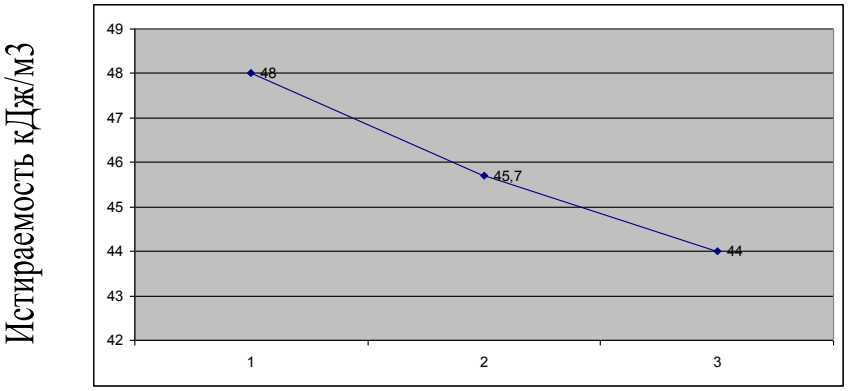
Алмастыру технологиясы, резина қоспаларын өңдеу және вулканизациялау, техникалық регламентте аталған стандартты режимнен ерекшеленбейді. Үлгілерді желімдеу 15 минуттың ішінде 155^0С температурада жүргізіледі. Үлгілерді тозуға санауды 40 минутта 0,2 МПа қысымда қанықкан су буының ортасында 393^0К температурада автоклавта, сонымен қатар ұқсас жағдайда 8 сағат көлемінде NaCl 5%-дық сулы ерітіндісімен үнемі суландырумен жүргізді.

Протекторлық және брекерлік резиналық қоспалардың рецепттері 1-кестеде келтірілген.

1-кесте. **Резиналық қоспалардың рецепттері.**

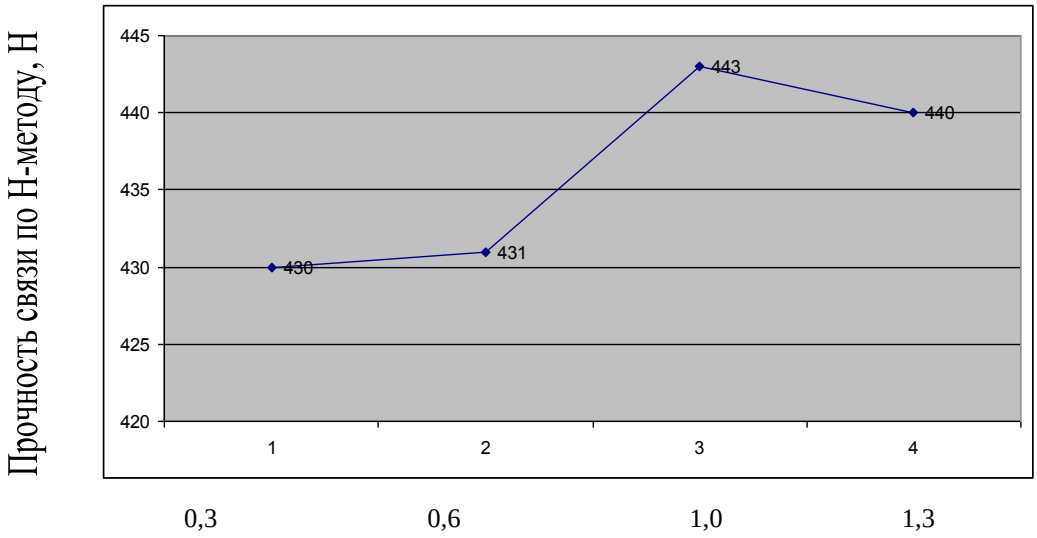
Аталуы	Масс. ч .на 100 масс. ч. каучука	
	Протекторлық қоспа	Брекерлік қоспа
СКИ-3	50	100
СКД	50	-
Сера	1,8-0	1,6-0
Полимер күкірті	0-1,5	0-1,3
Сульфенамид М	1,5	1,4
Фталды ангидрид	0,3	0,3
Цинкті белила	3,0	2,5
Стеариндік қышқыл	2,0	2,0
Ацетонанил Р	1,0	1,2
Октофор NN	2,0	2,0
Көмірсутекті шайыр	4,0	4,0
Воск ЗВИ	1,0	-
Май ПН-6Ш	4,0	4,0
Диафен ФП	1,5	1,5
Техникалық көмірсутек П 245	55,0	50,0

1-суреттен көрініп тұрғандай теңіздің тазаланған күкіртін пайдалану кезінде протекторлық резиналардың уйкелуінің төмендеуі мен керілуі кезінде шарты беріктіктің жоғарылауы көрінеді, бұл беріктікті қасиеттердің жақсаруын дәлелдейді.



0,5 1,0 1,5

2-суреттен брекерлік резинаның текстильды корды мен резина арасындағы беріктіктің байланысы мен керілу кезіндегі шартты беріктікпен сипатталатын, беріктікті қасиеттерінің жоғарылауы көрінеді.



2-сурет. Брекерлік резиналардың физико-химиялық қасиеттеріне күкірттің мөлшерінің әсері.

Теңіз күкіртін пайдалану эластмерлі матрицадағы молекула аралық байланыстардың санының өсуінің әсерінен протекторлық және брекерлік резинаның беріктікті қасиеттері жоғарылайды, өйткені рецептурада пайдаланылатын барлық күкірт реакцияға түседі. Осындай әдіспен теңіз күкіртін пайдалану қоршаған ортаға түсірілетін экологиялық жүктелудің төмендуіне және шиналық резинаның сапасын жақсартуға көмектеседі.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Надиров Н.К. Тенгиз – море нефти – море проблем Алматы: Гылым, 2003

[2] Надиров Н.К. Нефть и газ Казахстана. В 2-хт. Алматы: Гылым, 1996

[3] Ормистон Р.М., Кербер Дж.Л., Мазгаров А.М. Демеркаптанизация сырой нефти Тенгизкого месторождения// Нефть и газ Казахстана.1997,№ 2 С.71-83

[4] Надиров Н.К., Зайкина Р.Ф., ЗайкинЮ.А. идр.Современные методы сероочистки казахстанских нефтей// Проблемы нефтегазового комплекса: Материалы международной научно-технической конференции. Атырау, 5-6 декабря 2001г.Т.2, 456с.

[5] Драйден Р.Л. Хранение комовой серы и охрана окружающей среды// Нефть и газ Казахстана. 1997, № 2. С.126-133

[6] Кенжегалиев А. Экологическое состояние Тенгизского месторожденияи пути его оздоровления// Нефть и газ Казахстана. 1997, № 2. С.119-122

[7] Сера – отходы производства или ценное ископаемое?//Cashian.202.С. 80-82

Шуханова Ж.К., Шегенова Г.Қ. , Амантаева Д.Б. , Охапова К.Т., Ибрагимова З.А. , Аринова Д.

Возможности утилизации серы отхода нефтедобычи путем использования в качестве вулканизующего агента в технических резинах

Резюме. Применение тенгизкой серы приводит к повышению прочностных свойств брекерных и протекторных резин за счет повышения количества межмолекулярных связей в эластмерной матрице, так ка вся используемая в рецептуре сера вступает в реакцию. Таким образом использование тенгизкой серы позволит снизить экологическую нагрузку на окружающую среду и улучшить качество шинных резин.

Shuhanova Zh.K., Shegenova G.K., Amantaeva D.B., Ohapova K.T., Ibragimova Z.A., Arinova D.

The possibility of disposal of sulphur waste oil by using as the curing agent in technical rubbers

Summary. The use of cengizkoy sulphur leads to improving the strength properties bragarnyk and the tread rubber due to the increasing number of intermolecular bonds in lasternas matrix are all used in the compounding of sulfur reacts. Therefore, the use of cengizkoy sulfur will reduce the environmental burden on the environment and improve the quality of tyre rubbers.

УДК 661.727.83, 661.183.2

К.К. Кишибаев, А.Б. Аскарова, С.А. Ефремов, А.Т. Кабулов, Р.Р. Токпаев, А.А. Атчабарова, С.В. Нечипуренко, М.К. Наурызбаев
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан kanagat_kishibaev@mail.ru, anargulaskarova1@gmail.com)

ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ НА ОСНОВЕ ФУРФУРОЛА

Аннотация. Работа посвящена рациональному использованию отходов сельского хозяйства, путем получения из них органического вещества - фурфурол. На основе фурфурола-сырца был получен сферический активированный уголь с высокими удельной поверхностью, механической прочностью и низким содержанием золы.

При выполнении работы использованы физико-химические методы: ИК- спектроскопия, газовая хроматография, метод БЭТ, сканирующая электронная микроскопия и метод ИСП-МС.

Ключевые слова: фурфурол, кукурузная початка, активированный уголь

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время, в связи с прогрессирующим сокращением ископаемых видов органического сырья в мире возрастает интерес к постоянно возобновляемой растительной биомассе, которая является одним из основных сырьевых ресурсов во многих странах. Источником получения ряда углеродсодержащих материалов могут служить лигноцеллюлозные сельскохозяйственные отходы. Казахстан входит в число 25 стран занимающихся сельско-хозяйственной деятельностью и в десятку стран имеющий большой запас сельскохозяйственных отходов [1]. В связи с этим использование отечественных сельскохозяйственных отходов для получения углеродсодержащих материалов становится весьма актуальной с экономической и экологической точки зрения. При переработке кукурузы ежегодно образуются миллионы тонн отходов (стержни початков, стебли, солома и т. д.), которые легко собираются и пригодны для различных целей [2]. Однако в большинстве стран, в том числе Казахстана, они не находят применения и остаются на полях либо сжигаются. В основном это объясняется неэффективностью экономических механизмов и отсутствием единой базы данных по объемам накопления и методам использования растительных отходов сельскогохозяйства [3].

Цель работы – получение фурфурола из кукурузных початков, как исходного сырья для сорбционных материалов.

По сравнению с другими биомассами, использование початков кукурузы при получении фурфурола являются более перспективными, так как они богаты пентозанами. Фурфурол является важным химическим растворителем, который используется для разделения насыщенных и ненасыщенных соединений в нефти, газе и в дизельном топливе. Фурфурол получают из пентозансодержащего сырья. Сырьем в работе являются кукурузные початки, полученные из отходов сельскохозяйственного кооператива «БУДАН». Теоретически возможный выход фурфурола из пентозанов составляет 73 %. Фурфурол также востребован в пищевой, фармацевтической промышленности и в сельскомхозяйстве [4].

В данной работе представлена методика получения активированного угля на основе фурфурола.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В качестве исходного сырья использовали кукурузные початки сельскохозяйственного кооператива «Будан», расположенного в Алматинской области. Характеристика кукурузных початков показана в таблице 1. В качестве катализатора процесса получения фурфурола использовали серную кислоту с плотностью 1,0802 г/мл.

Таблица 1. **Характеристики кукурузных початков**

Технический анализ (мас. %)		Элементный анализ (мас. %)	
Влажность	2.8 ± 0.01	Углерод	43.3 ± 0.01
Летучие вещества	88.1 ± 1.8	Водород	5.5 ± 0.00
Углерод	1.1 ± 0.16	Азот	0.9 ± 0.11
Зола	8 ± 1.64	Кислород	50.3
Состав органических веществ (мас. %)			
Целлюлоза	27.5 ± 1.68	Гемицеллюлозы	33.6 ± 4.2
Лигнин	19.6 ± 0.39	Остальные	14.3 ± 0.39

Экспресс-анализ показал, что исходный материал имел высокое содержание летучих веществ (88,1 мас. %). Содержание золы также относительно высокая (8 мас. %). Элементный анализ показал, что кукурузные початки в основном состоят из углерода и кислорода при низком содержании азота и водорода. Содержание целлюлозы и гемицеллюлозы составил около 61 мас. %.

Установка для получения фурфурола из кукурузных початков

Установка для перегонки при атмосферном давлении состоит из перегонной колбы, холодильника, аллонжа и приемника. В качестве перегонной колбы использовалась круглодонная колба на 1000 мл (Рисунок 1).

В качестве энергоносителя использовали *колбанагреватель LOIP LH-120* (Рисунок 1). Чтобы предупредить перегрев жидкости, переброс ее в приемник и ослабить толчки при кипении, в перегонную колбу до нагревания вносились «кипятильники».

Контроль за температурой паров перегоняемой жидкости осуществлялось с помощью термометра.

Нисходящий холодильник Либиха, служит для конденсации паров жидкости и отвода ее через аллонж в приемник. Холодильник охлаждался проточной водой, так как, температура кипения жидкости выше 120–130 °С. Во избежание потери веществ при перегонке малых количеств использовался холодильник средней длины.

В качестве приемника может служить круглодонная колба. Для более полной конденсации паров низкокипящих жидкостей приемник помещают в сосуд с охлаждающей смесью.

Холодильник с приемником соединяли с помощью аллонжа внутренний диаметр 5–6 мм. Аллонж, герметически соединяется с тубусом, так как, при фракционной перегонке выделялся газ - сера. К тубусу прикрепляли хлоркальциевую трубку для сообщения с атмосферным воздухом сосудов, содержимое которых необходимо защищать от воздействия углекислоты, влаги и пыли из воздуха.

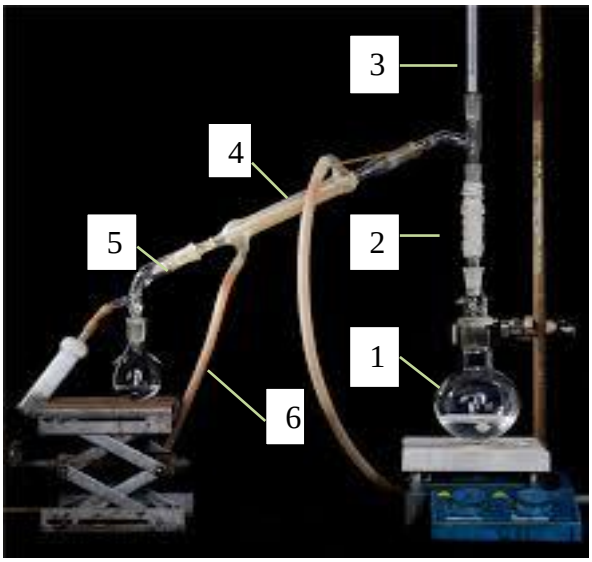


Рис. 1. Установка для фракционной перегонки фурфурола:
1 – перегонная колба; 2– дефлегматор; 3 – термометр; 4 – холодильник;
5 – аллонж с хлоркальциевой трубкой; 6 – приемник

Методика получения фурфурола сернокислотным методом

На первой стадии проводили гидролиз сырья с целевым получением фурфурола, на второй стадией является гексозный гидролизат.

При проведении фурфурольной стадии количество раствора кислоты должно быть минимальным. При переработке кукурузных початков был использован раствор серной кислоты с плотностью 1,0802 г/мл.

250 г растительного сырья пропитывается раствором серной кислоты в шнековом смесителе при модуле 0,3–0,5 % (по массе). Равномерное смачивание достигается путем распыления раствора. Процесс получения фурфурола проводили в вертикальном гидролиз-аппарате. Смоченное кислотой сырье загружается в круглодонную колбу и нагревается с помощью колбонагревателя в течении 45 минут.

На первой стадии после нагрева смеси до температуры 100 °С начало перегонки воды. Продолжительность перегонки воды составляет 4 часа. Затем температура резко снижается. Это показывает полное отсутствие воды в составе смеси.

На второй стадии температура поднимается до уровня 150°С. Так как фурфурол имеет схожие физико-химические свойства с бензолом, в приемник заливают 2-3 мл бензола. Бензол нужен для того, чтобы предотвратить потери фурфурола в стенках приемника. В это время в холодильнике происходит конденсация паров, которые впоследствии поступают в приемник в виде масляной желтой жидкости. Время перегонки фурфурола в общей сложности составила 6 часов.

В результате был получен двухслойный раствор, состоящий из фурфурола и бензола. Для разделения фурфурола от бензола использовалась делительная воронка. После чего оставшийся раствор бензола в фурфуроле перегоняли при температуре 80°С. Далее фурфурол-сырец нейтрализовывали 1,0–1,5% раствором карбоната натрия и отправляли на дальнейшие анализы. В таблице 2 представлен выход фурфурола из кукурузных початков.

Таблица 2. **Выход фурфурола из кукурузных початков**

Сырье	Средний выход, %	Концентрация серной кислоты, %	Плотность серной кислоты, г/мл	Оптимальная температура, ^{0}C	Продолжительность перегонки, ч
Кукурузные початки	4,64	12	1,0802	160	6

Определение химического состава и функциональных групп фурфурол содержащего раствора

ИК-спектроскопия фурфурола-сырца

Инфракрасная (ИК) спектроскопия является одним из основных методов анализа органических соединений. С помощью ИК-спектроскопии быстро и надѐжно идентифицируются разнообразные функциональные группы: карбонильная, гидроксильная, карбоксильная, амидная, амино, циано и др., а также различные непредельные фрагменты: двойные и тройные углерод-углеродные связи, ароматические или гетероароматические системы.

Полосы поглощения появляются в результате переходов между колебательными уровнями основного электронного состояния изучаемой системы. Спектральные характеристики (положения максимумов полос, их полуширина, интенсивность), индивидуальность молекулы зависит от масс составляющих ее атомов, геометрии строения, особенностей межатомных сил, распределения заряда и др. Поэтому инфракрасные спектры отличаются большой индивидуальностью, что и определяет их ценность при идентификации и изучении строения соединений [5].

ИК-спектроскопический анализ полученного жидкого вещества фурфурола проводили на ИК-Фурье спектрофотометре (Nicolet 380).

Газовая хроматография фурфурола-сырца

Хроматография является важным методом идентификации и определения веществ. Анализ жидкого вещества фурфурола проводили на приборе: *газовый* хроматограф Agilent 6890N с масс-спектрометрическим детектором Agilent 5973N и пламенно-ионизационным детектором.

Анализируемый образец объемом 0,2 мкл вводили в устройство для ввода проб газового хроматографа с масс-спектрометрическим детектором Agilent 6890N/5973N, нагретого до температуры 240ºС в режиме деления потока 500:1. Хроматографирование проводили с

использованием капиллярной колонки DB-WAXetr, длиной 60,0 м, внутренним диаметром 0,25 мм и толщиной пленки 0,5 мкм. Газ-носитель (гелий марки «А») подавали в режиме постоянной скорости, составляющей 1,0 мл/мин. Температуру термостата колонки программировали от 40 °С (выдержка 1 мин) до 240 °С (выдержка 30 мин) со скоростью нагрева 5 °С/мин. Полное время хроматографирования составляло 71 минуту. Температуры интерфейса, квадруполя и источника ионов МСД составляли 240, 150 и 230 °С, соответственно. Полученные данные обрабатывались на базе программы Enhanced Data Analysis, масс-спектры полученных пиков хроматограмм сравнивались с библиотеками NIST mass spectral library, Wiley mass spectral library [6].

Методика получения активированного угля на основе фурфурола

Углеродные адсорбенты на основе фурфурола, получали смешиванием раствора полиэфирной смолы в фурфуроле в кислой среде и диспергированием смеси в слой вязкой жидкости, при комнатной температуре, с обеспечением желатинизации смеси, выдерживание полученных сферических гранул под слоем масла в течение 5-8 часов, их карбонизацию и активацию при 800±50°С [7].

Методика определения удельной поверхности методом BET

Многие химические и физические процессы с участием твердых тел зависят от развитости их поверхности и структуры пор. Так, при использовании твердых тел в качестве адсорбентов газов и паров их удельная поверхность является наиболее важным параметром, характеризующим адсорбционные свойства при низких и средних относительных давлениях. Распределение пор по размерам и общий объем пор наиболее важны для характеристики адсорбционной способности при относительных давлениях 0,3-0,4.

Методы анализа поверхности тел с участием сорбируемых газов приобрели особое значение в связи с появлением новых материалов с уникальной структурой и свойствами.

Существует несколько методов математического описания физической адсорбции.

Измерение удельной поверхности методом БЭТ (Брунауэра-Эммета-Тейлора) является наиболее распространенным методом. В нем используются следующие допущения: поверхность адсорбента однородна; взаимодействие адсорбент–адсорбат сильнее, чем адсорбат–адсорбат; взаимодействие адсорбированных молекул учитывается только в направлении, перпендикулярном поверхности, и рассматривается как конденсация. Для вычисления площади поверхности адсорбента определяется объем газа относительно мономолекулярного слоя и площадь поперечного сечения молекулы адсорбированного газа. Принято считать, что метод БЭТ можно использовать для измерения площади поверхности с точностью 5-10% в интервале значений относительного давления p/p_0 0,05-0,35 [8].

Сканирующая электронная микроскопия

Этот метод основан на зондировании поверхности изучаемого образца электронным зондом. Сущность метода состоит в том, что поверхность массивного образца облучается тонко сфокусированным (диаметром до 5-10 нм) пучком электронов - так называемым электронным зондом. Пучок электронов совершает возвратно-поступательное движение по линии или развертывается в растр - совокупность близко расположенных параллельных линий, вдоль которых пучок электронов обегает выбранный для исследования участок поверхности [9].

Методика определения элементного состава методом ИСП-МС

В общем случае исследуемый раствор с помощью перистальтического насоса подается в распылитель, в котором потоком аргона превращается в аэрозоль. Аэрозоль через центральный канал плазменной горелки попадает в плазму, где под воздействием высокой температуры (≈ 5000 ^{0}C) вещества, содержащиеся в пробе, диссоциируют на атомы, которые затем ионизируются. Образовавшиеся положительно заряженные ионы проходят через систему ионной оптики в анализатор, где происходит фильтрация ионов по массе и детектирование интенсивности ионного потока. Полученный сигнал трансформируется в зависимость интенсивности от величины m/z [10].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Получение фурфурола из растительного сырья

В этом исследовании, кукурузные початки, гидролизаты с высоким содержанием пентозанов, были использованы в качестве основного сырья, серная кислота, использовалась в качестве катализатора. Фракционная перегонка фурфурола из отечественного сырья была проведена при различных условиях, с целью определения оптимального режима перегонки. Анализ полученного

жидкого вещества, фурфурола, был исследован физико-химическими методами, такими как: ИК- спектроскопия и газовая хроматография.

При получении фурфурола процессы гидролиза пентозанов и дегидратации пентоз осуществляются одновременно, без выделения пентозногогидролизата. Это дает возможность получить в совмещенном процессе более высокий выход фурфурола.

Вследствие высокой реакционной способности фурфурола и получения высокого выхода фурфурола были соблюдены следующие условия:

1) процесс должен осуществляться при условиях, обеспечивающих максимально возможное уравнивание скоростей образования фурфурола из пентоз и его выведение из сферы реакции;

2) процесс необходимо проводить при минимальном количестве свободной влаги в реакторе, при небольшом слое сырья и его интенсивном перемешивании для эффективного контакта с паром;

3) с повышением температуры выше 190–200 °С, — снижается выход из-за возрастания потерь, поскольку возможная скорость выведения фурфурола отстает по величине от скорости его образования.

Результаты анализа химического состава и функциональных групп фурфурола

ИК-спектры органического вещества фурфурола полученного из кукурузных початков

Для подтверждения природы фурфурола в полученном растворе были сняты ИК-спектры, на ИК спектрометре «Nicolet 380» с Фурье преобразователем. Спектры полученного органического вещества фурфурола представлены на рисунке 2.

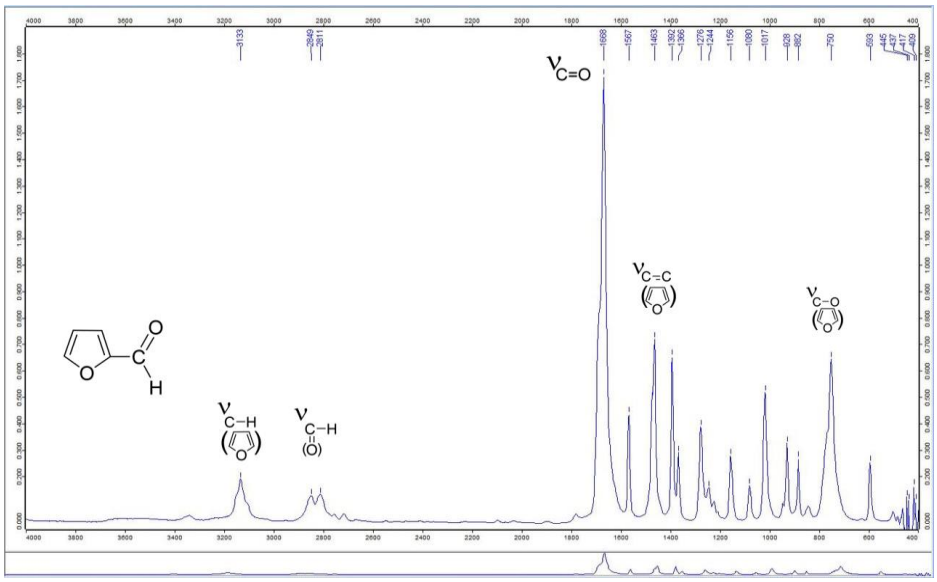


Рис. 2. ИК спектр фурфурола

Таблица 3. **Отнесение полос поглощения в ИК-спектрах фурфурола**

Полоса поглощения, $см^{-1}$	Отнесение полосы поглощения
3133	Валентные колебания связанной ОН-группы (особенно вероятно, так как обычно перекликается с колебаниями в области 2800-2900)
2811 и 2849	Колебания CH_2 - группы или колебание ОН-группы в карбоновой кислоте
1668	Колебания С=О – группы в альдегиде (бывает только в случае образования водородной связи) или в карбоновой кислоте
1366-1567	Скелетные колебания фуранового кольца
1017 и 1276	Колебание =С-О-С= - связи
750 и 882	Деформационные колебания СН-групп фуранового кольца

В полученном ИК спектре (рисунок 2, таблица 3) в полосе поглощения 3133 $см^{-1}$ ясно видны колебания связанной ОН-группы. В полосе поглощения 2811-2849 $см^{-1}$ заметны колебания CH_2- группы или колебания ОН-группы в карбоновой кислоте. Валентное колебание С=О группы в альдегиде или в карбоновой кислоте интенсивно определяются в полосе поглощения 1668 $см^{-1}$. Скелетные колебания фуранового кольца наблюдаются в полосе поглощения 1366-1567 $см^{-1}$, а колебание =С-О-С= - связи наблюдаются в полосе поглощения 1017 и 1276 $см^{-1}$. В полосе поглощения 750 и 882 $см^{-1}$ линии относятся к деформационным колебаниям СН-групп фуранового кольца. Результаты ИК спектроскопии доказывают, что полученные спектры и найденные функциональные группы полностью соответствуют спектрам и функциональным группам фурфурола.

Результаты газовой хроматографии фурфурола-сырца представлены на рисунке 3.

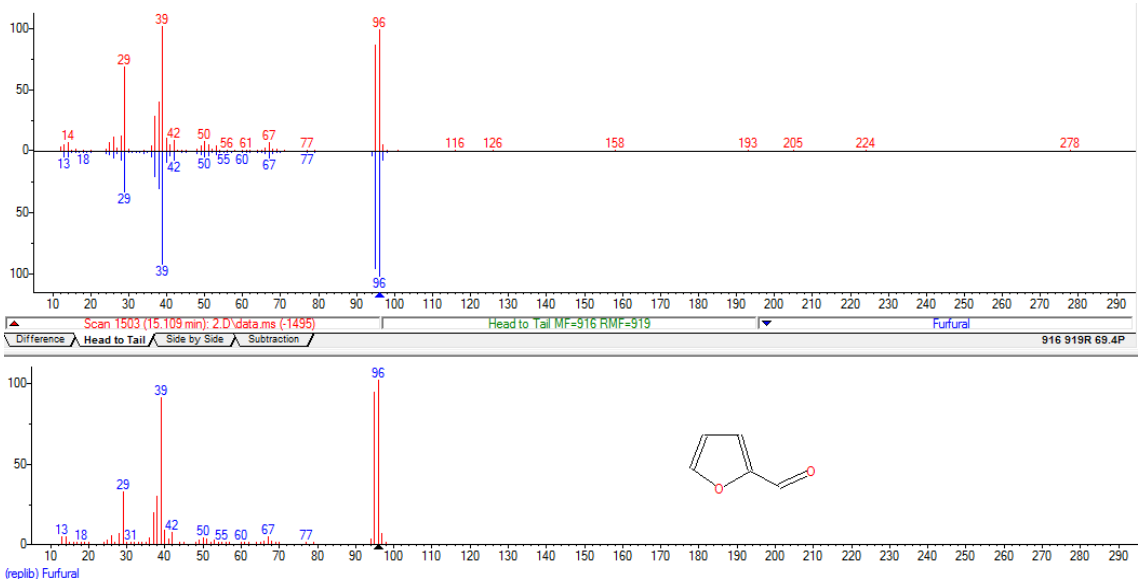


Рис. 3. Результаты газовой хроматографии фурфурола-сырца

С помощью масс-спектра видно, что полученные нами спектры путем газовой хроматографии относятся к фурфуролу. Вводимый раствор фурфурола-сырца состоит из 80% фурфурола. Полученный пик из метода газовой хроматографии был анализирован методом масс-спектра, где была выявлена молярная масса фурфурола $C_5H_4O_2$ = 96 г/моль.

В таблице 4 представлены результаты физико-химических характеристик активированного угля на основе фурфурола.

Таблица 4. **Физико-химические характеристики активированного угля на основе фурфурола**

Показатель	Активированный уголь на основе фурфурола
Удельная поверхность, $м^2/г$	587
Содержание золы, %	0,5
Прочность на истирание по ГОСТ 16188-70, %	98
Объем микропор, $см^3/г$	0,24
Объем мезопор, $см^3/г$	0,50

Из полученных результатов видно, что активированный уголь на основе фурфурола имеет удельную поверхность равную 587 $м^2/г$. От величины удельной поверхности зависит поглотительная способность активированных углей.

Активированный уголь на основе фурфурола обладает высокой механической прочностью на истирание и низким процентным содержанием золы. Механическая прочность активированного угля имеет высокие значения для их производства, упаковки, загрузки, эксплуатации, а также в

регенерации и возвращении его в технологический процесс.

Методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой определен элементный состав активированного угля на основе фурфурола, который представлен в таблице 5.

Таблица 5. **Элементный состав активированного угля на основе фурфурола**

Концентрация элементов	Активированный уголь на основе фурфурола
C (%)	80,09
S (%)	0,505
N (%)	0,279
Na (мг/кг)	29,616
Mg (мг/кг)	19,611
Al (мг/кг)	147,292
K (мг/кг)	61,425
Ca (мг/кг)	85,346
Fe (мг/кг)	97,888
Cu (мг/кг)	626,498
Zn (мг/кг)	1224,633

Из полученных результатов видно, что активированный уголь на основе фурфурола в основном состоит из углерода, но имеются и следовые количества других элементов, таких как: Na, Mg, Al, K, Ca, Fe, Cu, Zn. Это может быть объяснено тем, что данные металлы входят в структуру углеродной матрицы и закреплены в ней различными комплексными связями.

На рисунке 4 представлены результаты сканирующей электронной микроскопии активированного угля на основе фурфурола.

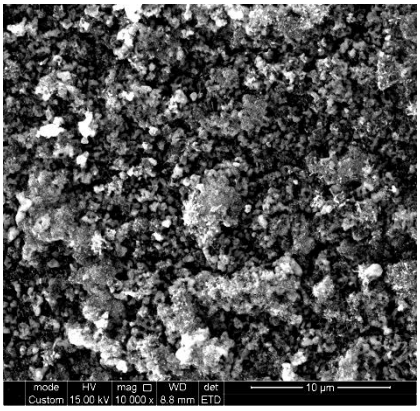


Рис. 4. Микроснимок активированного угля на основе фурфурола

Результаты электронно–микроскопического исследования образца активированного угля показал, что его структура представлена хлопьевидными включениями в углеродной матрице с большим количеством пор на поверхности (рисунок 4). Размер пор варьируется в пределах от 20 до 50 нм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании полученных данных сделаны следующие выводы:

1. С помощью фракционной перегонки кукурузных початков был получен фурфурол-содержащий конденсат. Фракционная перегонка была осуществлена при температуре 160 ^{0}C с использованием серной кислоты с плотностью 1,0802 г/мл в качестве катализатора. Установлено, что средний выход фурфурола составляет 4,64 %.

2. При помощи ИК-спектроскопии были определены функциональные группы фурфурола, полученные из кукурузных початков. Основными функциональными группами фурфурола-сырца являются: связанные ОН-группы, CH_2- группы или ОН-группы в карбоновой кислоте, С=О группы в альдегиде или в карбоновой кислоте, фурановое кольцо, =С-О-С= - связи и деформационные СН-группы фуранового кольца.

3. Определен состав фурфурол-содержащего раствора с помощью газовой хроматографии. Результаты анализа показывают, что полученный раствор является фурфуролом. Полученный пик из метода газовой хроматографии был проанализирован методом масс-спектрометрии, где была выявлена молярная масса фурфурола ($C_5H_4O_2$) = 96 г/моль.

4. Активированный уголь на основе фурфурола обладает высокой механической прочностью и низким процентным содержанием золы, а также имеет удельную поверхность равную 587 $м^2$/г.

5. Определен элементный состав активированного угля методом ИСП-МС. Результаты анализа показывают, что активированный уголь на основе фурфурола в основном состоит из углерода. Кроме того имеются следовые количества других элементов: Na, Mg, Al, K, Ca, Fe, Cu, Zn. Это может быть объяснено тем, что данные металлы входят в структуру углеродной матрицы и закреплены в ней различными комплексными связями.

6. Электронно–микроскопическое исследование образца активированного угля на основе фурфурола показывает, что его структура представлена хлопьевидными включениями в углеродной матрице с большим количеством пор на поверхности. Размер пор варьируется в пределах от 20 до 50 нм.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Benko, Z., Andersson, A., Szengyel, Z., Gáspar, M., Réczey, K., Stalbrand, H. Heat extraction of corn fiber hemicelluloses//Appl. Biochem. Biotechnol. – 2007. – Vol.136. №34. – P. 253–265.

[2] A. Corma, S. Iborra, and A. Velty. Chemical routes for the transformation of biomass into chemicals//Chem. Rev. – 2007. – Vol.24. № 1. – P. 45.

[3] K. J. Zeitsch. The chemistry and technology of furfural and its many by-products, 1st ed. In Sugar Series//Elsevier: The Netherlands. - 2000. – Vol.7, № 13. – P. 13.

[4] Egüés, I., Sanchez, C., Mondragon, I., Labidi, J. Effect of alkaline and autohydrolysis processes on the purity of obtained hemicelluloses from corn stalks//Bioresour. Technol. – 2012. – Vol.103 – P. 239–248.

[5] Тарасевич Б.Н. Основы ИК спектроскопии с Фурье преобразованием. Подготовка проб в ИК спектроскопии. Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова. Москва. - 2012. - 22 с.

[6] Фритц Дж., Гьерде Д., Поланд К. Ионная хроматография. Пер. с англ. — М.: Мир, 1984. - 224 с.

[7] Кишибаев К.К., Аккужиев А.С., Кабулов А.Т., Токпаев Р.Р., Нечипуренко С.В., Ефремов С.А., Наурызбаев М.К. Получение и физико-химические характеристики активных углей на основе сополимеров фурфурола//Вестник Карагандинского Университета, серия химическая. - 2013. - №3 (71). - С. 23-25.

[8] Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность, пористость//Пер. с англ., 2-е изд. - М.: Мир, 1984. - 306 с.

[9] Гоулдстейн Дж., Ньюбери Д., Эчлин П., Джой Д., Фиори Ч., Лифшин Э. Растровая электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ: В 2-х книгах. Книга 1. Пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – 303 с.

[10] Inductively coupled plasma mass spectrometry handbook/Ed. S. M. Nelms. CRC Press: Boca Raton, 2005.

Кишибаев К.К., Аскарова А.Б., Ефремов С.А., Кабулов А.Т., Токпаев Р.Р., Атчабарова А.А., Нечипуренко С.В., Наурызбаев М.К.

Фурфурол негізіндегі активтендірілген көмірді алу және оның қасиеттері

Түйіндеме. Жұмыс ауыл шаруашылық қалдықтарынан органикалық зат- фурфуролды алу негізінде осы қалдықтарды рационалды қолдануға арналған. Фурфурол- шикізат негізінде жоғары меншікті беті бар, механикалық берік және құрамында күлдің мөлшері төмен сферикалық активтендірілген көмір алынды.

Жұмысты орындау барысында келесі физика-химиялық әдістер қолданылды: ИК-спектроскопия, газды хроматография, БЭТ әдісі, сканерлеуші электронды микроскопия және ИСП-МС әдісі.

Түйін сөздер: фурфурол, жүгері собықтары, активтендірілген көмір

Kishibayev K.K., Askarova A.B., Efremov S.A., Kabulov A.T., Tokpayev R.R., Atchabarova A.A., Nechipurenko S.V., Nauryzbayev M.K.

Obtaining and properties of active carbon based on furfural.

Summary. The work is devoted to the rational use of agricultural waste-management by obtaining the organic substance - furfural. On the basis of raw furfural was obtained spherical activated carbon having a high specific surface, mechanical strength and low ash content.

In performing, the work used physical - chemical methods: IR spectroscopy, gas chromatography, BET, SEM and ICP-MS method.

Key words: furfural, corncobs, active carbon

УДК: 665.63.65

А. Ж. Жумабек
(Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И.Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан,)

ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НЕФТИ В ПРОЦЕССЕ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Аннотация. Проведен обзор физико-химических свойств нефти, такие как плотность ,вязкость, испаряемость, сжимаемость, газосодержание, газовый фактор, давление насыщения и их изменения в процессе разработки месторождения. В статье указан основные причины изменения состава и свойств нефти, пластовое разгазирование, растворением легких компонентов нефти в закачиваемой в пласт воде и окислением нефти кислородом, внесенным в пласт с водой..Ипроведен анализ дополнительных методов исследования изменения свойств нефти в залежи фотоколориметрия , которая основана на определении степен поглощения света исследуемым раствором (интенсивности окраски его) с использование фотоэлементов и гальванометра.

Ключевые слова: физико-химические свойства нефти, оптические свойства, Фотоколориметрия, коэффициент светопоглощения.

Нефтьпредставляет собой сложную смесь органических соединений, преимущественно углеводородов и их производных. Вследствие изменчивости химического состава, физико-химические свойства нефтей различных месторождений и даже различных пластов одного месторождения отличаются большим разнообразием.

По консистенции нефти различаются от легко подвижных до высоковязких (почти не текучих) или застывающих при нормальных условиях. Цвет нефтей меняется от зеленовато-бурого до черного.[1]

В нефти встречаются следующие группы углеводородов (таблица 1.рис 1):[5]

- метановые (парафиновые) с общей формулой C_nH_{2n+2};
- нафтеновые – C_nH_{2ni};
- ароматические – C_nH_{2n-6}.

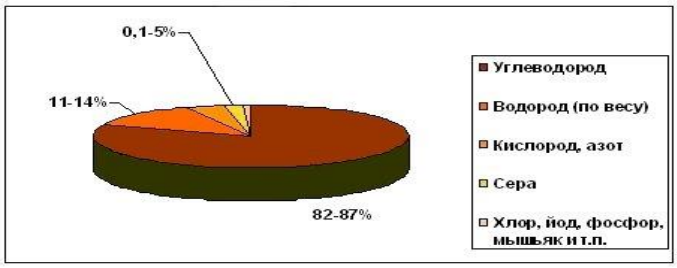


Рис. 1. Химический состав нефти

Таблица 1. **Углеводороды метанового ряда**

Наименование	Формула	Примечание
Метан	CH_4	При атмосферном давлении и нормальной температуре в газообразном состоянии
Этан	C_2H_6	
Пропан	C_3H_8	
Бутан	C_4H_{10}	
Пентан	C_5H_{12}	Неустойчивы, легко переходят из газообразного состояния в жидкое и обратно
Гексан	C_6H_{14}	
Гептан	C_7H_{16}	
Октан	C_8H_{18} . . . $C_{17}H_{36}$	Жидкие вещества
	$C_{18}H_{38}$ и т.д.	Твердые вещества (парафины)

Рассмотрим основные физические свойства нефти.

Плотность ρ - отношение массы к объему. Единица измерения плотности в системе СИ выражается в кг/ м^3. Измеряется плотность ареометром. Ареометр – прибор для определения плотности жидкости по глубине погружения поплавка (трубка с делениями и грузом внизу). На шкале ареометра нанесены деления, показывающие плотность исследуемой нефти (рис. 1.2).

Рис. 1. 2. Ареометр

Плотность нефти варьируется от 730 до 980 $\div$ 1050 кг/ м^3 (плотность менее 800 кг/ м^3 имеют газовые конденсаты). По плотности нефти делятся на 3 группы . Тяжелые(свыше 970 кг/ м^3), средние (871-970 кг/ м^3), легкие до 870 кг/ м^3). [5]

По плотности судят о качестве нефти. Легкие нефти наиболее ценные.

Вязкость – свойство жидкости или газа оказывать сопротивление перемещению одних ее частиц относительно других. Она зависит от силы взаимодействия между молекулами жидкости. Для характеристики этих сил используется коэффициент динамической вязкости μ .

В нефтяном деле, так же как и в гидрогеологии и ряде других областей науки и техники, для удобства принято пользоваться единицей вязкости в 1000 раз меньшей – мПа $\cdot$ с. Так, пресная вода при температуре 20 $^{\circ}C$ имеет вязкость 1 мПа $\cdot$ с, а большинство нефтей, добываемых в РК, – от 1 до 10 мПа $\cdot$ с, но встречаются нефти с вязкостью менее 1 мПа $\cdot$ с и несколько тысяч мПа $\cdot$ с. С увеличением содержания в нефти растворенного газа, ее вязкость заметно уменьшается. Для большинства нефтей, добываемых в РК, вязкость при полном выделении из них газа (при постоянной температуре) увеличивается в 2 $\div$ 4 раза, а с повышением температуры резко уменьшается.

Вязкость жидкости характеризуется также коэффициентом кинематической вязкости, т. е. отношением динамической вязкости к плотности жидкости. За единицу в этом случае принят м2/с.

На практике иногда пользуются понятием условной вязкости, представляющей собой отношение времени истечения из вискозиметра определенного объема жидкости ко времени истечения такого же объема дистиллированной воды .

Испаряемость. Нефть теряет легкие фракции, поэтому она должна храниться в герметичных сосудах.

В пластовых условиях свойства нефти существенно отличаются от атмосферных условий.

Движение нефти в пласте зависит от пластовых условий: высокие давления, повышенные температуры, наличие растворенного газа в нефти и др. Наиболее характерной чертой пластовой нефти является содержание в ней значительного количества растворенного газа, который при снижении пластового давления выделяется из нефти (нефть становится более вязкой и уменьшается ее объем).

В пластовых условиях изменяется плотность нефти, она всегда меньше плотности нефти на поверхности.

Сжимаемость – способность нефти (газа, пластовой воды) изменять свой объем под действием давления. При увеличении давления нефть сжимается. Для пластовых нефтей коэффициенты сжимаемости нефти $\beta_н$ колеблются в пределах 0,4 ÷ 14,0 ГПа-1, коэффициент $\beta_н$ определяют пересчетом по формулам, более точно получают его путем лабораторного анализа пластовой пробы нефти.

Из-за наличия растворенного газа в пластовой нефти, она увеличивается в объеме (иногда на 50 ÷ 60 %). Отношение объема жидкости в пластовых условиях к объему ее в стандартных условиях называют *объемным коэффициентом* . Величина, обратная объемному коэффициенту, называется пересчетным коэффициентом.

Этот коэффициент служит для приведения объема пластовой нефти к объему нефти при стандартных условиях.

Газосодержание – важная характеристика нефти в пластовых условиях. Это количество газа, содержащееся в одном кубическом метре нефти.

Газовый фактор – отношение полученного из месторождения через скважину количества газа (в м^3), приведённого к атмосферному давлению и температуре 20 $^{\circ}C$, к количеству добытой за то же время нефти (в т или м^3) при том же давлении и температуре; показатель расхода пластовой энергии и определения газовых ресурсов месторождения. Для нефтяных месторождений Казахстана газовый фактор изменяется от 20 до 1000 м^3/т. По закону Генри, растворимость газа в жидкости при данной температуре прямо пропорциональна давлению. Давление, при котором газ находится в термодинамическом равновесии с нефтью, называется *давлением насыщения*. Если давление ниже давления насыщения, из нефти начинает выделяться растворенный в ней газ. Нефти и пластовые воды с давлением насыщения, равным пластовому, называются насыщенными. Нефти в присутствии газовой шапки, как правило, насыщенные.*Изменение давления насыщения* с глубиной может быть связано с разницей в степени равновесия, которую достигла нефть. Нефть вблизи кровли структуры должна быть в равновесном состоянии, а внизу нефте-насыщенной области условия равновесия наиболее нарушены. На некоторых месторождениях, занимающих большую площадь, изменение физических свойств нефти может быть обнаружено при умеренно гладком рельефе нефтяного пласта.

В процессе эксплуатации на поздней стадии разработки месторождения иногда происходит изменение и ухудшение свойств нефти, по мере истощения пластовой энергии могут быть вызваны несколькими причинами: пластовым разгазированием нефти, гидродинамическим хроматографическим разделением нефти при ее продвижении по пласту, ее биодеградацией под воздействием пластовой микрофлоры, растворением легких компонентов нефти в закачиваемой в пласт воде и окислением нефти кислородом, внесенным в пласт с водой.

Разработка месторождения, как известно, пройдет через несколько стадий, характеризовавшихся различным состоянием термобарических условий. Так, имевший место в начале разработки упругий режим, может сменится режимом разгазирования, который, в свою очередь, сменится водонапорным режимом, при котором разработка осуществляется до настоящего времени. Все это обусловило своеобразные изменения физико- химических свойств нефтей.[6]

Пластовое разгазирование нефти при разработке залежей на режиме растворенного газа при снижении пластового давления ниже давления насыщения, приведет к снижению самого давления насыщения и объемного коэффициента, увеличению плотности и вязкости пластовой нефти.

Обводнение залежей при разработке с поддержанием пластового давления (ППД) путем закачки в пласт воды сопровождается снижением газосодержания, по видимому, за счет растворения части легких углеводородов в попутно-добываемой воде и увеличением содержания асфальто-смолистых веществ из-за процесса окисления нефти закачиваемой водой, содержащей до 10 мг/л кислорода.

В последние годы контроль за свойствами пластовой нефти осложняется высокой обводненностью продукции скважин и трудностью отбора кондиционных глубинных проб. Поэтому основной объем исследований приходится на изучение свойств нефти в дегазированном состоянии, что позволяет оценить степень происходящих изменений добываемой нефти. Основными параметрами дегазированнной нефти, свидетельствующими об изменениях физико-химических свойств, являются плотность, вязкость, содержание асфальтосмолистых веществ (АСВ) и парафинов.

В работах [1, 2] показано, что наиболее чувствительными, быстро и точно определяемыми параметрами нефти являются оптические характеристики, в частности, коэффициент светопоглощения нефти Ксп. Один из дополнительных методов исследования изменения свойств

нефти залежи является Фотоколориметрия , которая основана на определении степен поглощения света исследуемым раствором (интенсивности окраски его) с использование фотоэлементов и гальванометра.

Колориметрические свойства нефти зависят от содержания асфальто-смолистых веществ. Вместе с изменением содержания последних в нефти изменяются вязкость, плотность и другие свойства. Поэтому по изменению колориметрических свойств нефти можно судить и об изменении других ее параметров.

Если световой поток падает на кюветку с раствором, то часть потока поглощается жидкостью, а другая проходит через кюветку. П. Бугером и И. Ламбертом установлен закон, согласно которому слои вещества одинаковой толщины при прочих равных условиях всегда поглощают одну и ту же часть падающего на них светового потока. Это означает, что при прохождении светового потока, например, с начальной интенсивностью в 100 единиц последовательно через несколько слоев раствора одинаковой толщины с потерей каждый раз половины интенсивности, то из первого слоя выйдет поток интенсивностью 50 единиц, из второго в 25 единиц и т. д. [4]

Следовательно можно сказать что, графическая зависимость между интенсивностью светового потока, прошедшего через слои различной толщины, и размерами этих слоев имеет вид, представленный на рис.1.3.

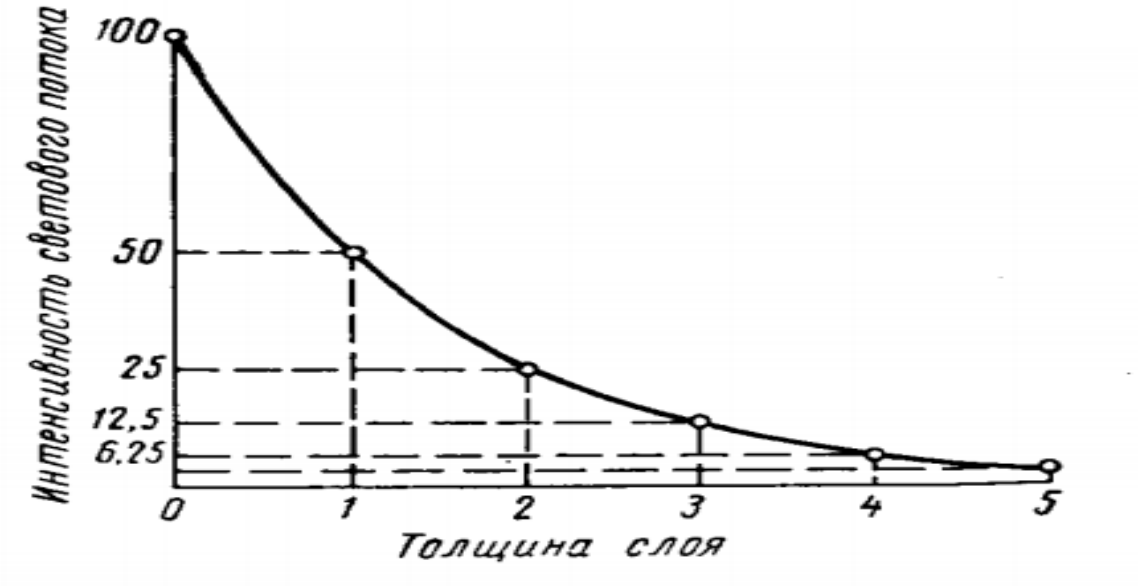


Рис. 1. 3. Зависимость интенсивности прошедшего через раствор светового потока от толщины поглощающего слоя.

Уравнение этой линии будет

$$I_t = I_0 e^{-Kl} \quad (1.1)$$

Где I_t – интенсивность светового потока после прохождения через раствор;

I_0 – интенсивность падающего светового потока;

l – толщина слоя;

К – коэффициент поглощения.

Из формула (1.1) следует, что отношение интенсивности светового потока, прошедшего через слой раствора, к интенсивности падающего светового потока не зависит от абсолютной интенсивности падающего светового потока.[3]

Как уже упоминалось коэффициент светопоглощения зависит от содержания асфальтенов и смолистых веществ в нефти. В свою очередь от концентрации последних зависят плотность, вязкость и другие свойства нефти. Это означает, что по коэффициенту светопоглощениянефтей различных скважин можно судить о степени неоднородности свойств нефти в залежи. По изменениям Ксп со временем удается получить данные о процессах, происходящих в пласте при его разработке. Например, систематические результаты измерения Ксп можно использовать для решения геолого-промысловых задач: определения направления и скорости перемещения нефти в залежи; оценки дебита отдельных пластов в скважинах, вскрывших одним фильтром несколько пластов, определение пласта, в котором образовалась трещина при гидроразрыве; контроль за эффективностью дострела новых пластов; проверка результатов ремонтных (изоляционных работ); выявление изменений в работе отдельных пластов при изменении режима работы скважин и т. д.Преимущества *фотоколориметрического метода анализа* - высокая чувствительность, избирательность и универсальность. Высокая чувствительность метода обусловлена возможностью накапливать окрашенный продукт химического взаимодействия в растворе или на ленте. Чувствительность метода резко падает при измерении концентраций в несколько объемных процентов и выше. Фотоколориметрические исследования быстро развиваются и совершенствуются.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Ш. К. Гиматудинов, А. И. Ширковский Физика нефтяного и газового пласта 3-е изд. – М.: Недра, 1982. – 311 с.

[2] Девликамов В. В., Мархасин И. Л., Бабалян Г. А. Оптические методы контроля за разработкой нефтяных месторождений. М., изд-во «Недра», 1970.

[3] Абезгауз И. М., Капырин Ю. В., Требин Г. Ф. Новый метод определения оптической плотности нефти. НТС, «Нефтепромысловое дело», 1965.

[4] Девликамов В. В. Фотоколориметрические исследования коллоидных свойств нефтей. Изв. высш. учебн. завед. «Нефть и газ», 1968, № 3.

[5] http://energetika.in.ua/ru/books/book-1/part-2/section-8/8-2/8-2-1

[6] Ляликов Ю. С. Физико-химические методы анализа. М., изд-во «Химия», 1964.

Жұмабек А. Ж.

Кен орнын игеру процесі кезінде мұнайдың физикалық-химиялық қасиеттерінің өзгеруі.

Түйіндеме. Бұл мақалада мұнайдыңфизикалық және химиялық құрамы,яғни тығыздығы, тұтқұрлығы, буға айнаулуы, сығылу, газ құрамы, газ факторы қаралды, сондай-ақ кен орнын игеру процесі барсында олардың өзгерістері. Мақалада мұнайдың құрамы мен қасиеттерінің өзгеруінің, газсыздандыру қоймасынан, оттегімен қалыптастыру су және мұнай тотығу айдау жеңіл мұнай компоненттерін еритін, негізгі себептері көрсетілген.Ғылыми-зерттеу және басқа да әдістерінің бірі ретінде талдауға фотоэлектрлік ұяшықтар пайдалану және гальванометр жеңіл сіңіру сынақ шешу (оған түсі қарқындылығы) дәрежесін анықтау негізделген мұнай салым Фотоколориметрия, қасиеттерін өзгеруі талданған.

Негізгі сөздер: мұнайдың физика-химиялық қасиеттері, оптикалық қасиеттері,фотоколориметрия , сіңіру коэффициенті

A. Zh. Zhumabek

Changes in physical and chemical properties of oil in the process of field development.

Summary. This article reviewed the physical and chemical composition of the oil, such as density, viscosity, volatility, compressibility, gas content, gas factor, saturation pressure and changes in the process of field development. Article set the main causes of changes in the composition and properties of oil, degassing reservoir, dissolving the components in light oil injected into the formation water and oil oxidation with oxygen, made to the water reservoir. . And the analysis of one of the other methods of research changes the properties of the oil deposits Photocolorimeters, which is based on determining the degrees of light absorption test solution (the color intensity of it) with the use of photovoltaic cells and a galvanometer.

Key words: Physical and chemical properties of oil, optical properties, Photocolorimetry, light absorption coefficient.

УДК 622.11

Б.Р. Ракишев, Н.С. Динмухаметова
(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан)

РЕЗЕРВЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА СОПУТСТВУЮЩИХ ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ РУД КАЗАХСТАНА

Аннотация. Приведен краткий анализ производства редких, редкоземельных металлов, сформированы принципы возможных подходов по наращиванию добычи руд цветных металлов. Обосновывается востребованность научных изысканий, направленных на разработку и внедрение новых технологий, процессов и технических средств, обеспечивающих более полное извлечение в товарный продукт всех полезных компонентов, содержащихся в минеральном сырье.

Расчетами наглядно показано изменение массы всех компонентов в зависимости от показателей переработки минерального сырья. Рассмотрено два варианта переработки руды. Эти данные наглядно демонстрируют роль технологий переработки минерального сырья в повышении уровня извлечения полезных компонентов из исходного материала. За счет разработки и внедрения инновационных технологий и технических средств нынешний уровень извлечения благородных и редких металлов можно поднять в 2 раза.

Ключевые слова: минеральное сырье, полное и комплексное использование, редкоземельные металлы, наукоемкие отрасли, новые технологии, процессы.

Введение

Республика Казахстан является одним из ведущих производителей руд цветных и редких металлов, а также многих других ценных полезных ископаемых. Продукция цветной металлургии используется во многих отраслях промышленности. Однако одни редкие элементы, весьма необходимые для развития электроники, радиотехники, машиностроения (гафний, рубидий), вообще не образуют минералов, другие (кадмий, селен, теллур, индий, рений, галлий, скандий, таллий, германий) хотя и образуют их, но находятся в таком рассеянном состояния, что извлечь их в металлургическом производстве можно только попутно.

В настоящее время металлы платиновой группы, редкие, рассеянные и редкоземельные элементы получают практически только при комплексной переработке многокомпонентного рудного сырья. В результате попутного извлечения ценных компонентов в цветной металлургии получают также золото, серебро и более четверти всей производимой в стране серной кислоты [1]. Широкое внедрение технологических процессов, обеспечивающих комплексное использование сырья, обеспечило создание таких отраслей промышленности, как полупроводниковая и радиоэлектронная, содействовало развитию производства сверхтвердых и жаропрочных материалов.

При добыче руд цветных металлов, одновременно с бережным отношением к природным ресурсам и рациональным использованием недр, должны закладываться основы более полного и комплексного их использования на последующих переделах обогащения и металлургической переработки.

Научные основы и пионерные технологии получения различных металлов из комплексного рудного сырья в Казахстане были созданы еще в середине XXвека под руководством выдающегося ученого мирового масштаба академика АН СССР К.И. Сатпаева [2]. Следующими поколениями ученых – геологов, горняков, металлургов совместно с производственниками созданы новые технологии добычи и переработки многокомпонентных руд. Благодаря этому Казахстан в настоящее время является крупнейшим производителем рения (второе – третье места), бериллия (первое – четвертое места), титановой губки (второе место), тантала, ниобия, галлия, технического таллия, (третье место), урана (первое место), ванадия (пятое место), висмута (шестое место) и т.д [3].

В тоже время на большинстве горно-металлургических предприятий Казахстана сопутствующие профильным металлам драгоценные полезные компоненты (платина,индий, скандий, палладий, рений, осмий, таллий, ниобий и др.) не извлекаются из сырья, степень извлечения попутных компонентов из руд очень низка (0,3-0,4) в своем большинстве они уходят в отходы обогатительного и металлургического производств. Это связано с тем, что при утверждении запасов полезных ископаемых месторождений попутные полезные компоненты часто не оцениваются и не ставятся на баланс. Перед недропользователями не ставятся жесткие требования по извлечению

редких металлов, выявленных в рудах в процессе эксплуатации месторождения. Многие инвесторы, чиновники, ответственные за рачительное использование невозобновляемых ресурсов земли, проектировщики горно-обогатительных, горно-металлургических предприятий не осознают, что при низком извлечении попутных компонентов они наносят большой ущерб экономике страны. Достаточно выполнить, что стоимость единицы массы (т, кг) этих редких элементов более тысячи раз, а осмия более миллиона раз превышает стоимость основных металлов, например меди. Ценность сопутствующих компонентов соизмерима с ценностью профильных металлов.

Это подчеркивает актуальность и важность научных работ, направленных на разработку и внедрение новых технологий, процессов и технических средств, обеспечивающих более полное извлечение в товарный продукт всех компонентов, содержащихся в руде.

Решение указанной крупной проблемы может базироваться на учете особенностей перехода вещества природы из одного состояния в другое соответственно при геолого-разведочных и горнодобычных работах, обогащении и металлургическом переделе. Выбранные технологии и технические средства переработки должны обеспечить максимальный выход полезных продуктов на каждом из указанных этапов. Такие результаты достигаются при полном соответствии технологий переработки руды ее природным свойствам и технологическим характеристикам [5].

Управление количеством и качеством при этом осуществляется на основе математических моделей состояния минерального сырья (МС) на каждом из этапов переработки, представленных в виде [5,6]:

$$M_{б} = \sum_{i=1}^{n} m_i ; \quad M_{р} = \varepsilon_{р} \sum_{i=1}^{n} m_i ; \quad M_{кп} = \varepsilon_{р} \sum_{i=1}^{r} \varepsilon_{yi} m_i ; \; M_{к} = \varepsilon_{р} \sum_{i=1}^{p} \varepsilon_{ki} m_i ;$$

$$M_{х} = \varepsilon_{р} \sum_{i=1}^{s} \varepsilon_{xi} m_i ; \; M_{м} = \sum_{i=1}^{q} M_{mi} = \varepsilon_{р} \sum_{i=1}^{q} \varepsilon_{ki} \varepsilon_{mi} m_i ; \quad M_{ом} = \varepsilon_{р} \sum_{i=1}^{l} \varepsilon_{oi} m_i . \qquad (1)$$

где $M_{б}$ – масса руды в контуре балансовых запасов; $M_{р}$ – масса руды, извлеченной из недр; $M_{ро}$ – масса руды, поступившей на обогатительную фабрику; $M_{кп}$ – масса кусковой породы, удаленной из рудной массы (КП); $M_{к}$ – масса всего концентрата (концентратов); $M_{х}$ – масса хвостов обогащения (ХО); M_{mi} – масса i-й конечной продукции (металла); $M_{м}$ – масса всей конечной продукции (всех металлов); $M_{ом}$ – масса отходов металлургического предела (МП); m_i – масса i-го компонента в балансовых запасах; $\varepsilon_{р}$ – коэффициент извлечения из недр полезного ископаемого; ε_{yi} – коэффициент удаления из рудной массы i-ой кусковой породы; ε_{ki} – коэффициент извлечения i-го компонента из руд в концентрат; ε_{xi} – коэффициент извлечения i-го компонента из руд в хвосты; ε_{mi} – коэффициент извлечения i-го компонента из концентрата металл; ε_{oi} – коэффициент извлечения i-го компонента в отходы металлургического передела; n – число всех компонентов в объеме запасов, включая пустые породы; r – число компонентов удаленных из рудной массы; p – число полезных компонентов, извлекаемых из руд в концентрат; s – число компонентов, извлекаемых в хвосты; q – число полезных компонентов, извлекаемых из концентрата в металл; l – число компонентов в отходах металлургического передела.

При распространенных технологиях добычи и переработки руд n>p>q, $\varepsilon_{р}$=0,5÷0,97 (нижний предел при подземной, верхний – при открытой разработке месторождений), ε_{yi}=0,15÷0,4, ε_{ki}=0,4÷0,98, ε_{xi}=0,02÷0,5, ε_{mi}=0,85÷0,98, ε_{oi}=0,02÷0,15.

Для рационального освоения недр, полного и комплексного использования МС на каждом из этапов его переработки необходимо выполнить определенный объем изыскательских и измерительных работ, а также предусматривать возможность применения прогрессивных и эффективных технологий переработки.

Например, на этапе геологоразведочных работ с использованием современной высокоточной аппаратуры целесообразно повышать полноту и достоверность геологического изучения отдельных блоков месторождения, более досконально определять вещественный состав как основных, так и совместно с ними залегающих полезных компонентов, полнее изучать технологические свойства руд, четко ограничивать объемы балансовых запасов. По каждому месторождению утвердить перечень подлежащих извлечению всех полезных компонентов с указанием минимального значения коэффициентов извлечения в концентрат и металл.

На этапе обогащения необходимо сооружать и использовать несколько технологических схем переработки руд, коллективный концентрат, резко повышающие коэффициенты извлечения каждого полезного компонента.

В цикле металлургического передела нужно создавать дополнительные производства, нестандартные технологии, обеспечивающие максимальное извлечение всех полезных компонентов.

Анализ математических моделей состояния рудной продукции (1) на каждом из этапов переработки показывает, что все технологии геолого-разведочного, горнодобычного, обогатительного и химико-металлургического производств, предусматривающие улучшение качества, повышение полноты и комплексности извлечения основных и сопутствующих компонентов полезных ископаемых, состоят в увеличении числа n, устремлении чисел p и q к n, повышении значений коэффициентов извлечения ε_p, ε_{yi}, ε_{ki}, ε_{mi} и понижении значений коэффициентов извлечения ε_{xi}, ε_{oi}. Такой вывод отражает суть технических, технологических и организационных решений по повышению полноты и уровня комплексности использования рудного сырья.

Возможность реализации системы управления качеством перерабатываемой руды с использованием указанных математических моделей показана на примере разработки модельного месторождения близкого по составу руд реальным медно-молибденовым месторождениям типа Актогай, Бозщаколь. Содержание полезных компонентов в руде, массы отдельных компонентов в руде и стоимость 1 т одноименного металла приведены в табл.1. Как видно из табл.1, масса извлеченной из карьерного поля руды принята равной 950000 т с учетом ε_p=0,95. Коэффициент удаления кусковой породы из рудной массы принят равным ε_y=0,2. Масса всех полезных компонентов (ПК) в руде, поступившей на обогатительную фабрику составляет 6832,514 т, в том числе благородных и редкоземельных всего 40,014 т, пустых пород (ПП) – 754933,99 т, всех компонентов (ВК), включая пустые породы – 761366,5 т.

Расчетами наглядно показано изменение массы всех компонентов в зависимости от показателей переработки минерального сырья. Значения масс конкретных полезных компонентов в концентрате, в металле при различных величинах коэффициентов извлечения компонентов из руд в концентрат, из концентрата в металл определялись по соответствующим формулам из (1). Рассмотрено два варианта переработки руды. В первом варианте для основных металлов $\varepsilon_к$ изменяется в пределах 0,7-0,85, ε_m – в пределах 0,7-0,85, для сопутствующих компонентов $\varepsilon_к$ = 0,5-0,6, ε_m = 0,6-0,75. Во втором варианте для основных металлов $\varepsilon_к$=0,8-0,9, ε_m=0,8-0,9, для сопутствующих компонентов $\varepsilon_к$ = 0,6-0,7, ε_m= 0,7-0,85.

Например, при увеличении $\varepsilon_к$ с 0,85 до 0,91 масса меди в концентрате увеличивается с 5325,2 до 6051,5 т (на миллион тонн руды), т.е. на 13,64%. При увеличении $\varepsilon_к$ с 0,54 до 0,65 масса висмута в концентрате увеличивается с 2,565 до 3,08 т, т.е. на 20,0%. При изменении $\varepsilon_к$ с 0,64 до 0,72 масса золота в концентрате растет с 0,53 до 0,76 т, т.е. на 43,4% и т.д.

Эти данные наглядно демонстрируют роль технологий переработки минерального сырья в повышении уровня извлечения полезных компонентов из исходного материала. За счет разработки и внедрения инновационных технологий и технических средств нынешний уровень извлечения благородных и редких металлов можно поднять в 2 раза.

Внушительны экономические последствия более полного использования МС. Они определялись путем умножения значении M_p, $M_к$ и $M_м$ из формулы (1) на стоимость 1т *i*-той конечной продукции. Включается в эти формулы все извлеченные полезные компоненты.

Расчетами показано, что при втором варианте переработки руды массой 761366,5т. стоимость полученной меди составляет 30.613.275 молибдена – 2.616.300, золота – 19.348.507,5, серебра – 2.481.100, висмута – 43.320, платины – 63.406.800, палладия – 41.222.400, кобальт – 54.720 , селена – 36.388,8, теллура – 52.166,4, кадмия – 18.240, рения – 191.520, индия – 237.120, осмия – 182.400.000, таллия – 638.400, общей конечной продукции 343.366.257,7 долларов США. Если суммарная стоимость профильных металлов (Cu, Mo) составляет 33.229.575 долларов, то аналогичная стоимость благородных и редкоземельных металлов составляет 310.136.682,7 долларов.

Таким образом, в приведенных условиях совокупные доходы от реализации сопутствующих благородных и редких металлов превышают доходы от профильных металлов (меди, молибдена) в 9,33 раза. Выручка от возможной реализации осмия в 5,5 раза превышает суммарную выручку от профильных металлов. Рассмотренный пример также показывает, что нынешний размер доходов от реализации продукции ГМК при комплексном использовании руд можно обеспечить при их объеме по крайне мере в 8,0-10,0 раз меньше, чем в настоящее время.

Пример повышения комплексности использования минерального сырья, как и в советское время, показывает ТОО «КазЦИНК», где число извлекаемых полезных компонентов из руды достигло 20. Казцинк - крупный интегрированный производитель цинка с большой долей сопутствующего выпуска свинца, меди, драгоценных и редких металлов. Такой высокий результат достигнут за счет получения коллективного концентрата, его неоднократный последовательной переработка, строительства дополнительных производств для извлечения из концентрата сопутствующих дорогостоящих элементов.

Таблица 1. **Масса отдельных компонентов в руде и стоимость одноименного металла**

Компоненты в руде	Содержание компонентов	m_i, т	$\varepsilon_р$	$m_{iи}$,т	$\varepsilon_у$	$m_{kп}$,т	$m_{iф}$,т	c_i, $/т
Медь (Cu)	0,7%	7000	0,95	6650	0	0	6650	$5,5 \cdot 10^3$
Молибден (Mo)	0,015%	150	0,95	142,5	0	0	142,5	$27 \cdot 10^3$
Золото (Au)	1,0г/т	1,0	0,95	0,95	0	0	0,95	$34,23 \cdot 10^6$
Серебро (Ag)	10 г/т	10	0,95	9,5	0	0	9,5	$0,44 \cdot 10^6$
Висмут (Bi)	0,0005%	5,0	0,95	4,75	0	0	4,75	$19 \cdot 10^3$
Платина (Pt)	0,0005%	5,0	0,95	4,75	0	0	4,75	$27,81 \cdot 10^6$
Палладий (Pd)	0,0005%	5,0	0,95	4,75	0	0	4,75	$18,08 \cdot 10^6$
Кобальт (Co)	0,0005%	5,0	0,95	4,75	0	0	4,75	$24 \cdot 10^3$
Селен (Se)	3,8г/т	3,8	0,95	3,61	0	0	3,61	$21 \cdot 10^3$
Теллур (Te)	2,6г/т	2,6	0,95	2,47	0	0	2,47	$44 \cdot 10^3$
Кадмий (Cd)	0,4г/т	0,4	0,95	0,38	0	0	0,38	$0,1 \cdot 10^6$
Рений (Re)	0,3 г/т	0,3	0,95	0,285	0	0	0,285	$1,4 \cdot 10^6$
Индий (In)	2,0 г/т	2,0	0,95	1,9	0	0	1,9	$0,26 \cdot 10^6$
Осмий (Os)	0,02г/т	0,02	0,95	0,019	0	0	0,019	$20 \cdot 10^9$
Талий (Ti)	0,0002 %	2,0	0,95	1,9	0	0	1,9	$0,7 \cdot 10^6$
Все полезные компоненты		7192,2	0,95	6832,514	0	0	6832,514	
Пустые породы		992807,8	0,95	943167,486	0,2	188633,49	754533,99	
Все компоненты		1000000	0,95	950000		188633,49	761366,5	

Внедрение научных разработок ученых - геологов, горняков и металлургов Казахстана по полному и комплексному использованию минерального сырья (в том числе нефти, урана, угля) в

практику существенно улучшит эффективность работы минерально-сырьевого сектора и экономики страны в целом. Одновременно оно вносит неоценимый вклад в развитие наукоемких отраслей промышленности и быстрейшее вхождение Казахстана в число 30 наиболее развитых стран мира.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Такежанов С.Т. У природы нет пустой породы. Предложения, проекты, программы. 2004 г.

[2] Сатпаев К.И. Исследования Академии наук Казахстана по ксоплексному использованию руд цветных металлов // Вестник АН КазССР, №12, Алматы, 1962, С.3-11.

[3] B.R. Rakishev. Mineral production of Kazakhstan at the world Market//EurasianMinning. – Moscow, №2.2008 P. 3-7.

[4] Комплексная переработка минерального сырья Казахстана: состояние, проблемы, решения. В десяти томах под редакцией академика НАН РК А.А. Жарменова, Алматы, 2008.

[5] Ракишев Б.Р.Геотехнологическое управление качеством минерального сырья. Монография. Алматы, КазНТУ, 2009.-319стр.

[6] Ракишев Б.Р.Оценка соответствия технология переработки природным свойствам минерального сырья. Вестник НАН РК, №1, 2010, С.27-32.

[7] Ракишев Б.Р.Комплексное использование минерального сырья на предприятиях цветной металлургии Казахстана.Горный журнал. №7, 2013, С.67-69.

Ракишев Б. Р., Динмухаметова Н. С

Қазақстанның полиметалды және байланысты асыл металл кен өндіріснің қорын өсіру

Аңдатпа. Мақалада сирек - жер металл, түсті металл кен өндірусін дамыту мүмкіндіктері қарастырылған. Қазіргі таңда ғылыми ізденістердің қажеттілігін көрсетеді. Тауарлы өнімдегі толық қалпына келтіруді қамтамасыз ету үшін ғылыми жаңа технологияларды дамыту және енгізу бағытталған, процесстер мен жабдықтарды өзектілігін негіздейді.

Есептермен минералды шикізат өндірісінің көрсеткіштері компоненттердің массаларының өзгерісі айқын көрсетілген Кен өндірісінің екі жолы қарастырылған. Осы мәліметтер минералды шикізат өндіру технологиясының рөлін көрсетеді. Берілген материалдардан пайдалы компоненттердің өндіру деңгейінің жоғарылауы. Инновациялық технологиялардың өндірісін енгізу және техникамен жабдықтау, ішкі деңгейде асыл және сирек-жер металдар өндіруін екі есе арттыруға болады.

Түйін сөздер. Минералды шикізат, толық және кешенді қолданыс, сирек –жер металлдар, жаңа технологиялар, үрдістер, ғылымды қажетсінетін салалар.

Rakishev B. R., Dinmuhametova N. S

Allowances of increase the production of the accompanying precious metals of the polymetallic ores of Kazakhstan

Summary. Created short production analysis of rare, rare-earth metals is given in article, the principles of possible approaches on building-up of production of ores of non-ferrous metals. Proved the demand of the scientific researches directed to development and deployment of the new technologies, processes and technical means providing more complete extraction in a commodity product of all useful components containing in mineral raw materials.

Calculations visually showed change of mass of all components depending on indicators of conversion of mineral raw materials. Two options of conversion of ore are considered. These data clearly demonstrate a role of technologies of conversion of mineral raw materials in increasing the level of extraction of useful components from initial material. Due to development and deployment of innovative technologies and technical means the present level of extraction of precious and rare metals can be raised twice.

Keywords: mineral raw materials, full and complex use, rare-earth metals, knowledge-intensive branches, new technologies, processes.

УДК 66.0:546.791

У.Б. Назарбек, У. Бестереков, Ш.Б. Тасыбаева, Е.Б. Райымбеков
(Южно-Казахстанский государственный университет имени М.Ауэзова,
Шымкент, Республика Казахстан, eplusr@bk.ru)

ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА КИСЛОТНОГО РАЗЛОЖЕНИЯ ФОСФОРНОГО ШЛАМА

Аннотация. В статье приведены результаты исследований по разработке технологии кислотного разложения фосфорного шлама. Описаны основные термодинамические показатели кислотного разложения фосфорного шлама. Разработана принципиальная технологическая схема кислотной переработки фосфорного шлама на суперфосфат.

Ключевые слова: химическая промышленность, фосфорный шлам, утилизация, техногенный отход, минеральные удобрения.

В отличие от известной технологии производства суперфосфата [1-2], здесь использована принципиальная основа технологии получения двойного суперфосфата шламовое сырье, подаваемого на обе стадии кислотного разложения: сернокислотной на первой стадии и фосфорнокислотной на второй стадии.

Приятая схема процесса представлена в соответствии с рисунком 1.

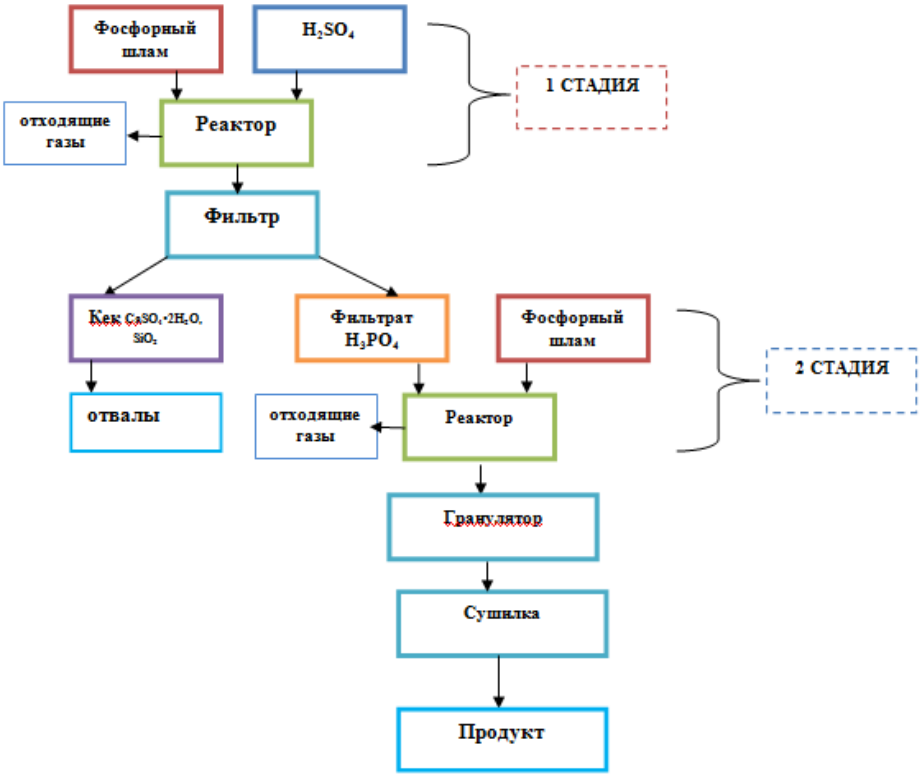


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема кислотной переработки фосфорного шлама на суперфосфат

Здесь химизм первой стадии процесса разложения (получение фосфорной кислоты) фосфорного шлама описывается известными реакциями:

фосфатная часть:

$$Ca_5(PO_4)_3F + 5H_2SO_4 + 10H_2O = 3H_3PO_4 + 5CaSO_4 \cdot 2H_2O + HF \quad (1)$$

примеси:

$$CaCO_3 + H_2SO_4 + H_2O = CaSO_4 \cdot 2H_2O + CO_2. \quad (2)$$

$$MgCO_3 + H_2SO_4 + H_2O = MgSO_4 + CO_2 + 2H_2O \quad (3)$$

$$K_2O + H_2SO_4 = K_2SO_4 + H_2O \quad (4)$$

Исследования показали, что основными продуктами I стадии сернокислотного разложения фосфорного шлама являются: раствор фосфорной кислоты с концентрацией 14-17% P_2O_5 и кек – осадок, содержащий в основном сульфат кальция и нерастворимые примеси (SiO_2). Таким образом, в мягком дигидратном режиме (60°С, образование дигидрата сульфата кальция) получается слабая фосфорная кислота, направляемая на вторую фосфорнокислотную стадию разложения новой порции фосфорного шлама с целью получения фосфатно-кальциевого продукта в соответствии с реакциями:

фосфатная часть:

$$Ca_5(PO_4)_3F + 7H_3PO_4 + 5H_2O = 5Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O + HF \quad (5)$$

примеси:

$$CaCO_3 + 2H_3PO_4 = Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O + CO_2 \quad (6)$$

$$MgCO_3 + 2H_3PO_4 = Mg(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O + CO_2 \quad (7)$$

$$K_2O + H_3PO_4 = K_2HPO_4 + H_2O \quad (8)$$

На этой стадии калий с фосфорной кислотой образует K_2HPO_4, который, вступая в обменное взаимодействие с $Ca(H_2PO_4)_2$, может переходить в более кислую соль – KH_2PO_4, а высвобождающийся при этом фосфатный анион с ионом кальция образует труднорастворимый $CaHPO_4$ по реакции:

$$K_2HPO_4 + Ca(H_2PO_4)_2 = 2KH_2PO_4 + CaHPO_4 \quad (9)$$

В итоге конечный продукт после фосфорнокислотного разложения содержит в основном $Ca(H_2PO_4)_2$, в малых количествах $CaHPO_4$ и водорасворимые фосфаты магния, калия, а также нерастворимый остаток (SiO_2) [3-4].

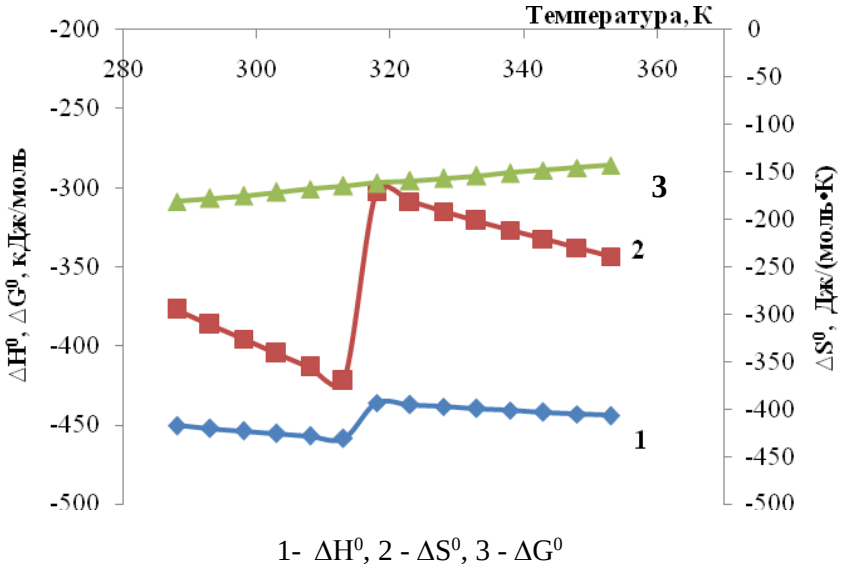


Рис. 2. Влияние температуры на термодинамические характеристики сернокислотного разложения фосфорного шлама реакций 1

Термодинамический анализ реакций кислотного разложения фосфорного шлама с соответствующими примесями карбонатных, кислых и щелочных соединений проводили с учетом фазовых изменений исходных компонентов и конечных продуктов, с расчетом изменения энтальпии, энтропии, энергии Гиббса и логарифма константы равновесия. При этом был использован полифункциональный программный комплекс HSC-5.1. Это программа широко применяется в

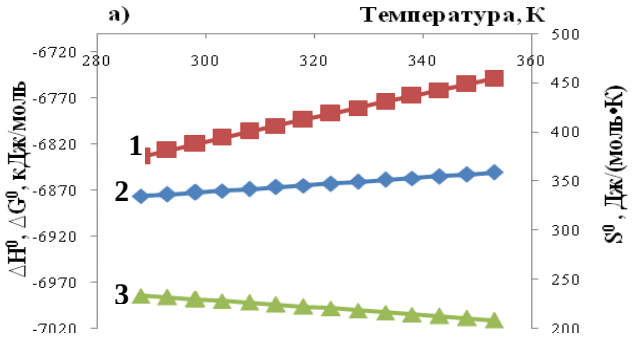
европейских вузах и разработана финской металлургической компанией Outokumpu, база данных которого содержит информацию о более 17000 веществах [5].

Термодинамические характеристики процессов определялись в интервале температуры 290-353К. Результаты расчета термодинамических характеристик в зависимости от температуры и состава примесных компонентов фосфорного шлама в предполагаемых реакциях синтеза фосфор-, калийсодержащих минеральных удобрений приведены в на рисунках 2-12.

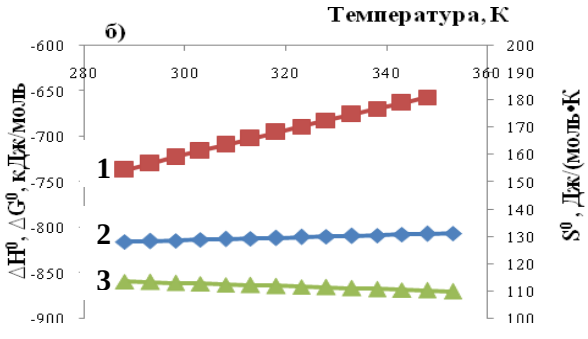
Исследовались две группы реакции: первая группа – с образованием фосфорной кислоты и примесей (реакции 1-4); вторая группа – с образованием монокальций фосфата и примесей (реакции 5-9).

Данные в соответствии с рисунком 2 убедительно свидетельствуют о термодинамической возможности протекания реакции сернокислотного разложения фосфорного шлама в исследованной области температур по реакции 1. Скачки изменения энтальпии и энтропии при 313К обусловлены фазовыми изменениями, имеющими место в рассматриваемой системе.

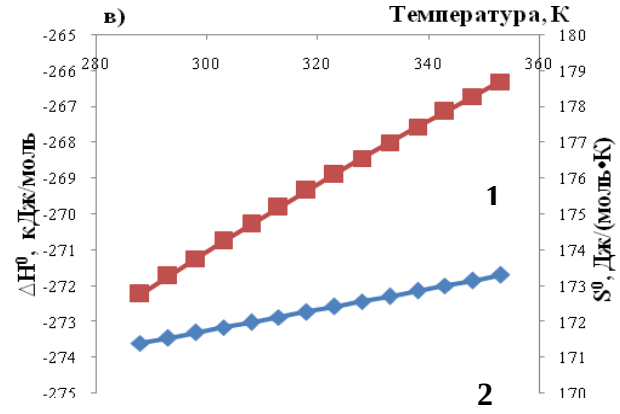
Для определения природы скачка (перелома) на зависимостях ΔH^0 =f(T) и ΔS^0 =f(T) нами определено влияние температуры на ΔH^0, ΔS^0 всех участников реакции 1 в соответствии с рисунком 3.



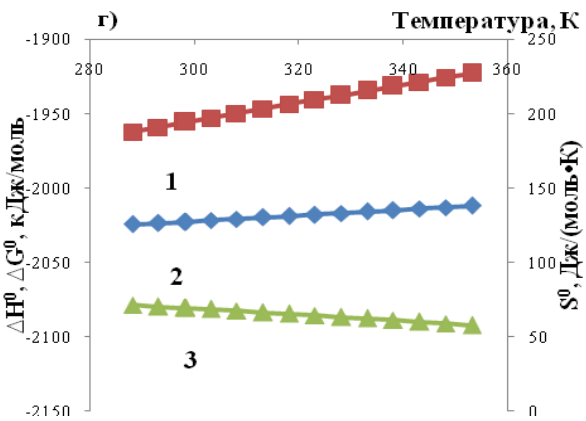
1-S^0, 2 - ΔH^0, 3 - ΔG^0



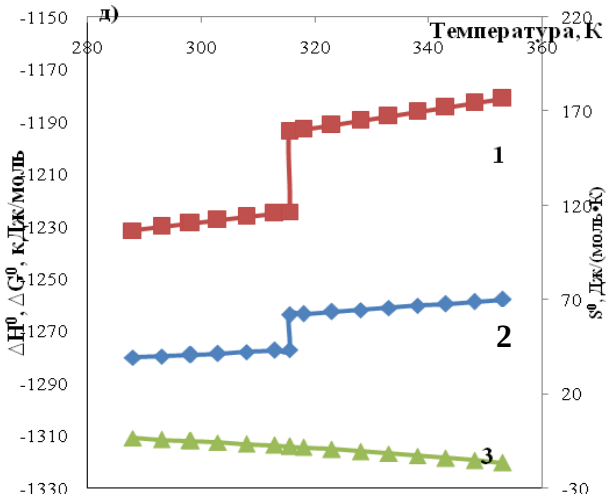
1- S^0, 2 - ΔH^0, 3 - ΔG^0



1- S^0, 2 - ΔH^0



1- S^0, 2 - ΔH^0, 3 - ΔG^0



1- S^0, 2 - ΔH^0, 3 - ΔG^0

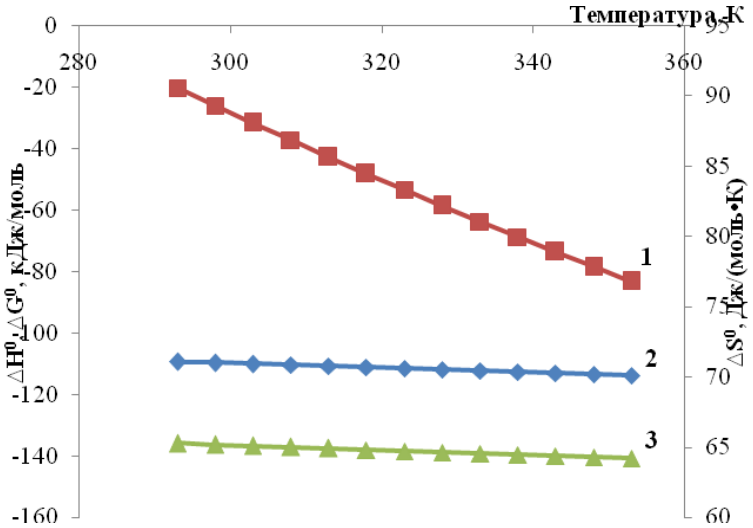
а) – $Ca_5(PO_4)_3F$; б) – H_2SO_4; в) – HF; г) – $CaSO_4 \cdot 2H_2O$; д) – H_3PO_4.

Рис. 3. Влияние температуры на термодинамические характеристики веществ реакции.1

В соответствии с рисунком 3 следует, что наблюдаемый перелом на зависимостях связан с природой H_3PO_4. Здесь имеют место фазовые переходы первого рода.

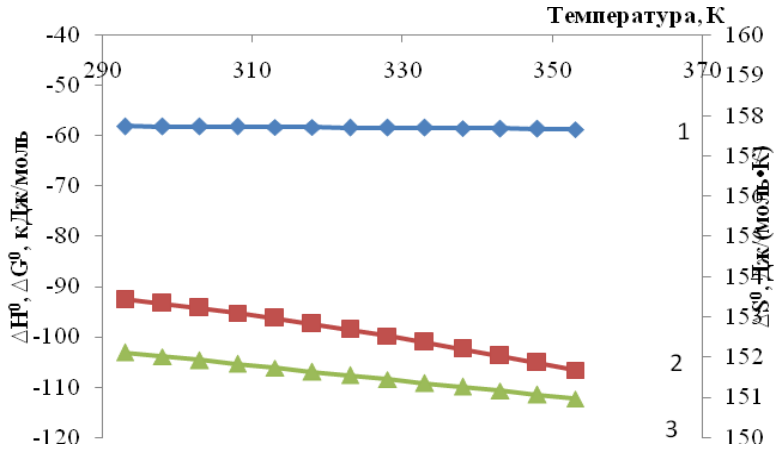
В соответствии с рисунками 4 и 5 приведены результаты термодинамических исследований разложения карбонатов кальция и магния серной кислотой, по реакциям 2 и 3.

Как видно в соответствии с рисунками 4 и 5, изменения термодинамических показателей процессов сернокислотного разложения примесных составляющих фосфорного шлама в виде карбонатных соединений кальция и магния имеют идентичный характер. Значения ΔG^0 в исследуемой области температур находятся в отрицательной области, и это свидетельствует о термодинамической вероятности протекания реакциям 2-3.



1- ΔS^0, 2 - ΔH^0, 3 - ΔG^0

Рис. 4. Влияние температуры на термодинамические показатели реакции сернокислотного разложения карбоната кальция (реакция 2)



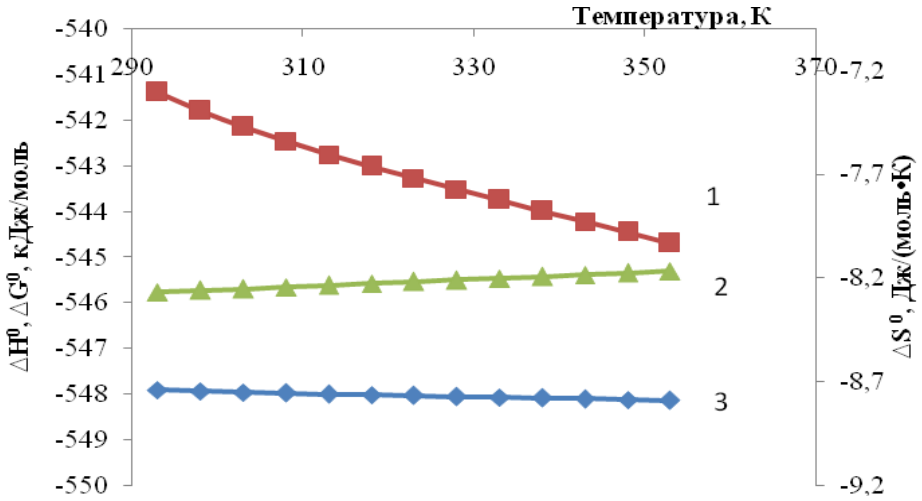
1- ΔH^0, 2 - ΔS^0, 3 - ΔG^0

Рис. 5. Влияние температуры на термодинамические показатели реакции разложения карбоната магния серной кислотой (реакция 3)

На рисунке 6 приведены результаты термодинамических исследований процесса сернокислотного разложения оксида калия (по реакций 4).

В соответствии с рисунком.6 следует, что энергия Гиббса в исследуемом интервале температуры имеет отрицательные значения, и это свидетельствует о термодинамической возможности её протекания [6].

Из сопоставления значений ΔG^0 первой группы реакций следует, что с термодинамической точки зрения вероятность протекания реакций первой группы (при температуре 333К) изменяется в следующей последовательностью: $K_2O > Ca_5(PO_4)_3F > CaCO_3 > MgCO_3$.



1- ΔS^0, 2 - ΔH^0, 3 - ΔG^0

Рис. 6. Влияние температуры на термодинамические показатели процесса разложения примесьного щелочного оксида калия серной кислотой (реакция 4)

При этом все реакции данной группы относятся к экзотермическим, что следует из отрицательных значений ΔH^0.

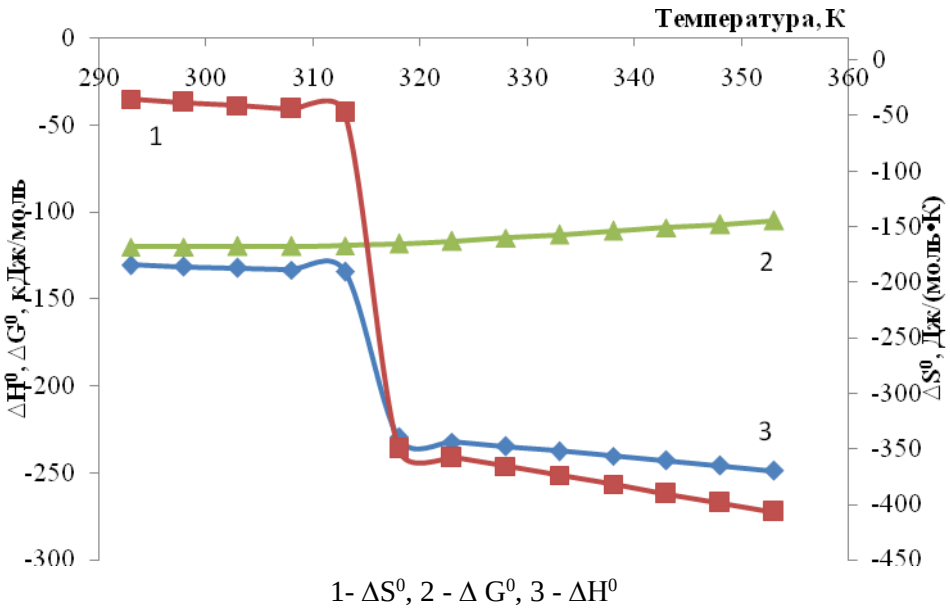


Рис. 7. Влияния температуры на термодинамические показатели фосфорнокислотного разложения фосфорного шлама (реакция 5)

В соответствии с рисунком 7 приведены влияния температуры на изменения термодинамических показателей фосфорнокислотного разложения фосфорного шлама (по реакции 5.)

Данные в соответствии с рисунком 7 убедительно свидетельствуют о термодинамической возможности протекания реакции фосфорнокислотного разложения фосфатной части фосфорного шлама в исследованной области температур.

Наблюдаемые скачки изменения энтальпии и энтропии при 313К обусловлены фазовым изменением первого рода, имеющим место в структуре фосфорной кислоты.

В соответствии с рисунками 8 и 9 приведены результаты термодинамических исследований процессов разложения карбонатов кальция и магния фосфорной кислотой (по реакциям 6 и 7).

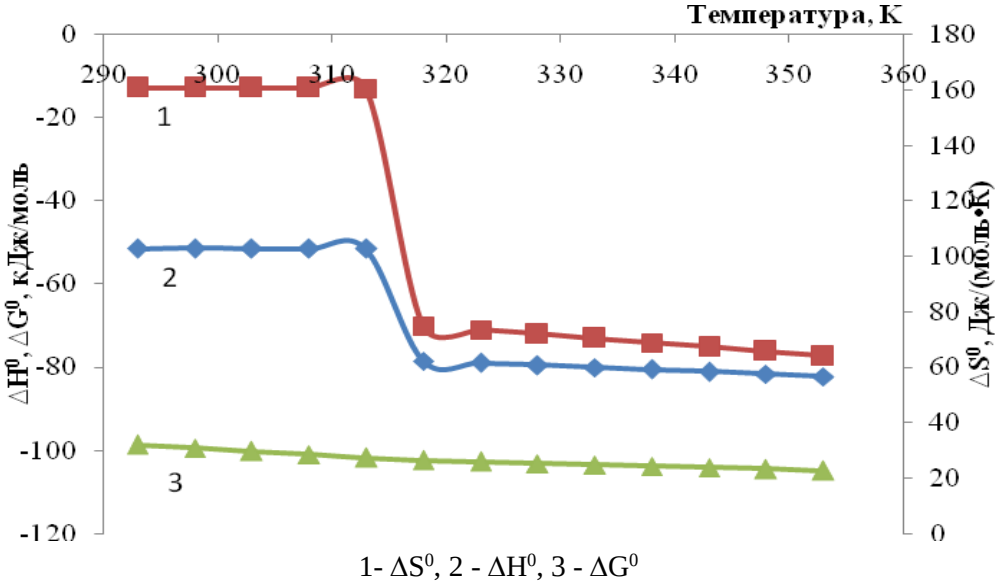


Рис. 8. Влияние температуры на термодинамические показатели фосфорнокислотного разложения карбоната кальция (реакция 6)

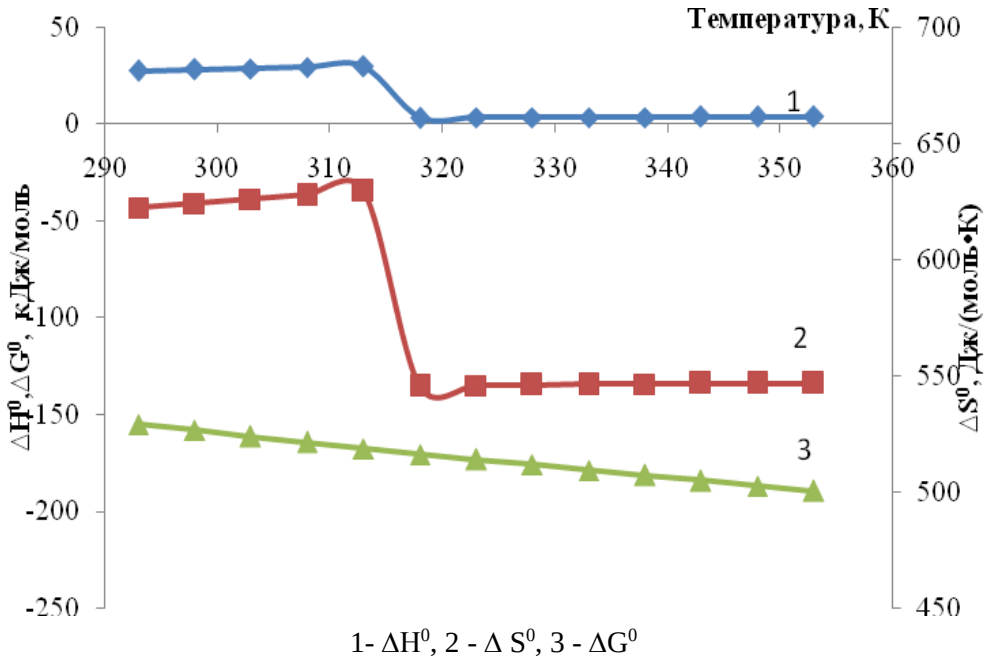


Рис. 9. Влияние температуры на термодинамические показатели фосфорнокислотного разложения карбоната магния (реакция 7)

Как видно в соответствии с рисунками 8 и 9, изменения термодинамических показателей процессов фосфорнокислотного разложения примесьных составляющих фосфорного шлама в виде карбонатных соединений кальция и магния имеют идентичный характер. Значения ΔG^0 процессов (реакций 6, 7) в исследуемой области температур находятся в отрицательной области, и это свидетельствует об их термодинамической вероятности.

В соответствии с рисунками 10 и 11 приведены результаты термодинамических исследований процессов, протекающих по реакциям 8 и 9.

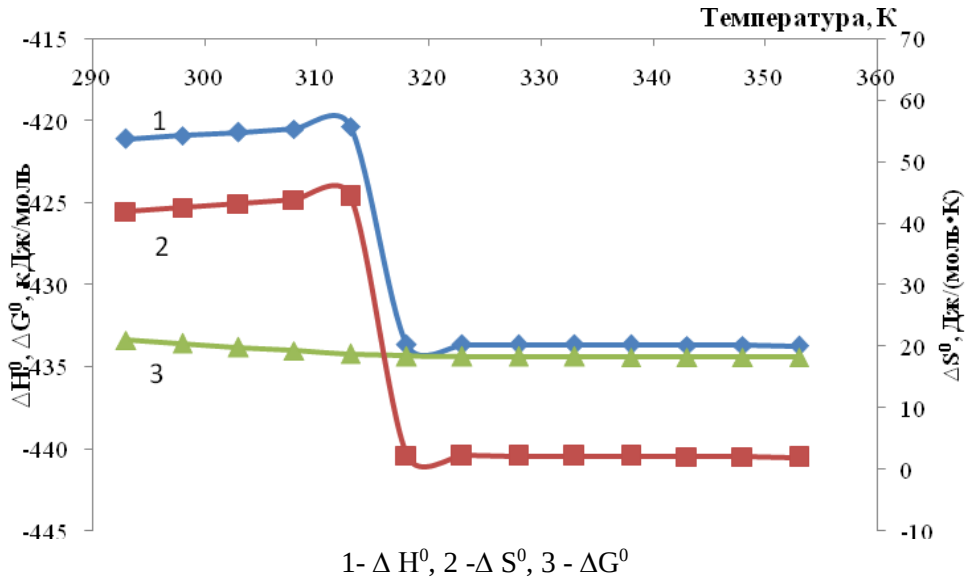
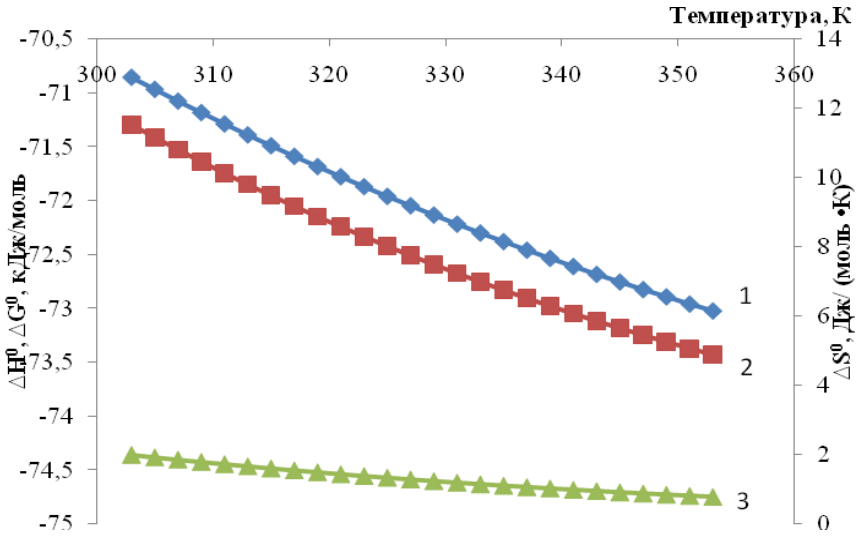


Рис. 10. Влияние температуры на термодинамические показатели процесса разложения примесьного оксида калия фосфорной кислотой



1- ΔH^0, 2 - ΔS^0, 3 - ΔG^0

Рис. 11. Характер изменений термодинамических показателей, взаимодействия фосфатов калия и кальция, по реакций 9

Из данных в соответствии с рисунками 8 и 9 следует, что реакции 8 и.9 в принятых температурных условиях осуществимы [7].

Исходя из полученных значений ΔG^0 можно заключить, что основные вещества второй группы реакций вступая во взаимодействие с H_3PO_4 в следующей последовательностью: K_2O> $MgCO_3$ > $Ca_5(PO_4)_3F$ > $CaCO_3$.

Таким образом, обоснованно установлено, что, с термодинамической точки зрения реакции 1 и 5 кислотного разложения фосфатной части фосфорного шлама и его примесьных компонентов – реакции 2, 3, 4, 6, 7, 8 и 9 вероятны.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Позин М.Е. Технология минеральных удобрений: учебник для вузов. – 6-е изд., перераб. – Л.: Химия, 1989. – 352 с.

[2] Назарбек У.Б., Бестереков У., Петропавловский И.А., Назарбекова С.П., Почиталкина И.А. Основы технологии и оптимальные режимные показатели процесса кислотного разложения фосфорного шлама // European Conference on Innovations in Technical and Natural Sciences: 6-ая междунар. науч. конф. - Вена, 2015. - С. 114-123

[3] Копылев Б.А. Технология экстракционной фосфорной килоты. - Л.: Химия, 1981. – 224 с.

[4] Копылов В.А. Производства двойного суперфосфата. - М.: Химия, 1976. – 192 с.

[5] Roine A. Outokumpu HSC Chemistry for windows chemical reaction and Equilibrium soft with extensive thermo chemical data base. – NY, 2002 // http: //www.outotec.com

[6] Бестереков У. Теоретические основы технологии неорганических веществ. – Шымкент: Изд-во ЮКГУ им.М.Ауэзова, 2014. – 178 с.

[7] Алексеев А.И., Кулинич О.В., Рамзанова Л..П., Юзвяк С. Термодинамический анализ реакции в химической технологии: учебное пособие. – СПб.: СЗТУ, 2003. – 135 с.

Назарбек У.Б., Бестереков У., Тасыбаева Ш.Б., Райымбеков Е.Б.

Фосфорлық шламды қышқылдық ыдырату үрдісінің термодинамикалық талдауы және технологиялық негіздері

Түйіндеме. Мақалада фосфорлық шламды қышқылдық ыдырату бойынша әзірленген технологияны зерттеу нәтижелері келтірілген. Фосфорлық шламды қышқылдық ыдырату үрдісінің негізгі термодинамикалық көрсеткіштері көрсетілген. Фосфорлық шламды суперфосфат сапалы тыңайтқышқа өңдеудің принципиалдық технологиялық сызбасы бейнеленген.

Кілт сөздер: химиялық өнеркәсіп, фосфорлы шлам, жою, техногенді қалдық, минералды тыңайтқыштар.

Nazarbek U.B., Besterekov U., Tasybaeva Sh.B., Raiymbekov Y.B.

Fundamentals of technology and thermodynamic analysis of the acid digestion of phosphoric sludge

Summary. Article presents the results of research on the development of the technology of acid digestion of phosphoric sludge. Discribed the basic thermodynamic performance of acid digestion of phosphoric sludge. Developed the schematic flow diagram of an acidic phosphoric sludge processing at superphosphate.

Key words: chemical industry, phosphorus sludge, waste, man-made waste, fertilizers.

УДК 622.61

Ж. М. Мейрбек, Б. С. Бейсенов
(Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И.Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан, nalmashan@mail.ru, @ mail.ru)

ЭГУ-СИСТЕМА ДЛЯ ОБРУШЕНИЯ ЗАВИСШИХ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ В БУНКЕРАХ И ДРУГИХ ЕМКОСТЯХ

Аннотация. Технологические процессы добычи и переработки руд в металлургической отрасли осложняются образованием сводов и зависанием руды и концентрата в бункерах и других емкостях рудников и обогатительных фабрик. Приведено описание одной из эффективных технологий для решения проблем налипания, зависания и сводообразования в бункерах, силосах, циклонах, течках и других емкостях, основанной на использовании силового воздействия импульсного магнитного поля на электропроводные материалы. Данное техническое решение легло в основу электро-гидро-ударной установки, но предназначеннойтолько для устранения зависаний материалов в металлических бункерах. Высокая эффективность, проверенная на дроблении негабаритов в сочетании с надежностью и долговечностью, а также опыт эксплуатации ЭГУ-эффектана близких по эффекту воздействия технологиях, позволяют говорить о перспективности их использования для обрушения сводов в бункерах и других емкостях в различных отраслях промышленности.

Ключевые слова: технологический процесс, бункер, электрогидравлическая ударная установка, очистка, обрушение сводов и устранение зависаний.

Технологические процессы добычи и переработки руд в металлургической отрасли осложняются образованием сводов и зависанием руды и концентрата в бункерах и других емкостях рудников и обогатительных фабрик. Зависание мелкодробленых руд и концентратов без регулярного их обрушения, со временем приводит к забутовке и заниманию значительного объема бункеров, что приводит к снижению коэффициента их использования. До настоящего времени основными способами устранения зависаний и очистки являлись ручная обработка путем нанесения ударов молотом по поверхности бункера или применение электромеханических вибраторов.

Ручная очистка вследствие нанесения повреждений стенкам бункеров является нежелательной и может рассматриваться только как аварийный режим эксплуатации бункера. Кроме того, данный способ очистки как неэргономичный, малоэффективный, не обеспечивающий бесперебойный и равномерный выход материала, должен быть ликвидирован в условиях современного производства.

Использование электромеханических вибраторов для обрушения сводов сыпучих материалов в металлургическом производстве также малоэффективно. Это связано с тем, что в силу конструктивных особенностей бункеров и физико-механических свойств медных руд и руд черных металлов их истечение из бункера происходит в лучшем случае в так называемом режиме трубообразования [1], когда над выпускным отверстием бункера существует достаточно узкая зона движения загруженого материала, вокруг которой образуется застойные зоны, где материал неподвижен. В худшем случае образуется свод (купол) над выпускным отверстием, и выпуск материала из бункера вообще прекращается. В зонах застоя руды слеживаются, а при отрицательных температурах смерзаются, образуя монолитные своды. Из-за большой массы зависших руд и вибрация корпуса бункера с помощью электромеханических вибраторов малоэффективна для их обрушения и даже опасна, из-за значительного срока эксплуатации. В то же время, создание вибраторами в очищаемой поверхности значительных внутренних знакопеременных напряжений приводит к механическому разрушению как конструкций крепления вибраторов к очищаемой поверхности, так и самой стенки бункера.

Основное назначение бункера – аккумулировать в себе достаточное количество рудной массы,

необходимое для обеспечения непрерывного дозирования заданного значения весовой нагрузки в технологическом процессе. Слабым звеном этой технологической цепи является именно аккумулирующий бункер, который по причине зависания на стенках рудной массы и прекращения ее подачи в мельницу часто не обеспечивает непрерывность и эффективность процесса измельчения руды.

Достаточно эффективной технологией для решения проблем налипания, зависания и сводообразования в бункерах, силосах, циклонах, течках и других емкостях в настоящее время является магнитно-импульсная, основанная на использовании силового воздействия импульсного магнитного поля на электропроводные материалы [2], [3] (рис.1).

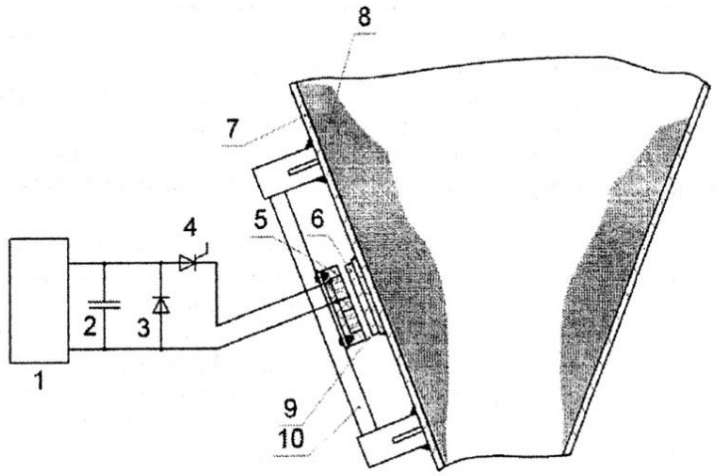


Рис. 1. Устройство для очистки поверхностей от различного рода отложений:
1 – источник высоковольтного постоянного напряжения; 2 – накопительный конденсатор; 3 – шунтирующий диод; 4 – тиристорный коммутатор; 5 – индуктор; 6 – якорь; 7 – очищаемая поверхность; 8 – материал отложений; 9 – зазор; 10 – крепление индуктора.

Установки, реализующие данную технологию, состоят из индукторов с якорями, подключенных к импульсному источнику питания. В общем случае индуктор представляет собой плоскую катушку, залитую механически прочным электроизоляционным компаундом в изоляционном корпусе. Якорь выполнен из материала с высокой электропроводностью (алюминий, медь) и расположен между индуктором и очищаемой поверхностью. При пропускании через катушку индуктора импульсного тока в якоре наводятся в этом устройстве якорь из высокопроводящего материала жестко закреплен на очищаемой поверхности с зазором относительно индуктора. Такое исполнение обеспечивает отсутствие механического препятствия очищаемой поверхности при обратном ее перемещении под действием сил упругости и предохраняет индуктор от механических воздействий, приводящих к его разрушению. В то же время, жесткое закрепление якоря на очищаемой поверхности позволяет возбуждать в ней механические импульсы, амплитуда и форма которых полностью определяются разрядным током, протекающим через индуктор, и, следовательно, параметрами элементов разрядного контура. При этом параметры элементов разрядного контура выбираются такими, чтобы обеспечивать требуемое согласно разработанному способу очистки соответствие длительности фронтов нарастания и спада механического импульса частотным характеристикам очищаемой поверхности.

Данное техническое решение леглов основу электро-гидро-ударных установок, но предназначенных только для устранения зависаний материалов в металлических бункерах (рис.2).

Области применения – во всех областях, использующих хранение и переработку сыпучих материалов:

- металлургическая и горно-обогатительная (руда, шихта, концентрат, известняк, уголь, формовочные смеси);
- стройиндустрия (цемент, щебень, ПВХ композиция).

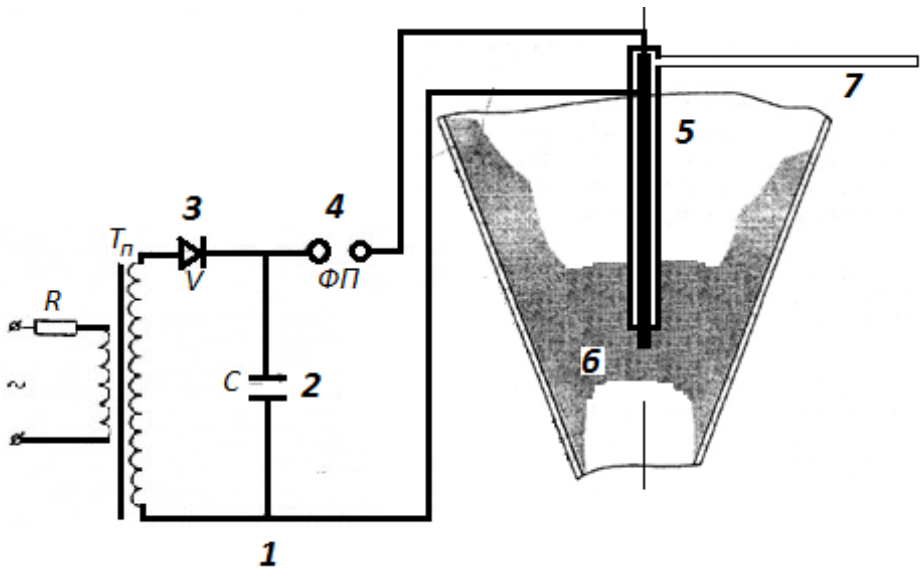


Рис. 2. Устройство для обрушения сводов
1 – источник высоковольтного постоянного напряжения;
2 – накопительный конденсатор; 3– тиристорный коммутатор; 4 – воздушный разрядник;
5 – электрогидравлический взрыватель; 6 – свод зависшей руды; 7 – труба для подачи воды.

Схема оснащения бункеров ЭГУ-системой сводообрушения на базе ЭГУ-установки представлена на рис. 3.

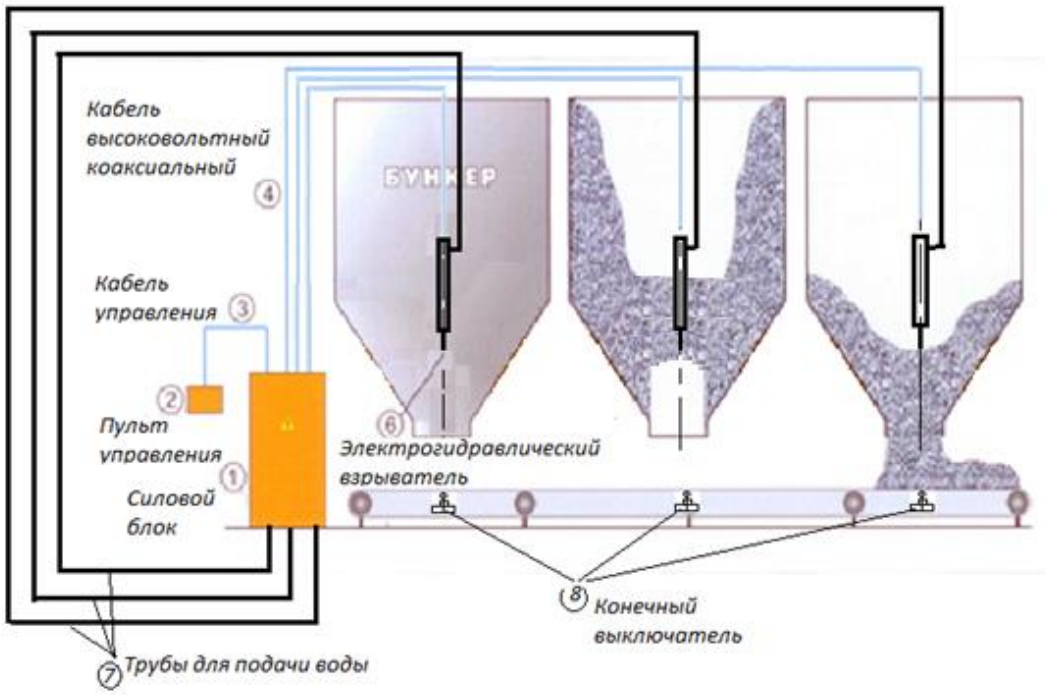


Рис. 3. Схема оснащения бункеров ЭГУ-системой сводообрушения на базе ЭГУ-установки

В состав базовой комплектации ЭГУ-установки входят следующие блоки и элементы (рис. 3): силовой блок, пульт управления, кабель управления,высоковольтные коаксиальные кабели,конечные выключатели,электрогидравлический взрыватель, трубопровод для воды.

Силовой блок, предназначенный для формирования мощных искровых импульсов тока, выполнен в виде пыле- и влагонепроницаемого шкафа и состоит из зарядного устройства, емкостного накопителя энергии, блока тиристорных коммутаторов, систем управления и защиты. Силовой блок выполнен многоканальным, при этом к каждому каналу могут подключаться через соединительные

коробки и высоковольтный коаксиальный кабель один или два исполнительных механизма. Исполнительный механизм состоит из стальной трубки с вставленным в нее высоковольтного коаксиального кабеля с оголенным центральным проводом. Пульт управления или конечные выключатели подключается к силовому блоку при помощи кабеля управления.

ЭГУ-установкаможет быть реализована с различными энергетическими характеристиками, определяющими максимально возможную величину электроискрового импульсного воздействия на в толщу свода зависшей руды (от 0,6 до 30,0 кДж), и с различным количеством каналов определяющим число точек воздействия, реализуемых одной установкой. Сила электрогидравлическогоударного воздействия и количество импульсов регулируются и выбираются достаточными для гарантированного обрушения сводов зависшей руды. При шуровке бункеров последовательно на каждый задействованный канал установки подается серия импульсов. Количество импульсов в серии и интервал между ними регулируются: обычно 3 – 6 импульсов в серии и интервалом 3 – 8 секунд между импульсами. После последовательной подачи серий импульсов на все задействованные каналы установка переходит в режим ожидания. Следующая подача импульсов в исполнительные механизмы происходит согласно установленному режиму работы (либо от ручного сигнала, либо от сигнала конечного выключателя установленного под лентой транспортера или питателя).

Основные преимущества ЭГ-установок для сводообрушения и очистки заключаются в следующем.

- Более высокая эффективность ЭГ- систем очистки, реализуемая ЭГУ-установками, по сравнению с другими системами (вибраторы, пневмообрушение с минимальными энергетическими затратами;
- Низкие эксплуатационные затраты. ЭГ технологии по своей сути являются энергосберегающими. Установленная мощность установок составляет 0,5-4,0 кВА. Среднее потребление электроэнергии в рабочем режиме – не более 0,2-0,5 кВт.ч. В отличие от системы пневмообрушенияне требуется компрессоров и устройств подготовки (осушения) воздуха;
- Повышение производительности труда, объемов выпускаемой продукции за счет увеличения пропускной способности бункеров, конвейерных трактов, уменьшения времени вынужденного простоя, связанного с ручной очисткой бункеров особенно в условиях использования шихтовых материалов с высоким содержанием влаги;
- Повышение качества, снижение брака готовой продукции благодаря своевременному выходу материалов из бункеров, что способствует соблюдению требований технологии производства;
- Повышение безопасности труда за счет значительного уменьшения, в ряде случаев случаях исключения необходимости применения ручного труда для очистки бункеров и др. объектов. Конструктивное исполнение ЭГ-установок и бесконтактное импульсное воздействие на стенку бункера обеспечивает возможность применения ЭГ-установок в помещениях повышенной опасности;
- Обеспечение целостности стенок бункеров при их очистке, в отличие от применения эксцентриковых вибраторов или ручного труда;
- Надежность и долговечность электро-гидро-импульсных систем за счет отсутствия в исполнительных механизмах соударяющихся, вращающихся и трущихся частей, применения оригинальных схемных решений, присутствия целого ряда защит от нештатных режимов;
- Возможность функционирования ЭГ-установок как в ручном, так и в автоматическом режимах, с реализацией различных алгоритмов работы, в сопряжении с современными автоматизированными системами управления технологическими процессами.

По сравнению с магнитно-импульсными установками и других производителей, установки на базе ЭГ-эффекта имеют следующие преимущества:

- благодаря такой конструкции реализуется запатентованный КазНИТУ способ полностью бесконтактного воздействия на стенки бункеровэлектрогидравлическим импульсом специальной формы, обеспечивающий высокую эффективность предотвращения сводообразования;
- возможность создания ЭГУ-установок, имеющих максимальную запасаемую энергию до 30 кДж, которая в несколько раз превышает этот параметр в самых мощных установках других предприятий. Благодаря этому ЭГУ-установки могут быть применимы на сложных объектах – бункера большой емкости (1000 тонн и выше) с мелкодисперсными и увлажненными материалами.

Высокая эффективность, проверенная на дроблении негабаритов в сочетании с надежностью и долговечностью, а также опыт эксплуатации ЭГУ-эффектана близких по эффекту воздействия

технологиям,позволяют говорить о перспективности их использования для обрушения сводов в бункерах и других емкостях в различных отраслях промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Дженике Э. В. Складирование и выпуск сыпучих материалов. М., «Мир», 1968, 164 с. с ил.

[2] Тютькин В. А. Магнитно-импульсный способ разрушения сводов и очистки технологического оборудования от налипших материалов. – «Электротехника», 2002, №11, с. 24-28.

[3] Борткевич С. П., Матвиенко О. В. Магнитно-импульсная технология обрушения сводов в портовых бункерах и очистки металлических поверхностей от налипших сыпучих материалов. – «Портовые технологии и техника мореплавания»: Сб. научных трудов. – 2007, 224 с.

[4] Бейсенов Б.С., Курманалиев М.Б., Сарыбаев Е.Е., Абеуов А.М.устройство обрушения сводов сыпучего материала в бункерах. – Патент РК №86261, 2014.

[5] Абеуов А.М., Бейсенов Б.С., Елемесов К.К., Сарыбаев Е.Е., Әлтай Қ. Ә. Моделирование процессов сводообразования и сводообрушения при промежуточном хранении мелкодробленного металлургического сырья. КазНТУ, Вестник КазНТУ , 2014. - № 4(104). - С. 120-124

Мейрбек Ж.М., Бейсенов Б.С.

ЭГУ-система для обрушения зависших сыпучих материалов в бункерах и других емкостях

Түйіндеме. Болат өнеркәсібінде тау-кен және өңдеу процестері арка қалыптастыру күрделене және кендііліп және шанақтарды және кеніштер мен байыту өзге де ыдыстарды шоғырланған жатыр. жабысы пшешу үшін ең тиімді технологияларды бірі сипаттамасы, өткізгіш материалдар туралы импульстік магнит өрісінің қуаты пайдалануға негізделген ұшқан және шанақтарды, сақтау, циклондар, скат жәнебасқа да ыдыстарда выгибая. Бұл шешім электр-гидро-барабан негізі болды, бірақ металл қалталарында ғана материалдық қататын түзетугеа рналған. сенімділігі мен ұзақ, сондай-ақ технологияларды әсер әсері жабылуында ЕНР әсерін пайдалану тәжірибесі бар араласға баритті бөлу дәлелденген жоғары тиімділігі, бізге шанақтарды жинақтау ыдыраганнан үшін оларды пайдалану перспективалары мен салалардың түрлі өзге де ыдыстарды туралы айтуға мүмкіндік береді.

Негізгі сөздер:технология, процесс,сақтау резервуары, электр, құрылғытазалау, арка, материалдық, күйреу.

Meyrbek Zh. M., Beisenov B. S.

The EGO-system to collapse sauchihall hung in the bunkers and other tanks

Annotation. Technological processes of ore mining and processing in the steel industry are complicated by the formation of the arches and hang ore and concentrate in silos and other containers of mines and concentrators. The description of one of the most effective technologies are addressed to sticking, hovering and arching in bunkers, silos, cyclones, chutes and other vessels based on the use of the power of pulsed magnetic field on the conductive materials. This solution provided the basis for electro-hydro-drum, but was intended for correction the material freezes in metal bins. High efficiency, proved to split oversized combined with reliability and durability, as well as experience in operating ESEeffect at close on the effect of the impact of technology, allow us to speak about the prospects of their use for the collapse of the vaults in silos and other containers in a variety of industries.

Key words: technological process, storage hopper, electro-shock setting, clearing, collapse ceiling and eliminate freezes.

Н.Қ. Досмұхамедов, Е.Е. Жолдасбай,
Г.Б. Нұрлан, Ж.С. Ахмеджанов, А.Е. Тоқтарова
(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы)

Cu_2O-Fe_2O_3-SiO_2-CaO ЖҮЙЕСІНІҢ ТҰТҚЫРЛЫҒЫН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Техникалық әдебиетте жұмыста зерттелген жүйе балқымаларының тұтқырлығы туралы деректер айтарлықтай жоқ. Осы деректердің қажеттілігі, тек бай штейн алудың автогенді технологияларын жасау үшін ғана емес, оған қоса түсті металлургияның мыс мөлшері жоғары шлактарын кедейлендірудің тиімділігі жоғары әдістерін ұйымдастыру кезінде ерекше өзекті болып келеді.

Жұмыста мыс мөлшері жоғары облыста төрт компонентті Cu_2O-Fe_2O_3-SiO_2-CaO шлак жүйесінің тұтқырлығын зерттеу және зерттелінді тотықты балқымалардың тұтқырлығына температура мен кальций тотығының әсер ету заңдылықтарын орнату.

Тәжірибелік жұмыстың нәтижесінде Cu_2O-Fe_2O_3-SiO_2-CaO көпкомпонентті жүйесінің динамикалық тұтқырлығы зерттелінді. Шлактың температурасын және ондағы кальций тотығының мөлшерін жоғарылатқан кезде, аққыштық күйінің температуралық аралығын ұлғайтып, шлак тұтқырлығының төмендейтіні орнатылды. Сондай-ақ, физика-химиялық процестердің тұрақты өтуі үшін шлактардың аса қолайлы динамикалық тұтқырлығының мәні 1250 °С кезінде 0,06-0,3 Па·с болып табылатыны анықталды.

Түйін сөздер: тұтқырлық, жоғарымөлшерлі шлак, температура.

Кіріспе

Тұтқырлық – тотықты балқымалардың маңызды қасиеттерінің бірі ретінде, оның құрылымын сипаттайды, технологиялық процестің температуралық режимін, пеш агрегатының өнімділігін және балқыту өнімдерінің толық бөлінуін анықтайды. FeO-SiO_2-CaO жүйесі шлагының тұтқырлығын зерттеуге ауқымды көлемдегі жұмыстар жасалды [1-7]. Дегенмен, мәселен, мыс металлургиясында, мыс бойынша бай штейн алуға бағытталған автогенді процестердің заманауи күйі мен дамуы шлак тұтқырлығын зерттеу шекарасының кеңейтілуін қажет етеді. Бұл, біріншіден, құрамында мыс мөлшерінің жоғары болуымен, шлак құрамы мен құрылымының күрделенуімен және алынатын тотықты балқымалардың физика-химиялық қасиеттерінің ауқымды өзгерісімен байланысты. Бай штейнге автогенді балқыту кезінде, алынатын шлакта мыс мөлшерінің өсуі есебінен, тұтқырлықты анықтау өткір сипатқа ие болады, себебі күрделі көп компонентті Cu_2O-Fe_2O_3-SiO_2-CaO жүйесін зерттеу қажеттілігі туындайды. Техникалық әдебиетте көрсетілген жүйе балқымаларының тұтқырлығы туралы деректер айтарлықтай жоқ. Осы деректердің қажеттілігі, тек бай штейн алудың автогенді технологияларын жасау үшін ғана емес, оған қоса түсті металлургияның мыс мөлшері жоғары шлактарын кедейлендірудің тиімділігі жоғары әдістерін ұйымдастыру кезінде ерекше өзекті болып келеді.

Берілген зерттеулердің мақсаты – мыс мөлшері жоғары облыста төрт компонентті Cu_2O-Fe_2O_3-SiO_2-CaO шлак жүйесінің тұтқырлығын зерттеу және зерттелінді тотықты балқымалардың тұтқырлығына температура мен кальций тотығының әсер ету заңдылықтарын орнату.

Тұтқырлықты өлшеу әдістемесін таңдау және оның негіздемесі

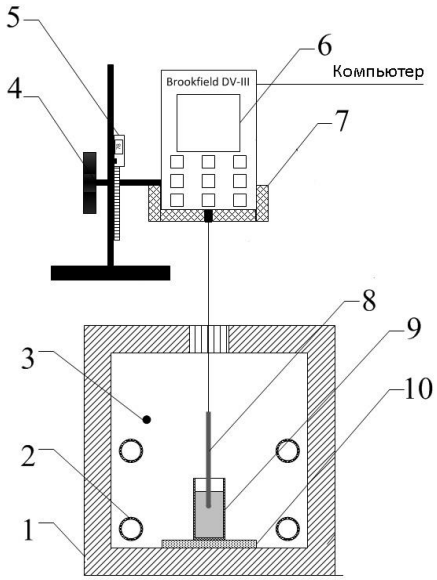
Мыс тотығының мөлшері жоғары болатын шлактар күшті тотықтырғыштар болып табылады, бұл тәжірибе жүргізу шарттарын ауқымды күрделендіреді – өлшеу элементі ретінде дәстүрлі металды цилиндрды (мысалы, болат цилиндрлер) пайдалануға мүмкіндік бермейді. Оған қоса, мыс мөлшері жоғары шлактар, металды емес отқа төзімді материалдарға қатысты жоғары өту қабілетіне ие. Шлактардың көрсетілген қасиеттерін реактор материалын таңдау кезінде ескеру қажет.

Агрессивті тотықты балқымаларда әртүрлі материалдардың төзімділігін зерттеу бойынша жүргізілген алғашқы сынақтар көрсетуі бойынша, реактор дайындауда тозуға аса төзімді материал кеуектілігі төмен алундты тигель болып табылады, кейіннен ол сынақтар жүргізу кезінде пайдаланылды. Берілген материалдың таңдалуы, оны қолдану кезінде, шлак балқымасында шпиндельдің дымқылдануы есебінен байқалатын, «кері ығыстыру эффектісінің» алдын алуымен шартталады.

Жоғары температуралық зерттеулер үшін модернизацияланған DV-III+ маркалы сериялы BROOKFIELD ротациялық вискозиметрі негізінде, балқымалардың динамикалық тұтқырлығын өлшеу бойынша зертханалық қондырғы 1 суретте көрсетілген. Қондырғы, тәжірибелік деректерді басқару, тіркеу, сақтау және өңдеу үшін компьютермен жабдықталған ротациялық вискозиметрден тұрады. Жоғары температуралық сәулеленуден вискозиметр корпусын қорғау үшін, зертханалық пеш күмбезінің жұмысшы саңылауы, үшқабатты қаңылтырдан жасалған қорғаушы экранның қолданылуымен диафрагмаланған.

Тәжірибелер әдістемесінің мәні келесіде. Зерттелінді шлак үлгісі бар, цилиндрлік тигелі алдын - ала орнатылған пешті, балқыма тұтқырлығын өлшеудің температуралық аралығының жоғары шегіне дейін қыздырады. Кейіннен, вискозиметрдің көтеру механизмінің көмегімен, ыстыққа төзімді қорытпадан (ERNiCr-3) арнайы дайындалған ұзартқышқа бекітілген шпиндельді пешке түсіреді және шпиндель денесі мен шлак балқымасының температурасын теңестіру үшін, 5 мин уақыт аралығында балқымаға тікелей жақындықта (~5 мм қашықтықта) ұстап тұрады. Шпиндельді қыздырғаннан кейін, компьютерде тұтқырлықты өлшеу бағдарламасы қосылады. Бұл кезде айналмалы шпиндель, оның балқымамен жанасу моментіне дейін түсіріледі, ол вискозиметр көрсеткішінің күрт өзгерісімен белгіленеді. Көрсеткіштерді компьютердің қатты дискісіне берумен тұтқырлықтың өлшеуін, берілген балқыма тереңдігіне шпиндельді тиеумен жүргізеді, оны электронды штангенциркульмен 1-2 минут аралығында бақылайды. Өлшеулер орындалғаннан кейін, шпиндельді баяу көтереді және шлак

балқымасы деңгейінен 5 мм жоғары орнатады. Одан кейін пеш температурасын келесі зерттелінді мәнге дейін төмендетеді және өлшеулер қайталанады.



Сурет 1. Мыс мөлшері жоғары шлак балқымаларының тұтқырлығын өлшеуге арналған тәжірибелік қондырғы сұлбасы

1 – электрпеші; 2 – пеш қыздыру силиттері; 3 – терможұп; 4 – вискозиметрдің көтергіш механизмі; 5 – сандық штангенциркуль; 6 – вискозиметр; 7 – вискозиметрдің қосымша қорғаушы қабаты; 8 – шпиндель; 9 – зерттелінді балқымасы бар тигель;10 – тіреуіш

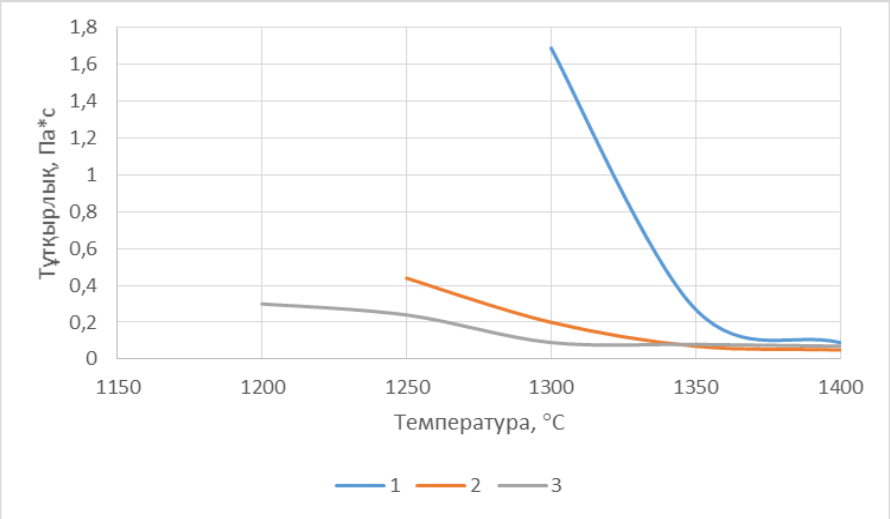
Тәжірибелік зерттеулер нәтижелері мен оларды талқылау

Зерттелінді құрамдарда мыс мөлшері жоғары шлактардың динамикалық тұтқырлығын өлшеу бойынша жүргізілген зерттеулер нәтижелері 1 кестеде көрсетілген.

Кесте 1. **Зерттеуге алынған шлактардың химиялық құрамы, динамикалық тұтқырлығы және кристалдана басталанатын температурасы**

Шлак нөмірі	Шлак құрамы, масс. %					Түрлі температура кезіндегі (°С) шлактардың тұтқырлығы, Па·с						Шлактардың кристалдану температурасы, $t_к$, °С
	Cu	Fe	SiO_2	CaO	Al_2O_3	1150	1200	1250	1300	1350	1400	
1	10,6	39,3	16,9	10,2	3,7	-	-	-	1,69	0,27	0,09	1285
2	19,0	34,4	14,3	7,1	6,2	-	-	0,44	0,20	0,07	0,05	1250
3	27,2	24,2	11,8	7,3	9,9	-	0,30	0,24	0,09	0,08	0,07	1200

Тәжірибелер жүргізу шарттарында алундты тигель материалының еруін алдын алу мүмкін болмады. Шлактың соңғы үлгілерінде Al_2O_3 мөлшері 4 - 12 % масс. құрайды. Осылайша, күрделі бескомпонентті Cu_2O-Fe_2O_3-SiO_2-CaO-Al_2O_3 шлак жүйесінің тұтқырлығы зерттелді деп санауға болады

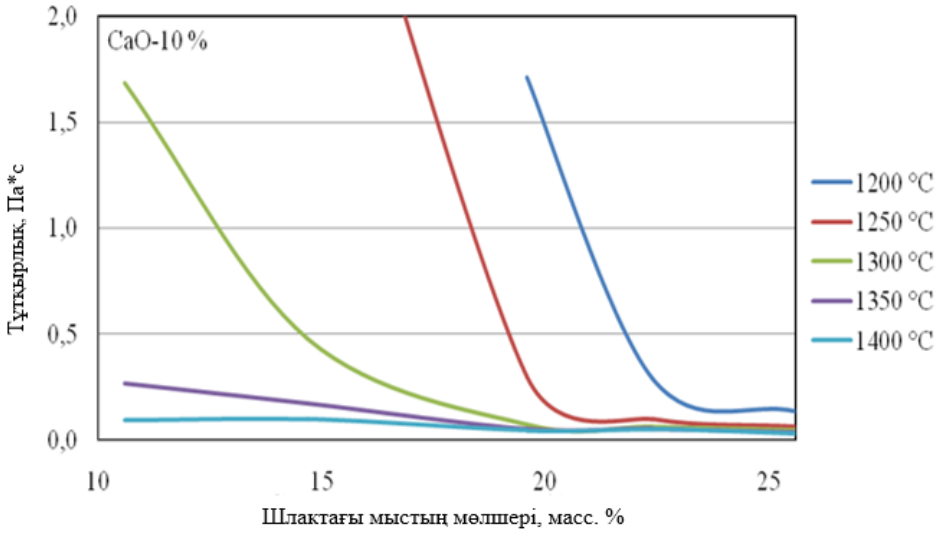


Сурет 2. Мыс мөлшері жоғары шлак тұтқырлығының политермалары
1, 2, 3 – шлак номері

2 суретте зерттелінді мыс мөлшері жоғары шлактар тұтқырлығының температураға тәуелді өзгерісінің нәтижелері көрсетілген. Көрініп тұрғандай, температура артқан сайын динамикалық тұтқырлығы шлактың барлық құрамдары үшін күрт төмендейді, мұнда жүйенің сұйықтай аққыштық күйінің аралығы үлкен болған сайын, ондағы мыс мөлшері жоғары болады. Мәселен, құрамында 10,6 % мыс болатын 1 құрамды шлак сұйықтай аққыштық күйде 1380 °С жоғары температураларда болады, ал мыс мөлшері жоғары болатын 3 құрамды шлактар 1180-1200 °С дейін сұйықтай аққыш болып қалады.

Шлакта кальций тотығы мөлшерінің 7-ден 10 %–ға дейін жоғарылауы, сұйықтай аққыштық күйінің температуралық аралығын ұлғайта отырып, шлак тұтқырлығын төмендетеді. Бұл қасиет 3 және 2 қисықтарының жүрісін салыстыру кезінде анық көрінеді: мыс мөлшері төмен (19 % кем) шлак балқымасы, мыс мөлшері жоғары (27,2 %) шлакпен салыстырғанда, аса сұйықтай аққыш болады.

3 суретте, кальций тотығының тұрақты мөлшерінде, Cu_2O-Fe_2O_3-SiO_2-CaO жүйесінің шлак тұтқырлығының изотерма нәтижелері көрсетілген. Суретте байқалатын тұтқырлық изотермасы сызықтарының жүрісі, балқымада мыс концентрациясының жоғарылауымен, шлак тұтқырлығының төмендейтіні жөнінде жоғарыда айтылған пікірді растайды.



Сурет 3. Синтетикалық Cu_2O-Fe_2O_3-SiO_2-CaO шлактар жүйесінің тұтқырлығының изотермалары. CaO = 10 % масс.

Алынған нәтижелер, көп компонентті шлак жүйелерінің күрделі құраммен сипатталатынын және тұтқырлық пен құрамының арасындағы байланыс бір буынды болып табылмайтынын растайды.

Келтірілген тәжірибелік деректерден көрініп тұрғандай, бастапқы химиялық құрамы мен температура балқыманың динамикалық тұтқырлығына күшті әсер етеді. Физика-химиялық процестердің тұрақты өтуі үшін аса қолайлы динамикалық тұтқырлығына (0,06-0,3 Па·с, 1250 °С кезінде), әктас мөлшерінің 10-12% аралығында орналасқан, мыс мөлшері жоғары болатын (20-30 % Cu) шлактар ие. 1350 °С жоғары температурада тұтқырлығы төмен болатын құрамының аралығы 15 %-ға тең мыс мөлшеріне дейін кеңейеді.

Алынған тәжірибелік деректер техникалық әдебиетте кездесетін нәтижелерді жақсы толықтырады және шлак құрамы мен температураның кең өзгеру аралығында күрделі көпкомпонентті Cu_2O-Fe_2O_3-SiO_2-CaO жүйесінің синтетикалық шлактарының динамикалық тұтқырлығын бағалау диапазонын кеңейтеді.

ҚОРЫТЫНДЫ

1. Cu_2O-Fe_2O_3-SiO_2-CaO көпкомпонентті жүйесінің динамикалық тұтқырлығы зерттелді. Шлакта кальций тотығының мөлшері 7-ден 10 %–ға дейін жоғарлаған кезде, сұйықтай аққыштық күйінің температуралық аралығын ұлғайта отырып, шлак тұтқырлығының төмендейтіні көрсетілді.

2. Cu_2O-Fe_2O_3-SiO_2-CaO жүйесінің тұтқырлығының температура мен кальций тотығы мөлшерінің өзгеруіне сәйкес тәуелділіктері анықталды. Температура артқан сайын динамикалық тұтқырлықтың, зерттелген шлактардың барлық құрамдары үшін, күрт төмендейтіні орнатылды. Шлакта мыс мөлшерінің өсу кезінде, жүйенің сұйықтай аққыштық күйінің аралығы ұлғаятыны дәлелденді.

3. Физика-химиялық процестердің тұрақты өтуі үшін аса қолайлы динамикалық тұтқырлығының мәні 1250 °С кезінде 0,06-0,3 Па·с болып табылатыны анықталды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Полывянный И.Р, Мазулевский Е.Н, Жаманбаев А.Е, Коржумбаев А.Е. Исследование вязкости шлаков коксогазовой шахтной плавки // Комплексное использование минерального сырья, Алматы. – №7. – 1986. – С. 55-58.

[2] Ванюков А. В., Зайцев В. Я. Шлаки и штейны цветной металлургии.– М.: Металлургия. – 1969. – С.408

[3] Павлов Р. А., Павлов А. В., Федоров А. Н. Исследования вязкости шлаковых систем вюстит-кремнезем и вюстит-кремнезем-оксид кальция // Цветные металлы. – 2000. – № 4. – С. 76–79.

[4] Линчевский Б. В. Техника металлургического эксперимента. 2-е изд. – М. : Металлургия. – 1979. — 256 с.

[5] Колосов А. Г., Ступин А. В., Федоров А. Н., Ванюков А. В. Вязкость железо-силикатных шлаков // Цветные металлы. – 1987. – № 3. – С. 44–47.

[6] Есин О. А., Гельд П. В. Физическая химия пирометаллургических процессов. – Свердловск: Металлургиздат. – 1962. – Ч. 1. – С. 671.

[7] Атлас шлаков : справ. изд. / пер. с нем. под ред. Куликова И. С. – М. : Металлургия. – 1985. – С. 208.

[8] F. Kongoli, and A. Yazawa. Liquidus Surface of FeO-Fe2O3-SiO2-CaO Slags at Constant CO_2/CO Ratios // Materials Transactions. – 2003. – Vol. 44, No. 10. – P. 2130-2135.

[9] M. Kudo, E. Jak, P. Hayes, K. Yamaguchi, and Y. Takeda. Lead Solubility in FeO*x*-CaO-SiO2 Slags at Iron Saturation // Metallurgical and Materials Transactions B. – 2000. – VOL. 31B. – P. 15-24.

Досмухамедов Н.К., Жолдасбай Е.Е., Нурлан Г.Б., Ахмеджанов Ж.С., Токтарова А.Е.

Исследование вязкости системы Cu_2O-Fe_2O_3-SiO_2-CaO

Резюме. В технической литературе данные о вязкости расплавов многокомпонентной системы Cu_2O-Fe_2O_3-SiO_2-CaO практически отсутствуют. Потребность в этих данных весьма актуальна для разработки автогенных технологий на богатый штейн, а также при организации высокоэффективных способов обеднения высокомедистых шлаков цветной металлургии.

В работе проведены исследования по определению вязкости многокомпонентной шлаковой системы Cu_2O-Fe_2O_3-SiO_2-CaO в области высоких содержаний меди и установлены закономерности влияния температуры и оксида кальция на величину вязкости исследуемых оксидных расплавов.

В результате экспериментальных исследований установлено, что при повышении температуры и содержания оксида кальция вязкость шлакового расплава снижается, увеличивая тем самым температурный интервал жидкотекучего состояния. Также показано, что наиболее приемлемой для устойчивого протекания физико-химических процессов в шлаковом расплаве является динамическая вязкость равная 0,06-0,3 Па·.

Ключевые слова: вязкость, высокомедистый шлак, температура.

Dosmukhamedov N.K., Zholdasbay E.E., Nurlan G.B., Ahmedzhanov Zh.S., Toktarova A.E.

Study of viscosity of Cu2O-Fe2O3-SiO2-CaO

Annotation. Technical literature data on the viscosity of melts Cu_2O-Fe_2O_3-SiO_2-CaO are virtually absent. The need for these data is particularly highly relevant for the development of autogenous technology in a rich matte, as well as the organization of highly effective methods of depletion high-copper slags of nonferrous metallurgy.

In the study conducted the slag viscosity of multicomponent systems Cu2O-Fe2O3-SiO2-CaO in the high copper content and the regularities of the influence of temperature and calcium oxide on the value of the viscosity of the investigated oxide melts.

As a result of experimental studies of the four-viscosity slag system Cu_2O-Fe_2O_3-SiO_2-CaO in the high copper content it found that when the temperature rises and the content of calcium oxide reduced the viscosity of the molten slag, thereby increasing the temperature range of flowable state. It also shows that the most appropriate for a sustainable flow of physical and chemical processes is the dynamic viscosity equal to 0,06-0,3 Pa • s at 1250 ° C.

Keywords: viscosity, high-copper slags, temperature.

УДК 669.046.582:669.33

Н. Қ. Досмұхамедов, Е. Е. Жолдасбай,
Г. Б. Нұрлан, Ж.Ү. Тұрсан, М. М. Байтемір
(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы)

МЫС КОНЦЕНТРАТТАРЫН БАЙ ШТЕЙНГЕ АВТОГЕНДІ БАЛҚЫТУ БАЛАНСЫН ЕСЕПТЕУ ЖӘНЕ ШЛАКПЕН МЫС ЖОҒАЛЫМЫН БАҒАЛАУ

Аңдатпа. Мыс концентраттарын балқытуда автогенді процестерді пайдаланатын шетел және ТМД кәсіпорындарының жұмыс тәжірибесінің көрсетуі бойынша, біріншілей сульфидті шикізатты өңдеудің экономикалық ақталған сұлбасы мыс мөлшері 65-70% болатын бай штейнге балқыту болып табылады. Мұндай процестердің балқыту балансын есептеу үлкен тәжірибелік мәнге ие, себебі олардың берілген температурада жылу шығыны құрылымының ауқымды өзгерісі мен айырмашылығы балқытудың жылулық балансы «тұйықталатын» өнімділігіне байланысты.

Жұмыста бай штейнге автогенді балқыту процесінің математикалық моделін құру кезінде пайдалануға болатын шлактағы мыс мөлшерін болжауға мүмкіндік беретін және жоғары мыс мөлшерімен (~70%)сипатталатын бай штейнге автогенді балқыту балансын есептеу нәтижелері келтірілген.

Оттекті (P_{O2} = 10^{-4} Па) потенциалдың бақыланатын шарттарында мыс штейні – шлак – газ фазасы жүйесінің тепе-теңдігін тәжірибелік зерттеу нәтижесінде шлактағы мыс ерігіштігінің қанықкан мөлшері анықталды.

Тәжірибелік зерттеулер мен дәстүрлі және мыс бойынша бай штейнге автогенді балқыту балансының есебі негізінде алынған шлактағы мыс ерігіштігі бойынша нәтижелердің салыстырмалы талдауы жүргізіліп, олардың жақсы сәйкестігін көрсетті.

Түйін сөздер: автогенді балқыту, бай штейн, жылулық баланс, мыс ерігіштігі.

Кіріспе

Сульфидті түсті металдар шикізаттарының автогенді процестері балқытудың соңғы өнімдер түзілуінің күрделі механизмімен сипатталады. Пеш жұмысының технологиялық режимдерінің болжамы балқытудың материалдық және жылулық баланстарының есебі негізінде жүзеге асырылады. Бұл кезде, әдетте дәстүрлі әдістер қ олданылады, олар қазіргі уақытта, заманауи есептеу техникасының және штейн, шлак пен газ фазасы арасында тепе-теңдікті математикалық модельдеудің жаңа жетістіктері негізінде жетілдірілген және жоғары нақтылық шегіне жеткізілген [1-5]. 100 кг шихтаға берілген оттегі мөлшерінде, бастапқы шихта мен тотықтырып үрлеудің әрекеттесуі салдарынан болатын жылулық эффектісін анықтау кезінде, келесі негізгі процестерді ескереді:

1. Жоғары сульфидтер диссоциациясын:

$$FeS_2 = FeS + ½S_2; \quad (1)$$
$$CuFeS_2 = ½Cu_2S + FeS + ½S_2. \quad (2)$$

2. (1) және (2) реакциялары бойынша түзілген элементтік күкірттің тотығуы:

$$S_2 + 2O_2 = 2SO_2. \quad (3)$$

3. Темір сульфидінің тотығу реакциясы:

$$2FeS + 3O_2 + SiO_2 = 2FeO*SiO_2 + 2SO_2. \quad (4)$$

(4) реакцияның жүру нәтижесінде тотығатын темір сульфидінің мөлшері оттегі бойынша баланстан есептелінеді. Бұл кезде, элементтік күкірт оттегімен бірінші болып әрекеттесуге түседі және (3) реакцияның өту дәрежесі 1-ге тең деп қабылданады.

(3) және (4) реакцияларының жүру нәтижесінде бөлінетін жылу, балқытудың жалпы жылу балансының негізгі кіріс баптарын түзеді. Алайда, есептеудің мұндай әдісі балқыту процесінде түзілетін өнімдердің – штейн, шлак пен газ фазасының өзара әрекеттесу реакцияларын ескермейді, дегенмен, аталған реакциялардың жүруі жылу бөліну мөлшерін және жылулық балансының құрылымын өзгерте алады. Бұл тұжырымдар, бай штейнге автогенді балқыту балансын есептеу кезінде принципиалды мәнге ие.

Қазіргі уақытта мыс металлургиясында автогенді процестердің кеңінен қолданылуы мен дамуы, бір немесе бірнеше агрегаттарда «балқыту-конвертерлеу» үздіксіз процесін ұйымдастырумен, мыс концентраттарын бай штейнге балқытуға мүмкіндік береді. Мыс концентраттарын балқыту үшін автогенді процестерді пайдаланатын шетел кәсіпорындарының жұмыс тәжірибесінің көрсету бойынша, біріншілей сульфидті шикізатты өңдеудің экономикалық ақталған сұлбасы, мыс мөлшері 60-65% болатын бай штейнге балқыту болып табылады, мұнда технологиялық сұлбаға қосымша өңделім – балқыту кезінде алынатын шлактарды кедейлендіру қосылған [6-8].

Мұндай технологиялар үшін баланс есебі үлкен тәжірибелік мәнге ие, себебі процестің берілген температурасында жылу шығынының ауқымды өзгерісі мен құрылымының ерекшелігі балқытудың жылулық балансы «тұйықталатын» өнімділігіне байланысты. Мыс концентраттарын бай штейнге автогенді балқыту кезінде, шлак құрамында түсті металдардың жоғары мөлшері болатынын ескере отырып, жалпы алғанда технологияның экономикалық тиімділігін анықтайтын, олардың жоғалымын және/немесе оларды шлактан ары қарай қосымша бөліп алу сұрақтарының шешілуі үлкен мәнге және ерекше өзектілікке ие болады.

Берілген жұмыстың мақсаты – мыс концентраттарын бай штейнге автогенді балқыту балансын есептеу, шлак пен штейн арасында мыс мөлшерінің тәуелділігін тәжірибе жүзінде орнату және алынған деректердің өнеркәсіптік балқыту нәтижелерімен салыстырмалы бағалауын жүргізу.

Бай штейнге автогенді балқыту балансының есебі

Мыс концентраттарын штейнге (17,22% Cu) автогенді дәстүрлі балқыту мен бай штейнге (17,22% Cu) балқытудың материалдық және жылулық балансының есебі, есептеу техникасының заманауи әдістерінің қолданылуымен арнайы жасалған бағдарлама бойынша жүргізілді.

Бастапқы деректер ретінде концентрат пен кварцты флюс құрамы, штейнде мыс мөлшері, шлакта Fe/SiO_2 қатынасы, үрлеудің оттегімен байытылу дәрежесі және процестің жұмысшы температурасы алынды. Мысал ретінде, келесі құрамдағы мыс концентратын автогенді балқытудың балансы қарастырылды, % (масс.): Cu – 17,22; Fe – 29,4; S – 29,87; Zn – 0,99; Pb – 0,44; As – 0,35; SiO_2 – 10,2; CaO – 4,1; басқалар – 7,43. Кварцты флюс құрамы, %: SiO_2 –80; CaO – 5,5; Al_2O_3 – 7; басқалар – 7,5.

Құрамында 45% Cu болатын дәстүрлі штейнге және құрамында 70% Cu болатын бай штейнге автогенді балқытудың материалдық балансы есебінің салыстырмалы талдауы 1 және 2 кестеде келтірілген.

1 суретте мыс концентраттарын дәстүрлі және бай штейнге балқыту процестерінің ағымдық салыстырмалы баланстары көрсетілген (100-ға есептелген) № Суреттен көрініп тұрғандай, бай штейнге балқыту кезінде алынатын шлактың көлемінің 1,21 есеге көп бөлінетіні көрініп тұр. Сонымен қатар, бай штейнге автогенді балқытудан алынатын шлактарда мыс мөлшері екі есеге өседі. Бұл, бай штейнге балқыту барысында алынатын шлактардан мысты ары қарай бөліп алу мақсатымен қосымша шаралардың қарастыру қажеттілігін көрсетеді.

Кесте 1. **Мыс концентратын дәстүрлі штейнге балқытудың материалдық балансы**

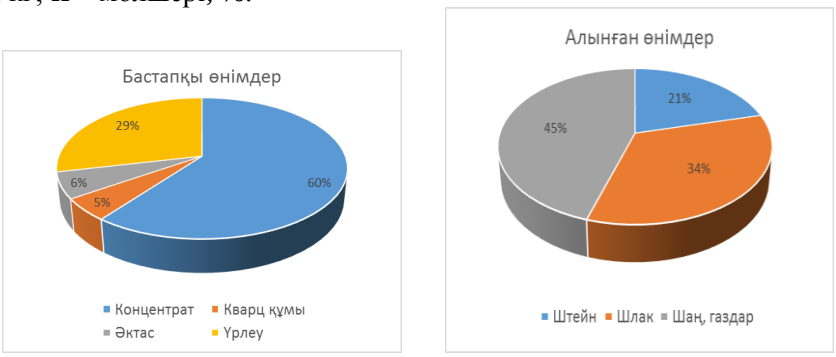
Өнімдер	Мөлшері, кг	Cu		Fe		Zn		SiO_2	
		I	II	I	II	I	II	I	II
Тиелгені:									
Концентрат	106	17,22	17,22	29,4	29,4	0,99	0,99	10,20	10,2
Флюс	19							7,47	80,0
Барлығы	125	17,22		29,4		0,99		17,97	
Алынғаны:									
Штейн	37	16,70	45,0	9,8	26,41	0,34	0,92	-	-
Шлак	60	0,35	0,58	19,3	32,17	0,60	1,01	17,5	29,17
Шаң, газдар	28	0,17	0,61	0,3	1,07	0,05	0,18	0,47	1,68
Барлығы	125	17,22		29,4		0,99		17,97	

I – салмағы, кг; II – мөлшері, %.

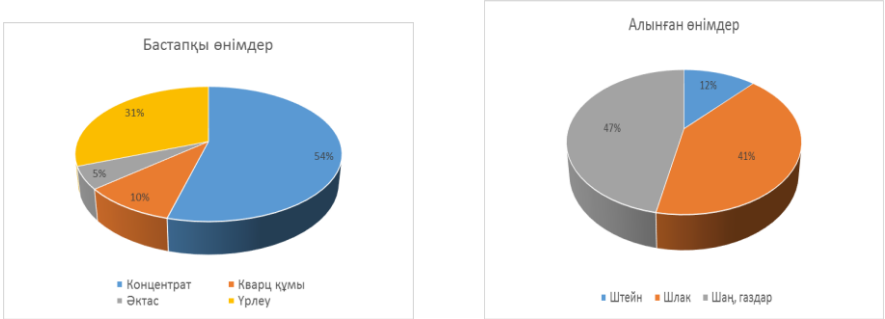
Кесте 2. **Мыс концентратын бай штейнге балқытудың материалдық балансы**

Өнімдер	Мөлшері, кг	Cu		Fe		Zn		SiO_2	
		I	II	I	II	I	II	I	II
Тиелгені:									
Концентрат	106	17,22	17,22	29,4	29,4	0,99	0,99	10,20	10,2
Флюс	29							15,07	80,0
Барлығы	135	17,22		29,4		0,99		25,27	
Алынғаны:									
Штейн	23	16,36	70,0	1,58	6,74	0,05	0,21	-	-
Шлак	81	0,69	0,85	27,53	33,98	0,91	1,12	25,02	30,89
Шаң, газдар	31	0,17	0,55	0,3	0,37	0,05	0,06	0,47	0,58
Барлығы	135	17,22		29,4		0,99		17,97	

I – салмағы, кг; II – мөлшері, %.



А)



Б)

Сурет 1. Автогенді балқытулардың ағындық баланстары
А) – дәстүрлі штейнге балқыту; Б) – бай штейнге балқыту

Балқыту процесін шлактағы Fe/SiO_2=1,1, үрлеудің оттегімен байытылу дәрежесі 80% және жұмыс температурасы 1523 К жүргізу жағдайында, құрамында 45% Cu және 70% Cu болатын штейн үшін есептелген, екі салыстырмалы процестерінің жылулық баланстарының құрылымы 2 суретте көрсетілген. Есептеулер, диссоциацияланған күкірттің SO_2 дейін толық жануының ескерілуімен жүргізілген. Көрініп тұрғандай, бай штейнге балқыту жағдайында 100 кг шихтаға керекті жылу кірісінің мәні, дәстүрлі штейнге балқыту (45% мыс) процесімен салыстырғанда 1,2 есеге жоғары болатыны анықталды.

83,8%			9,61%	6,59%
Тотықтыру рекцияларының жылуы 271934,89 кДж			Шлак түзу реакцияларының жылуы 31183,35 кДж	Басқалары 21405,35 кДж
$Q_{жалпы}$ = 324523,59 кДж				
Штейннің жылуы 44551,23 кДж	Шлактың жылуы 95579,3 кДж	Шығып жатқан газдардың жылуы 85491,67 кДж	Кессондармен кетіп жатқан жылу 16007,98 кДж	Басқалары 82893,41 кДж
13,73%	29,45%	26,34%	4,93%	25,55%

А)

89,26%			10,34%	0,4%
Тотықтыру рекцияларының жылуы 339786,82 кДж			Шлак түзу реакцияларының жылуы 39350,52 кДж	Басқалары 3380,67 кДж
$Q_{жалпы}$ = 380651,95 кДж				
Штейннің жылуы 28049,53 кДж	Шлактың жылуы 129800,23 кДж	Шығып жатқан газдардың жылуы 93119,1 кДж	Кессондармен кетіп жатқан жылу 45659,99 кДж	Басқалары 84023,1 кДж
7,37%	34,1%	24,46%	12%	22,07%

Б)

Сурет 2. Мыс бойынша түрлі штейнге автогенді балқыту процестерінің жылу балансы
А) – дәстүрлі штейнге балқыту; Б) – бай штейнге балқыту

Бай штейнге балқыту жүргізу жағдайында жалпы жылу көлемінің және жылу кірісі баптары қатынасының өзгеруі, жоғары сульфидтердің диссоциациясы кезінде түзілетін күкірттің толық жануымен туындауы мүмкін. Процестің берілген температурасында жылу шығыны құрылымының ауқымды ерекшелігі, кессондармен жылу жоғалымының және процесс өнімділігінің өзгеруіне байланысты. Бай штейнге балқыту кезінде диссоциацияланған күкірт пен темір сульфидінің тотығу дәрежесі ауқымды жоғарылайды, бұл жалпы жылу келуін ұлғайтады. Бұл, өз қатарында, кессондармен жылу шығынының жоғарылауына әкеледі. Екінші жағынан, штейнде мыс мөлшері төмен болған сайын, газ фазасында күкірттің тепе-теңдік парциалды қысымы жоғарылайды, демек, автогенді режим болу мүмкіндігімен, агрегат өнімділігі ұлғаяды.

Мыстың шлакпен ауқымды жоғалуына және процесс өнімділігінің төмендеуіне байланысты, бай штейнге балқыту процесінің айқын көрінетін кемшіліктеріне қарамастан, кейінгі шығынды көп қажет ететін конвертерлік өңделімнің материалды және энергетикалық шығындарының ауқымды төмендеуі тұрғысынан, берілген тәсілдеме қызығушылық тудырады. Мыс бойынша бай штейнді конвертерлеу, процесс мерзімділігін азайтуға; күкірт қышқылының өндірісі үшін күкіртқұрамды газ ағынының тұрақтылығын қамтамасыз етуге; сырттан оттегіні сору есебінен күкіртқұрамды газдардың

құнарсызданудың жоғары дәрежесі мен конвертердің жұмыс істеу мерзімін қысқартуға әкелетін температура ауытқуларын төмендетуге; күкіртқұрамды газдар мен шаңдардың тасталынуын ауқымды азайтуға мүмкіндік береді.

Алынған нәтижелердің және бай штейнге автогенді балқыту механизмінің ерекшелігі жөнінде алға шығарылған теориялық болжамдардың сәйкестігі тәжірибелік зерттеулер негізінде тексерілді.

Тәжірибелік бөлім

Шлакпен мыс жоғалымы бойынша зерттеулер, оттегі мен күкірттің парциалды қысымының белгіленген мәндерінде штейн, шлак пен газ фазасы арасында тепе-теңдікті зерттеу негізінде жүргізілді.

Тәжірибелер мыс мөлшері әртүрлі болатын - 32, 52 және 62 % масс. таза мыс штейндерімен жүргізілді. Барлық сынақтарда темірсиликатты шлак құрамы тұрақты, және кремнезем мөлшері 30,8 % масс. болды. Fe/SiO_2 = 1,1. Бастапқы штейндер мен темірсиликатты шлактың таңдалған шарттары, бай штейнге автогенді балқыту балансын есептеу нәтижесінде алынған құрамға сәйкес келді.

Штейн өлшендісі $3 \cdot 10^{-3}$ кг, ал шлак – $6 \cdot 10^{-3}$ кг құрады. Реакторға бір уақытта, шлак пен штейннің бастапқы өлшендісі бар үш қайықшаны тиейді, оны CO-CO_2 газ қоспасының берілген құрамымен 1573 К температурада әрекеттестіреді.

Сынақ барысында оттекті және күкіртті потенциал тұрақтылығын газ қоспасының келесі құрамымен ұстап тұрады: 85 % CO; 15 % CO_2. Газ қоспасының белгіленген құрамы $P_{O2}=10^{-4}$ Па сәйкес келеді.

Сынақ жүргізу барысында газ қоспасының құрамы, ЛХМ-хромотографтың көмегімен, реакторға кіру және шығу кезінде бақыланып отырды. Мыс штейні – шлак – газ фазасы жүйесінің тепе-теңдікке қол жеткізілуін, реакторға кірген және шыққан газ фазаларының құрамдарының тұрақтылығымен анықтадық. Алғашқы сынақтарда, зерттелінді жүйеде тепе-теңдікке сәйкес келетін газ фазаларының құрамының тұрақтылығы 12 сағ аралығында қол жеткізілетіні орнатылды. Орнатылған ұзақтылық, барлық сынақтарды жүргізудің оңтайлы уақыты болып таңдалды.

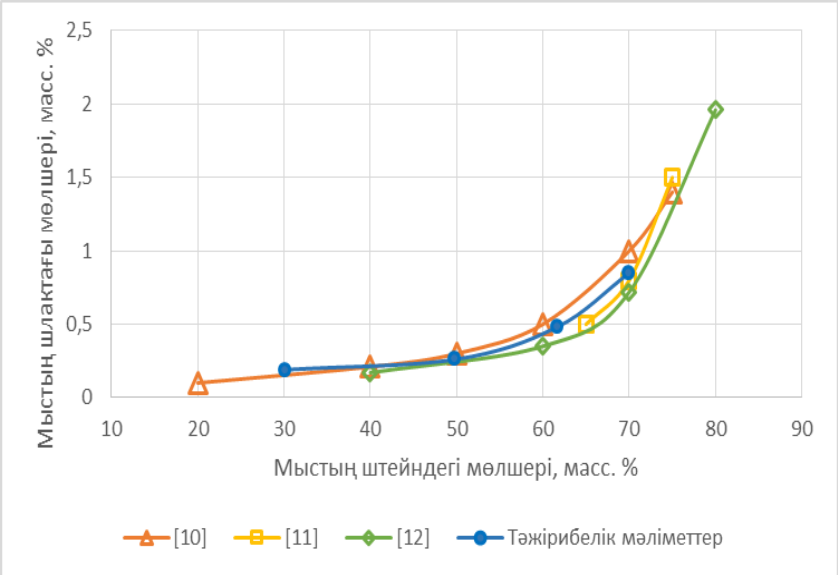
Қондырғы сұлбасы мен сынақтарды жүргізу реті [9] жұмыста толық қамтылып, көрсетілген. Жүргізілген сынақтар нәтижелері 3 кестеде келтірілген.

Кесте 3. **Тәжірибеден кейін алынған штейндер мен шлактардың химиялық құрамдары**

[Cu]бас., %	Штейннің құрамы, масс.,%			Шлактың құрамы, масс., %				
	Cu	Fe	S	Cu	FeO	Fe_2O_3	SiO_2	Al_2O_3
32	30,17	36,76	22,71	0,19	50,07	3,1	30,24	6,02
52	49,82	24,54	20,75	0,26	49,23	3,92	27,55	8,12
62	61,64	18,43	20,60	0,48	48,79	4,87	26,80	7,13
70	69,30	6,2	20,88	0,80	48,30	5,3	26,60	6,8

Соңғы жылдары көптеген зерттеушілер мыс штейні – шлак – газ фазасы жүйесінің тепе-теңдігін зерттеуге көп көңіл бөлуде. Бұл біріншіден, мыс бойынша бай штейн және/немесе қара мыс алуға өту есебінен, автогенді процестерді қарқындату жолдарын іздеумен байланысты [10-12]. Жүргізілген зерттеулер барысында, авторлар, шлакта шоғырланатын мыстың жоғалымына түрлі технологиялық көрсеткіштерінің: температураның, газ фазасының тотықтыру потенциалының (P_{O2}), шлак құрамының, мыс активтілігінің және т.б. параметрлерінің тәуелділігін толықтай, кешенді зерттеген. Техникалық әдебиетте бар ауқымды ақпаратқа қарамастан, бүгінгі күнге дейін түрлі авторлардың тәжірибелік деректері мен алынған нәтижелерінің қайшылықтары немен байланысты екені түсініксіз болып қалуда: сынақтарды жүргізу шарттарының айырмашылығынан ба немесе тәжірибелерді жүргізу кезінде қолданылған әдістемелерінің кемшіліктерінен бе. Мәселен, [10] жұмыста, белгілі жұмыстардың жүйелік талдауының көрсетуі бойынша, мыс штейні - шлак – газ фазасы жүйесінің тепе-теңдігінде, тәжірибе жүргізудің өзге тең шарттарында, мыс мөлшері әртүрлі штейндерден мыстың шлакқа еру нәтижелері мен механизмі бойынша, зерттеушілер арасында жеткілікті келісушілік жоқ екендігі көрсетілген. Дегенмен, көптеген зерттеушілер, мыстың шлактағы мөлшері мен штейндегі мөлшері арасында орнатылған, 3 суретте көрсетілген, қисықтың тәуелділік сипатына бейімделеді

3. суретте көрініп тұрғандай, штейнде мыстың жоғары мөлшері облысында (50%-дан астам), сынақтар жүргізу шарттарына қарамастан, мыстың шлактағы ерігіштігі бойынша деректер өзара айтарлықтай толық сәйкестікті көрсетеді. Тәжірибелік жолмен және автогенді дәстүрлі балқыту мен мыс бойынша бай штейнге балқыту баланстарын есептеу негізінде алынған шлактардағы мыс ерігіштігінің мәндері өзара және берілген жұмыс нәтижелерімен толық сәйкестікті көрсетеді.



Сурет 3. Шлактағы мыстың мөлшерінің оның штейндегі мөлшерінен тәуелділігі

ҚОРЫТЫНДЫ

1. Бай штейнге автогенді балқыту балансының есебі негізінде жылулық баланстың құрылымы есептеліп, жылу шығының негізгі баптары орнатылды. Жоғары мыс мөлшерімен (~70%) бай штейнге автогенді балқыту процесінің балансын есептеудің тиімді жолы көрсетілді.

2. Газ қоспасының құрамымен берілетін тұрақты оттегі потенциалы шарттарында мыс штейні – шлак – газ фазасы жүйесінің тепе-теңдігі зерттеліп, штейн құрамындағы мыстың мөлшерінің өзгеруіне сәйкес оның шлактағы ерігіштігі анықталды.

3. Тәжірибелік зерттеулер мен дәстүрлі және мыс бойынша бай штейнге автогенді балқыту балансының есебі негізінде алынған шлактағы мыс ерігіштігінің нәтижелерінің салыстырмалы талдауы жүргізіліп, олардың бір-бірімен жақсы сәйкестігі дәлелденді.

4. Алынған нәтижелердің нақты металлургиялық агрегаттың тәжірибелік деректерімен салыстырмалы талдауы, өндіріс пештерінде жүретін процестердің термодинамикалық тепе-теңдігінің жуықтау дәрежесін бағалауға мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Ванюков А.В., Зайцев В.Я. Шлаки и штейны цветной металлургии. – М.: Металлургия. 1969. – 389 с.

[2] Goto S. Equilibrium calculations between matte slag and gaseous phases in copper smelting. London: IMM. 1975. –P. 23-34.

[3] Chen Ch., Zhang L. and Jahanshahi Sh. Thermodynamic Modeling of Arsenic in Copper Smelting Processes // Metallurgical and Materials Transactions. 2010. Vol. 41B. –P. 1175–1185.

[4] Georgalli G.A., Eksteen J.J., Reuter M.A. An integrated thermochemical-systems approach to the prediction of matte composition dynamics in an Ausmelt nickel–copper matte converter // Minerals Engineering. 2002. № 15. –P. 909–917.

[5] Jian-hua Liu, Wei-hua Gui, Yong-fang Xie, Chun-hua Yang. Dynamic modeling of copper flash smelting process at a Smelter in China // Applied Mathematical Modelling. 2013. Elsevier.

[6] Мечев В.В., Быстров В.П., Тарасов А.В. Автогенные процессы в цветной металлургии. –М.: Металлургия. 1991. – 413 с.

[7] Demetrio S., Ahumada J., Duran M.A., Mast E. Slag cleaning: The Chilean copper smelter experience // JOM. 2000. V.8. –P. 20-25.

[8] Davenport W.G., King M., Schlesiniger M., Biswas A.K. Extractive Metallurgy of Copper. fourth ed., Pergamon Press. New York. 2002.

[9] Досмухамедов Н.К. Теоретические и технологические особенности переработки промпродуктов и оборотных материалов цветной металлургии. – Алматы. 2008. – 360 с.

[10] Sridhar R., Toguri J.M., and Simeonov S. Copper Losses and Thermodynamic Considerations in Copper Smelting // Metallurgical and Materials Transactions B. 1997. – Vol. 28B. –P. 191-200.

[11] Tavera F.J. and Davenport W.G. Equilibration of copper matte and fayalite slags under controlled parcial pressures of SO_2 // Met. Trans. 1979. Vol. 10 B. - P. 237-241.

[12] Geveci A. and Rosenquist T. Equilibrium Relations between Liquid Copper, and Iron Silicate Slag at 1250°C // Trans. Inst. Min. Metall. C82. 1973. –P. 193–201.

Досмухамедов Н.К., Жолдасбай Е.Е.,
Нурлан Г.Б., Турсан Ж.У., Байтемир М.М.

Расчет балансов автогенной плавки медных концентратов на богатый штейн и оценка потерь меди со шлаком

Аннотация. Опыт работы зарубежных предприятий и заводов СНГ, использующих автогенные процессы для плавки медных концентратов, показывает, что экономически оправданной схемой переработки первичного сульфидного сырья является плавка на богатые штейны с содержанием 65-70% меди. Расчеты балансов таких плавок имеют большое практическое значение, так как значительное изменение и различие в структуре расхода тепла при заданной температуре процесса связано с производительностью процесса при котором «замыкается» тепловой баланс плавки.

В работе приведены результаты расчета балансов автогенной плавки на штейн с высоким содержанием меди (~70%), которые позволяют прогнозировать содержание меди в шлаке, и могут быть использованы при построении математической модели процесса автогенной плавки на богатый штейн.

В результате экспериментальных исследований равновесия системы медный штейн – шлак – газовая фаза при контролируемых условиях кислородного ($P_{O2}=10^{-4}$Па) потенциала, получены новые данные по растворимости меди в шлаках.

Сравнительный анализ результатов по растворимости меди в шлаках, полученных на основании экспериментальных исследований и расчета балансов автогенной плавки на традиционный и богатый по меди штейн, показали хорошую их сходимость.

Ключевые слова: автогенная плавка, богатый штейн, тепловой баланс, растворимость меди.

Dosmukhamedov N.K., Zholdasbay E.E.,
Nurlan G.B., Tursan Zh.U., Baitemir M.M.

Balance estimation of autogenous smelting of copper concentrates on the rich stein and evaluation of copper losses with slag

Annotation. Experience of foreign companies using autogenous processes for the smelting of copper concentrates shows that the scheme economically viable processing of primary raw materials is a sulphide melt into rich matte containing 60-65% copper. The calculations of these balances heats are of great practical importance as a significant change and difference in heat flow structure at a given process temperature is related to performance process in which "closes" the thermal melting balance.

The article gives the results of calculating the balance autogenous smelting matte with a high copper content (~ 70%), which allow to predict the copper content in the slag, and can be used to construct a mathematical model of the process to autogenous smelting matte rich.

As a result of experimental studies equilibrium copper matte - slag - gas phase under controlled conditions oxygen (PO2 = 10-3Pa) and sulfur (the PS2 = 102Pa) building new data on the solubility of copper in the slag.

The comparative analysis of results on the solubility of copper in slags obtained on the basis of experimental studies and calculation of balances on traditional autogenous smelting and rich in copper matte, they showed a good convergence.

Key words: autogenous smelting, rich matte, heat balance, the solubility of copper.

УДК 666.940

Б.Е. Жакипбаев, А.Ш. Кулмаханова, Е.Е. Мамыр, А.Ж. Альжанова,
А.С. Колесников, Е.Н. Кочеров
(Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауэзова,
Шымкент, Республика Казахстан, *E-mail: Bibol_8484@mail.ru)

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ КЛИНКЕРООБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТОВ

Аннотация. В данной статье рассмотрено термодинамическое моделирование процессов клинкерообразования для разработки энергосберегающей технологии получения портландцементов путем введения активных минеральных добавок (гипс, электротермофосфорный шлак, опока).

Для этого была использована методика исследования равновесия при помощи многоцелевого программного комплекса «Астра-4», алгоритм которого основан на универсальном термодинамическом методе определения характеристик равновесия гетерогенных систем на основе фундаментального принципа максимума энтропии.

Ключевые слова: термодинамическое моделирование, клинкерообразование, гипс, шлаки электротермофосфорные, опоки, энергосбережение, портландцемент

Наиболее важными процессами, лежащими в основе силикатной технологии, являются процессы термической обработки, в результате которой осуществляется синтез силикатов и алюминатов кальция при энергосберегающей технологии получения цементов введением активных минеральных добавок, а именно кремнистые породы осадочно-химического происхождения [1-2]. В этих случаях используются химические пиросиликатные реакции при высоких температурах с участием твердых тел. Несмотря на широкое распространение пиросиликатных процессов и реакций, способы управления ими и пути регулирования свойств получаемых веществ изучены еще очень мало [1].

В этом направлении большую роль могут сыграть термодинамические методы исследования, позволяющие устанавливать основные закономерности протекания пиросиликатных реакций и тем самым намечать пути интенсификации производственных процессов [1].

К пиросиликатным реакциям, включающим все возможные высокотемпературные реакции силикатной технологии относятся следующие наиболее характерные типы реакций [1]:

– полиморфные превращения силикатов и оксидов в твердом состоянии обратимые (энантиотролные) и необратимые (монотропные);

– реакции в твердых фазах (реакции взаимодействия элементов, оксидов и силикатов в твердом состоянии);

– реакции с участием веществ в газообразном состоянии (реакции диссоциации карбонатов, сульфатов и оксидов, реакции разложения глин при нагревании, дегидратации гидратов, гидросиликатов и гидроалюминатов, реакции силикатообразования с участием газообразной фазы и т.д.);

– реакции с участием жидкой фазы (многочисленные реакции, связанные с образованием расплава и реакции в расплавах);

– комбинированные реакции с участием твердых, жидких и газообразных фаз.

Изучение твердофазовых реакций в двухкомпонентной системе CaO-SiO_2 (рисунок 1) представляет большой теоретический и практический интерес в технологии цемента. Выявление последовательности протекания этих реакций и термодинамической вероятности образования тех или иных соединений помогает объяснить процессы и находить новые пути совершенствования технологии. Знание тепловых эффектов при высоких температурах оказывает помощь при составлении тепловых балансов производственных процессов и открывает возможности для совершенствования тепловых агрегатов [1, 3-6].

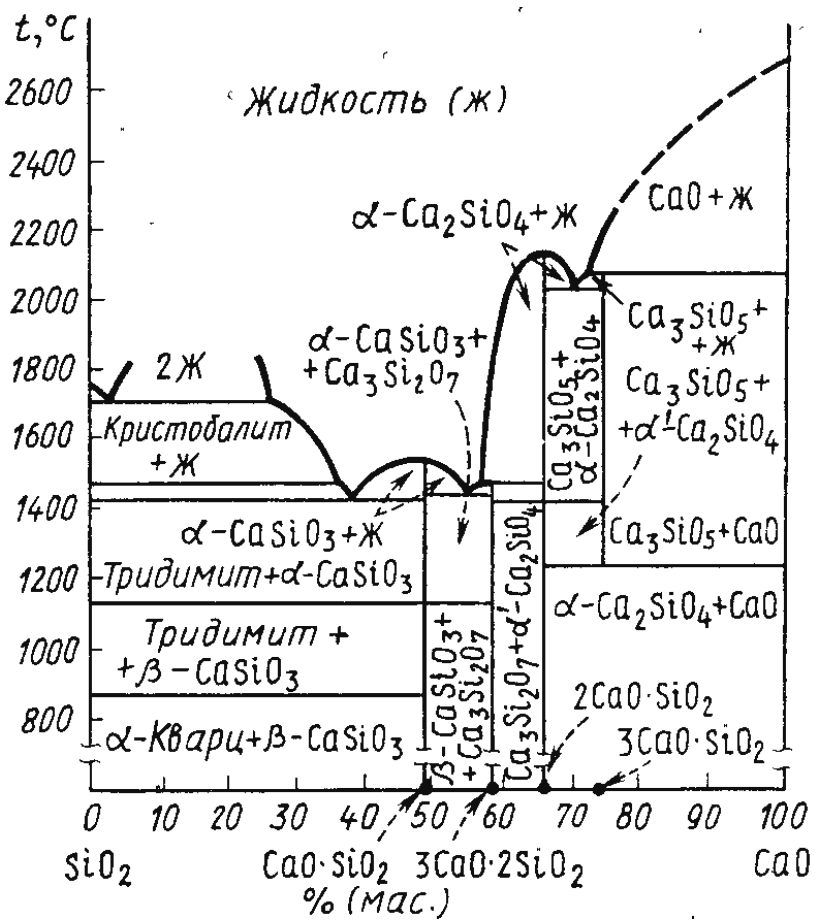


Рис. 1. Диаграмма состояния двухкомпонентной системы CaO – SiO_2

В представленной двухкомпонентной системе CaO–SiO_2 существуют соединения [1, 3-6]:

1. $CaO + SiO_2 = CaO \cdot SiO_2$
2. $3CaO \cdot 2SiO_2 = 3CaO \cdot 2SiO_2$
3. $2CaO \cdot SiO_2 = 2CaO \cdot SiO_2$
4. $3CaO \cdot SiO_2 = 3CaO \cdot SiO_2$

В процессе обжига портландцементного клинкера, сырьевая смесь поэтапно претерпевает ряд превращений, основные из которых — удаление физически и химически связанной воды из глинистых минералов, термическая диссоциация карбонатов, твердофазные реакции и реакции с участием расплава с образованием клинкерных минералов [1, 3-6].

В общем виде реакции клинкерообразования охватываются реакциями в сложной многокомпонентной системе [1, 3-6]:

$$CaCO_3 – Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H2O – CaO – Al_2O_3 –$$
$$SiO_2 – Fe_2O_3 – Na_2O – K_2O – MgO – P_2O_5 – SO_{3(газ)} – CO_{2(газ)} – H_2O_{газ}$$

Термодинамически возможны следующие реакции [1, 3-6]:

1. $2CaO+SiO_2 = \beta = 2CaO \cdot SiO_2$
2. $3CaO+SiO_2 = 3CaO \cdot SiO_2$
3. $3CaO + Al_2O_3 = 3CaO \cdot Al_2O_3$
4. $CaO + Al_2O_3 = CaO \cdot Al_2O_3$
5. $12CaO + 7Al_2O_3 = 12CaO \cdot 7Al_2O_3$
6. $2CaO + Fe_2O_3 = 2CaO \cdot Fe_2O_3$
7. $4CaO + Al_2O_3 + Fe_2O_3 = 4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$

Однако, исходные компоненты этих реакций при температурах ниже 800^0C представлены в малом количестве [1, 3-6].

В таблицах 1-4 приведены данные о равновесной степени распределения Si, Ca, Fe, Al, Mg, C и O из которых следует, что в системе «клинкер – гипс – шлак электротермофосфорный – опока» в зависимости от температуры присутствуют в виде:

– кремния - k*SiO_2, k*$MgSiO_3$, k*Al_2SiO_5, k*$Ca_2Al_2Si_7$, k*$CaSiO_3$, k*Ca_3SiO_5, k*$Ca_3Si_2O_7$;
– кальция - k*$CaCO_3$, k*$CaSiO_3$, k*Ca_3SiO_5, k*$Ca_3Si_2O_7$, k*$Ca_2Al_2Si_7$;
– железа – Fe, FeO, FeO_2, k*Fe_2O_3, k*Fe_3O_4;
– алюминия - k*Al_2O_3, k*Al_2SiO_5, k*$MgAl_2O_4$, k*$Ca_2Al_2Si_7$;
– магния - Mg, MgO, k*MgO, k*$MgSiO_3$, k*$MgAl_2O_4$;
– углерода – CO, CO_2, k*$CaCO_3$;
– кислорода - O, O_2, CO, CO_2, FeO, FeO_2, k*Fe_2O_3, k*Fe_3O_4, MgO, k*MgO, k*$MgSiO_3$, k*$MgAl_2O_4$, k*SiO_2, k*Al_2SiO_5, k*$CaSiO_3$, k*Ca_3SiO_5, k*$Ca_3Si_2O_7$, k*Al_2O_3.

Таблица 1. **Влияние температуры на равновесную степень распределения кремния (Si) в системе «клинкер – гипс – шлак электротермофосфорный – опока»**

T, ^{0}C	Степень распределения кремния (Si), %		
	k*Ca_3SiO_5	k*$Ca_3Si_2O_7$	k*$Ca_2Al_2Si_7$
1	2	3	4
200	0	0	0
1	2	3	4
300	0	0	0
400	0	0	0
500	0	71,17467	28,82533
600	0	71,17467	28,82533
700	0	71,17467	28,82533
800	0	53,4617816	46,5382184
900	4,900765327	48,56029339	46,53894128
1000	4,900765	48,56029	46,53894
1100	4,900765	48,56029	46,53894
1200	4,900765	48,56029	46,53894
1300	4,90076533	48,5602934	46,5389413
1400	4,90076533	48,5602934	46,5389413
1500	4,90076533	48,5602934	46,5389413

Из рисунка 2 видно, что Si при 400^0C начинает переходить в k*$Ca_2Al_2Si_7$ и k*$Ca_3Si_2O_7$. Затем при 800^0C появляется k*Ca_3SiO_5, после чего они находятся в стабильном состоянии вплоть до 1500^0C.

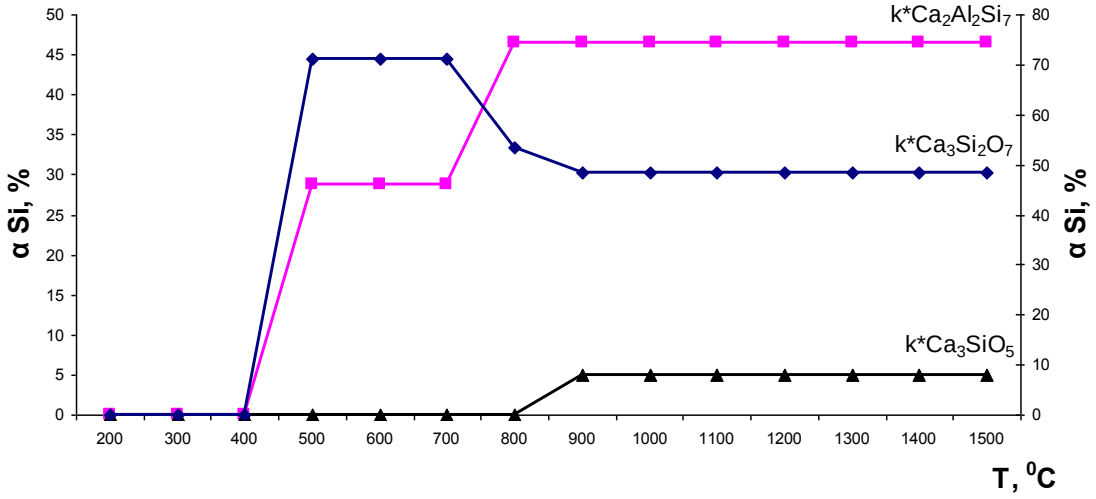


Рис. 2. Влияние температуры на равновесную степень распределения кремния (Si) в системе «клинкер – гипс – шлак электротермофосфорный – опока»

Активность SiO_2 (рисунок 3) расплава в равновесии с твердым муллитом и $A1_2O_3$ при 1500^0C, определенная по рисунку 3, равна 0,44, где муллит плавится конруэнтно, а эвтектика муллита — глинозем смещена на поле анортита [1, 3-6].

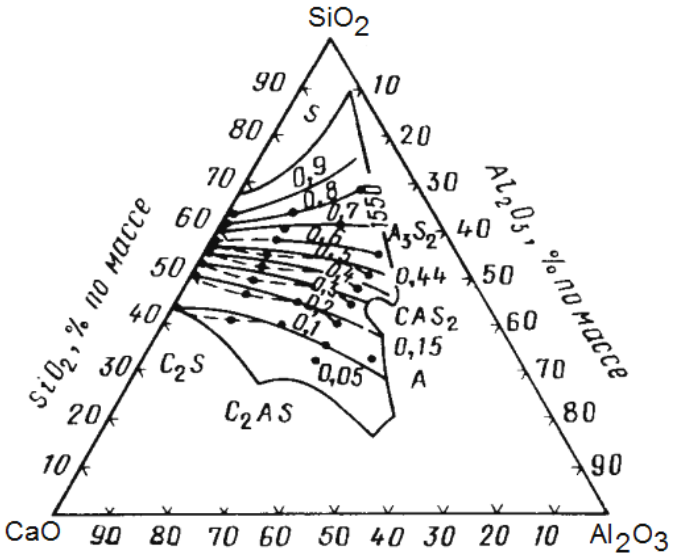


Рис. 3. Активность кремнезема в рассматриваемой системе при 1500^0C

На рисунке 4 представлен график температурной зависимости (200-1500^0C через каждые 100^0C) реакций образования β-C_2S и C_3A, а также C_3S и C_3A из смесей $CaCO_3$ и CaO с глинистыми и шлаковыми минералами, и их сочетаниями. Реакции образования клинкерных минералов в смеси карбоната кальция с глинистыми минералами становятся возможными при температурах, значительно более низких, чем температура начала диссоциации $CaCO_3$ [1, 3-6].

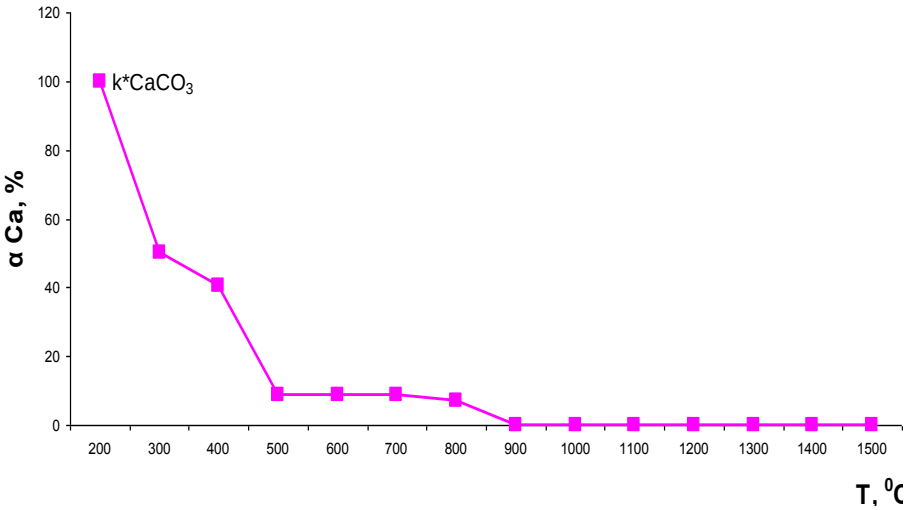


Рис. 4. Влияние температуры на равновесную степень распределения k*$CaCO_3$ в системе «клинкер – гипс – шлак электротермофосфорный – опока»

Целесообразно сравнить реакции образования силикатов двухвалентного железа из оксидов Fe_2O_3 и Fe_3O_4 и кремнезема. Реакции образования силикатов двухвалентного железа из оксидов являются эндотермическими [1, 3-6].

Таблица 2. **Влияние температуры на равновесную степень распределения железа (Fe) в системе «клинкер – гипс – шлак электротермофосфорный – опока»**

T, ^{0}C	Степень распределения железа (Fe), %	
	k*Fe_2O_3	k*Fe_3O_4
200	100	0
300	100	0
400	100	0
500	100	0
600	100	0
700	100	0
800	100	0
900	100	0
1000	100	0
1100	99,27	0,730003
1200	80,87724	19,12276
1300	0	100
1400	0	100
1500	0	100

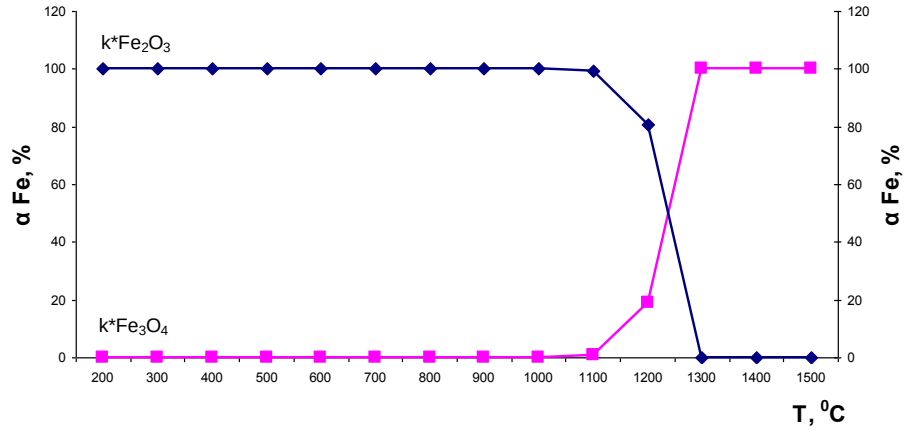


Рис. 5. Влияние температуры на равновесную степень распределения k*Fe_2O_3 и k*Fe_3O_4 в системе «клинкер – гипс – шлак электротермофосфорный – опока»

Железо в рассматриваемой системе при 1000^0C преимущественно переходит в k*Fe_2O_3 и k*Fe_3O_4.

До 1100^0C независимо от соотношения катионов железа и кремния более вероятно образование соединения $2FeO \cdot SiO_2$. Выше 1100^0C при соотношении «закись железа : кремнезем», равном 1:1, становится предпочтительнее образование метасиликата железа [1, 3-6].

Таблица 3. **Влияние температуры на равновесную степень распределения углерода (C) в системе «клинкер – гипс – шлак электротермофосфорный – опока»**

T, ^{0}C	Степень распределения углерода (C), %	
	CO	CO_2
200	0	3,225277
300	0	51,30586
400	0	60,91202
500	0	91,33259
600	0	91,33259
700	0	91,33259
800	8,404E-05	92,945254
900	0,000548222	99,99945178
1000	0,002491	99,99751

1100	0,006259	99,99374
1200	0,007853	99,99215
1300	0,0148768	99,9851232
1400	0,0528633	99,9471367
1500	0,15928065	99,8407193

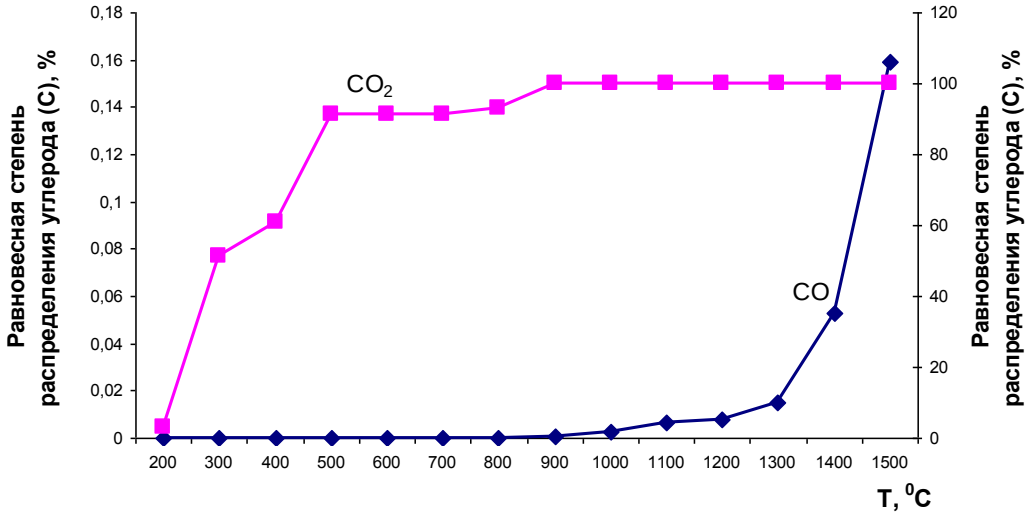


Рис. 6. Влияние температуры на равновесную степень распределения CO и CO_2 в системе «клинкер – гипс – шлак электротермофосфорный – опока»

Таблица 4. **Влияние температуры на равновесную степень распределения кислорода (O) в системе «клинкер – гипс – шлак электротермофосфорный – опока»**

T, ^{0}C	Степень распределения кислорода (O), %	
	O	O_2
200	0	0
300	0	0
400	0	0
500	0	0
600	0	0
700	0	0
800	0	2,1067E-05
900	0	0,000135539
1000	0	0,000615
1100	0	0,004672
1200	0	0,083872
1300	2,4227E-05	0,43211481
1400	7,8343E-05	0,44143228
1500	0,0002265	0,46752558

Таким образом, исходя из результатов термодинамического моделирования распределения элементов в системе «клинкер – гипс – шлак электротермофосфорный – опока», были определены и изучены влияния температуры на равновесную степень распределения кремния (Si), железа (Fe), углерода (C) и кислорода (O).

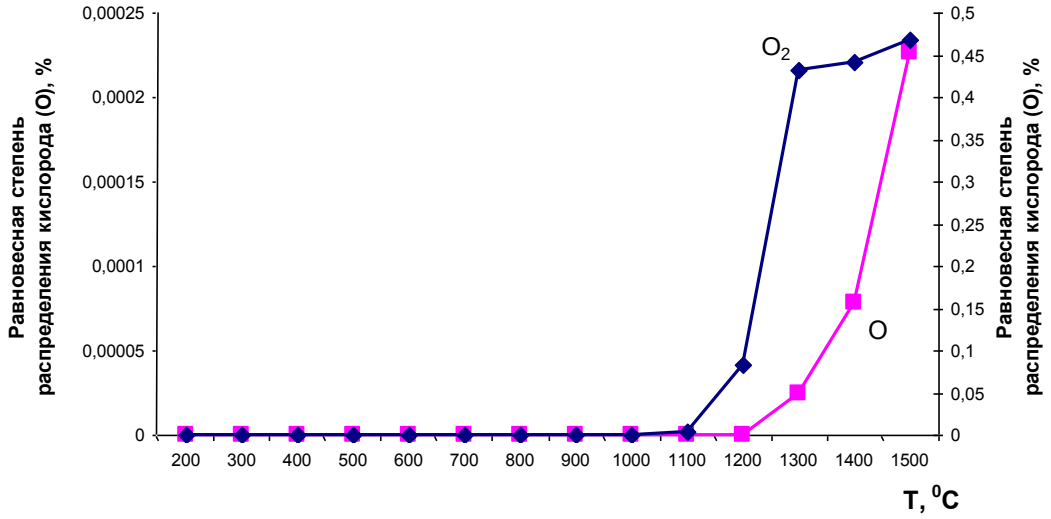


Рис. 7. Влияние температуры на равновесную степень распределения O и O_2 в системе «клинкер – гипс – шлак электротермофосфорный – опока»

ЛИТЕРАТУРА

[1] Бабушкин В.И., Матвеев Г.М., Мчедлов-Петросян О.П. Термодинамика силикатов. Москва: Стройиздат, 1986. – 408 с.

[2] Б.Е. Жакипбаев, Е.Е. Мамыр, А.Ж. Альжанова, А.Ш. Кулмаханова Перспективы использования казахстанских кремнистых горных пород в качестве активных минеральных добавок для производства цемента. Материалы IV Международной научно-практической конференции теоретических и прикладных разработок молодых ученых «Молодая наука. 2016». Научное издательство «Инфинити». – Москва, 2016. –С.40-46

[3] Рабухин А.И., Савельев В.Г. Физическая химия тугоплавких соединений неметаллических и силикатных соединений. – Москва: Инфра-М, 2008. – 303 с.

[4] Горшков В.С., Савельев В.Г., Федоров Н.Ф. Физическая химия силикатов и других тугоплавких соединений. – Москва: Высшая школа, 1988. – 400с.

[5] Планк Й., Таймасов Б.Т., Штефан Д., Хирш К., Жакипбаев Б.Е. Химия строительных материалов / Учебник. - Шымкент: «Алем», 2016. – 220 с.

[6] Трусов Б.Г. Термодинамический метод анализа высокотемпературных состояний и процессов и его практическая реализация, Москва, МГУ. Дис. докт. техн. наук, 1984, 292 с.

Жакипбаев Б.Е., Күлмаханова А.Ш., Мамыр Е.Е., Әлжанова А.Ж., Колесников А.С., Кочеров Е.Н.

Портландцементтерді алуға қуатты сақтау технологиясын жасау үшін клинкертүзуші процесстерінің термодинамикалық модельдеу

Түйіндеме. Бұл мақалада белсенді минералды қоспаларды (гипс, электрлі термофосфорлы шлак, опока) енгізу жолымен портландцементтерді алуға қуатты сақтау технологиясын жасау үшін клинкертүзуші процесстерінің термодинамикалық модельдеу қарастырылған.

Ол үшін «Астра-4» көпсалалы бағдарламалық кешен арқылы тепетеңдікті зерттеу әдісі қолданылды, оның алгоритмі энтропияның максимумы фундаменталды принципінің негізінде гетерогенді жүйелерінің тепетеңдігінің сипаттамасын анықтау әмбебап термодинамикалық әдісте негізделген.

Кілтті сөздер: термодинамикалық модельдеу, клинкертүзуші, гипс, электрлі термофосфорлы шлактар, опокалар, қуатты сақтау, портландцемент

Zhakipbayev B.Ye., Kulmakhanova A.Sh., Mamyr Ye.Ye., Alzhanova A.Zh., Kolesnikov A.S., Kocherov Ye.N.

Thermodynamic modeling clinker processes for the development of energy-saving technology for portland cement

Summary. This article discusses the thermodynamic modeling of clinker formation processes for the development of energy-saving technology of portland cement by introducing active mineral additives (gypsum, electrical thermal phosphoric slag, opok).

For this method has been used the balance research using multi-software complex "Astra-4", the algorithm is based on the universal thermodynamic method of determining the characteristics of the equilibrium of heterogeneous systems based on the fundamental principle of maximum entropy.

Key words: thermodynamic modeling, clinker formation, gypsum, slag electro thermal phosphoric, opoks, energy saving, portland cement.

МАЗМҰНЫ

Жер туралы ғылымдар

Нұрсұлтанова С. Ғ., Мұқанов Д.Б.
ОҢТҮСТІК МАНҒЫШЛАҚ АЛАБЫНЫҢ ГЕОДИНАМИКАЛЫҚ БАҒАЛАУ 3
Шахизат А., Бекмухамедов И.
АЭРОҒАРЫШТЫҚ ЗЕРТТЕУДІ БОЛЖАУ ТҰРҒЫСЫНАН ГЕОАҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕР.. 8
Жолмагамбетова С.Ж., Молдабаева Г.Ж.
СУКЕЛІМДІ ШЕКТЕУ ӘДІСТЕРІ ЖӘНЕ ҚАБАТТЫҢ КЕНЖАР АЙМАҒЫН ГИДРОФОБИЗАЦИЯЛАУ..... 11
Ибраев А.Т.
ЕКІ ӨЛШЕМДІ ВЕКТОРЛАР, ЕКІ ЕСЕЛІК ЖӘНЕ КОМПЛЕКСТІК САНДАР..... 14
Нурсултанова С. Г., Сатыбалдинов Ж. М
ӨЗЕН КЕН ОРНЫНЫҢ ПАРСУМУРУН АУМАҒЫНЫҢ XXI ОБЪЕКТЫНЫҢ ВАРИОГРАМАСЫН ҚҰРУ..... 18
Тлеуберлина О.Б.
ҚАЗАҚСТАН ТОПЫРАҒЫНЫҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ТҰРАҚТЫЛЫҚТЫ ҚАЛЫПТАСТЫРУ ЖОЛДАРЫ..... 21
Сатбаева Г.С.
ЕРЕКШЕ ҚОРҒАЛАТЫН ТАБИҒИ АУМАҚТАРДЫҢ ТАБИҒАТТЫ ҚОРҒАУДАҒЫ РӨЛІ 25
Оразбаев А.Е., Умбетбеков А.Т., Таныбаева А.К., Муканова Г.А., Воронова Н.В., Танабекова Г.Б.
ТЕҢІЗ КЕН ОРНЫНЫҢ АТМОСФЕРАЛЫҚ АУАНЫҢ ӨЗІН-ӨЗІ ТАЗАРТА АЛУ ҚАБІЛЕТІН АНЫҚТАУ..... 29
Молдагазыева Ж.Ы.
МАҢҒЫСТАУ ОБЛЫСЫНЫҢ ӨНДІРІСТІК ҚАЛДЫҚТАРЫНЫҢ ПАЙДА БОЛУЫ МЕН ЖИНАҚТАЛУЫ..... 32
Усубалиева С. Дж.
ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ БАЛАМАЛЫ КӨЗДЕРІНІН ӘЛЕУЕТІН БАҒАЛАУ ЖӘНЕ ЕНГІЗУ МҮМКІНДІКТЕРІ 35
Нурсейтова А.К., Мухтарова М.Н., Ермағанбетова С.Д., Асан Д.
ТҰРАҚТЫ ДАМУ ЖҮЙЕСІНДЕГІ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ МЕНЕДЖМЕНТ..... 38

Техникалық ғылымдар

Жантекин Р.Е., Салыкова О.С.
МОБИЛЬДІ РОБОТТАРДЫҢ ТЕХНИКАЛЫҚ КӨРУ ЖҮЙЕСІ..... 42
Балгаев Н.Е., Джангабаев С.У.
ЭНЕРГИЯНЫ ЖИНАҚТАУДЫ САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ 48
Маханова З.А., Нұрғалиқызы Ұ., Ботаева С.Б., Бекжигитова А.
МУЛЬТИМЕДИА ҚҰРАЛДАРЫН ПАЙДАЛАНЫП ОҚЫТУДЫ ЖҮЗЕГЕ АСЫРУ..... 53
Құндызбай Д.К., Куйкабаева А.А., Зульбухарова Э.М., Нурмуханова А.З., Данлыбаева А.К.
КЕРАМИКАЛЫҚ КІРПІШТІ СЫНАУ НӘТИЖЕЛЕРІН ӨҢДЕУ..... 57
Зауырбек А., Ахметов Б.С., Сейлова Н.А., Журынтаев Д.З.
FPGA XILINX БОЙЫНША 2016.2 ВИДЕСЫН ПАЙДАЛАНЫП, КЕРІ БАЙЛАНЫС АУЫСЫМ ТІЗІЛІМІН ҚҰРУ ЖӘНЕ МОДЕЛЬДЕУ СХЕМАСЫ 63
Джаманбаев М.А., Абитаева Р.Ш., Касымов А.
СЫМДАРДЫҢ БИЛЕУІН ҚОЗДЫРАТЫҢ ЖЕЛ АҒЫНЫНЫҢ ЖЫЛДАМДЫҒЫНЫҢ ҚОЛАЙЛЫ АУҚЫМЫН БАҒАЛАУ..... 72
Абдиахметова З.М., Мухамбетжанов С.Т.
МАТЛАБТА СИГНАЛДАРДЫ ӨҢДЕУ МӘСЕЛЕСІН ШЕШУ 76
Сарыбаева К.Е., Шардарбек М.Ш., Сарыбаева Э.Е., Маханбеталиева К.Т.
ҚОС ҚАБАТТЫ ТРИКОТАЖ КЕЗДЕМЕСІН ТОҚУ КЕЗІНДЕ ШИКІЗАТТЫ ТИІМДІ ТАҢДАУ..... 81
Абдылдаев Э.К., Миркасимова Т.Ш.
ГЕОМЕХАНИКА ЕСЕПТЕРІН САНДЫҚ ШЕШУ КЕЗІНДЕГІ КОМПЬЮТЕРЛІК МОДЕЛЬДЕУ..... 85
Телешева А.Б., Чумаков Е.В., Бақытбек А.Б.
ҚАҚТАУ КЕЗІНДЕГІ ДЕМОРМАЦИЯ ЖЫЛДАМДЫҚТАРЫНЫҢ БІРТЕКСІЗДІГІ..... 90
Ибраев А.Т., Куттыбаева А.Е., Сағындык А., Чернецов В.И., Чернецов М.В., Михайлов П.Г.
ПАРАМЕТРЛІК ДАТЧИКТІ АҚПАРАТТЫҚ-ӨЛШЕУ ЖҮЙЕЛЕРІНДЕ ИНВАРИАНТТЫ ТҮРЛЕНДІРУ 95

Юров В.М., Платонова Е.С., Юдакова В.А.
БОЛАТ ӨНІМДЕРІНІҢ ҚОЛДАНУ СИПАТТАМАЛАРЫН АРТТЫРУ……. 99
Дегтярева А.С., Тұндыбаева Э.К., Джанысбаева Т.А., Иманқұлова С.Ж.
ЭВТЕКТИКА ҚОРЫТПАЛАРЫНДАҒЫ БАСТАПҚЫ ФАЗАЛАРДЫҢ КЕҢІСТІКТІК ОРНАЛАСУЫ.... 103
Поветкин В.В., Хандожко А.В., Букаева А.З., Нурымов Е.К.
ТАУ ЖЫНЫСТАРДЫҢ ОТ АҒЫНДЫ ЖОЙЫЛУЫНЫҢ ТЕОРИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ …….. 109
Әдиат К.С., Бейсенов Б.С.
ТӨМЕН ЖЫЛДАМДЫҚТАҒЫ ӨНДІРІСТІК МАШИНАЛАРҒА АРНАЛҒАН ЖАН-ЖАҚТЫ ПНЕВМАТИКАЛЫҚ МОДУЛЬ..... 115
Абилбек Ж.Б., Бейсенов Б.С.
МЕТАЛЛКОНСТРУКЦИЯЛАР ӨНДІРІСІН ТЕХНИКАЛЫҚ ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУ ЖӘНЕ ЖӨНДЕУ БОЙЫНША БАСҚАРУ..... 120
Рысбекова А.М., Хусан Б.
ТАУЖЫНЫСТАРЫНЫҢ ГРАНУЛОМЕТРИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫН АНАЛИТИКАЛЫҚ АНЫҚТАУ..... 126
Тургазинов И.К., Енсепбаев Т.А., Муканов А.
АЗОТТЫ МҰНАЙ БЕРГІШТІ АРТТЫРУ АГЕНТІ РЕТІНДЕ ПАЙДАЛАНУ ТУРАЛЫ ӘДЕБИЕТТЕР ШОЛУЫ..... 132
Кадекенов Ж. К., Бердали М. Ә.
КІШІ ҒАРЫШ АППАРАТЫ..... 138
Акашев Б.Т., Жұмағұлов Т.Ж., Салединов Э.Р., Нұрлыбеков А.Н.
ҚАБАТТЫҢ СУЛАНУЫНАН КЕЙІНГІ МҰНАЙ ӨНДІРУ КОЭФФИЦИЕНТІН ЖОҒАРЫЛАТУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ..... 143
Алипбай Г. Н., Бижанов А. К.
ЗАМАНАУИ 3D FDM – БАСПАСЫНА ШОЛУ..... 147
Алменов Т.М., Бектұр Б.Қ., Жанакова Р.К., Сағынаев А.Т., Матаев А.Қ.
АЛМАТЫ МЕТРОПОЛИТЕННІҢ ЖЕРАСТЫ ӨТПЕЛІ ТОННЕЛЬДЕРІН САЛУДА ҚОЛДАНЫЛАТЫН ТЫҒЫН ЕРІТІНДІЛЕРІНІҢ ЖАҢА ҚҰРАМДАРЫН ЖАСАУ..... 153
Черикбаева Л.Ш.
КЛАССИФИКАЦИЯЛАУ ЖӘНЕ КЛАСТЕРЛЕУ ӘДІСТЕРІ..... 158
Айтжанова Т.К., Аубакирова Б.М., Жамбакина З.М., Наширалиев Ж.Т., Жолдыбаева А.Р.
ҰЯЛЫ ҚҰРЫЛЫМДЫ СИЛИКАТТЫ МАТЕРИАЛДАРДЫ МОДИФИЦИРЛЕНГЕН МҰНАЙ-БИТУМИНОЗ ТҮРЛЕРІ МЕН ӨҢДЕЛГЕН ҚАЛДЫҚТАРЫН ТАЛДАУ..... 161
Үкібасова Ғ.С.
ЖЕРГІЛІКТІ ЖЕЛІ КЕҢЕЙТУ ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП ТАЛШЫҚТЫ-ОПТИКАЛЫҚ КАБЕЛЬДЕР..... 164
Әбсадық А.С., Исаканова Ж.Е., Құндызбай Д.К., Куйкабаева А.А., Зульбухарова Э.М.
МЕДИЦИНАЛЫҚ ҚҰРЫЛҒЫЛАРДЫҢ ТЕХНИКАЛЫҚ ЖӘНЕ МЕТРОЛОГИЯЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫН ҚҰРАЛ-ЖАБДЫҚТЫ БАҚЫЛАУ НӘТИЖЕЛЕРІН ТАЛДАУ..... 170
Абдылдаев Э.К., Айтуганова Ж.Т.
АНИЗОТРОПТЫ АЛҚАПТАРДАҒЫ ҚАЗБАЛАР АЙНАЛАСЫНЫҢ КЕРНЕУЛІК КҮЙІН БАҒАЛАУ 179
Надиров К.С., Сакыбаев Б.А., Шерембетов М.Н.,Амантаева Д.Б., Шуханова Ж.К., Шегенова Г.К., Аринова Д.
КОРРОЗИЯДАН МҰНАЙ ӨНІМДЕРІН ҚОРҒАУ ҮШІН МАЙ ӨНДІРІСІНІҢ ШЫҒЫМДАРЫН ПАЙДАЛАНУМЕН ҮШҚАБАТТЫ ҚАПТАУДЫ ТҰРҒЫЗУ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ 183
Оразақова Ш.Б., Кеңесбаев С.М.
ИНФОРМАТИКАНЫҢ МЕКТЕП КУРСЫНДА ДЕРЕКТЕР ҚОРЫН ОҚЫТУДЫҢ ӘДІСТЕМЕСІ..... 188
Темирбекова Ж.Е., Алимбаева Б.Е.
ЖҮЙЕНІҢ ҚАУІПСІЗДІГІН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ҮШІН ATMELAVR МИКРОКОНТРОЛЛЕРІН ҚОЛДАНУ..... 192
Әріпбаев А.Е., Мырхалықов Ж.У., Степанов С.Г.
ӨРТ СӨНДІРУ ЖЕҢДЕРІНДЕГІ ІШКІ ЖАРҒЫШ ГИДРАВЛИКАЛЫҚ ҚЫСЫМДЫ ЕСЕПТЕУГЕ АТТЕСТАТТАУ ТӘУЕЛДІЛІГІ..... 196
Мухтарова М.Н., Ермағанбетова С.Д., Нурсейтова А.К., Набиева Т., Бисембаева К.
ТҰРҒЫЛЫҚТЫ БӨЛМЕНІ ЖЫЛЫТУДЫ ЕСЕПТЕУ..... 200
Макешева К.К., Мұхамедәлі Қ.
ЭЛЕКТРОНДЫ СТЕТОСКОПТЫҢ АППАРАТТЫҚ БӨЛІГІН ЖҮЗЕГЕ АСЫРУ ҮШІН МИКРОКОНТРОЛЛЕРЛЕРДІ САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ..... 203
Макешева К.К., Алтай Е.А., Каныбекова Р.Ш., Койшыбаев Д.Н., Касымбекова К.Б., Кыздарбекова А.С., Дутбаева Д.
КОМПЬЮТЕРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМОЙ PLANTVITAL……. 206
Мажен. А. Н., Айтжан А. Б.
КЕН КОЛЬМАТАЦИЯСЫН ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП, ПАЙДАЛЫ ҚҰРАМДАСТЫ ЖЕР АСТЫ СІЛТІЛЕУДІҢ ГИДРОДИНАМИКАЛЫҚ РЕЖИМІН ЖЕТІЛДІРУІНІҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛІ 210

Боранкулова А.С.
СҮТ ҚЫШҚЫЛДЫ СУСЫН ДАЙЫНДАУ ҮШІН БИДАЙ ҮЛПЕКТЕРІН ҚОЛДАНУ..... 216
Джаманбаев М.А., Абитаева Р.Ш., Зерипбаев М.М.
СЫМДАРДЫҢ БИЛЕУ ҰЗАҚТЫҒЫ..... 219
Жусин Б.Т., Гуляренко А.А., Хан В.А., Витвицкий Ф.В.
АУЫЛШАРУАШЫЛЫҚ МАШИНАЛАРЫН ПАЙДАЛАНУДЫҢ ТИІМДІЛІГІН КӨТЕРУ МӘНІСІ..... 223
Ботаева С.Б., Маханова З.А., Умарова Ж.Р., Тілес Т.Б.
ҚАЗАҚ ТІЛІНДЕГІ СӨЗДЕРДІ ТАНУ ҮШІН CMU SPHINX4 ПЛАТФОРМАСЫН ПАЙДАЛАНУ..... 226
Хакимова Т.Х., Адилжанова С.А., Тюлепбердинова Г.А., Газиз Г.Г.
АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ОҚЫТУДА УНИВЕРСИТЕТ СТУДЕНТТЕРІ ҮШІН СЫМСЫЗ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫҢ РӨЛІ..... 230
Құрманалиев М.Б., Елемесов Қ.К., Бортебаев С.А.
МЕТАЛДАРДЫҢ ҮЙКЕЛІСІ МЕН ТОЗУЫ ЖӘНЕ ОНЫ ЖОЮ ТӘСІЛДЕРІ 234
Бектас О.Т., Құттыбаева А.Е.
РАДИОҚАШЫҚТЫҚТЫ ӨЛШЕУІШТІ ЗЕРТТЕУ МЕН ТЕХНИКАЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІН ЖАҚСАРТУ..... 238
Карабалиев Е.Н., Макулов К.К.
ҮКІМЕТ РЕСУРСТАРЫН ЖҰМЫСЫН ЖАҚСАРТУ САРАПТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРГЕ ЗЕРТТЕУ..... 243
Нұрқасым О. А., Алиұлы А. А., Байсеитов Д.М., Беляев Е. К.
ҚАЗАҚСТАННЫҢ КЛИМАТТЫҚ ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ ГЕЛИОКОЛЛЕКТОРЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ТҮРЛЕРІНЕ ЭКСЕРГИЯЛЫҚ ТАЛДАУ ӨТКІЗУ..... 246
Жанабаев З.Ж., Гревцева Т.Ю., Кожагулов Е.Т., Жексебай Д.М.
ӨЗҚАУЫМДАСҚАН ЭЛЕМЕНТТІ ЖАСАНДЫ ГНЕЙРОНДЫҚ ТОРДЫҢ МОДЕЛІ 255
Қосболов С. Б., Жауыт Ә.
ТЕРБЕЛМЕЛІ ҚОНДЫРҒЫ БУЫНДАРЫНЫҢ СЕРПІМДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ..... 261
Азамбаев С.Б., Жумадилов К.Ш.
ҚАЗАҚСТАН ТҰРҒЫНДАРЫНЫҢ ТІС ЭМАЛІ АРҚЫЛЫ ЭПР ӘДІСІМЕН ФОНДЫҚ ДОЗАНЫ БАҒАЛАУ..... 266
Дайнеко Е.А., Ипалакова М.Т., Бродягина М.В., Юнникова М.А., Болатов Ж.Ж.
ВИРТУАЛДЫ ФИЗИКАЛЫҚ ЗЕРТХАНА ИНТЕРФЕЙСІН ҚҰРАСТЫРУ ЖӘНЕ ТЕСТІЛЕУ..... 273
Қуандықов А.А., Чажабаева М.М.
ШАРЖЫЛЫ ҚАШАУДЫҢ ЖҰМЫСҚА ҚАБІЛЕТТІЛІГІН ЖОҒАРЫЛАТУ..... 278
Мажит Ж.Б., Умбетбеков А.Т., Оразбаев А.Е., Танабекова Г.Б., Рысмагамбетова А.А.
РЕФОРМАЦИЯЛЫҚ ӨЗГЕРТУЛЕР ШАРТЫНДА ҚАЗАҚСТАНДЫҚ БІЛІМ ЖҮЙЕСІНДЕ БОЛОН ПРОЦЕСІНІҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ ЖӘНЕ ДАМУДЫҢ ЗАМАНАУИ ЖАҒДАЙЫ 281
Қосболов С. Б., Жауыт Ә.
ТЕРБЕЛМЕЛІ ҚОНДЫРҒЫНЫҢ ҚОЗҒАЛЫСЫН ЖӘНЕ КЕРНЕУЛІК-ДЕФОРМАЦИЯЛЫҚ КҮЙІН ЗЕРТТЕУ..... 287
Оразбаев А.Е., Омархан А.Ғ., Мұқанова Г.А., Таныбаева А.К., Ердесбай А.Н., Танабекова Г.Б.
ҚАЗІРГІ ЗАМАНАУИ ЖАҒДАЙДАҒЫ ЭКОМӘДЕНИЕТТІЛІК (ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗҰУ МЫСАЛЫНДА)..... 293
Умбетбеков А.Т., Тұрсынбек А.Н., Оразбаев А.Е., Таныбаева А.К., Сатарбаева А.С.
ҚАЗАҚСТАН ТУРИЗМІНДЕ БАЛАМАЛЫ ЭНЕРГИЯ КӨЗДЕРІН ПАЙДАЛАНУДЫҢ ТИІМДІЛІГІ..... 295
Сакыбаев Б.А., Надиров К.С., Садырбаева А.С., Шерембетов М.Н. Туребекова А.М., Байботаева С.Е., Айкенова С.Ж.
РЕЗЕРВУАРЛАРДЫҢ ІШКІ БЕТІНІҢ ҚОРҒАНУ ҚАСИЕТІН ЖӘНЕ ҰЗАҚМЕРЗІМДІЛІГІН АРТТЫРУ ҮШІН ЭПОКСИДТІ-ГОССИПОЛ КОМПОЗИЦИЯСЫНЫҢ ТОЛЫҚТЫРҒЫШТАРЫН ТАҢДАУ..... 299
Мурзахметова Ұ.А., Шоқобаева Г.Т., Әлімжанова Ә.М., Талғарбаева А.К.
ВТ6 ЕҢТАҢБАЛЫ ҚОРЫТПАНЫҢ ҰСАҚ ТҮЙІРШІКТІ ҚҰРЫЛЫМЫ МЕН БЕТКІ ҚАБАТЫНЫҢ КҮЙІНІҢ ТОТЫҒУ ҮДЕРІСІНІҢ ЗАҢДЫЛЫҒЫНА ӘСЕРІ..... 304
Канапиянов Г.Г., Бекмухамбетова Д.Б., Жекебатыр Н.Н., Ерғалиұлы Ғ.
ЕНДІРІЛГЕН МАТЕРИАЛДАРҒА ИЕ КЕУЕКТІ ШЫНЫЛАРДЫҢ МОРФОЛОГИЯСЫ ЖӘНЕ ЕСКІРУ ЭФФЕКТІЛЕРІ..... 308
Телешева А.Б., Чумаков Е.В., Бақытбек А.Б.
АД31 ҚОРЫТПАСЫН ҚҰЮ КЕЗІНДЕ МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНЕ САЛҚЫНДАТУ РЕЖИМДЕРІНІҢ ӘСЕРІ..... 312
Оспанов Ф.Н.
АЖЖ ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП ЖОҒАРЫ ҚЫСЫМДА ЖҰМЫС ІСТЕЙТІН СЫЙЫМДЫЛЫҚТАРДЫ ЖОБАЛАУ ЖӘНЕ ӨНДІРУ..... 315

Дәрібаева Н.Г., Аңдасбаева А., Нұранбаева Б.М., Байділдина О.Ж.
ПАРАФИНДІ МҰНАЙДЫ ӨНДІРУ, ЖИНАУ ЖӘНЕ ДАЙЫНДАУ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ ӘДІСІН ТАҢДАУ МЕН НЕГІЗДЕУ 319
Ілес Р.Т., Асембаева М.К., Нурмуханова А.З., Оспанова Ш.С., Куйкабаева А.А.
РЕЛЬСТЕРДІ ЖАСАУДЫ ТАЛДАУ ЖӘНЕ БАЗАДАҒЫ ӘР ТҮРЛІ КӨЛЕМДЕ МЕТАЛЛДАН ЖАСАЛҒАН БӨЛШЕКТЕРДІ МЕХАНИКАЛЫҚ ӨҢДЕУ 323
Оспанов Қ.Т., Оспанова С.
АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ГОРОДА АКТОБЕ 327
Муханова Н.З., Данлыбаева А.К., Нұрмұханова А.З.
ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРЫНДА БУ-ГАЗДЫ ЖӘНЕ ГАЗ ШЫҒЫРЛЫ ҚОНДЫРҒЫЛАРЫН ОРНАТУ .. 331
Наурызбаев А.Т., Байбатшаев М.Ш.
ҚАЛЫПТАУДЫҢ РОБОТОТЕХНИКАЛЫҚ КЕШЕНІНЕ АРНАЛҒАН АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЖЕРГІЛІКТІ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІ 334
Шоқанова А.Ш., Еділбаев Б.Т.
ЖОО-ДА ЭКОЛОГИЯЛЫҚ БІЛІМ БЕРУДЕГІ ҰЙЫМДАСТЫРУҒА КӨЗҚАРАС 339
Көшеров Т.С., Жумабекова Г.Е.
КРЕМНИЙДІҢ ТЕРМО КҮЙДІРУІ КЕЗІНДЕГІ КӨМІРҚЫШҚЫЛ ГАЗЫНЫҢ ШЫҒУ ГЕНЕРАЦИЯСЫ 344
Бердали М. Ә., Кадекенов Ж. К.
ҰҚСАТҚЫШ МАҚСАТТЫ ЖАҒДАЙДЫН ҚҰРАЛДАРЫН ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫПКІШІ ҒАРЫШТЫҚ АППАРАТТАРДЫҢ БОРТТЫҚ ОПТИКАЛЫҚ-ЭЛЕКТРОНДЫҚ ЖҮЙЕЛЕРІН СЫНАУҒА АРНАЛҒАН ҮЛГІЛЕУШІ СТЕНД 348
Оразбаев Б.Б., Оспанов Е.А, Оразбаева К.Н., Махатова В.Е., Таурбекова А.А.
БЕНЗОЛ ӨНДІРУ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ КЕШЕНІНІҢ ҚҰРЫЛЫМДАЛҒАН МОДЕЛІН ҚҰРУ 352
Жакипбаев Б.Е., Минайдаров С.А., Кулмаханова А.Ш., Кочеров Е.Н., Колесников А.С.
ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫНЫҢ БЕНТОНИТТІ САЗДАР НЕГІЗІНДЕ ЖЫЛУОҚШАУЛАҒЫШ КЕРАМИКАЛЫҚ ТҮЙІРШІКТЕРДІ АЛУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ 360
Досанов Н.Е.
ҚАЗАҚ ӘЛІПБИІН ЛАТЫН ӘРІПІНЕ КӨШІРУДЕГІ ЕСКЕРІЛЕТІН ТЕХНИКАЛЫҚ МӘСЕЛЕЛЕР 363
Украинец В.Н., Отарбаев Ж.О., Гирнис С.Р.
ҚУЫСТЫҢ БЕТІНДЕ ЖЫЛЖЫЙТЫҢ ПЕРИОДТЫ ЖҮКТЕМЕСІНЕН СЕРПІМДІ ЖАРТЫЛАЙ КЕҢІСТІКТІҢ РЕАКЦИЯСЫ 368
Куликов В.Ю., Адамова Г.Х., Абдильдина М.М.
РЕЗИНАЛЫҚ ҰНТАҚТЫҢ АСФАЛЬТ ЖОЛДАРЫНДА ҚОЛДАНЫЛУЫ МЕН ЭКОЛОГИЯЛЫҚ МАҢЫЗЫ 376
Әмірғалиев Е.Н., Шамиль-уулу Ш., Кеншимов Ч., Черикбаева Л.
МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУЛЫ БЕЙНЕТАНУДЫҢ КЕЙБІР САНДЫҚ НӘТИЖЕЛЕРІ 386
Әмірғалиев Е.Н., Қалижанова Ә.У., Козбакова А.Х. Шамиль-уулу Ш.
ЭВАКУАЦИЯЛАУ КЕЗІНДЕ ТИІМДІ АҒЫНДЫ ҮЛЕСТІРУДІҢ ПРОГРАММАЛЫҚ ҚАМТАМАСЫН ҚҰРУ 391
Әшірбаев Н.Қ., Мадияров Н.К., Полатбек А.М., Нұрмағанбетова Ж.А., Темірбеков Б.Ж.
ТІК ТӨРТБҰРЫШТЫ ДЕНЕНІҢ СЫРТҚЫ ЖИЕГІНІҢ БІРТЕКТІЕМЕСТІГІНІҢ ЕКІ ӨЛШЕМДІ ТОЛҚЫНДАРДЫҢ ТАРАЛУЫНА ӘСЕРІ 399
Бейсенбаев О.К., Ивахненко А.П., Туремуратов Р.С., Сейдулла Ш.С.
БУТИЛМЕТАКРИЛАТТЫҢ ЖӘНЕ ВИНИЛАЦЕТАТТЫҢ НЕГІЗІНДЕГІ ДЕПРЕССАТОРЛАРДЫ АЛУ ЖӘНЕ ҚҰМКӨЛ МЕКЕНІНДЕГІ МҰНАЙ МЕН ДИЗЕЛЬДІ ЖАНАРМАЙДЫҢ ТӨМЕН ТЕМПЕРАТУРАЛЫ СИПАТТАМАЛАРЫНА ЖӘНЕ ТҰТҚЫРЛЫ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ӘСЕР ЕТУІН ЗЕРТТЕУ 404
Акашев Б.Т., Жұмағұлов Т.Ж., Абжаев М.М., Сахитжанов М.Ш.
ТҰТҚЫРЛЫҒЫ ЖОҒАРЫ МҰНАЙ ҚАЛДЫҚТАРЫНАН ДАЙЫНДАЛҒАН ҚОСПАНЫ АРАЛАСТЫРУ ҚОНДЫРҒЫСЫН ЕСЕПТЕУ ЖОЛДАРЫ 411
Калимолдаев М.Н., Бияшев Р.Г., Нысанбаева С.Е., Бегимбаева Е.Е., Мағзом М.М.
ЕСЕПЕТЕУІШ ТЕХНИКАДАҒЫ ҚАЛДЫҚТАР КЛАССТАР ЖҮЙЕСІНІҢ ДАМУ ТАРИХЫ 416
Құрбанова Ж.А., Қатаев Н.С.
ЖАҢА АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРМЕН ОҚЫТУДЫҢ НЕГІЗГІ ҚАҒИДАЛАРЫ 419
Омаров Т.И., Тулегенова К.Б., Сакенова А.М., Туякбаева М.М., Сагынтаева Г.Н.
ТОПАСАЛЫ ТӨРТБУЫНДЫ МЕХАНИЗМНІҢ АНАЛИТИКАЛЫҚ КИНЕМАТИКА 423
Оспанова А., Дүйсенов Н.Ж., Өтенов Н.М., Тәжібаева Б.Т.
БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІНДЕ ПОЛИМЕРДІҢ САПАЛЫҚ КӨОСЕТКІШТЕРІН ЕСЕПКЕ АЛУ 427
Тюлепбердинова Г.А., Газиз Г.Г., Адилжанова С.А., Алтыбай А.
UML ТІЛІНДЕГІ КЛАСТАР ДИАГРАММАСЫНЫҢ ГРАФИКАЛЫҚ НОТАЦИЯ ЭЛЕМЕНТТЕРІ 431
Синчев Б.К., Оразбеков С.К., Филько И.Н., Калиаждаров Д.Р.
АҚПАРАТТЫ СҮЗУДІ ЖАҚСАРТУҒА НЕГІЗДЕЛГЕН МӘТІНДЕРДІ ЖІКТЕУ ӘДІСТЕРІ 435

Аканов Х.Г., Нурпеисова Р.А.
МАШИНАЛАР ҮЙКЕЛІСІННҢ ТОРАПТАРЫН МАЙЛАУДЫҢ КЕЙБІР ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ..... 440

Физика-математика ғылымдары

Ожикенов К.А., Михайлов П.Г., Айтимов М. Ж., Кушегенова Ж. К., Кагазбекова Л. С.
ФИЗИКАЛЫҚ ШАМАЛАРДЫҢ МИКРОЭЛЕКТРОНДЫ ДАТЧИКТЕРІНІҢ ФИЗИКО–МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕРІ..... 443
Алимхан К., Қалимолдаев М.Н., Тасболатұлы Н.
ЖОҒАРЫ РЕТТІ АНЫҚТАЛМАҒАН СЫЗЫҚТЫҚ ЕМЕС ЖҮЙЕЛЕРГЕ КЕҢ АУҚЫМДЫ ПРАКТИКАЛЫҚ БАҚЫЛАУ..... 447
Далабаева А. Т., Айтжан А. Б.
ҚҰМДАНУ ФАКТОРЫН ЕСЕПКЕ АЛА ОТЫРЫП ҰҢҒЫМА АЙМАҒЫНДАҒЫ СҰЙЫҚ АҒЫНЫНЫҢ ДИНАМИКАСЫН МОДЕЛЬДЕУ..... 452
Дүйсембеков Д. Д., Айтжан А. Б.
УРАНДЫ ЖЕРАСТЫ ҰҢҒЫМАЛЫҚ СІЛТІЛЕУ ҮРДІСІНІҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ ЖӘНЕ КОМПЬЮТЕРЛІК МОДЕЛЬДЕУ..... 459
Бекмолдаева А. М.
ИНФОРМАТИКАДАН ОҚУШЫЛАРДЫҢ ОҚУ ЖЕТІСТІКТЕРІН КРИТЕРИАЛДЫ БАҒАЛАУДЫҢ МОДЕЛІ..... 465
Қадырбаева Ж. М., Момынжанова Қ. Р.
ЖҮКТЕЛГЕН ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕҢДЕУЛЕР ҮШІН ЕКІ НҮКТЕЛІ ШЕТТІК ЕСЕПТІ БІР САНДЫҚ ШЕШУ ТУРАЛЫ..... 471
Әуелбеков Ө. Ә., Құлжабекова Б. С., Тоқтарова А. Б.
БОЛАШАҚ ДИЗАЙНЕРЛЕРДІҢ КӨРКЕМ-ШЫҒАРМАШЫЛЫҚ БЕЛСЕНДІЛІГІН ДАМЫТУ ҚҰРАЛЫ РЕТІНДЕГІ ҮШӨЛШЕМДІ КОМПЬЮТЕРЛІК ГРАФИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ..... 478
Луцак С. М.
НҮКТЕЛІК АБЕЛЬДІК ТОПТАР КЛАСТАРЫ ҮШІН КВАЗИКӨПБЕЙНЕ ТОРЛАРДЫҢ КҮРДЕЛІЛІГІ 482
Салихова Б. А., Қали Қ.Б., Куйкабаева А.А., Зульбухарова Э. М., Нурмуханова А.З.
ТҮЗУСЫЗЫҚТЫ ҚҰБЫРДЫҢ, АРМАТУРАНЫҢ СЫЙЫМДЫЛЫҒЫН ГЕОМЕТРИЯЛЫҚ ӘДІСПЕН АНЫҚТАУ..... 488
Қали Қ. Б., Салихова Б. А., Әбсадық А. С., Куйкабаева А. А., Зульбухарова Э. М., Нурмуханова А. З.
ДИОПТРИМЕТРЛЕРДІ СЕНІМДЕУ ЖӘНЕ БАПТАУ ҮШІН ҚОЛДАНЫЛАТЫН ТЕКСЕРУШІ ЛИНЗАЛАР..... 494
Мажренова Н.Р., Жүсіпбек Г.С.
КАБЕЛЬ ӨНІМДЕРІН ТӨСЕУ ЖӘНЕ ЖӨНДЕУ КЕЗІНДЕГІ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ҚАУІПСІЗДІКТІ АРТТЫРУ ЖОЛДАРЫ..... 500
Алексеева Л.А, Дадаева А.Н.
ДИНАМИКАСЫН МАТЕМАТИКАЛЫҚ ҮЛГІЛЕУ. ЖИЫМНЫҢ ЖАРЫҚТАР ПАЙДА БОЛҒАН КЕЗДЕ ТҰҚЫМДЫҚ..... 503
*Кусаинов А.С., Бейсеков А.К., Алибаева А.*Г.
ЯНГЛАНДАУ ПАРАЛЕЛЬ АЛГОРИТМІ ДЕРЕКТЕРІНЕН ҚАРАПАЙЫМ СПИНДІ ТОР КҮЙІНІҢ ТЫҒЫЗДЫҒЫН ТҰРҒЫЗУ..... 510
Батырбаева Г. А. Капарова Г.К.
МЕТРИКАЛЫҚ КЕҢІСТІКТЕГІ ТІЗБЕК ЖИНАҚТЫЛЫҒЫ..... 515
Тюлепердинова Г. А., Газиз Г. Г., Адилжанова С. А., Хакимова Т. Х.
UML ҚОСЫМШАЛАРЫН ТИІМДІ ҚОЛДАНУ БОЙЫНША ТАЛАПТАР ЖӘНЕ ҰСЫНЫСТАР СПЕЦИФИКАСЫ..... 518
Жекебатыр Н.Н., Канапиянов Г.Г., Ерғалиұлы Ғ., Сарсенов А.М.
ЭЛЕКТРОМАГНИТТІК ӨРІС ӘСЕРІНЕН КВАЗИНАНОҚҰРЫЛЫМДЫ ЕРІТІНДІЛЕРДІҢ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТІНІҢ ӨЗГЕРІСІ..... 521
Дробышев А.С., Шарипбаева А.К., Шинбаева А.К.
ТАМАҚ ӨНІМДЕРІНІҢ САЛҚЫНДАТУЫ МЕН МҰЗДАТУЫ..... 525
Орынбасар А. А., Мусаев Р. А.
БЛОКТЫҚ МОДЕЛЬДЕУ ҚАЗБА ҚОРЫНЫҢ ӘДІСІН ГЕОЛОГИЯЛЫҚ БЛОКТАР ӘДІСІМЕН КЕН ОРЫНДАРЫНЫҢ ҮЛГІСІНДЕ ГИДРОГЕННОГО ӨНЕРКӘСІПТІК-ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ САЛЫСТЫРУ..... 530
Қасқатаева Б. Р.
БОЛАШАҚ МАТЕМАТИКА МҰҒАЛІМДЕРІН ОҚЫТУДЫҢ ІС-ӘРЕКЕТТІК ӘДІСІ ТУРАЛЫ..... 536
Жұбаниязов Е.Ш., Хачикян В.С., Құттыбаева А. Е.
ҰЯЛЫ БАЙЛАНЫС ЖҮЙЕЛЕРІМЕН ТУРА КӨРІНІСТЕГІ РРЖ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ БІР АЙМАҚТА БІРУАҚЫТТА ЖҰМЫС ЖАСАУ МҮМКІНДІГІН ТАЛДАУ..... 540

Хохлов С.А., Агишев А.Т.
ЫСТЫҚ ЖҰЛДЫЗДАРДЫҢ ТИІМДІ ТЕМПЕРАТУРАСЫН КАЛИБРЛЕУ..... 544
Амиргалиева Ж.Е., Арсланов М.З.
ШЕКТЕУЛЕРІ ЖОҚ ЕКІ ҰЯЛЫ КВАДРАТТЫҚ БАҒДАРЛАМАЛАУ ЕСЕБІН ШЕШУГЕ АРНАЛҒАН АЙНЫМАЛЫ АЙМАҚТАРДАН ІЗДЕУ ӘДІСІ…….. 547

Химия-металлургия ғылымдары

Ким А.С., Акбердин А.А., Исагулов А.З., Султангазиев Р.Б.
БОРҚҰРАМДЫ МАРКАЛЫ БОЛАТТАРДЫ БАЛҚЫТУ ЖӘНЕ ДАЙЫН ҚҰЙМАЛАРДЫҢ САПАСЫН БАҒАЛАУ..... 553
Шуханова Ж.К., Шегенова Г.Қ., Амантаева Д.Б., Охапова К.Т., Ибрагимова З.А. , Аринова Д.
ТЕХНИКАЛЫҚ РЕЗИНАЛАРДЫ ЖЕЛІМДЕУ АГЕНТІ РЕТІНДЕ ПАЙДАЛАНУМЕН МҰНАЙ ӨНДІРІСІНІҢ ҚАЛДЫҚТАРЫН ЖОЮ МҮМКІНДІКТЕРІ..... 558
Кишибаев К.К., Аскарова А.Б., Ефремов С.А., Кабулов А.Т., Токпаев Р.Р., Атчабарова А.А., Нечипуренко С.В., Наурызбаев М.К.
ФУРФУРОЛ НЕГІЗІНДЕГІ АКТИВТЕНДІРІЛГЕН КӨМІРДІ АЛУ ЖӘНЕ ОНЫҢ ҚАСИЕТТЕРІ..... 561
Жұмабек А. Ж.
КЕН ОРНЫН ИГЕРУ ПРОЦЕСІ КЕЗІНДЕ МҰНАЙДЫҢ ФИЗИКАЛЫҚ-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНІҢ ӨЗГЕРУІ..... 569
Ракишев Б. Р., Динмухаметова Н. С
ҚАЗАҚСТАННЫҢ ПОЛИМЕТАЛДЫ ЖӘНЕ БАЙЛАНЫСТЫ АСЫЛ МЕТАЛЛ КЕН ӨНДІРІСНІҢ ҚОРЫН ӨСІРУ..... 574
Назарбек У.Б., Бестереков У., Тасыбаева Ш.Б., Райымбеков Е.Б.
ФОСФОРЛЫҚ ШЛАМДЫ ҚЫШҚЫЛДЫҚ ЫДЫРАТУ ҮРДІСІНІҢ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ ТАЛДАУЫ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ..... 579
Мейрбек Ж.М., Бейсенов Б.С.
ЭГУ-СИСТЕМА ДЛЯ ОБРУШЕНИЯ ЗАВИСШИХ СЫПУЧИХМАТЕРИАЛОВ В БУНКЕРАХ И ДРУГИХ ЕМКОСТЯХ…….. 587
Досмұхамедов Н.Қ., Жолдасбай Е.Е., Нұрлан Г.Б., Ахмеджанов Ж.С., Тоқтарова А.Е.
Cu_2O-Fe_2O_3-SiO_2-CaO ЖҮЙЕСІНІҢ ТҰТҚЫРЛЫҒЫН ЗЕРТТЕУ..... 591
Досмұхамедов Н. Қ., Жолдасбай Е. Е., Нұрлан Г. Б., Тұрсан Ж.Ұ., Байтемір М. М.
МЫС КОНЦЕНТРАТТАРЫН БАЙ ШТЕЙНГЕ АВТОГЕНДІ БАЛҚЫТУ БАЛАНСЫН ЕСЕПТЕУ ЖӘНЕ ШЛАКПЕН МЫС ЖОҒАЛЫМЫН БАҒАЛАУ 596
Жакипбаев Б.Е., Кулмаханова А.Ш., Мамыр Е.Е., Әлжанова А.Ж., Колесников А.С., Кочеров Е.Н.
ПОРТЛАНДЦЕМЕНТТЕРДІ АЛУҒА ҚУАТТЫ САҚТАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖАСАУ ҮШІН КЛИНКЕРТҮЗУШІ ПРОЦЕССТЕРІНІҢ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ..... 603

СОДЕРЖАНИЕ

Науки о Земле

Нурсултанова С.Г., Муканов Д.Б.
ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЮЖНО-МАНГЫШЛАКСКОГО БАССЕЙНА…… 3
Шахизат А.С., Бекмухамедов И.
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭРОКОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ…….. 8
Жолмагамбетова С.Ж., Молдабаева Г.Ж.
МЕТОДЫ ОГРАНИЧЕНИЯ ВОДОПРИТОКОВ И ГИДРОФОБИЗАЦИЯ ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЫ ПЛАСТА…….. 11
Ибраев А.Т.
ДВУМЕРНЫЕ ВЕКТОРЫ, ДВОЙНЫЕ И КОМПЛЕКСНЫЕ ЧИСЛА……. 14
Нурсултанова С. Г., Сатыбалдинов Ж. М.
ПОСТРОЕНИЕ ВАРИОГРАММЫ XXI ОБЪЕКТА ПАРСУМУРУНСКОГО КУПОЛА МЕСТОРОЖДЕНИЯ УЗЕНЬ……. 18
Тлеуберлина О.Б.
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ КАЗАХСТАНА И ПУТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ 21
Сатбаева Г.С.
ПРИРОДООХРАННАЯ РОЛЬ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ 25
Оразбаев А.Е., Умбетбеков А.Т., Таныбаева А.К., Муканова Г.А., Воронова Н.В., Танабекова Г.Б.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СПОСОБНОСТИ САМООЧИСТКИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА МЕСТОРОЖДЕНИИ ТЕНГИЗ..... 29
Молдагазыева Ж.Ы.
ОБРАЗОВАНИЕ И НАКОПЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОТХОДОВ В МАНГИСТАУСКОЙ ОБЛАСТИ…… 32
Усубалиева С. Дж.
ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ В КАЗАХСТАНЕ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ВНЕДРЕНИЯ..... 35
Нурсейтова А.К., Мухтарова М.Н., С.Д. Ермағанбетова, Д.Асан
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ В СИСТЕМЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ……. 38

Технические науки

Жантекин Р.Е., Салыкова О.С.
СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ…… 42
Балгаев Н.Е., Джангабаев С.У.
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АККУМУЛИРОВАНИЯ ЭНЕРГИИ…… 48
Маханова З.А., Нургаликызы Ұ., Ботаева С.Б., Бекжигитова А.
ОБУЧЕНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ СРЕДСТВ..... 53
Құндызбай Д.К., Куйкабаева А.А., Зульбухарова Э.М., Нурмуханова А.З., Данлыбаева А.К.
ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА 57
Заурбек А., Ахметов Б.С., Сейлова Н.А., Джурунтаев Д.З.
СОЗДАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ СХЕМЫ РЕГИСТРА СДВИГА С ОБРАТНЫМИ СВЯЗЯМИ НА ПЛИС FPGA XILINX С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ САПР VIVODO 2016.2…….. 63
Джаманбаев М.А., Абитаева Р.Ш., Касымов А.
ОЦЕНКА БЛАГОПРИЯТНОГО ДИАПАЗОНА СКОРОСТИ ВЕТРОВОГО ПОТОКА ДЛЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПЛЯСКИ ПРОВОДОВ 72
Абдиахметова З.М., Мухамбетжанов С.Т.
РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ В МАТЛАБЕ 76
Сарыбаева К.Е., Шардарбек М.Ш., Сарыбаева Э.Е., Маханбеталиева К.Т.
РАЦИОНАЛЬНЫЙ ВЫБОР СЫРЬЯ ПРИ ВЯЗАНИИ ДВУХСЛОЙНОГО ТРИКОТАЖА..... 81
Абдылдаев Э.К., Миркасимова Т.Ш.
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ЧИСЛЕННОМ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ГЕОМЕХАНИКИ…. 85
Телешева А.Б., Чумаков Е.В., Бақытбек А.
НЕРАВНОМЕРНОСТЬ СКОРОСТЕЙ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ПРИ ПРОКАТКЕ…….. 90
Ибраев А.Т., Куттыбаева А.Е., Сагындык А., Чернецов В.И., Чернецов М.В., Михайлов П.Г.
ИНВАРИАНТНОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ В ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ С ПАРАМЕТРИЧЕСКИМИ ДАТЧИКАМИ……. 95

Юров В.М., Платонова Е.С., Юдакова В.А.
ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ…… 99
Дегтярева А.С., Тундыбаева Э.К., Джаныспаева Т.А., Иманкулова С.Ж.
ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРВИЧНЫХ ФАЗ В СПЛАВАХ ЭВТЕКТИЧЕСКОГО ТИПА…… 103
Поветкин В.В., Хандожко А.В., Букаева А.З., Нурымов Е.К.
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОГНЕСТРУЙНОГО РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД……. 109
Әдиат К.С., Бейсенов Б.С.
УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ ДЛЯ ТИХОХОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН……... 115
Абилбек Ж.Б., Бейсенов Б.С
УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИМ. ОБСЛУЖИВАНИЕМ И РЕМОНТОМ ОБОРУДОВАНИЯ При ПРОИЗВОДСТВе МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ……. 120
Рысбекова А.М.,. Хусан Б.
АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ВЗОРВАННОЙ ГОРНОЙ МАССЫ……... 126
Тургазинов И.К., Енсепбаев Т.А., Муканов А.
ОБЗОР ПРИМЕНЕНИЯ АЗОТА В КАЧЕСТВЕ МЕТОДА УВЕЛИЧЕНИЯ НЕФТЕОДАЧИ…… 132
Кадекенов Ж.К., Бердали М.Ә.
МАЛЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ…….. 138
Акашев Б.Т., Жұмағұлов Т.Ж., Салединов Э.Р., Нұрлыбеков А.Н.
ТЕХНОЛОГИЯ ПОВЫШЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ДОБЫЧИ НЕФТИ ПОСЛЕ ОБВОДНЕНИЯ ПЛАСТА..... 143
Алипбай Г. Н., Бижанов А. К.
ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ 3D FDM-ПРИНТЕРОВ..... 147
Алменов Т.М., Бектур Б.К., Жанакова Р.К., Сағынаев А.Т., Матаев А.Қ.
РАЗРАБОТКА НОВЫХ СОСТАВОВ ТАМПОНАЖНОЙ СМЕСИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПЕРЕГОННОГО ТОННЕЛЯ АЛМАТИНСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА……... 153
Черикбаева Л.Ш.
КЛАССИФИКАЦИЯ И КЛАСТЕРНЫЕ МЕТОДЫ..... 158
Айтжанова Т.К., Аубакирова Б.М., Жамбакина З.М., Наширалиев Ж.Т., Жолдыбаева А.Р.
СИНТЕЗ СИЛИКАТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ЯЧЕИСТОЙ СТРУКТУРЫ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ НЕФТЕБИТУМИНОЗНЫМИ ПОРОДАМИ И ОТХОДАМИ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ……. 161
Укубасова Г.С.
МЕТОДЫ РАСШИРЕНИЯ ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ С ПОМОЩЬЮ ОПТОВОЛОКОННЫХ МОДЕМОВ И КАБЕЛЕЙ…… 164
Абсадык А.С., Исаканова Ж.Е., Кундызбай Д.К., Куйкабаева А.А., Зульбухарова Э.М.
ТЕХНИЧЕСКИЕ И МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕДИЦИНСКИХ ПРИБОРОВ И РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОВЕРКИ ОБОРУДОВАНИЯ..... 170
Абдылдаев Э.К., Айтуганова Ж.Т.
ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ АНИЗОТРОПНОГО МАССИВА ВОКРУГ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК…….. 179
Надиров К.С., Сакыбаев Б.А., Шерембетов М.Н., Амантаева Д.Б., Шуханова Ж.К., Шегенова Г.К., Аринова Д.
ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ ТРЕХСЛОЙНОГО ПОКРЫТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ МАСЛОЖИРОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ДЛЯ ЗАЩИТЫ НЕФТЕПРОВОДОВ ОТ КОРРОЗИИ……. 183
Оразакова Ш.Б., Кенесбаев С.М.
МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ИНФОРМАТИКИ..... 188
Темирбекова Ж.Е., Алимбаева Б.Е.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ATMELAVR МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ.. 192
Арипбаева А.Е., Мырхалыков Ж.У., Степанов С.Г.
ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ДОСТОВЕРНОСТИ ЗАВИСИМОСТИ ДЛЯ РАСЧЕТА РАЗРЫВНОГО ВНУТРЕННЕГО ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ В ПОЖАРНЫХ НАПОРНЫХ РУКАВАХ……. 196
Мухтарова М.Н., Ермаганбетова С.Д., Нурсейтова А.К., Набиева Т., Бисембаева К.
РАСЧЕТ ОТОПЛЕНИЯ ЖИЛОЙ КОМНАТЫ…… 200
Макешева К.К., Каныбек М.
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ АППАРАТНОЙ ЧАСТИ ЭЛЕКТРОННОГО СТЕТОСКОПА…… 203
Макешева К.К., Алтай Е.А., Каныбекова Р.Ш.
КОМПЬЮТЕРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМОЙ PLANTVITAL …….. 206

Мажен А.Н., Айтжан А. Б.
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ УРАНА С УЧЕТОМ КОЛЬМАТАЦИИ РУД…… 210
Боранкулова А.С.
ПРИМЕНЕНИЕ ПШЕНИЧНЫХ ХЛОПЬЕВ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КИСЛОМОЛОЧНОГО НАПИТКА…….. 216
Джаманбаев М.А., Абитаева Р.Ш., Зерипбаев М.М.
АНАЛИЗ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПЛЯСКИ ПРОВОДОВ 219
Жусин Б.Т., Гуляренко А.А., Хан В.А., Витвицкий Ф.В.
АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН…….. 223
Ботаева С.Б., Маханова З.А., Умарова Ж.Р., Тилес Т.Б.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАТФОРМЫ CMU SPHINX4 ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ КАЗАХСКОЙ РЕЧИ….. 226
Хакимова Т.Х., Адилжанова С.А., Тюлепбердинова Г.А., Газиз Г.Г.
О РОЛИ БЕСПРОВОДНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИ В ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ…….... 230
Курманалиев М.Б., Елемесов К.К., Бортебаев С.А.
ТРЕНИЕ И ИЗНАШИВАНИЕ МЕТАЛЛОВ И СПОСОБ ИХ УСТРАНЕНИЯ..... 234
Бектас О.Т., Құттыбаева А.Е
ИССЛЕДОВАНИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАДИОДАЛЬНОМЕРА…….. 238
Карабалиев Е.Н., Макулов К.К.
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РАБОТЫ РЕСУРСОВ ГОСУДАРСТВЕННОГО УП-РАВЛЕНИЯ..... 243
Нұрқасым О. А., Алиұлы А. А., Байсеитов Д.М., Беляев Е. К.
ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСЕРГЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ГЕЛИОКОЛЛЕКТОРНЫХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ КЛИМАТА КАЗАХСТАНА…….. 246
Жанабаев З.Ж., Гревцева Т.Ю., Кожагулов Е.Т., Жексебай Д.М.
МОДЕЛЬ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ С САМООРГАНИЗУЮЩИМИСЯ ЭЛЕМЕНТАМИ ……. 255
Косболов С. Б., Жауыт А.
ИССЛЕДОВАНИЕ УПРУГОСТИ ЗВЕНЬЕВ КАЧАЮЩЕГОСЯ УСТРОЙСТВО…….. 261
Азамбаев С. Б., Жумадилов К.Ш.
ОЦЕНКА ФОНОВЫХ ДОЗ ПО ЗУБНОЙ ЭМАЛИ ЖИТЕЛЕЙ КАЗАХСТАНА ЭПР МЕТОДОМ…… 266
Дайнеко Е.А., Ипалакова М.Т., Бродягина М.А., Юнникова М.В., Болатов Ж.Ж.
РАЗРАБОТКА И ТЕСТИРОВАНИЕ ИНТЕРФЕЙСА ВИРТУАЛЬНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ 273
Қуандықов А.А., Чажабаева М.М.
ПОВЫШЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ШАРОШЕЧНОГО ДОЛОТА……... 278
Мажит Ж.Б., Умбетбеков А.Т., Оразбаев А.Е., Танабекова Г.Б., Рысмагамбетова А.А.
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ БОЛОНСКОГО ПРОЦЕССА В КАЗАХСТАНСКОЙ СИСТЕМЕ ОБРАЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ РЕФОРМ……. 281
Косболов С. Б., Жауыт А.
ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ И НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ ЙКАЧАЮЩЕГОСЯ УСТРОИСТВА..... 287
Оразбаев А.Е., Омархан А.Г., Муканова Г.А., Ердесбай А.Н., Танабекова Г.Б.
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЭКОКУЛЬТУРЫ (НА ПРИМЕРЕ КАЗНУ ИМ. АЛЬ-ФАРАБИ)..... 293
Умбетбеков А.Т., Тұрсынбек А.Н., Оразбаев А.Е., Таныбаева А.К., Сатарбаева А.С.
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В ТУРИЗМЕ КАЗАХСТАНА…….. 295
Сакыбаев Б.А., Надиров К.С., Садырбаева А.С., Шерембетов М.Н., Туребекова А.М., Айкенова С.Ж., Байботаева С.Е.
ВЫБОР НАПОЛНИТЕЛЕЙ ЭПОКСИДНО-ГОССИПОЛОВЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПОКРЫТИЙ ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ РЕЗЕРВУАРОВ…….. 299
Мурзахметова У.А., Шокобаева Г.Т., Алимжанова А.М., Талгарбаева А.К.
ВЛИЯНИЕ МЕЛКОЗЕРНИСТОЙ СТРУКТУРЫ И СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ СПЛАВА МАРКИ ВТ6 НА ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОТЕКАНИЯ ПРОЦЕССОВ ИХ ОКИСЛЕНИЯ…….. 304
Канапиянов Г.Г., Бекмухамбетова Д.Б., Жекебатыр Н.Н., Ергалийулы Г.
ЭФФЕКТЫ СТАРЕНИЯ И МОРФОЛОГИЯ ПОРИСТЫХ СТЕКОЛ, СОДЕРЖАЩИХ ВНЕДРЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ..... 308

Телешева А.Б., Чумаков Е.В., Бақытбек А.
ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ОХЛАЖДЕНИЯ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СПЛАВА АД31 ПРИ ЛИТЬЕ…….. 312
Оспанов Ф.Н.
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЕМКОСТЕЙ ПОД ВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ САПР СМ. ИСПР. …….. 315
Дарибаева Н.Г., Андасбаева А., Байдельдина О.Ж., Б.М. Нуранбаева
ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДОБЫЧИ, СБОРА И ПОДГОТОВКИ ПАРАФИНИСТЫХ НЕФТЕЙ…….. 319
Ілес Р.Т., Асембаева М.К., Нурмуханова А.З., Оспанова Ш.С., Куйкабаева А.А
АНАЛИЗ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РЕЛЬСОВ И МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ ИЗ МЕТАЛЛА РАЗЛИЧНЫХ РАЗМЕРОВ НА БАЗЕ РЕЛЬСОСВАРОЧНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ..... 323
Оспанов К.Т., Оспанова С.
АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ГОРОДА АКТОБЕ 327
Муханова Н.З., Данлыбаева А.К., Нурмуханова А.З.
ПАРОГАЗОВЫе И ГАЗОТУРБИННЫе УСТАНОВКи НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЯХ ……..….. 331
Наурызбаев А.Т., Байбатшаев М.Ш.
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ЛОКАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ШТАМПОВКИ……. 334
Шоқанова А.Ш., Едилбаев Б.Т.
ПОДХОДЫ К ОРГАНИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ВУЗЕ……. 339
Кошеров Т.С., Жумабекова Г.Е.
ГЕНЕРАЦИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ КИСЛОРОДА В КРЕМНИИ ПРИ ТЕРМООТЖИГЕ..... 344
Бердали М.Ә., Кадекенов Ж. К.
МОДЕЛИРУЮЩИЙ СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ БОРТОВЫХ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ ИМИТАЦИИ ФОНОЦЕЛЕВОЙ ОБСТАНОВКИ…… 348
Оразбаев Б.Б., Оспанов Е.А., Оразбаева К.Н., Махатова В.Е.
РАЗРАБОТКА СТРУКТУРИРОВАННОЙ МОДЕЛИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ПРОИЗВОДСТВА БЕНЗОЛА …….. 352
Жакипбаев Б.Е., Минайдаров С.А., Кулмаханова А.Ш., Кочеров Е.Н., Колесников А.С.
ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ КЕРАМОГРАНУЛЯТОВ НА ОСНОВЕ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН ЮЖНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ…….. 360
Досанов Н.Е.
ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ, КОТОРЫЕ НЕОБХОДИМО УЧЕСТЬ ПРИ ПЕРЕХОДЕ КАЗАХСКОГО ЯЗЫКА НА ЛАТИНСКИЙ АЛФАВИТ…… 363
Украинец В.Н., Отарбаев Ж.О., Гирнис С.Р.
РЕАКЦИЯ УПРУГОГО ПОЛУПРОСТРАНСТВА НА ДВИЖУЩУЮСЯ ПО ПОВЕРХНОСТИ ПОЛОСТИ ПЕРИОДИЧЕСКУЮ НАГРУЗКУ…… 368
Куликов В. Ю., Адамова Г.Х., Абдильдина М.М.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗИНОВОЙ КРОШКИ НА АСФАЛЬТИРОВАННЫХ ДОРОГАХ И ЕЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ..... 376
Амиргалиев Е.Н., Шамиль-уулу Ш., Кеншимов Ч., Черикбаева Л.
О НЕКОТОРЫХ ЧИСЛЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ РАСПОЗНАВАНИЯ С МАШИННЫМ ОБУЧЕНИЕМ 386
Амиргалиев Е.Н., Калижанова А.У., Козбакова А.Х., Шамиль-уулу Ш.
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОГО ПОТОКОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИ ЭВАКУАЦИИ……. 391
Аширбаев Н.К., Мадияров Н.К., Полатбек А.М., Нурмаганбетова Ж.А., Темирбеков Б.Ж.
ВЛИЯНИЕ НЕОДНОРОДНОСТИ КОНТУРА ПОЛОСЫ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ ДВУМЕРНЫХ ВОЛН…… 399
Бейсенбаев О.К., Ивахненко А.П., Туремуратов Р.С., Сейдулла Ш.С.
ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДЕПРЕССАТОРА НА ОСНОВЕ БУТИЛМЕТАКРИЛАТА И ВИНИЛАЦЕТАТА НА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ВЯЗКОСТНЫЕ СВОЙСТВА НЕФТИ И ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ КУМКОЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ…….. 404
Акашев Б.Т., Жұмағұлов Т.Ж., Абжаев М.М., Сахитжанов М.Ш.,
ПУТИ РАСЧЕТА СМЕШИВАЮЩЕГОСЯ ОБОРУДОВАНИЯ СМЕСИ ИЗ ОСТАТКОВ ВЫСОКОВЯЗКОЙ НЕФТИ..... 411
Калимолдаев М.Н., Бияшев Р.Г., Нысанбаева С.Е., Бегимбаева Е.Е., Мағзом М.М.
ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ОСТАТОЧНЫХ КЛАССОВ В КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКЕ……. 416
Калимолдаев М.Н., Бияшев Р.Г., Нысанбаева С.Е., Бегимбаева Е.Е., Мағзом М.М.
ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ НОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ……... 419

Омаров Т.И., Тулегенова К.Б., Сакенова А.М., Туякбаева М.М., Сагынтаева Г.Н.
АНАЛИТИЧЕСКАЯ КИНЕМАТИКА ШАРНИРНОГО ЧЕТЫРЁХЗВЕННИКА…… 423
Оспанова А., Дуйсенов Н.Ж., Утенов Н.М., Тажибаева Б.Т.
УЧЕТ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЛИМЕРОВ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ…….. 427
Тюлепбердинова Г.А., Газиз Г.Г., Адилжанова С.А., Алтыбай А
ГРАФИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ СОСТАВЛЯЮЩИХ КЛАССОВ ДИАГРАММЫ UML…… 431
Синчев Б.К., Оразбеков С.К., Филько И.Н., Калиаждаров Д.Р.
МЕТОДЫ КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕКСТА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ФИЛЬТРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ….. 435
Аканов Х.Г., Нурпеисова Р.А.
НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ СМАЗЫВАНИЯ УЗЛОВ ТРЕНИЯ МАШИН…….. 440

Физико-математические науки

Ожикенов К.А., Михайлов П.Г., Айтимов М.Ж., Кушегенова Ж.К., Кагазбекова Л.С.
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ МИКРОЭЛЕКТРОННЫХ ДАТЧИКОВ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН…… 443
Алимхан К., Калимолдаев М.Н., Тасболатулы Н.
ГЛОБАЛЬНОЕ ПРАКТИЧЕСКОЕ СЛЕЖЕНИЕ ДЛЯ НЕОПРЕДЕЛЕННЫХ НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ 447
Далабаева А.Т., Айтжан А. Б.
МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ В ПРИСКВАЖИННОЙ ЗОНЕ С УЧЕТОМ ФАКТОРА ПЕСКОВАНИЯ…….. 452
Дуйсембеков Д. Д., Айтжан А. Б.
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОДЗЕМНОГО СКВАЖИННОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ УРАНА…….. 459
Бекмолдаева А. М.
МОДЕЛЬ КРИТЕРИАЛЬНОГО ОЦЕНИВАНИЯ УЧЕБНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ УЧАЩИХСЯ ПО ИНФОРМАТИКЕ..... 465
Кадирбаева Ж. М., Момынжанова К. Р.
ОБ ОДНОМ ЧИСЛЕННОМ РЕШЕНИИ ДВУХТОЧЕЧНОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ НАГРУЖЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ…….. 471
Әуелбеков Ө. Ә., Құлжабекова Б. С., Тоқтарова А. Б.
ТРЕХМЕРНОЕ КОМПЬЮТЕРНОЕ ГРАФИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ ХУДОЖЕСТВЕННО-ТВОРЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ БУДУЩИХ ДИЗАЙНЕРОВ..... 478
Луцак С.М.
СЛОЖНОСТЬ РЕШЕТОК КВАЗИМНОГООБРАЗИЙ ДЛЯ КЛАССОВ ТОЧЕЧНЫХ АБЕЛЕВЫХ ГРУПП……. 482
Кали К. Б., Салихова Б. А., Куйкабаева А. А., Зульбухарова Э.М., Нурмуханова А.З.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕМКОСТИ ПРЯМОЛИНЕЙНЫХ ТРУБ И АРМАТУР ГЕОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ…….. 488
Кали К. Б., Салихова Б.А., Абсадык А.С., Куйкабаева А.А., Зульбухарова Э.М., Нурмуханова А.З.
КОНТРОЛЬНЫЕ ЛИНЗЫ ДЛЯ НАСТРОЙКИ И ПОВЕРКИ ДИОПТРИМЕТРА..... 494
Мажренова Н.Р., Жүсіпбек Г.С.
ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОКЛАДКИ И МОНТАЖА КАБЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ……. 500
Алексеева Л.А., Дадаева А.Н.
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПОРОДНОГО МАССИВА ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ ТРЕЩИНЫ……. 503
Кусаинов А.С., Бейсеков А.К., Алибаева А.Г.
ПОСТРОЕНИЕ ПЛОТНОСТИ СОСТОЯНИЙ ПРОСТЫХ СПИНОВЫХ РЕШЕТОК ИЗ ДАННЫХ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО АЛГОРИТМА ЯНГА-ЛАНДАУ…… 510
Батырбаева Г. А. Капарова Г.К.
СХОДИМОСТЬ ЦЕПНОГО МЕТРИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА……. 515
Тюлепбердинова Г.А., Газиз Г.Г., Адилжанова С.А., Хакимова Т.Х.
СПЕЦИФИКА ТРЕБОВАНИЙ И РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ UML ПРИЛОЖЕНИЙ …….. 518
Жекебатыр Н.Н., Канапиянов Г. Г., Ергалийулы Ғ., Сарсенов А. М.
ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КВАЗИНАНОСТРУКТРИРОВАННЫХ РАСТВОРОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ…… 521
Дробышев А.С., Шарипбаева А.К., Шинбаева А.К.
ОХЛАЖДЕНИЕ И ЗАМОРАЖИВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ……. 525

Орынбасар А. А., Мусаев Р. А.
СОПОСТАВЛЕНИЕ МЕТОДИКИ БЛОЧНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ С ПОДСЧЕТОМ ЗАПАСОВ МЕТОДОМ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ БЛОКОВ НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГИДРОГЕННОГО ПРОМЫШЛЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ТИПА..... 530
Қасқатаева Б. Р.
МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ БУДУЩИХ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ МАТЕМАТИКИ…… 536
Жұбаниязов Е.Ш., Хачикян В.С., Куттыбаева А.Е.
АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ОДНОВРЕМЕННОЙ РАБОТЫ В ОДНОЙ ОБЛАСТИ ПРОСТРАНСТВА СИСТЕМ СОТОВОЙ ПОДВИЖНОЙ СВЯЗИ И РРЛ ПРЯМОЙ ВИДИМОСТИ…… 540
Хохлов С.А., Агишев А.Т.
КАЛИБРОВКА ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ГОРЯЧИХ ЗВЕЗД……. 544
Амиргалиева Ж.Е., Арсланов М.З.
ПОИСК С ЧЕРЕДУЮЩИМИСЯ ОКРЕСТНОСТЯМИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ДВУДОЛЬНОГО КВАДРАТИЧНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ БЕЗ ОГРАНИЧЕНИЙ…….. 547

Химико-металлургические науки

Ким А.С., Акбердин А.А., Исагулов А.З., Султангазиев Р.Б.
ВЫПЛАВКА БОРСОДЕРЖАЩИХ МАРОК СТАЛИ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЛИТЫХ ЗАГОТОВОК 553
Шуханова Ж.К., Шегенова Г.Қ. , Амантаева Д.Б. , Охапова К.Т., Ибрагимова З.А. , Аринова Д.
ВОЗМОЖНОСТИ УТИЛИЗАЦИИ СЕРЫ ОТХОДА НЕФТЕДОБЫЧИ ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ ВУЛКАНИЗУЮЩЕГО АГЕНТА В ТЕХНИЧЕСКИХ РЕЗИНАХ..... 558
Кишибаев К.К., Аскарова А.Б., Ефремов С.А., Кабулов А.Т., Токпаев Р.Р., Атчабарова А.А., Нечипуренко С.В., Наурызбаев М.К.
ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ НА ОСНОВЕ ФУРФУРОЛА…… 561
Жумабек А. Ж.
ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НЕФТИ В ПРОЦЕССЕРАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ…….. 569
Ракишев Б.Р., Динмухаметова Н.С.
РЕЗЕРВЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА СОПУТСТВУЮЩИХ ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ РУД КАЗАХСТАНА……... 574
Назарбек У.Б., Бестереков У., Тасыбаева Ш.Б., Райымбеков Е.Б
ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА КИСЛОТНОГО РАЗЛОЖЕНИЯ ФОСФОРНОГО ШЛАМА……. 579
Мейрбек Ж. М., Бейсенов Б. С.
ЭГУ-СИСТЕМА ДЛЯ ОБРУШЕНИЯ ЗАВИСШИХ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ В БУНКЕРАХ И ДРУГИХ ЕМКОСТЯХ…… 587
Досмухамедов Н.К., Жолдасбай Е.Е., Нурлан Г.Б., Ахмеджанов Ж.С., Токтарова А.Е.
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЯЗКОСТИ СИСТЕМЫ Cu_2O-Fe_2O_3-SiO_2-CaO……. 591
Досмухамедов Н.К., Жолдасбай Е.Е., Нурлан Г.Б., Турсан Ж.У., Байтемир М.М.
РАСЧЕТ БАЛАНСОВ АВТОГЕННОЙ ПЛАВКИ МЕДНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ НА БОГАТЫЙ ШТЕЙН И ОЦЕНКА ПОТЕРЬ МЕДИ СО ШЛАКОМ…….. 596
Жакипбаев Б.Е., Кулмаханова А.Ш., Мамыр Е.Е., Альжанова А.Ж., Колесников А.С., Кочеров Е.Н.
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ КЛИНКЕРООБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТОВ… 603

CONTENTS

Earth sciences

Nursultanova S.G., Mukanov D.B.
GEODYNAMIC EVALUATION OF SOUTHERN MANGYSHLAK BASIN……. 3
Shakhizat A., Bekmukhamedov I.
THE GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS ARE IN THE TASKS OF PROGNOSTICATION OF TERMS OF AEROSPACE SURVEY…….. 8
Zholmagambetova S.Zh., Moldabaeyva G. Zh.
METHODS TO REDUCE WATER AND WATER-REPELLENCY OF BOTTOMHOLE FORMATION ZONE..... 11
Ibrayev A.T.
TWO-DIMENSIONAL VECTOR, A DOUBLE AND COMPLEX NUMBERS……... 14
Nursultanova S.G., Satybaldinov Zh. M.
VARIOGRAM CALCULATION OF XXI OBJECT OF PARSUMURUN REGION ON UZEN OIL FIELD…. 18
Tleuberlina O. B.
CURRENT STATE OF SOILS IN KAZAKHSTAN AND WAYS FORMATION OF ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY……. 21
Satbayev G. S.
ENVIRONMENTAL ROLE OF PROTECTED AREAS..... 25
Orazbayev A.E., Umbetbekov A.T., Tanybaeva A.K., Mukanova G.A., Voronova N.V., Tanabekova G.B.
DETERMINE THE ABILITY OF SELF-CLEANING AIR TENGIZ…… 29
Moldagazieva Zh.I.
THE FORMATION AND ACCUMULATION OF INDUSTRIAL WASTE IN MANGYSTAU REGION……. 32
Ussubalieva S.D.
AN ESTIMATION OF POTENTIAL OF THE USE OF ALTERNATIVE SOURCES IS IN KAZAKHSTAN AND POSSIBILITY OF THEIR INTRODUCTION..... 35
Mukhtarova M. N., Ermaganbetova S. D., Nurseitova A. K., Asan D.
ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEM FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT…….. 38

Technical sciences

Zhantekin R., Salykova O.
MACHINE VISION SYSTEM FOR MOBILE ROBOTS ……... 42
Balgaev N.E., Dzhangabaev S.U.
COMPARATIVE ANALYSIS OF ENERGY ACCUMULATION……. 48
Mahkanova Z.A., Nurgalikizi U., Botayeva S.B., Bekjigitova A.
LEARNING USING MULTIMEDIA TOOLS..... 53
Kundyzbay D.K., Kuykabaeva A.A., Zulbuharova E.M., Nurmuhanova A.Z., Danlybaeva A.K.
REZULTS BRICK TEST CERAMICS TO MAKE……. 57
Zaurbek A., Akhmetov B.S., Seilova N.A., Dzhuruntayev D.Z.
CREATION AND MODELING OF FEEDBACK SHIFT REGISTER TO FPGA XILINX WITH THE USE OF VIVODO 2016.2…….. 63
Dzhamanbaev M.A., AbitaevaR.Sh., Kasymov A.
EVALUATION OF FAVOURABLE SPEED RANGE OF WIND FLOW, THE EXCITINGDANCING WIRES 72
Abdiakhmetova Z.M., Mukhambetzhanov S.T.
SOLUTION OF A PROBLEM SIGNAL PROCESSING IN MATLAB……. 76
Sarybaeva K.E., Shardarbek M.Sh., Sarybaeva E.E. Mahanbetalieva K.T.
RATIONAL CHOICE OF RAW MATERIAL IN KNITTING DOUBLE-LAYER JERSEY……. 81
Abdyldaev E.K., Mirkasimova T.S.
COMPUTER MODELING IN THE NUMERICAL SOLUTION OF PROBLEMS OF GEOMECHANICS…… 85
Telesheva A.B., Chumakov E.V., Bakyitbek A.
UNEVENNESS OF SPEEDS OF DEFORMATION WHEN ROLLING…… 90
Ibrayev A.T., Kuttybaeva A.E.,Sagyndyk A., Chernecov V.I., Chernecov M.V., Mihailov P.G.
INVARIANT TRANSFORMATION IN INFORMATION-MEASURING SYSTEMS WITH PARAMETRIC SENSORS…….. 95
Yurov V.M., Platonova E.S., Yudakova V.A.
IMPROVING OPERATIONAL PERFORMANCE OF STEEL PRODUCTS…… 99
Degtyareva A.S., Tundybaeva E.K., Dzhanysbayeva T.A., Imankulova S.Zh.
SPATIAL DISTRIBUTION OF THE PRIMARY PHASES IN EUTECTIC ALLOYS…….. 103

Povetkin V.V., Khandozhko A.V., Bukayeva A.Z., Nurymov Y.K.
THEORETICAL BASICS OF FLAME-JET ROCK DESTRUCTION…… 109
Adiat K.S., Beisenov B.S.
UNIVERSAL PNEUMATIC MODULE FOR LOW-SPEED PRODUCTION MACHINES……. 115
Abelbeck J.B., Beisenov B. S.
CONTROL MAINTENANCE AND REPAIR OF EQUIPMENT FOR THE PRODUCTION OF STEEL…… 120
Rysbekova A.M., Xusan B.
ANALYTICAL DEFINITION OF PARTICLE SIZE DISTRIBUTION OF THE BLOWN-UP MOUNTAIN WEIGHT…… 126
Turgazinov I.K., Ensepbayev T.A., Mukanov A.
A COMPREHENSIVE REVIEW OF NITROGEN INJECTION AND ITS APPLICATION AS IMPROVED OIL RECOVERY METHOD..... 132
Kadekenov Zh. K., Berdali M. A.
SMALL SPACECRAFTS……. 138
Akashev B.T., Zhumagulod T.G., Saledinov E.R., Nurlybekov A.N.
THE TECHNOLOGY INCREASED EFFICIENCY OF OIL PRODUCTION,AFTER THE AQUIFER…….. 143
Alipbai G. N., Bijanov A. K.
REVIEW OF MODERN 3D FD- PRINTER…… 147
Almenov T., B.Bektur, R.Zhanakova, A.Sagynaev, A.Mataev
DEVELOPMENT OF NEW FORMULATIONS OF CEMENT MIXTURES DURING THE CONSTRUCTION OF THE TUNNEL ALMATY METRO…… 153
Cherykbaeva L. Sh.
CLASSIFICATION AND CLUSTER METHODS…….. 158
Aitzhanova T.K., Aubakirova B.M., Zhambakina Z.M., Nashiraliyev Zh.T., Zholdybayeva A.R.
SYNTHESIS OF SILICATE MATERIALS CELLULAR STRUCTURE MODIFIED OIL-BITUMINOUS ROCKS AND WASTE THEIR PROCESSING…… 161
Ukubassova G.S.
EXPANSION OF LOCAL AREA NETWORK USING FIBER OPTIC CABLES……. 164
Absadyk A.S., Isakanova Zh.E., Kundyzbay D.K., Kuykabaeva A.A., Zul'bukharova E.M.
TECHNICAL AND METROLOGICAL CHARACTERISTICS OF MEDICAL INSTRUMENTS AND EQUIPMENT TEST RESULTS…… 170
Abdyldaev E.K., Aituganova Zh.T.
ASSESSMENT OF STRESS STATE OF ANISOTROPIC MASSIF AROUND MINE WORKINGS..... 179
Nadirov K.S., Sakibaev B.A., Sherembetov M.N., Amantayeva D.B., Shuhanova Zh.K., Shegenova G.K., Arinova D.
THE PROSPECTS OF CREATING A THREE-LAYER COATING WITH THE USE OF WASTE OIL INDUSTRY FOR CORROSION PROTECTION OF PIPELINES…….. 183
Orazakova Sh.B., Kenesbaev S.M.
METHOD OF STUDY DATABASE IN THE SCHOOL COURSE OF COMPUTER SCIENCE……. 188
Temirbekova Zh.E., Alimbayeva B.K.
USING ATMEL AVR MICROCONTROLLERS FOR SAFETY-PERFORMANCE COMPUTING…… 192
Aripbayeva A.E., Myrkhalykov Zh.U., Stepanov S.G.
CONFIRMATION THE RELIABILITY OF DEPENDENCE FOR THE CALCULATION OF BURST HYDRAULIC PRESSURE IN FIRE PRESSURE HOSES…….. 196
Mukhtarova M. N., Ermaganbetova S. D., Nurseitova A. K., Nabyeva T., Bisembaeva K.
CALCULATION OF HEATING OF THE LIVING ROOM…… 200
Makesheva K.K., Muhamedali K.
COMPARATIVE ANALYSIS MICROCONTROLLERS TO REALIZATION OF HARDWARE ELECTRONIC STETHOSCOPE..... 203
Makesheva K.K., Altai E.A., Kanybekova R.Sh., Koishybayev D.N., Kasymbekova K.B., Kyzdarbekova A.S., Dutbaeva D.
КОМПЬЮТЕРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМОЙ PLANTVITAL …… 206
Mazhen A. N., Aytzhan A. B.
MATHEMATICAL MODEL OF PERFECTION OF HYDRODYNAMIC REGIME OF IN-SITU LEACHING OF USEFUL COMPONENT IN VIEW OF COLMATATION ORES…… 210
Borankulova A.S.
THE USE OF WHEAT FLAKES FOR PREPARATION FERMENTED MILK DRINK..... 216
Dzhamanbaev M.A., Abitaeva R.Sh., Zeripbaev M.M.
DURATION DANCING WIRES…….. 219
Zhusin B.T., Gulyarenko A.A., Khan V.A., Vitvitsky F.V.
ASPECTS OF THE MORE EFFICIENT USE OF AGRICULTURAL MACHINERY…….. 223

Botayeva S.B., Makhanova Z.A., Umarova Zh.R., Tíles T.B.
USING THE CMU SPHINX4 PLATFORM FOR RECOGNITION OF KAZAKH SPEECH…… 226
Tulepberdinova G., Adilzhanova S., Khakimova T., Gaziz G.G.
ON THE ROLE OF WIRELESS TECHNOLOGIES IN EDUCATION INFORMATION TECHNOLOGY FOR UNIVERSITY STUDENTS…….. 230
Kurmanaliev M.B., Elemesov K.K., Bortebayev S.A
FRICTION AND OUTWEARING OF METALS AND METHOD ITS ELIMINATION…….. 234
Bektas O.T., Kuttybayeva A.E.
RESEARCH AND DRAWING UP SPECIFICATIONS RADIO RANGEFINDER..... 238
Karabaliyev Y. N., Makylov K.K.
THE STUDY OF EXPERT SYSTEMS FOR IMPROVING THE WORK OF GOVERNMENT RESOURCES 243
Nurkassym O. A., Aliuly A. A., Baiseitov D.M., Belyaev E. K.
IMPLEMENTATION OF EXERGY ANALYSIS OF VARIOUS KINDS OF SOLAR COLLECTOR SYSTEMS FOR THE CLIMATE OF KAZAKHSTAN…….. 246
Zhanabaev Z.Zh., Grevtseva T.Yu., Kozhagulov Y.T., Zhexebay D.M.
ARTIFICIAL NEURAL NETWORK MODELS WITH SELF-ORGANIZING ELEMENTS…… 255
Kosbolov S. B., Zhauyt A.
INVESTIGATION OF THE ELASTIC LINKS VIBRATING EQUIPMENT…… 261
Azambaev S.B., Zhumadilov K.SH.
EPR METHODS ESTIMATION OF BACKGROUND DOSES IN TEETH ENAMEL OF KAZAKHSTAN RESIDENTS……. 266
Daineko Y.A., Ipalakova M.T., Brodyagina M.V., Yunnikova M.A., Bolatov Zh. Zh.
DEVELOPMENT AND TESTING OF THE USER INTERFACE OF THE VIRTUAL PHYSICAL LABORATORY…… 273
Kuandikov A., Chazhabayeva M.
RAISING ROLLER CONE BIT EFFICIENCY..... 278
Mazhit J.B., Umbetbekov A.T., Orazbayev A.E., Tanabekova G.B., Rysmagambetova A.A.
THE CURRENT STATE OF DEVELOPMENT AND COMPARATIVE ANALYSIS OF THE PARAMETERS OF THE BOLOGNA PROCESS IN THE KAZAKHSTAN EDUCATION SYSTEM CHANGES IN THE CONDITIONS OF THE REFORMATION..... 281
Kosbolov S. B., Zhauyt A.
STUDY OF THE MOVEMENT AND STRESS-STRAIN STATE OF THE VIBRATING EQUIPMENT…... 287
Orazbayev A.E., Omarkhan A.G., Mukanova G.A., Erdesbay A.N., Tanabekova G.B.
THE CURRENT STATE OF ECOLOGICAL CULTURE (FOR EXAMPLE, AL-FARABI KAZAKH NATIONAL UNIVERSITY)……. 293
Umbetbekov A.T., Tursynbek A.N., Orazbayev A.E., Tanybaeva A.K., Satarbayeva A.S.
EFFICIENCY OF APPLYING RENEWABLE SOURCES OF ENERGY IN THE TOURIST INDUSTRY OF KAZAKHSTAN…… 295
Sakybaev B.A., Nadirov K.S., Sadyrbaeva A.S., Sherembetov M.N., Turebekova A.M., Baibotayeva S.E., Aykenova S.Jh.
SELECTION OF EXCIPIENTS GOSSIPOL EPOXY COMPOSITIONS TO IMPROVE DURABILITY AND PROTECTIVE PROPERTIES OF THE INNER SURFACE OF TANKS COATINGS…….. 299
Murzakhmetova U.A., Shokobayeva G. T., Alimzhanova A. M, Talgarbayeva A. K.
INFLUENCE OF FINE-GRAINED STRUCTURE AND CONDITION OF BLANKETS OF ALLOY OF THE BT6 BRAND ON REGULARITIES OF COURSE OF PROCESSES OF THEIR OXIDATION..... 304
Kanapiyanov G.G., Bekmuhambetov D.B., Zhekebatyr N.N., Ergaliyuly G.
THE EFFECTS OF AGING AND THE MORPHOLOGY OF THE POROUS GLASSES CONTAINING EMBEDDED MATERIALS..... 308
Telesheva A.B., Chumakov E.V., Bakyitbek A.
INFLUENCE OF THE MODES OF COOLING ON MECHANICAL PROPERTIESAD31 ALLOY WHEN CASTING…….. 312
Ospanov. F.N.
DESIGN AND MANUFACTURE OF HIGH PRESSURE TANKS, WITH THE USE OF CAX…….. 315
Daribaeva N. G., Andasbayeva A., Nuranbaeva B. M., Baidildina O. J.
SELECTION AND JUSTIFICATION OF THE METHOD OF INCREASING THE EFFICIENCY OF PRODUCTION, COLLECTION AND PREPARATION OF PARAFFINIC OILS…… 319
Iles R.T., Asembaeva M.K., Nurmukhanova A.Z., Ospanova Sh.S., Kuykabaeva A.A
THE ANALYSIS OF THE MANUFACTURE OF RAILS AND MACHINING PARTS FROM METAL OF VARIOUS SIZES ON THE BASIS OF…… 323
Ospanov K.T., Ospanova S.
ANALYSIS OF THE CURRENT STATE OF WASTEWATER TREATMENT OF THE CITY OF AKTOBE 327

Mukhanova N.Z., Danlybaeva A.K., Nurmuhanova A.Z.
INSTALLATION ON ELECTRICAL STATIONS COMBINED CYCLE GAS TURBINE AND GAS TURBINE UNITS…… 331
Nauryzbaev A.T., Baybatshaev M.Sh.
AUTOMATED LOCAL CONTROL SYSTEM FOR ROBOTIC SYSTEM OF STAMPING…… 334
Shokanova A.Sh., Yedilbayev B.T.
THE APPROACHES TO THE ORGANIZATION OF ECOLOGICAL EDUCATION IN UNIVERSITY……... 339
Kosher T.S., Zhumabekova G.E.
GENERATION OF OXYGEN EVOLUTION IN SILICON THERMAL ANNEALING……... 344
Kadekenov Zh. K., Berdali M. A.
THE MODELLING STAND FOR TESTS OF SMALL SPACECRAFTSONBOARD OPTICAL-ELECTRONIC SYSTEMS WITH THE USE OF A TARGET ENVIROMENT IMITATION MEANS…… 348
Orazbayev B.B., Ospanov Y.A., Orazbayeva K.N., Mahatova V.E.
THE DEVELOPMENT OF A STRUCTURED MODEL OF THE TECHNOLOGICAL COMPLEX OF BENZENE PRODUCTION…….. 352
Zhakipbayev B.Ye., Minaidarov S.A., Kulmakhanova A.Sh., Kocherov Ye.N., Kolesnikov A.S.
TECHNOLOGY OF OBTAINING HEAT-INSULATING CERAMIC GRANULATES ON THE BASIS OF BENTONITE CLAYS OF SOUTH KAZAKHSTAN REGION…….. 360
Dosanov N.
TECHNICAL PROBLEMS NEED TO BE CONSIDERED UPON TRANSITION OF THE KAZAKH LANGUAGE TO THE LATIN ALPHABET……... 363
Ukrainets V.N., Otarbayev Zh.O., Girnis S.R.
ELASTIC SEMISPACE REACTION ON PERIODIC LOAD MOVING OVER INNER SURFACE OF CAVITY…… 368
Kulikov V., Adamova G., Abdildina M.
THE USE OF RUBBER CRUMBS ON ASPHALT ROADS AND ITS ECOLOGICAL VALUE..... 376
Amirgaliyev Ye.N., Shamil-uulu Sh., Kenshimov Ch., Cherikbaeva L.
SOME NUMERICAL RESULTS OF THE RECOGNITION MACHINE LEARNING……. 386
Amirgaliyev Ye.N., Kalizhanova A.U., Kozbakova A.Kh. Шамиль-уулу Ш.
SOFTWARE DEVELOPMENT FOR OPTIMAL FLOW DISTRIBUTION IN THE EVACUATION …… 391
Ashirbayev N.K., Madiyarov N.K., Polatbek A.M., Nurmaganbetova Zh.A.,Temirbekov B.Zh.
INFLUENCE OF HETEROGENEITY CIRCUIT STRIP FOR DISTRIBUTION OF TWO-DIMENSIONAL WAVES…… 399
Beysenbayev O.K., Ivakhnenko A.I., Turemuratov R.S., Seidulla Sh.
OBTAINMENT AND RESEARCH OF THE INFLUENCE OF THE DEPRESSOR ON THE BASE OF BUTYLMETHACRYLATE AND VINYL ACETATE ON LOW-TEMPERATURE CHARACTERISTICS AND VISCOUS PROPERTIES OF OIL AND DIESEL FUELS OF KUMKOL OILFIELD……. 404
Akashev B.T., Zhumagulod T.G., Abzhaev M.M., Sahitzhanov M.Sh.
THE WAYS OF DETERMINING HOW THE MIXTURE PRODUCED FROM THE WASTE OIL WITH HIGH VISCOSITY…… 411
Kalimoldayev M.K., Byashev R.G., Nyssanbayeva S.E., Magzom M.M.
THE HISTORY OF THE DEVELOPMENT OF RESIDUE NUMBER SYSTEM IN COMPUTER TECHNOLOGY..... 416
Kalimoldayev M.K., Byashev R.G., Nyssanbayeva S.E., Magzom M.M.
BASIC PRINCIPLES OF NEW INFORMATION TECHNOLOGY TRAINING…….. 419
Omarov T.I., Tulegenova K.B., Sakenova A.M.,Tuyakbaeva M.M.,Sagyntaeva G.N.
ANALYTICAL KINEMATICS OF THE HINGE FOUR-ELEMENT MECHANISM …….. 423
Ospanova A., Duisenov N.Zh., Utenov N.M., Tazhibaeva B.T.
ACCOUNTING FOR THE QUALITY OF POLYMERS IN CONTROL SYSTEMS…… 427
Tulepberdinova G., Adilzhanova S., Gaziz G.G.,Alybay.A.
UML CLASS DIAGRAM GRAPHIC NOTATION IN ELEMENTS ……. 431
Sinchev B.K., Orazbekov S.K., Filko I.N., Kaliazhdarov D.R.
TEXTS CLASSIFICATION TO IMPROVE INFORMATION FILTERING…….. 435
Akanov H., Nurpeissova R.
SOME FEATURES OF LUBRICATION OF MACHINES FRICTION NODES……... 440

Ozhikenov K.A., Mikhailov P.G., Aitimov M.Zh., Kushegenova Zh.K., Kagazbekova L.S.
PHYSICAL AND MATHEMATICAL MODELS OF MICROELECTRONIC SENSORS OF PHYSICAL QUANTITIES..... 443
Alimhan K., Kalimoldayev M.N., Tasbolatuly N.
GLOBAL PRACTICAL TRACKING FOR HIGH-ORDER UNCERTAIN NONLINEAR SYSTEMS……... 447
Dalabayeva A. T., Aytzhan A. B.
MODELING THE DYNAMICS OF FLUID FLOW IN THE NEAR-WELLBORE AREA WITH REGARD TO THE SANDING FACTOR…… 452
Duisembekov D. D., Aitzhan A. B.
MATHEMATICAL AND COMPUTER MODELING IN SITU URANIUM MINING PROCESS……. 459
Bekmoldayeva A. M.
MODEL CRITERIA-BASED ASSESSMENT OF EDUCATIONAL ACHIEVEMENTS OF STUDENTS IN INFORMATICS..... 465
Kadirbayeva Zh. M., Momynzhanova K. R.
ON ONE NUMERICAL SOLVING OF A TWO-POINT BOUNDARY-VALUE PROBLEM FOR LOADED DIFFERENTIAL EQUATIONS..... 471
Auelbekov O. A., Kulzhabekova B.S., Toktarova A.B.
THREE-DIMENSIONAL COMPUTER GRAPHICS MODELING AS MEANS OF DEVELOPMENT OF ARTISTIC AND CREATIVE ACTIVITY FUTURE DESIGNERS……... 478
Lutsak S. M.
THE COMPLEXITY OF QUASIVARIETY LATTICES FOR THE CLASSES OF POINTED ABELIAN GROUPS……... 482
Kal K.B. y, Salikhova B.A., Kuykabaeva A.A., Zulbuharova E.M., Nurmukhanova A.Z.
DETERMINING THE CAPACITY OF STRAIGHT PIPES AND FITTINGS GEOMETRICAL METHOD….. 488
Kaly K.B., Salikhova B.A., Absadyk A.S., Kuykabaeva A.A., Zulbuharova E.M., Nurmukhanova A.Z.
TEST LENSES FOR CALIBRATION AND SETUP LENSMETERS……... 494
Mazhrenova N.R., Jussipbek G.S.
WAYS TO IMPROVE THE ENVIRONMENTAL SAFETY OF LAYING TECHNOLOGIES AND INSTALLATION OF CABLES..... 500
AlexeyevaL.A ,Dadaeva A.N.
MATHEMATICAL MODEL OPERATION OF DYNAMICS THE PEDIGREE MASSIF AT EMERGENCE OF THE CRACK……. 503
Kussainov A.S., Beisekov A. K., Alibayeva A.G.
BUILDING THE DENSITY OF STATES FROM THE WANG-LANDAU PARALLEL ALGORITHM FOR THE SIMPLE SPIN GRID SYSTEMS…… 510
Batyrbayeva G.A., Kaparova G.K.
CONVERGENCE OF A CHAIN METRIC SPACE…… 515
Tulepberdinova G., Adilzhanova S., Gaziz G.G.,Khakimova T.
THE SPECIFICS OF THE REQUIREMENTS FOR THE EFFECTIVE USE OF UML APPLICATIONS AND RECOMMENDATIONS……. 518
Zhekebatyr N.N., Kanapiyanov G.G., Ergaliyuly G., SarsenovA.M.
CHANGING THE PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF QUASI NANOSTRUCTURED SOLUTIONS WHEN EXPOSED TO ELECTROMAGNETIC FIELDS……... 521
Drobyshev A.S., Sharipbayeva A.K., Shinbayeva A.K.
REFRIGERATION AND FREEZING OF FOOD PRODUCTS..... 525
Orynbassar A. A., Mussayev R. A.
COMPARISON OF METHODS BLOCK MODELING RESERVES CALCULATION METHODS OF GEOLOGICAL BLOCKS ON THE EXAMPLE OF DEPOSITS HYDROGENIC INDUSTRIAL PROCESS TYPE…… 530
Kaskatayeva B.R.
МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ БУДУЩИХ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ МАТЕМАТИКИ TEACHING METHODOLOGY FOR THE FUTURE MATHEMATICIANS…… 536
Zhubaniyazov Y. S., Hachikyan V. S., Kuttybaeva A. E.
ANALYSIS OF THE POSSIBILITY OF SIMULTANEOUS OPERATION IN ONE REGION OF SPACE CELLULAR MOBILE COMMUNICATIONS SYSTEMS AND DIRECT RRL LINE…… 540
Khokhlov S.A., Agishev A.T.
CALIBRATION OF THE EFFECTIVE TEMPERATURE FOR HOT STARS..... 544
Amirgaliyeva Z.E., Arslanov M.Z.
VARIABLE NEIGHBORHOOD SEARCH FOR SOLVING BIPARTITE UNCONSTRAINED QUADRATIC PROGRAMMING PROBLEM…… 547

Chemical and metallurgical sciences

Kim A.S., Akberdin A.A., Isagulov A.Z., Sultangaziyev R.B.
SMELTING BORON-CONTAINING STEELS AND CAST BILLETS QUALITY ASSESSMENT..... 553
Shuhanova Zh.K., Shegenova G.K., Amantaeva D.B., Ohapova K.T., Ibragimova Z.A., Arinova D.
THE POSSIBILITY OF DISPOSAL OF SULPHUR WASTE OIL BY USING AS THE CURING AGENT IN TECHNICAL RUBBERS……. 558
Kishibayev K.K., Askarova A.B., Efremov S.A., Kabulov A.T., Tokpayev R.R., Atchabarova A.A., Nechipurenko S.V., Nauryzbayev M.K.
OBTAINING ACTIVE CARBON BASED ON FURFURAL AND HIS PROPERTIES…….. 561
Zhumabek A. Zh.
CHANGES IN PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF OIL IN THE PROCESS OF FIELD DEVELOPMENT..... 569
Rakishev B. R., Dinmuhametova N. S
ALLOWANCES OF INCREASE IN PRODUCTION OF THE ACCOMPANYING PRECIOUS METALS OF THEIR POLYMETALLIC ORES OF KAZAKHSTAN..... 574
Nazarbek U.B., Besterekov U., Tasybaeva Sh.B., Raiymbekov Y.B.
FUNDAMENTALS OF TECHNOLOGY AND THE THERMODYNAMIC ANALYSIS OF THE ACID DIGESTION OF PHOSPHORIC SLUDGE……. 579
Meyrbek J. M., Beisenov B. S.
THE EGO-SYSTEM TO COLLAPSE SAUCHIHALL HUNG IN THE BUNKERS AND OTHER TANKS….. 587
Dosmukhamedov N.K., Zholdasbay E.E., Nurlan G.B., Ahmedzhanov Zh.S., Toktarova A.E.
STUDY OF VISCOSITY OF Cu2O-Fe2O3-SiO2-CaO…….. 591
Dosmukhamedov N.K., Zholdasbay E.E., Nurlan G.B., Tursan Zh.U., Baitemir M.M.
ESTIMATED BALANCE OF AUTOGENOUS SMELTING OF COPPER CONCENTRATES ON THE RICH STEIN AND EVALUATION COPPER LOSSES WITH SLAG…… 596
Zhakipbayev B.Ye., Kulmakhanova A.Sh., Mamyr Ye.Ye., Alzhanova A.Zh., Kolesnikov A.S., Kocherov Ye.N.
THERMODYNAMIC MODELING CLINKER PROCESSES FOR THE DEVELOPMENT OF ENERGY-SAVING TECHNOLOGY FOR PORTLAND CEMENT…….. 603

Редакторы:
Н.Ф. Федосенко
Верстка на компьютере:
Л. Касжанова

Подписано в печать 20.03.2017 г.
Формат 60x84 $^{1}/_{8}$. Усл. п.л 40,0.
Тираж 500 экз. Заказ № 179.

Адрес редакции:
ул. Сатпаева, 22, КазНИТУ каб. 502, тел. 292-63-46
Департамент по связям с общественностью КазНИТУ
Казахского национального исследовательского технического университета имени К.И. Сатпаева