ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ҚазҰТУ ХАБАРШЫСЫ

ВЕСТНИК КазНТУ

№2 (90)

АЛМАТЫ 2013 МАРТ

Главный редактор
Ж.М. Адилов –
академик Международной инженерной академии и НИА РК,
доктор экономических наук, профессор

Зам. главного редактора
Е.И. Кульдеев –
проректор по научной работе и инновациям

Отв. секретарь
Н.Ф. Федосенко

Редакционная коллегия:

Б.С. Ахметов, И.М. Азимов, И.Н. Дюсембаев, С.Е. Кудайбергенов, С.Е. Кумеков, Н.С. Сеитов, Д.К. Сулеев – акад. НАН РК, Г.Ж. Жолтаев, В.А. Луганов, С.С. Набойченко – чл.-корр. РАН, Б.Р. Ракишев – акад. НАН РК, Г.Н. Нысанбай, С.С. Нуркееа, Д.Ж. Сыздыков, А.Т. Турдалиев, М.Р. Тюреходжаев, В.Н. Шайхутдинов – акад. НАН РК, Д.Н. Шукаев.

Учредитель:

Казахский национальный 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. 904, тел. 292-63-46
n. fedossenko @ ntu. kz

© КазНТУ им. К.И. Сатпаева, 2013

S.B. Satybaldiyev

STRUCTURAL EVOLUTION OF KARATAU RIDGE

Three deformational phases (D1, D2, D3), which occurred from the Late Carboniferous to early Mesozoic and played an important role in the geological structure of Karatau (Fig 4.2). The first event (D1) occurred during Late Carboniferous which produced shortening along Northeast-Southwest direction and as result numerous folds and thrust formed (Fig 4.2a). The folds amplitude are vary from tens of meters and up to 50- 80 km. Folds are generally inclined and overturned with an axial plane dipping to the southwest with angle of 60-80 (Alexeiev D., et al. 2008). Minor thrusts and reversed faults are mainly register on the limbs of the folds and they have northeast sense of movement. Larger thrusts are quite uncommon and it is occurred only at Akuyuk area.

1. Structural evolution of Karatau ridge

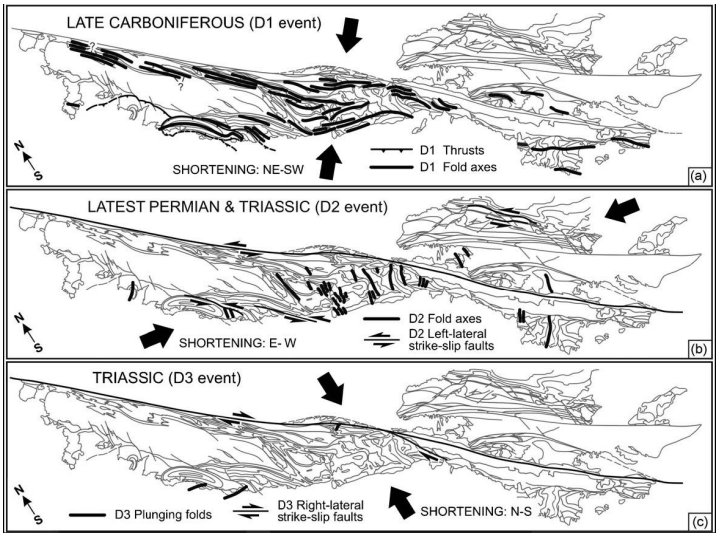


Fig 4.2. Distribution of characteristic structures and shortening during the D1, D2 and D3 events (V. Alexeiev et al, 2008)

The D2 event, which happened between Late Carboniferous and Jurassic, produces series of northwest striking, left lateral, strike-slip faults and North-to-South trending folds (Alexeiev D., et al. 2008). This deformation have caused by shortening in east-west direction (Fig 4.2b). Also an important role in the structure of Karatau plays the main Karatau fault, which is formed as part of the D2 event. It is a left shift that has been developing since the early Proterozoic till present. This fault divides Bolshekaratauskuyu and Kokzhotskuyu structure-formation zone, affecting the structure and distribution of facies, their thickness and the nature of fold formations. Left shift of the northwest striking faults are shown by slickenside lineation. D2 folds are mainly open; angles are varying from 90 to 120. Folds with low angles are rare. Folds axes are mostly trend to North-Northeast, but at some places it been deformed by strike- slip faults. Overlay of D2 folds on D1 produce development of dome and basin model. Traverse of anticlines produce development of dome structures, traverse of synclines generates basin structure and traverse of syncline with anticline creates saddle structure.

The age of D3 event is constrained as Triassic period (Fig 4.2c). This event characterised by North-South shortening which produce a Northwest striking, strike slip faults, with dextral sense of motion. Also, as part of the D3, assemblage was creation plunging, east-west trending folds (V. Alexeiev, 2008). The Main

Karatau Fault is also important part of D3 structure. This fault is prolongation of Talas-Ferghana strike slip fault, displacement in total is about 180 km. The separation of the Main Karatau fault is unidentified, but taking into account the large displacement of Talas- Fergana Fault, it could be tens of kilometres. Small faults have dextral sense of motion, displacement about 2-3 km and they are mainly reactivated from D2 event. D3 folds are mainly D1 and D2 deformed folds with characteristic curvatures of D1. D1 synclines were deformed into z- shaped folds, with axes trending in east-west direction, by east-west constriction and dextral motion (V. Alexeiev, 2008).

Integrated gravel data and seismic surveys allow to describe the underlying structure Karatau level surface Moho (37-50 km), basalt (17-23 km) and the granite-metamorphic (1-14 km) layers. Given the behaviour of the constructed maps of their boundaries (topography and the power of basalt, granite, and metamorphic volcanogenic-sedimentary layers, the lower density surface maps complex, deep faults, intrusive bodies, tectonic zoning) (Zonenshayn P., et al. 1990).

The greatest information on the surface of Moho is contained in the materials on the volume study of the structure of the cortex by spatial seismic soundings. As a result, these studies established the following basic features of deep structure of the district. Moho surface is characterized by high irregularity and significant differences of hypsometric level (from -37 to -50 km) (Ryazantsev A. 2005). Uplift before the Mesozoic grounds consistent with the immersion of Moho and increase the thickness of consolidated crust. Depression before the Mesozoic foundation blocks meet reduced thickness of the crust. Within Karatau power crust varies from 42 km to the northwest and 50 km to the south-east. Syrdarya depression is lifting Moho surface and thickness increased up to 38 km in crust. That same power crust Chu basin. There is a significant decrease in the velocity of seismic waves in a lower part of Karatau Earth's crust , which is related to substance untightening the bottom of the crust and upper mantle. In general, the surface of M. Karatau can be described as inherent deflection of two directions: northwest and close to latitudinal. The first meets the south-western slope Karatau. It traces a distance of over 400 km, the width varies from 25 to 50 km. The second deflection, close to latitudinal direction is of about 350 km and the width of 35 to 50 km. It intersects with the northwestern region of deflection in the Central Karatau (Ryazantsev A. 2005). Tectonic structures of southeast frame Malyi and South-East Karatau correspond to a large depression in the surface of Malyi Karatau. The most complex form of the surface topography with sharp fluctuations in the level indicated in the tectonic structures of M. Karatau and its south-eastern setting. In Karatau Moho surface is a badly fragmented and allocated in separate stages, separated by deep faults. In depressions, the surface is more stable. The amplitude of the basalt layer surface(Conrad) is not greater than 6 km (hypsometric marks ranging from -17 to -23 km).

In structurally Malyi Karatau zone represents the ancient sedimentary terrace on the ground which later formed terrigenous deflection. In this area sediments from the Upper Riphean to Middle Ordovician come up to the surface. The thickness of the sedimentary, metamorphic and granite-basalt layers correspond as 0,8: 1,0: 1,5.

Granitic-metamorphic layer of Karatau is heterogeneous and belongs to two types: in south-western part of the area occurred destruction of ancient continental crust, followed by the time of building newly continental crust, and in the northeast, it has evolved through the oceanic, transitional and continental stage. To the south-west of the Main Karatau, Chiili-Suzak, Malokaroyskiy and Karoyskiy deep faults developed granite-metamorphic layer, which is formed in the Early - Middle Proterozoic and endures in time to numerous changes and metamorphism. At northeast of these faults, granite-metamorphic layer is formed in the orogenic stage of development Caledonian geosynclines.

List of reference:

1) *Alexeiev D., Harry E. Cook, Vasilyi M. Batyshkin, Lyudmila Y. Golub.*, 2008. Structural evolution of the Ural-Tian Shan junction: A view from Karatau ridge, South Kazakhstan. [online],pp 2-3. Available from: http://www.science-direct.com/

2) *Litvinova T.*, 2004. Accessory Minerals in Phosphorites of the Lesser Karatau as an Indicator of Provenance Composition. [online], pp 2-6. Available from: www.springerlink.com

3) *Ivshin K, Bulyga V, Gridin M.* 1993. Stratigraphy and faunal expolanation of sedimentary-volcanic age of Lower Cambrian bed in north-eastern Central Kazakhstan // Problems of Geology and metallogeny of Central Kazakhstan. M.: Nauka, pp. 33-38 [Russian].

4) *Ryazantsev A.* 2005, Structural zoning of Lower Palaeozoic complexes in Boschekulskoy island system in the north-eastern Central Kazakhstan // Essays on regional tectonics.. M.: Nauka,. pp. 5-39 [Russian].

5) *Avdeev V, Azbel, A, Borukaeva R*. 1992. A critical marker of Late Precambrian of North Kazakhstan and Kyrgyzstan // *Precambrian to Phanerozoic folded areas. SPb.: Nauka,*. pp. 119-129.[Russian]

6) *Avdeev V, Khalilov, A, Selivestrov V* .1995. New data on Geochronology of metamorphic and magmatic formations of Southern Kazakhstan // Geology and exploration of the subsoil of Kazakhstan. Number 4. pp. 2-6.[Russian]

7) *Alperovich V, Vinogradov A, Popov. L* 2002. Lower Paleozoic Stratigraphy of Central Buruntauskogo anticlinorium / / *Status, prospects and challenges of Kazakhstan stratigraphy: proceedings of international meetings,* pp. 28-30. [Russian]

8) *Borissenok I, Gerasimova A, Zaitsev Y.A.* New data on stratigraphy of Lower Palaeozoic Erementau-Niyazskogo anticlinorium. 1985. *Geology of early geosynclyne complexes of Central Kazakhstan*. pp. 10-53.[Russian]

9) *Geology of the USSR. T. 20: Central Kazakhstan. Book. 1.* 1972: Geological description. M.: Nedra, pp.532 [Russian]

10) *Degtyarev E, Ryazantsev* V.2005. Cambrian arc-continent collision and Palaeozoic geodynamics of Kazakhstan: *Problems of tectonics of Central Asia*. .: GEOS,. pp. 61-126.

11) *Zonenshayn P., Kuz'min I., Natap M.* 1990, Tectonics of lithosphere plates of the USSR. *M.: Nedra. book. 1*. pp 327 [Russian].

Резюме

Қаратау арқасының деформациясы, Оңтүстік Қазақстанның кеш палеозой тарихы бапқа бұл қаралады. Үш деформацияның оқиғалары танылады. Карбон D1 бағыттың Св-шыға қысқартумен Оңтүстік Қазақстан шекарасында қаусырма және әжімді жүйелердің стильсімен Ларамиде бейнеленетін оқиға кеш. Оқиға кеш пермдік және триасское D2 шығыс - батыс бағытында қысумен тексереді және Оралдағы қайшылықтың деформациясын қамтып көрсетеді. Созылып жатуды солтүстік-батыстың субмеридиональ әжімдер және сол жақты жылжулары негізгі құрылымдар. Солтүстік - оңтүстік бағыттағы D3 қысқартуы бар оқиға Триас, оңтүстік шеті бар Туран континентінің соқтығысуын қамтып көрсетеді.

Резюме

Поздно палеозойская история деформации хребта Каратау, южного Казахстана рассматривается в этой статье. Признаются три события деформации. Поздно карбонское D1 событие, которое характеризуется Ларамиде стилем надвиговых и складчатых систем на южной границе Казахстана с сокращением в СВ-ЮЗ направлении. Поздно пермское и триасское D2 событие контролируется сжатием в восточно-западном направлении и отражает деформацию коллизии на Урале. Основные структуры субмеридиональные складки и левосторонние сдвиги северо-западного простирания. Триасское D3 событие с сокращением в северо-южном направлении, отражает столкновение Туранского микроконтинента с южной окраиной Казахстана.

Ключевые слова: Поздний Карбон, Эволюция стресса, Структурные события, Хребет Каратау, Южный Казахстан

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 10.02.12 г.*

УДК 579.66:502.6

Б.С. Жолдасбекова

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ АССОЦИАЦИЙ ДРОЖЖЕЙ И БАКТЕРИЙ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ В МОДЕЛЬНЫХ ОПЫТАХ

Проблема очистки почв и водных экосистем, загрязненных нефтью, продуктами ее переработки и отдельными ее компонентами, до сих пор остается не решенной. Однако, несмотря на предпринимаемые усилия по предупреждению разливов нефти на поверхность воды и почвы, в процессе добычи или транспортировки аварийные разливы нефти, к сожалению, пока неизбежны, а ликвидация нефтяных загрязнений является исключительно трудоемкой и весьма дорогой задачей. Кроме того, углеводороды нефти способны образовывать в процессе трансформации токсичные соединения, обладающие канцерогенными, тератогенными и мутагенными свойствами, стойкостью к микробиологическому расщеплению и способностью переходить в растения, что значительно снижает качество возделываемых культур и создает угрозу для здоровья человека и животных. Действие нефтяных компонентов особенно сказывается в изменении экологической обстановки: пропитывая почву, обволакивая корни, листья, стебли растений и проникая сквозь мембраны клеток, нефть нарушает водно-воздушный баланс среды и организмов, обмен веществ и трофические связи. Существующие механи-

ческие, физические и химические методы очистки не обеспечивают необходимого уровня очистки воды и грунта, поэтому большое внимание уделяется биологическим методам очистки [1-2].

Значительный вклад в процесс разрушения нефтяных углеводородов вносят организмы, способные использовать углеводороды в качестве единственного источника органического вещества и энергии. Такие формы имеются только среди микроорганизмов. Многим микроорганизмам характерна способность, усваивать углеводороды в качестве единственного источника углеродного питания. Этим они резко отличаются от всех остальных представителей органического мира. Они широко распространены в природе, принадлежат ко многим таксономическим группам, являются обычными членами микробных ценозов. Особенно, в больших количествах, они встречаются в местах сильно загрязненных нефтью и нефтепродуктами [3].

Специалисты в области биотехнологии по биодеградации нефти и нефтепродуктов проводят выделение и отбор специализированных видов микроорганизмов - деструкторов углеводородов нефти из загрязненных мест. Такие микроорганизмы хорошо адаптированы к местным условиям и при высокой удельной нефтебиодеструктивной активности весьма эффективны. Вопросам микробной очистки сточных вод и почвы от нефти и нефтепродуктов посвящено большое количество работ и в то же время немногочисленны исследования, касающиеся биодеградации труднодоступных нефтепродуктов. В них приводятся микроорганизмы, которые используются в очистки: *Pseudomonas, Arthrobacter, Rhodococcus, Acinetobacter, Flavobacterium, Corynebacterium, Xanthomonas, Alcaligenes, Nocardia, Brevibacterum, Mycobacterium, Beijerinckia, Bacillus, Enterobacteriaceae, Klebsiella, Micrococcus, Spaerotilus*, *Serratia,* актиномицеты, микроскопические грибы и дрожжи [4].

Использование биомасс отдельных штаммов нефтеокисляющих бактерий малоэффективно для очистки почв от нефти и нефтепродуктов. Поэтому проводятся работы по созданию консорциумов микроорганизмов, состоящих из ряда природных бактериальных и дрожжевых ингредиентов, и на этой основе создаются «биопрепараты», используемые для очистки почв от нефти и нефтепродуктов. При этом в состав консорциумов включаются от 2 до 5-6 компонентов. Так, смешанная культура бактерий, состоящая из 3-х компонентов - псевдомонад, микобактерий и артробактера, разработанная Т.И. Комаровой [5], в стационарных условиях использует 86% нефти в течении 5 суток совместного роста. Применение таких биопрепаратов интенсифицирует метаболизм нефтезагрязненных почв, в частности, увеличивается активность гидролитических и окислительно-восстановительных ферментов. Однако, нам известно что, препараты, разработанные в России не применимы в условиях Казахстана

Целью настоящей работы было исследование продуктивных ассоциаций бактерий и дрожжей, способных утилизировать углеводородосодержащие соединения в нефтезагрязненных почвах месторождения Косшагыл.

Материалы и методы исследований. Объектами исследований служили активные штаммы нефтеокисляющих бактерий и дрожжей, выделенных из загрязненных нефтью почв месторождения Косшагыл Атырауской области. Для постановки модельных экспериментов по изучению влияния ассоциаций бактерий на деградацию нефти использовали почву месторождения Косшагыл – солонец пустынный. В сосуды помещали по 50г почвы, затем искусственно загрязняли ее нефтью того же месторождения в количестве 2,5 г и 5 г, что соответствует 5% и 10% нефтезагрязнению. Степень утилизации нефти определяли гравиметрическим методом. Численность основных групп микроорганизмов в нефтезагрязненной и чистой почве определяли общепринятыми микробиологическими методами

Для определения каталазной активности измельченную почву (1г) вносили в сосуд емкостью 100 мл, добавляли 0,5 г $CaCO_3$. Осторожно помещали на дно маленький стаканчик с 5 мл 3%-ного раствора перекиси водорода. Склянку плотно закрывали пробкой с трубкой, соединенной с бюреткой и сообщающейся с грушей. Бюретку и грушу заполняли водой. Сосуд с перекисью опрокидывали и взбалтывали в течение 1 минуты. Каталазную активность выражали в мл O_2, выделившегося за одну минуту на грамм почвы. Для определения дегидрогеназной активности 1 г почвы помещали в пробирку, добавляли 0,1 г $CaCO_3$, 1 мл 0,1 М раствора глюкозы и 1 мл 1%-ного раствора трифенилтетразолия хлористого. Содержимое пробирки тщательно смешивали, закрывали, удаляли кислород и культивировали в течение двух суток при 30 єС. Образовавшийся формазан экстрагировали 50 мл этанола и фильтровали. Дегидрогеназную активность выражали в единицах оптической плотности. Оптическую плотность определяли на цифровом ФЭКе АР-101 (Япония) при длине волны 460 нм. Липазную активность почвы определяли по методу Козлова и выражали в мл 0,1 н КОН на 1 г почвы. Дыхательную активность почвы определяли весовым методом Изермейера и выражали в г поглощенного CO_2.

Результаты и их обсуждение. В результате скрининга проведенного среди культур, выделенных из нефтезагрязненных почвенных образцов месторождения Косшагыл Атырауской области, были отобраны наиболее активные штаммы, характеризующиеся повышеннной способностью к утилизации углеводородов нефти. В лабораторных условиях были поставлены модельные опыты по изучению влияния ассоциаций дрожжей и бактерий на биологическую активность нефтезагрязненных почв. Для опытов использовали почву - солонец пустынный Атырауской области, количество вносимой нефти составляло 5%. В качестве нефтеутилизирующих микроорганизмов использовали бактериальную ассоциацию *Arthrobacter sp.*П1 + К3 и ассоциацию бактерий и дрожжей *Arthrobacter sp.* П1 и К3+ *Candida sp.* ФС-4АТ, показавших наиболее хорошие результаты в предварительных опытах. В сосуды помещали по 50 г почвы, затем искусственно загрязняли ее нефтью того же месторождения.

Эксперимент включал следующие варианты:

1) почва + нефть 5 г/100 г почвы (контроль);

2) почва + нефть 5 г/100 г почвы + ассоциация 1 (штаммы *Arthrobacter sp.* П1 и К3);

3) почва + нефть 5 г/100 г почвы + ассоциация 2 (штаммы *Arthrobacter sp.* П1 и К3+ *Candida sp.* ФС-4АТ);

Для исследования биологической активности почвы изучали микробиологические и биохимические показатели почвы. Микробиологическую характеристику и активность микробных ферментов почвы (каталаза, дегидрогеназа, липаза), а также активность дыхания почв, исследовали в динамике, проводя отбор проб через 7, 30 и суток после внесения нефти и культур микроорганизмов.

Для оценки микробного разнообразия почвы были выбраны такие показатели, как количество микроорганизмов различных таксономических групп, а также численность бактерий разных физиологических групп (гетеротрофы, олиготрофы, споровые) (табл. 1).

Таблица 1. **Динамика изменения численности микроорганизмов различных таксономических групп в модельных опытах с 5%-ным нефтезагрязнением почвы**

Длит. опыта	Варианты опыта	Бактерии, КОЕ/г почвы			Актино-мицеты, КОЕ/г почвы	Дрож-жи, КОЕ/г почвы	Грибы, КОЕ/г почвы	Нефтео-кисляю-щие, КОЕ/г почвы
		Гетеро-трофные	олиго-трофы	споро-вые				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
7 сут.	Контроль (почва)	$2,1Ч10^{9}$	$1,4Ч10^{5}$	$5,4Ч10^{3}$	$3,0Ч10^{7}$	$1,0Ч10^{2}$	$3,0Ч10^{3}$	0
	Контроль 1(почва +нефть)	$1,3Ч10^{10}$	$2,4Ч10^{7}$	$4,8Ч10^{3}$	$2,7Ч10^{7}$	$1,3Ч10^{3}$	$5,2Ч10^{3}$	0
	Ассоциация П1+К3	$7,4Ч10^{9}$	$1,1Ч10^{8}$	$4,1Ч10^{3}$	$2,1Ч10^{7}$	$0,9Ч10^{2}$	$1,1Ч10^{3}$	+
	Ассоциация П1+К3+ФС-4АТ	$2,5Ч10^{10}$	$1,8Ч10^{7}$	$3,8Ч10^{3}$	$1,8Ч10^{7}$	$3,8Ч10^{5}$	$2,5Ч10^{2}$	+
30 сут.	Контроль (почва)	$2,8Ч10^{9}$	$2,5Ч10^{5}$	$5,7Ч10^{3}$	$3,2Ч10^{7}$	$0,2Ч10^{2}$	$2,8Ч10^{3}$	0
	Контроль 1(почва +нефть)	$1,2Ч10^{10}$	$4,8Ч10^{7}$	$5,0Ч10^{3}$	$2,9Ч10^{7}$	0	0	0
	Ассоциация П1+К3	$9,2Ч10^{9}$	$5,9Ч10^{8}$	$5,8Ч10^{3}$	$1,1Ч10^{7}$	$2,6Ч10^{2}$	$2,1Ч10^{3}$	с.р.г*
	Ассоциация П1+К3+ФС-4АТ	$6,8Ч10^{10}$	$4,9Ч10^{7}$	$5,6Ч10^{3}$	$1,5Ч10^{7}$	$6,0Ч10^{5}$	$2,7Ч10^{2}$	с.р.г

Из табл. 1 видно, что в начале проведения опытов (7 сутки) микробный состав контрольной, загрязненной и рекультивированной с помощью ассоциаций микроорганизмов почв был разнообразен и в нем присутствовали все таксономические группы микроорганизмов: бактерии, актиномицеты, дрожжи и грибы. Однако с течением времени микрофлора нефтезагрязненной почвы существенно менялась. Так, через 30 сут практически исчезли из микрофлоры загрязненной почвы грибные и дрожжевые организмы. Численность актиномицетов осталась практически без изменения. Исследо-

вание численности бактерий показало, что число гетеротрофных и олиготрофных бактерий в нефтезагрязненной почве несколько увеличилось по сравнению с контролем.

Проведение биоремедиации с помощью нефтеокисляющих ассоциаций существенно изменило микробный пейзаж почвы. Так, при биоремедиации почв сохранился состав всех таксономических групп микроорганизмов, однако существенно изменилось их количество. Так, если количество актиномицетов в загрязненной почве составляло $2,0Ч10^7$ КОЕ/г, то в вариантах опытов с ассоциациями П1 + К3 и П1 + К3 + ФС-4АТ оно составляло $5,1Ч10^2$ и $2,0Ч10^2$ КОЕ/г почвы соответственно. Отмечено, что в процессе биоремедиации почвы число микроскопических грибов снижается на порядок, а в вариантах опытов с ассоциацией П1 + К3 + ФС - 4АТ выявлено увеличение содержания дрожжей на три порядка по сравнению с исходной почвой на фоне значительного возрастания числа нефтеокисляющих микроорганизмов.

Таким образом, проведение биоремедиации с ассоциациями нефтеокисляющих микроорганизмов приводит к значительному увеличению количества бактерий разных физиологических групп, что свидетельствует об активизации почвенных процессов.

Одним из показателей реально отображающих экологическое состояние почвы, является ферментативная активность почв, рассматриваемая как совокупность процессов, катализируемых ферментами почвенной биоты. С этой целью в модельных опытах изучали динамику изменения таких почвенных ферментов, как каталазы, дегидрогеназы, липазы, а также дыхательную активность почв.

Из данных таблицы 2 видно, что исходная почва характеризуется крайне низкой активностью почвенных ферментов. Это объясняется высокой засоленностью данного типа почвы, что отрицательно сказывается на ее ферментативной активности. При внесении в почву нефти в количестве 5% активность дегидрогеназы через 30 суток увеличивается в 2,5 раза по сравнению с этими показателями у исходной почвы, при этом активность каталазы несколько увеличивается с течением времени, а активность липазы практически не меняется. Эти данные хорошо коррелируют с увеличением численности гетеротрофных и олиготрофных бактерий, которые являются одними из основных физиологических групп микроорганизмов, отвечающих за биологическую активность почв.

Таблица 2. **Динамика изменения ферментативной активности почвы с нефтяным загрязнением в процессе биоремедиации**

Варианты опыта	Активность почвенных ферментов					
	7 суток			1 месяц		
	Дегидрогеназа, мкгТФФ/г/сут.	Каталаза, O_2/мин/г	Липаза, мл/0,1н КОН/мин.	Дегидрогеназа, мкгТФФ/г/сут.	Каталаза, O_2/мин/г	Липаза, мл/0,1н КОН/мин.
Контроль (почва)	0,12	2,2	3,6	0,12	2,2	3,6
Контроль 1 (почва +нефть)	0,30	2,4	3,6	0,60	2,6	3,3
Ассоциация П1+К3	0,75	2,0	3,8	0,35	1,8	3,7
Ассоциация П1+К3+ФС-4АТ	0,87	2,8	3,6	0,65	1,5	4,3

При проведении биоремедиации нефтезагрязненных почв с использованием ассоциаций микроорганизмов показано, что активность почвенных ферментов значительно возрастает по сравнению с их уровнем как в исходной, так и в нефтезагрязненной почве. Установлено незначительное снижение активности микробных ферментов почвы во всех вариантах опытов после 30 суток биоремедиации, видимо, это связано с тем, что микроорганизмы к этому времени утилизируют легкие фракции нефти и перестраиваются для усвоения трудноутилизируемых фракций нефти.

Одним из важнейших показателей жизнедеятельности микроорганизмов почвы является почвенное дыхание. Дыхание почвы является не только показателем биохимических и биологических процессов, но также и показателем плодородия почвы в целом. В этой связи изучали влияние ассоциаций дрожжей и бактерий на активность дыхания в нефтезагрязненных почвах в течение двух месяцев, отбор проб проводили еженедельно. Дыхательную активность почвы выражали в поглощенного диоксида углерода. Полученные данные представлены в табл. 3

Таблица 3. **Динамика активности дыхания в нефтезагрязненной почве в процессе биоремедиации**

Варианты опыта	Дыхательная активность почвы				
	Дата отбора проб				
	28.06.10	12.07.10	26.07.10	12.08.10	26.08.10
Контроль (почва)	0,12	0,13	0,11	0,09	0,11
Контроль 1(почва +нефть)	0,13	0,13	0,17	0,16	0,15
Ассоциация П1+К3	0,14	0,17	0,16	0,16	0,20
Ассоциация П1+К3+ФС-4АТ	0,13	0,18	0,17	0,17	0,18

Как видно из таблицы 3, почва характеризовалась низким уровнем активности дыхания, что указывает на нахождение в ней микроорганизмов в неактивном физиологическом состоянии. Внесение нефти в количестве 5% несколько активизировало дыхательную активность, в то же время применение ассоциаций нефтеокисляющих микроорганизмов приводило к увеличению активности дыхания почвы в 1,6 - 1,8 раза по сравнению с исходной почвой и в 1,2 - 1,3 раза по сравнению с нефтезагрязненной почвой.

Таким образом, показано, что применение для биоремедиации ассоциаций микроорганизмов существенно влияет на микробиологические показатели почвы, активизируя не только ферментативную активность нефтезагрязненных почв, значительно повышая дегидрогеназную, каталазную и липазную активность почвы, но и увеличивая активность дыхания и, тем самым, положительно влияя на ее плодородие. Установлено, что наиболее высокие показатели биологической активности почвы были при использовании ассоциация бактерий и дрожжей П1+К3+ФС-4АТ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Активность почвенной микрофлоры в условиях нефтяных загрязнений/ *Л.И. Сваровская, Л.К. Алтунина* // Биотехнология. − 2004. № 3. − С. 63 - 69.

2. Биотехнологические подходы в очистке нефтезагрязнений окружающей среды / *М.Х. Шигаева, Т.Д.Мукашева* //Вестник КазНУ. Серия биологическая. – 2007. - № 1 (31). –С. 35 − 42.

3. *Коронелли Т.В.* Принципы и методы интенсификации биологического разрушения углеводородов в окружающей среде // Прикл. биохимия и микробиология. − 1996. − Т. – 32, вып. 6. − С. 579 − 585.

4. Интенсификация биодеградации нефтезагрязненных почв /*Водопьянов В.В., Н.А.Киреева, Т.С.Онегова* // Нефтяное хозяйство. – 2002. − № 12. –С. 128 − 129

5. *Киреева Н.А.* Микробиологические процессы в нефтезагрязненных почвах. - Уфа: Недра, 1994. – 171 с.

Резюме

Мақала биотехнологияның қазіргі әдістерін қолдану арқылы, мұнаймен ластанған Қосшағыл ауданының бұзылған экосистемасын биоремедиациялау мәселесінің зерттеуіне арналған. Ол үшін Қосшағыл мұнай-газ аймағының топырақ микроорганизмдері зерттелді. Олардың ішінен лабораториялық жағдайда, мұнаймен қатты және орташа ластанған топырақты ең жақсы түрде пайдаға асыратын, ассоциациялары іріктеліп алынды. Сәйкесінше, олардың ішінен белсенді түрде көмірсутек тотықтырғыш микроорганизмдерінің қауымдастықтары құралды. Олардың топырақтың биологиялық белсенділігі көрсеткіштерін жоғарылату қабілеттілігі айқындалды. Жұмыста зерттеудің қазіргі әдістері қолданылған.

Summary

The paper studies the actual bioremediation prolemy disturbed ecosystems in the oil-polluted area Kosshagyl using modern methods of biotechnology. For this soil microorganisms have been studied from the field Kosshagyl. And selected by their association, which utilizes the best oil in the laboratory, in the medium and heavily soiled pochve.Iskhodya of this, the association made up of active hydrocarbon-oxidizing microorganisms. Revealed their ability to increase rates of soil biological activity. We used modern methods.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 29. 02. 12 г.*

УДК 627.838.

Х.М. Касымканова

К ВОПРОСУ О КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРАХ БОРТОВ КАРЬЕРОВ

Одним из основных проектных параметров, обосновываемых технико-экономическими и геомеханическими расчётами, является угол откоса нерабочего борта карьера. От величины этого угла зависит объём пустых пород, включаемых в контур карьера и размер отвода под внешние отвалы [1].

Угол откоса нерабочего борта карьера в первую очередь зависит от его конструкции, обусловленной параметрами нерабочих уступов, шириной и числом берм различного назначения, а также формой и элементами залегания полезного ископаемого. Для определения проектной величины угла, обычно полученную величину конструктивного угла $\alpha_к$ сопоставляют с предельным значением, которое используется в качестве ограничителя, т.е. $\alpha_к \leq \alpha_{пр.}$ При такой последовательности операций, приоритет отдаётся конструкции борта, которая должна соответствовать требованиям нормативных документов и принятой транспортной схеме. Отметим, что при выборе схем вскрытия месторождения и транспортирования горной массы часто не принимают во внимание наиболее благоприятные для устойчивости участков борта положения вскрывающих выработок и транспортных берм. Если ставится задача минимизировать объём вскрышных пород, включаемых в контур карьера, то следует поменять приоритеты – вначале необходимо определить предельно допустимый угол наклона $\alpha_{пр}$ для каждого характерного участка нерабочего борта карьера, а затем пытаться конструировать борт таким образом, чтобы его профиль вписался в расчётный.

С позиции геомеханики, можно выделить три типа нерабочих бортов карьеров [2], в которых максимальный угол наклона бортов ограничивается:

- физико-механическими свойствами и блочностью законтурного массива;
- элементами залегания полезного ископаемого или протяжённых поверхностей ослабления, простирающихся согласно с бортом (лежащий бок пластовых и жильных месторождении и наличие тектонических нарушений, слабых контактов пород и т.п.);
- параметрами нерабочих уступов и берм различного назначения, обусловленными как геомеханическими факторами, так и транспортно-технологическим решениями.

Рационализировать конструкцию бортов с целью оптимизации угла его откоса можно путём отстройки нерабочих уступов на каждом погашаемом горизонте (участке борта) с параметрами, соответствующими свойствами и структуре горных пород, при помощи:

- применения инженерных мероприятий, направленных на предотвращение осыпеобразования и локальных обрушений уступов или улавливание осыпей, не изменяя конструкции борта;
- расположения транспортных берм и технологических площадок на участках, где необходима разгрузка борта (преимущественно в границах призмы активного давления);
- придания предохранительным бермам минимально необходимой ширины за счёт применения «щадящей» технологии при их нарезке;
- сокращение времени стояния бортов в предельном положении на участках месторождения, сложенных менее прочными породами (выбор соответствующих схем вскрытия и направления развития горных работ).

Как известно, в процессе проектирования карьера углы наклона нерабочего борта, параметры уступов и предохранительных берм принимают без достаточного геомеханического обоснования из – за отсутствия достоверных данных о законтурном массиве. Поэтому по мере понижения горных работ эти параметры должны уточняться с учётом физико-механических свойств и структуры массива. Для снижения отрицательного воздействия горных работ на законтурный массив, его необходимо

защищать от сейсмического и дробящего действия взрывов. Эти мероприятия позволяют предупредить обрушения уступов и снизить интенсивность осыпеобразования. В тех случаях, когда конструктивный угол наклона борта меньше расчётного, его можно увеличить путём применения изолирующих покрытий поверхности откосов, искусственных или укреплённых берм и осыпеуловителей, укрепления локальных участков уступов.

Конструкция бортов I типа это законтурный массив, не включающий явных поверхностей ослабления, которые формируют потенциальную призму обрушения. Предельный угол наклона борта $\alpha_{пр.}$ является функцией характеристик сопротивления пород сдвигу и коэффициента структурного ослабления.

При высоте Н его можно рассчитать по формуле [1]

$$\alpha_{пр.} = arc\cos\left[\frac{tg\varphi}{1-\frac{H_c}{H}}\right], \qquad (1)$$

где $H_c = 6{,}14Cctg(45^0 - \frac{\varphi}{2})\gamma$

c, φ, γ – соответственно сцепление в массиве, угол внутреннего трения и плотность пород.

В зависимости от конкретных геомеханических условий и принятого вида транспорта возможны следующие конструктивные решения:

1. Борт с укреплёнными или изолированными откосами, угол откоса максимален при отсутствии транспортных берм. Вскрытие месторождения спиральным съездом позволит совместить предохранительную берму с транспортной и оградить последнюю защитной стенкой. В двухматной среде, сплошной откос формируют в предельной части карьера. Это возможно и на действующих карьерах при доработки запасов руды.

2. Борт с нарезными предохранительными и транспортными бермами. В отличие от ранее рассмотренных вариантов формирование данного борта не требует дополнительных строительных работ.

Конструкция бортов II типа это борта карьера в лежачем боку, величина угла откоса которых, ограничена либо углом падения залежи полезного ископаемого β, либо наличием в массиве поверхностей ослабления, простирающихся согласно с бортом. Если при заданной высоте борта угол их падения $\beta < \alpha_{пр}$, то конструкция угла наклона борта, будет зависеть от его величины.

Для построения проектного угла наклона борта возможны следующие варианты:

1. Борт со сплошным откосом, пригруженным внутренним отвалом. При пологом залегании пласта под углами $\beta \le 20^0$ поверхность борта совмещают с почвой пласта. Если $\beta > 10^0$, то для обеспечения устойчивости внутреннего отвала может возникнуть необходимость в инженерной подготовке основания и дренажных мероприятий.

2. Борт со сплошным откосом, с углом наклона α, не превышающим предельно допустимый угол $\alpha_{пр.}$ Кроме обеспечения общей устойчивости борта, должно удовлетворяться требования безопасности, т.е. выполняться неравенство

$$tg\,\beta \le tg\varphi, \qquad (2)$$

где $tg\varphi$ – коэффициент трения пород, величина которого должна препятствовать соскальзыванию разрыхленных пород с поверхности откоса.

3. Борт с укреплёнными или искусственными бермами, борт с разгрузочными бермами. Для улавливания осыпи необходимы предохранительные бермы, которые могут быть врезными или нарезными.

4. Борт с разгрузочными бермами. Если предельный угол откоса борта $\alpha_{пр.} < \beta$, то для обеспечения устойчивости борта производят его разгрузку путём нарезки берм преимущественно в границах призмы активного действия.

Конструкция бортов III типа. Отличительная особенность бортов данного типа это зависимость величины углов их наклона от предельных параметров нерабочих уступов и берм.

Оптимальным будет конструктивный угол наклона $\alpha_к \le \alpha_{пр.}$ Высокая прочность пород в куске решающей роли не играет.

Параметры уступов ограничиваются наличием в массиве поверхностей ослабления, не подлежащих подрезке откосом (система трещин, контакты между различными литотипами и слоями, чередующиеся слабые пропластки и др.). При придании уступам углов $\alpha_y = \beta$ конструкция борта и угол его откоса будут зависеть от предельной высоты уступов, ширины и берм различного назначения. Борт не включает поверхностей ослабления угол его наклона зависит только от параметров уступов и берм.

Из этого следует вывод, угол наклона нерабочего борта карьера является одним из основных проектных параметров, обуславливающих безопасную и эффективную отработку месторождений полезных ископаемых.

Таблица. **Типы бортов карьеров с оптимальными углами откоса**

Тип борта	Критерий оценки	Оптимальный угол наклона борта	Фактор, ограничивающий величину оптимального угла	Типичные месторождения
1	Геомеханический	$\alpha_{пр}$	Физико-механические свойства и блочность законтурного массива	С наклонным и крутым падением залежи полезного ископаемого.
2	Геолого-структурный	$\beta \leq \alpha_{пр}$	Угол падения залежи или протяженной поверхности ослабления	С пологим падением залежи (пласта) или протяжённой поверхности ослабления (лежащий бок).
3	Комплексный	$\alpha_к \leq \alpha_{пр}$	Физико-механические свойства и структура горных пород в границах каждого уступа	Месторождения любого типа.

Проектирование участков борта карьера необходимо начинать с определения предельно допустимых расчётных углов их наклона, а борт конструировать таким образом, чтобы он вписался в расчётный профиль, величина этого угла может быть ограничена геомеханическими или геолого-структурными условиями месторождения. Для исключения осыпеобразования или снижения его интенсивности должны применяться профилактические меры: противодеформационная технология буровзрывных работ в приконтурных зонах: инженерные способы повышения устойчивости уступов и берм: сооружения укреплённых и искусственных транспортных и улавливающих берм.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Фисенко Г. Л.* Устойчивость бортов карьеров и отвалов. - М.:, Недра, 1965.- 378с.

2. *Попов И. И.* Борьба с оползнями на карьерах. - М.:, Недра, 1980. - 239с.

3. *Нурпеисова М.Б., Касымканова Х.М, Киргизбаева Г.М.* Методические рекомендации по оценке устойчивости углов наклона уступов и бортов карьера месторождения «Жерек». – Алматы: КазНТУ, 2006. - 24 с.

4. *Касымканова Х.М.* Исследование устойчивости бортов и уступов карьера месторождения Коунрад // Научно-техническое обеспечение горного производства. - Труды Горного института. - 2006, Т.72. - С. 14 – 18.

5. *Касымканова Х.М.* Методика изучения прочностных свойств в отвале // Научно-техническое обеспечение горного производства. - Труды Горного института. – 2007, Т.73. - С. 233 – 236.

Резюме

Аталған мақалада жұмыссыз ашық кеніш беткейінің құлау бұрышы мен кен алабының физика-механикалық сипаттары және пайдалы кеннің жұмыссыз ашық кеніш беткейінің аса көлбеу элементтері, карьер кемерлері және де алаңша (берма) параметрлерімен шектелген үлгісі көрсетілген.

Summary

In given article it is resulted three types of non-working boards of open-cast mines in which the maximum angle of slope of boards is limited to physicomechanical properties of hills, elements a mineral, parameters of non-working ledges.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 10.03.12 г.*

УДК 621.867

А.Т. Турдалиев, М.Н. Мырзасейтов

СОВРЕМЕННЫЕ КРАНЫ-МАНИПУЛЯТОРЫ (ГИДРОМАНИПУЛЯТОРЫ)

Первые краны-манипуляторы появились в Европе приблизительно 25 лет назад, причем назывались они тогда весьма неудачно – краны для грузовиков, что не отражало всех их возможностей

К началу XXI столетия весь цивилизованный мир пришел к пониманию того, что лучше грузовика может быть… только грузовик с краноманипуляторной установкой (КМУ). По данным западных статистиков, в Европе каждый пятый грузовой автомобиль оснащен КМУ. Взращенные на принципах капиталистического хозяйствования предприниматели давно подсчитали выгоду, которую можно извлечь из грузовика, имеющего КМУ. Он выполняет работу сразу двух машин – собственно транспортного средства и подъемного крана (или экскаватора – в случае если КМУ оборудована грейферным ковшом). Таким образом, не нужно тратить деньги на приобретение (или аренду) стороннего погрузочного устройства, на топливо для его работы, на заработную плату его оператора и т.д. Да и места автомобиль с КМУ займет вдвое меньше, чем грузовик и кран. Для плотной городской застройки это особенно актуально. Собственные наблюдения автора этих строк, неоднократно бывавшего в странах Западной Европы, подтверждают расчеты западных статистиков. Действительно, подавляющее большинство бортовых грузовиков, а также весьма заметное количество самосвалов оснащено КМУ. Если отбросить грузовики для магистральных перевозок, а также всевозможную спецтехнику, смонтированную на автомобильных шасси, то получается, что чуть ли не каждый грузовик имеет КМУ. Конечно, не только европейцы преуспели в эксплуатации грузовых автомобилей с КМУ. Очень широко такая техника применяется в Японии.

Краны-манипуляторы на базе шасси грузовиков

Краны-манипуляторы на базе шасси грузовиков различной грузоподъемности являются одним из наиболее передовых технических решений в области перевозок, погрузочно-разгрузочных работ, ведения складского хозяйства. Мы привыкли, что для любых работ, связанных с погрузкой тяжелых и крупногабаритных предметов необходим отдельно работающий кран и грузовой автомобиль. Сегодня многие российские предприятия, успешно переработав и дополнив зарубежный опыт, предлагают покупателям оптимальные технические решения на базе отечественных машин и иномарок. Симбиоз крана и грузовой автомобильной платформы позволяет увеличить интенсивность использования техники для транспортировки грузов, сведя до минимума долю ручного труда при погрузке-разгрузке и сократив при этом число занятых людей и единиц техники.

Традиционная схема подъема и перемещения груза на строительных и других работах предполагает использование автомобильного крана и грузового автомобиля. Однако эта схема (грузовик + автокран) имеет серьезные недостатки:

- необходимо привлекать к выполнению работ две единицы техники;
- увеличивается число операторов, занятых в процессе погрузки-разгрузки;
- использование стандартного автокрана зачастую невозможно в стесненных условиях;
- расходы на обслуживание техники удваиваются (это особенно существенно, если приходится выполнять работу на значительном удалении от ремонтной базы);
- максимальная грузоподъемность серийных автокранов российского производства 6…40 т, что делает их неэффективными на работах, связанных с перемещением грузов до 6 т включительно.

Решением проблемы является применение компактных систем для подъема и перемещения грузов на базе серийных грузовых автомобилей отечественного производства. Одной из последних разработок в данной области являются краны-гидроманипуляторы. Конструкция крана предполагает несколько типовых решений, позволяя обеспечить высокую компактность стрелы в сложенном состоянии. При производстве кранов используются только высококачественные материалы, которые позволяют надежно обеспечить срок службы 10…15 лет. Длительный ресурс работы гидросистем достигнут за счет увеличенных сечений магистралей, соединяющих гидроприводы и объемы резервуара с рабочей жидкостью, препятствующих нагреванию масла в системе. Блок распределителей,

выполненный с микроприводами, обеспечивает управление рычагами крана без особых усилий, что положительно сказывается на ресурсе крана.

Спектр использования кранов-манипуляторов довольно широк. Большой выбор навесного оборудования делает возможным работу с любым видом груза – сыпучими материалами, бревнами, мусором, металлоломом, бордюрным камнем и др. Наиболее широкое применение краны-манипуляторы на базе грузовых автомобильных платформ находят в сфере складского, коммунального хозяйства, строительстве, при устройстве дорог и даже в области эксплуатации эвакуаторной техники. Последнее особенно актуально в сложных городских условиях, где не всегда удается погрузить и транспортировать разбитую или заглохшую технику к месту ремонта. Эвакуатор, оснащенный краном гидроманипулятором, способен за 10…15 минут погрузить автомобиль на собственную платформу и оперативно вывезти его с места происшествия.

Особую группу вспомогательного оборудования составляют навесные механизмы, часто используемые в строительстве: буровое оборудование, подъемная корзина (люлька) и др.

За рубежом каждый пятый грузовик оснащен гидроманипулятором. У нас, конечно, не Европа, но и мы стремимся любыми путями снизить прямые и косвенные расходы. Основным решающим фактором в использовании гидравлических кранов-манипуляторов стала экономическая целесообразность их применения на транспортных средствах. При заявленном производителем сроке службы 10…15 лет окупаемость кранов достигается в первые 6…9 месяцев работы.

Кран-манипулятор на грузовом шасси автомобиля является высокоэкономичной альтернативой дорогим самоходным кранам. Водитель грузовика одновременно выполняет функции крановщика и такелажника. Из транспортного процесса высвобождаются не только люди, но и энергоемкая, дорогостоящая техника.

Для городских условий гидроманипулятор можно установить на шасси малотоннажного автомобиля (например, «ГАЗель», «Валдай», «Бычок» и др.), это позволит проводить работы в труднодоступных, стесненных условиях – во дворах, узких переулках, вблизи линий электропередачи, на мостах и т. д.

Краны-манипуляторы (КМУ) Palfinger

Кран-манипулятор (сокращенно КМУ - крано манипуляторная установка), гидроманипулятор, автоманипулятор - это разные названия одного гениального изобретения человека, позволяющего осуществлять практически любые работы по погрузке и транспортировке. Palfinger (Австрия) практически довел это изобретение до идеала, став признанным мировым лидером в производстве крановманипуляторов (КМУ, гидроманипуляторов, автоманипуляторов).

Техническое совершенство. Palfinger - мировой лидер в области инновационных технологий подъемного оборудования, производит краны-манипуляторы, в которых реализован целый комплекс уникальных технологий и решений. КМУ PALFINGER обладают уникальной кинематикой движения элементов стрелы, обеспечивающей ее компактные размеры и большой вылет, высокую грузоподъемность при погрузке и разгрузке. Целый ряд систем КМУ, таких, как активная система подавления вибрации стрелы, повышают скорость, стабильность и точность работы кранов-манипуляторов PALFINGER. За счет продуманной эргономики рабочего места КМУ (площадки, сиденья) и применения эффективных систем управления - пультов дистанционного управления и т.д. повышается производительность труда оператора крана-манипулятора. Скрытая гидравлика, KTL-покрытие (электрохимическая технология) и другие решения в области надежности и долговечности делают возможной эксплуатацию кранов-манипуляторов PALFINGER в течение 10-15 лет. Комплексное применение этих технологий позволяет в конечном итоге значительно повысить производительность комплекса "шасси-кран-манипулятор-персонал".

Рентабельность. В Европе каждый пятый грузовик оснащен гидроманипулятором(КМУ). Краны-манипуляторы PALFINGER являются самыми продаваемыми КМУ в мире из-за своей универсальности и надежности. Кран-манипулятор является суперэкономичной альтернативой дорогим автокранам. Водитель грузовика одновременно может выполнять функции крановщика и такелажника. Из транспортного процесса высвобождаются не только люди, но и энергоемкая и дорогостоящая техника, благодаря чему использование кранов-манипуляторов PALFINGER быстро окупается. **Универсальность.** Большой выбор навесного оборудования делает возможным работу крановманипуляторов с любым видом груза: сыпучие материалы, бревна, мусор, металлолом, бордюрный камень и др. Особую гамму вспомогательного оборудования для КМУ представляют навесные меха-

низмы, часто используемые в строительстве: буровое оборудование, подъемная корзина (люлька) и другое навесное оборудование.

Мощность. Модель крана-манипулятора PALFINGER PK150002 является самым мощным гидроманипулятором в мире и имеет максимальную грузоподъемность 25 тонн. За счет применения современных материалов и продуманной конструкции КМУ PALFINGER отличаются высокоэффективным соотношением грузоподъемности и собственной массы.

Безопасность. Краны-манипуляторы Palfinger соответствуют европейским стандартам безопасности и имеют Сертификат Соответствия ГОСТ Р. В базовую комплектацию крана-манипулятора (КМУ) включены система защиты от перегрузки, система аварийной остановки КМУ и выдвижные опоры аутриггеров, обеспечивающие устойчивость автоманипулятора во время работы.

Надежность. Конструкция кранов манипуляторов КМУ PALFINGER рассчитана на самом современном компьютерном оборудовании. При производстве кранов-манипуляторов используется только высококачественные материалы, которые позволяют КМУ надежно служить по 10-15 лет. Длительный ресурс работы гидросистем достигнут за счет увеличенных сечений магистралей КМУ, соединяющих гидроприводы и объемы резервуара с рабочей жидкостью, препятствующих нагреванию масла в системе крана-манипулятора. Блок распределителей, выполненный с микроприводами, обеспечивает управление рычагами КМУ без особых усилий, что положительно сказывается на ресурсе крана-манипулятора. КМУ PALFINGER может работать в непрерывном режиме неограниченное время.

Маневренность и Автономность. Оператор КМУ имеет полную свободу движений и может быть уверен в точности и надежности свой машины. Гидроманипулятор прекрасно работает в труднодоступных местах: в городских дворах, узких переулках, вблизи линий электропередач, на мостах и так далее. КМУ Palfinger работают от аккумулятора, либо от коробки отбора мощности базового шасси.



ЛИТЕРАТУРА

1. Курсовое проектирование грузоподъёмных машин . Ред . Козак С.А. -М:Высш. шк., 1989.-319 с.

2. Справочник по кранам. Александров М.П.,Гохберг М.М., том 1,2. -Л:Машиностроение, 1988.

3. Подъёмно-транспортные машины . Атлас конструкций ., Под ред. Александрова М.П. и Решетникова Д.Н.-М.:1987.

4. *Иванченко Ф.К.* Конструкция и расчёт подъёмно-транспортных машин. Киев. «Высшая школа» 1983, 350 с.

5. *Кузьмин А.В., Марон Ф.Л.* Справочник по расчётам механизмов подъёмно-транспортных машин. Минск: Высшая школа,1983, 272с.

6. *Боровский А.Ю.* Дипломная работа на тему “Спроектировать автомобиль грузоподъемностью 8…10 тонн с разработкой в специальной части конструкции манипулятора”. Алматы. – 2010 .

Резюме

Мақалада жаңа заманауи кран-манипулятордың атқаратын қызметі мен жетістіктері толығымен көрсетілген. Сонымен қатар, кран-манипулятордың жүк көтергіштік қабілеттілігі мен әмбебаптық қасиетінің жылдан-жылға артуы мен кемшіліктері жайлы айтылған. Ұсынылып отырған кран -манипуляторлардың ішіндегі қолданыстағы PALFINGER (гидроманипуляторының) жетістіктері толығымен аталып көрсетілген.

Summary

The article shows the full responsibilities and achieve a new, modern tap-modulator, the growth of its lifting and universal qualities, as well as its shortcomings. Along with this full to achieve the PALFINGER (gidromodulyatora) which is used inside the crane arm.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 02.02.12 г.*

ӘОЖ 577.4:66.046.44.59

Ж.Е. Дәрібаев, Г.Ж. Турметова, Н.Г. Дәрібаева

ГИПС БАЙЛАНЫСТЫРҒЫШЫ МАТЕРИАЛЫНЫҢ СЫҒЫМДАУ БЕРІКТІЛІГІНІҢ ОТЫН ТҮРЛЕРІНЕ ТӘУЕЛДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ

Қазақстан Республикасындағы экологиялық дағдарыстың қауіпті көріністерінің біріне - аймақтың техногенді қалдықтармен ластануы жатады. Осыған байланысты, еліміздегі экологиялық жағдайдың нашарлауы себептерінен, ауа, су және жер қорлары қоршаған орта сапасына қойылатын экологиялық нормативтерді қанағаттандырмай, табиғат бұрын-соңды болмаған күйзелістерге ұшырап отырғаны белгілі.

Қазіргі таңда Қазақстандағы тау-кен өндірісі қалдықтарының мөлшері 20 млрд. т. шамасын құрайды [1]. Шектен тыс мөлшердегі мұндай қалдықтар табиғи ортаның өзін-өзі қалпына келтіру мүмкіндігінен айырады. Егер экологиялық және экономикалық тұрғыдан тау-кен шикізаттарын тиімді түрде пайдаланып, оларды өңдеуді қалдықсыз технология арқылы жүзеге асырса, қоршаған ортаның ластануы да әлдеқайда азайған болар еді. Осындай өндіріс қалдықтарының біріне, Тараз қаласындағы «Минералды тыңайтқыштар» зауытының қалдығы – фосфогипс жатады.

Негізінде бұл өнімдер тек минералды тыңайтқыштар өндіру барысында ғана емес, сонымен бірге фторгипс, боргипс және титангипс сияқты химиялық өнеркәсіптеріндегі үрдістерден кейін де түзіледі. Мұндай фосфогипс қалдықтарды өңдеу мәселесі бүгінге дейін өз шешімін тапқан жоқ.

Фосфогипстің құрамында кальций сульфаты дигидратының жоғары мөлшерде болуына байланысты, оны бірінші сортты гипс шикізатына жатқызуға болса да, әлі күнге дейін ғалымдар одан беріктілігі жоғары гипс байланыстырғышы материалын алған емес [2].

Қалдықтарды өңдеудің бірден-бір әдісі мен оларды көп мөлшерде пайдалану мүмкіндіктерінің бірі – олардан құрылыс материалдарын алу болып табылады.

Еліміздегі гипс өндірісі қазіргі кезеңнің сұранысы мен талаптарын толық қанағаттандыра алмайды. Бұл мәселені шешу үшін – гипс байланыстырғышы материалын өндірісте алуға көп мөлшерде жинақталып тұрған өндіріс қалдықтарын шикізат ретінде пайдалану керек те, оларды өңдеу технологиясы ғылымға негізделген әдістемелерге, техникалық-экономикалық және экологиялық талаптарға сәйкес болуы керек.

Бұл мақсатта отын ретінде өндіріс қалдықтарын (көмір майдасы, мұнай шламы және ағаш ұнтағы) жиынтығын пайдаланудың орны ерекше.

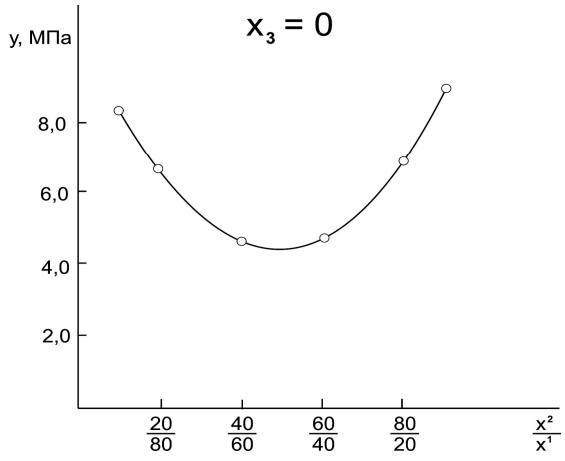
Біздің зерттеу жұмыстарымызда, фосфогипстің құрамына отын ретінде көмір майдасы, ағаш ұнтағы және мұнай шламы енгізіліп, гипс байланыстырғышы материалының сығымдау беріктілігі пайдаланылған отын түрлеріне тәуелділігі бинарлық системада қарастырылды [3].

Фосфогипстен дайындалған шихтадан жасалынған түйіршіктерді агломерациялық қабатты күйдіру барысында, шихта құрамындағы отынның жануы алынатын өнім − гипс байланыстырғышы материалының сығымдау беріктілігіне үлкен әсерін тигізетіндігі анықталды.

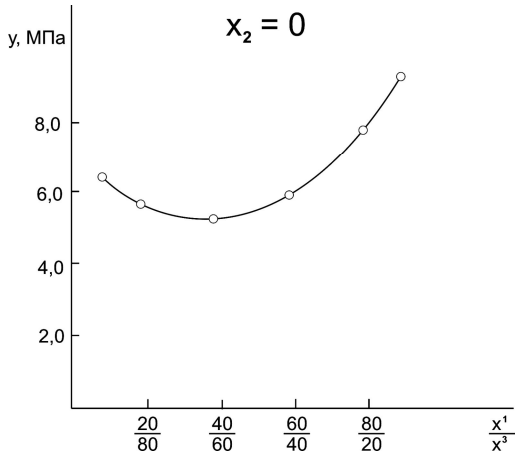
Шихта құрамына енгізілген мұнай шламы, көмір майдасы және ағаш ұнтағы негізінде дайындалған түйіршіктерді күйдіру барысында алынған гипс байланыстырғышы материалының сығымдау беріктілігін анықтау мақсатында түйіршіктердің $\frac{X_2}{X_1}$; $\frac{X_1}{X_3}$; $\frac{X_2}{X_3}$ және $\frac{X_1}{X_3}$ қатынасындағы құрамдарына зерттеулер жүргізілді.

Мұндағы X_1 - шихта құрамына енгізілген мұнай шламы;
X_2 - шихта құрамына қосылған көмір майдасы;
X_3 - шихта құрамына қосылған ағаш ұнтағы.

Бинарлық зерттеулер отын түрлерінің арақатынасының өзгеруіне байланысты алынған гипс байланыстырғыш материалының сығымдау беріктіліктерінің айтарлықтай түрде өзгеретіндігін айқындады (1-4 суреттерде көрсетілген). Мұндай жағдайда, X_3=0 болған кезде, түйіршік құрамындағы көмір майдасы мен мұнай шламының 1:4 қатынасында сығымдау беріктілігі 6,5 МПа мәнге ие болса, ал отын түрінің 2:3 қатынасы кезінде гипс беріктілігі 4,5 МПа-ға дейін төмендейтіндігі белгілі болды. Мұның себебі қабатты күйдіру кезінде отын ретінде қосылған мұнай шламы құрамындағы органикалық заттар фосфогипс түйіршіктері беттерінде жұқа қабат түзеді де, олардың арасынан сорылатын ауа ағынындағы оттегінің отын түрлеріне жетуі бағытында күйдіру жылдамдығын төмендететіндігімен түсіндіріледі. Бұл алынған гипс байланыстырғышы материалының сығымдау беріктілігінің жоғары болуына кері әсерін тигізеді. Ал мұнай шламының көмір майдасына қарағанда шихтадағы үлесі азайған сайын (3:4 және 4:1 болғанда) материалының сығымдау беріктілігінің артатындығы 1-суреттен байқалады.



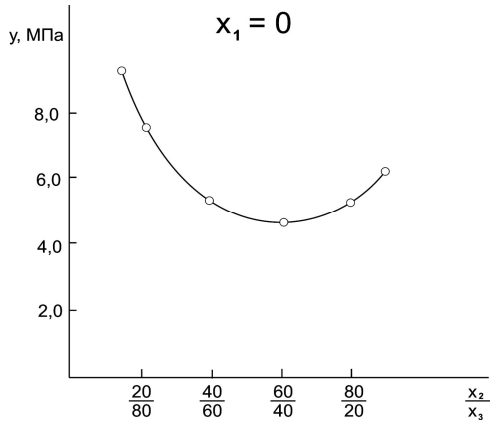
1-сурет. Гипс беріктілігінің шихта құрамындағы көмір майдасы мен мұнай шламының құрамдық қатынасына тәуелділігі



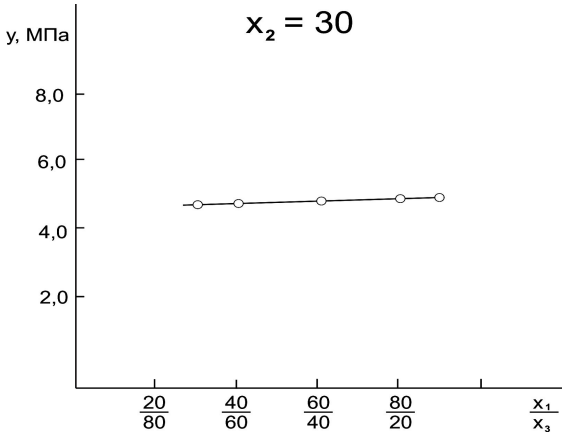
2-сурет. Шихта құрамындағы мұнай шламы мен ағаш ұнтағының гипс беріктілігіне әсері

Мұнан басқа, егер X_2 және X_3=0 болса, мұнай шламы қосылып жасалынған шихтадан алынатын гипс байланыстырғыш материалының сығымдау беріктілігі 9МПа-ға дейін артатындығын 2-суреттен көруге болады. Мұнан, түйіршіктер құрамындағы мұнай шламының ағаш ұнтағымен салыстырғанда мөлшерінің артық болуы, оның күйдірілген түйіршікте майда қуыс түзетіндігіне байланысты беріктілігінің артатындығын байқауға болады. Сонымен бірге, мұнай шламы мен ағаш ұнтағы қосылып дайындалған түйіршіктерді агломерациялық әдіспен күйдірген кезде, түйіршік құрамындағы мұнай шламымен бірге ағаш ұнтағының жануынан көп мөлшерде бөлінетін газдың балқыған сұйықтықтың бойында ірі қуыс түзуі себепті, алынған материал кристалдары іріленеді де, ол гипстің сығымдау беріктілігінің төмен болуына әсерін тигізеді (2-суретте көрсетілген). Гипс байланыстырғышы материалы беріктілігінің төмендеуі, оның кристалдарының іріленуіне байланысты ол өз кезегінде материалдың сумен әрекеттесіп беріктілігі төмен гипс тасын түзуімен байланыстырылады.

Осыған ұқсас, X_1 =0 болған кезде, түйіршіктің құрамына қосылған көмір майдасының үлесі ағаш ұнтағының үлесінен көбейгенде, мәселен $\frac{20}{80}; \frac{40}{60}; \frac{60}{40}; \frac{80}{20}$ қатынасында материалдың сығымдау беріктілігі 9МПа-дан 5МПа-ға күрт азайғандығын көруімізге болады (3-сурет). Мұндай жағдай құрамында көмір майдасының үлесі артқан түйіршіктер аз уақыт аралығында жоғары температураға көтеріліп, түйіршік бойында ірі кристалдар түзуімен түсіндіріледі. Демек, шихтада көмір майдасының үлесі аз болғанда, гипс байланыстырғышы материалының сығымдау беріктілігінің мәні жоғары болады. Ал X_2=30 болған жағдайда, шихта құрамындағы мұнай шламы мен ағаш ұнтағының қатынасы $\frac{20}{80}; \frac{40}{60}; \frac{60}{40}; \frac{80}{20}$ кезінде, алынған гипс байланыстырғышы материалының сығымдау беріктілігі тұрақты мәнге ие. Атап айтқанда, түйіршік құрамындағы ағаш ұнтағы мен мұнай шламын күйдіру барысында, фосфогипстің ыдырауы кезінде пайда болған газ құрамы оттегінің отын түрлеріне жетуіне кедергі келтіреді. Сондықтан мұндай отын түрлерінің кез келген қатынасында гипс байланыстырғышы материалының кристалдарының ірілік құрамдарының біркелкі болуына байланысты, оның беріктіліктері де бірдей деңгейде болады (4-сурет).



3-сурет. Гипс беріктілігінің түйіршіктер құрамындағы көмір майдасы мен ағаш ұнтағының құрамдық қатынасына тәуелділігі



4-сурет. Гипс беріктілігінің мұнай түйіршіктер құрамындағы шламы мен ағаш ұнтағының құрамдық қатынасына тәуелділігі

Осындай зерттеулер нәтижелеріне талдау жүргізу арқылы фосфогипстен алынатын гипс байланыстырғышы материалының сығымдау беріктілігінің жоғары болуына, шихта құрамына 3% көмір майдасын енгізу арқылы қол жеткізуге болатындығы дәлелденді.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. *Самакова А.Б.* Проблемы отходов производства и потребления и пути их решения. / Доклад Министра ООС РК на парламентских слушаниях по вопросам отходов производства и потребления. – Астана, 2005. – С. 25.

2. *Гордашевский П.Ф., Долгорев А.В.* Производство гипсовых вяжущих материалов из гипсосодержащих отходов. – М.: Стройиздат, 1987. –С. 29.

3. *Турметова Г.Ж.* Фосфор өндірісі қалдықтарын агломерациялық өңдеу арқылы экологиялық зиянсыздандыру: дисс... канд.техн.наук: – Алматы, 2010. – 76-79б.

Резюме

В этой статье рассмотрены зависимости изменения прочности гипсового вяжущего материала в бинарной системе от видов топлива где в качестве топлива использованы угольная мелочь, древесные опилки и нефтяной шлам. Высокая прочность на сжатие гипсового вяжущего материала определяется внесением в составе шихты 3% угольной мелочи.

Summary

This article deals with dependence of a plaster knitting material in pumping to system from fuel kinds in which structure as fuel are used a coal trifle, wood sawdust and oil slime. High durability on compression of a plaster cementing material is defined by addition 3% coal trifles in batch structure.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 10.02.12 г.*

А.Е. Атчибаева

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ БОЛЬШОЙ ДОЗВУКОВОЙ АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ ТРУБЫ ЗАМКНУТОГО ТИПА ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ АЭРОДИНАМИКИ ОБТЕКАЕМЫХ ТЕЛ

Лабораторные установки, создающие газовый поток заданных параметров для экспериментального изучения обтекания твердых тел, называют аэродинамическими трубами. Помещая в этот поток исследуемое тело (модель летательного аппарата, автомобиля, поезда и т.п.), можно определить действующие на него аэродинамические нагрузки.

Исследование силового взаимодействия потока и обтекаемого тела представляет собой одну из важнейших задач аэродинамики, решаемых с помощью эксперимента в аэродинамических трубах. В большинстве случаев при проведении таких исследований модель закрепляется в трубе, а газовый поток набегает на модель с заданной скоростью. Это приводит к тому, что силовое взаимодействие потока и тела происходит в условиях так называемого обращенного движения (в противоположность такому движению полет тела в неподвижной газовой среде носит название прямого движения).

Принцип обращения, как это следует из принципа относительности классической механики, применим в случае прямолинейного равномерного поступательного движения тела. При соблюдении этих условий силовое воздействие потока на тело будет одинаковым как в прямом, так и в обращенном движении.

В основном все использующиеся в настоящее время аэродинамические трубы можно разделить по конструктивным признакам на трубы замкнутого и незамкнутого типа. В трубах первого типа непрерывно циркулирует одна и та же масса газа. Трубы замкнутого типа могут работать при различных давлениях в закрытой рабочей части и использоваться, следовательно, как трубы переменной плотности, обеспечивая тем самым возможность исследований обтекания моделей при различных числах Рейнольдса $\mathrm{Re}_\infty = \frac{\upsilon_\infty l}{\nu_\infty}$, где υ_∞ и ν_∞ - соответственно скорость и кинематический коэффициент вязкости потока в рабочей части, а l – характерный размер обтекаемого тела.

В незамкнутых трубах газ, попав в рабочую часть через сопло, затем выбрасывается из трубы. В таких трубах происходит непрерывная смена потоков газа. Так как в каждый момент работы незамкнутой трубы в нее попадает новое количество газа, который должен разгоняться до расчетной скорости, расход энергии в такой трубе выше, чем в замкнутой установке, где необходимо лишь поддерживать движение циркулирующего газа.

Во всех случаях изучение обтекания тел в аэродинамических трубах производится на основе соответствующего данному эксперименту закона подобия, в зависимости от основных критериев подобия, например, от числа Рейнольдса (Re), Маха ($M_\infty = \frac{\upsilon_\infty}{a}$, где a - скорость звука) или других главных критериев для изучаемых явлений.

В зависимости от скорости потока в рабочей части аэродинамические трубы можно подразделить на дозвуковые ($0 < M_\infty < 0{,}8$), околозвуковые ($0{,}8 < M_\infty < 1{,}2$), сверхзвуковые ($1{,}2 < M_\infty < 5$) и гиперзвуковые ($M_\infty > 5$). Иногда эта классификация дополняется трубами малых ($0 < M_\infty < 0{,}5$) и больших дозвуковых ($0{,}5 < M_\infty < 1$) скоростей.

Первые три вида труб могут выполняться как по замкнутой, так и незамкнутой схемам. Гиперзвуковые трубы строятся обычно незамкнутыми и с обязательным подогревом рабочего газа.

По виду рабочей части аэродинамические трубы разделяются на трубы с открытой и закрытой рабочими частями.

В зависимости от длительности работы трубы бывают кратковременного и постоянного действия. Труба кратковременного действия позволяет испытывать модель лишь в течение малого промежутка времени (несколько минут). Питание такой трубы осуществляется от батареи баллонов высокого давления, куда воздух предварительно накачивается компрессорами. Емкость баллонной батареи определяет продолжительность работы аэродинамической трубы.

В трубах постоянного действия поток газа создается с помощью осевого компрессора, встроенного в аэродинамическую трубу и обеспечивающего необходимую степень сжатия газа для достижения заданных чисел M_∞.

Схема аэродинамической трубы замкнутого типа представлена на рис. 1.

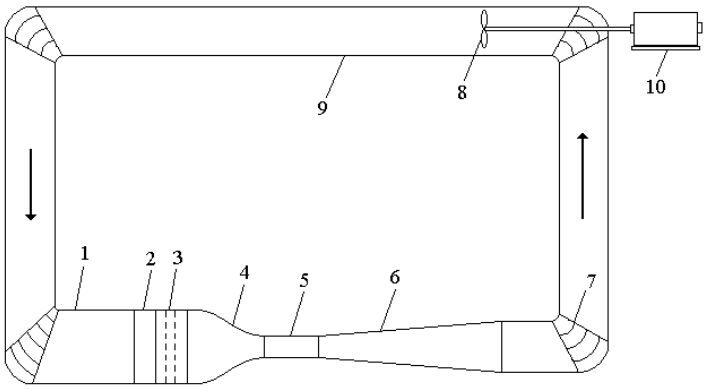


Рис. 1. Схема замкнутой аэродинамической трубы
1-форкамера; 2- хонейкомб; 3-выравнивающие сетки; 4-сопло; 5-рабочая часть; 6-диффузор; 7-поворотные лопатки; 8-вентилятор (компрессор); 9-обратный канал; 10-двигатель

Основной частью всякой аэродинамической трубы является ее рабочая часть. Ценность трубы для экспериментальных исследований определяется характеристиками ее полей скорости и давления. Равномерность скоростей в рабочей части характеризуется величиной отношения $\frac{\Delta\upsilon}{\upsilon_{ср}} = \frac{\upsilon - \upsilon_{ср}}{\upsilon_{ср}}$, где υ и $\upsilon_{ср}$ - соответственно местная и средняя скорости в рассматриваемой точке поперечного сечения рабочей части аэродинамической трубы. Эта величина в хорошо отлаженных трубах составляет несколько десятых процента. Поток в рабочей части должен иметь по возможности малый скос относительно оси трубы. В современных трубах отклонение направления скорости от оси трубы не превышает десятых долей градуса. На внешней границе рабочей части вследствие влияния стенок или внешнего неподвижного воздуха (соответственно у труб с закрытой или открытой рабочей частью), скорость падает до нуля и в этой области поток не является равномерным. Длина рабочей части l_p трубы составляет обычно величину порядка $1 \div 2\ D_0$, где D_0 - диаметр рабочей части.

Основная роль в формировании равномерного поля скоростей в рабочей части принадлежит соплу (коллектору) – плавно сужающейся части трубы перед рабочей частью.

Сопло служит, прежде всего, для уменьшения начальной неравномерности профиля скорости, всегда имеющей место во входном сечении сопла. Кроме того, оказывает влияние на начальную турбулентность потока в рабочей части трубы.

Для достижения вышеуказанных необходимых условий, нами были предложены следующие расчетные данные для рабочей части и для сопла:

1. Площадь рабочей части трубы $S_0 = \frac{\pi D_0^2}{4} = 0{,}283 м^2$ (этот параметр показывает, что рассчитываемая аэротруба является большой дозвуковой).

2. При мощности мотора *N=10* кВт и КПД вентилятора $\eta=0{,}7$, качестве трубы *K=2*, максимальная скорость $U_0 = \sqrt[3]{\frac{NK\eta}{\rho S_0}} = 35{,}5 м/с$, где ρ -плотность воздуха. При *K=4* $U_0=44{,}7 м/с$.

3. Примем $U_0=35 м/с$ и секундный расход воздуха $Q_0=9{,}91 м^3/с$. Число Рейнольдса по скорости в рабочей части $\mathrm{Re}_0 = \frac{U_0 D_0}{\nu} = 1{,}25 \cdot 10^6$, где ν -кинематический коэффициент воздуха. При таком числе Рейнольдса в данной аэродинамической трубе можно достичь сверхкритический режим течения.

4. Поджатие сопла $\frac{S}{S_0} = 7{,}95$ (площадь входного сечения сопла $S=1{,}5 \bullet 1{,}5=2{,}25 м^2$).

5. Длина сопла $l_c=1600$ *мм*. Длина стенок камеры $l_{кам}=700$ *мм*. Длина рабочей части $l_p=900$ *мм*.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Преображенский В.П.* Теплотехнические измерения и приборы. – М.: Энергия, 1978.
2. Прикладная аэродинамика. Под ред. Краснов Н.Ф.- М: Высшая школа, 1974. – 731с.
3. *Повх И.Л.* Аэродинамический эксперимент в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1965. – 480 с.
4. *Горлин С.М., Слезингер И.И.* Аэромеханические измерения. -М.: Наука, 1964. – 720 с.

Резюме

Орай ағылатын денелердің аэродинамикасын эксперименттік зерттеуге арналған тұйық типті дыбыс жылдамдығына дейінгі аэродинамикалық құбырдың параметрлері есептеліп табылды.

Summary

The purpose of this work is a calculation of large subsonic wind-channel of the reserved type for experimental research of aerodynamics of the streamlined bodies

КазНУ имени аль-Фараби *Поступила 05.02.12 г.*

УДК 621.01

Т.И. Омаров, Б.Ж. Қырықбаев, Д.Т. Туғанбаева

КӨЛДЕНЕҢ ҚИМАСЫ АЙНЫМАЛЫ КОНСОЛЬДІ АРҚАЛЫҚТЫҢ КЕЛТІРІЛГЕН МАССАСЫН АНЫҚТАУ

Арқалықтың тербелісін зерттеу кезінде, есептеуді жеңілдету үшін дискретті массалы және салмақсыз серпімді байланысты динамикалық модель құру керек. Мұның алдында жүргізілген зерттеулерде көлденең қимасы тұрақты тербелмелі арқалықты динамикалық модельдеу қарастырылған [1]. Параметрлері таралған жүйені дискреттік жүйемен алмастыруға болатын, яғни арқалықтың ұзындығы бойынша таралған массасын бір нүктеге келтіру есебін шешетін, көлденең қимасы айнымалы тербелмелі арқалықтың динамикалық моделін құруға есеп қарастырамыз. Массаларды келтіру бастапқы (келтірілетін) жүйенің (1, а сурет) және келтірілген жүйенің (динамикалық модель, 1, б сурет) кинетикалық энергияларының теңдігі шарттарын қолданып жүргізіледі.

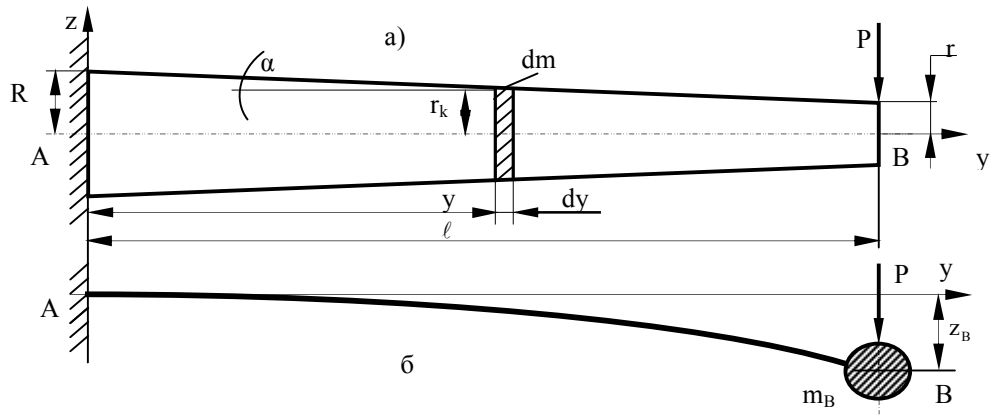
В нүктесіне келтірілген дискреттік жүйенің кинетикалық энергиясы $\mathbf{T_B}$ мынаған тең

$$T_B = \frac{m_B\, v_B^2}{2}. \qquad (1)$$

Тербелістің жоғарғы түрін ескермегендегі бастапқы жүйенің кинетикалық энергиясы **T** анықталған интегралмен анықталады [2]

$$T = \int_0^m \frac{v_k^2\, dm}{2}, \qquad (2)$$

мұндағы dm – шексіз кіші аралықтың массасы; m – сырықтың массасы; $v_k = \dot{z}_k$ – массасы dm қиманың ауырлық центріне сәйкес иілген арқалықтың серпімді сызығындағы нүктенің жылдамдығы.



1- сурет. Көлденең қимасы айнымалы арқалық (а) және оның есептеу схемасы (б)

Массасы dm қиманың қалыңдығы шексіз аз болғандықтан шексіз кіші қиманың түрі конус емес цилиндр деп, ал арқалықтың массасы оның ұзындығы ℓ бойынша бірқалыпсыз таралған деп қарастырамыз. Шексіз кіші масса $dm = \rho \pi r_k^2\, dy$, мұндағы **ρ** –арқалық материалының тығыздығы, r_k – координатаның басынан арақашықтығының **y** шамасы өзгеруіне тәуелді бөліп алынған қиманың радиусы. $tg\,\alpha \approx \alpha$ деп қабылдап , $r_k = R - y \cdot tg\,\alpha = R - y\,\alpha = \alpha\left(\frac{R}{\alpha} - y\right)$ немесе $r_k = \alpha(b - y)$ түрінде жазамыз және $\frac{R}{\alpha} = b$ деп белгілеп, шексіз кіші массаның dm формуласына қоямыз [3]

$$dm = \rho \pi \alpha^2\, (b - y)^2\, dy.$$

Осы формуланы пайдаланып, параметрлері таралған бастапқы жүйенің кинетикалық энергиясын анықтау үшін (2) өрнектегі интегралды түрлендіреміз

$$T = \int_0^m \frac{v_k^2\, dm}{2} = \frac{\rho \pi \alpha^2}{2} \int_0^{\ell} v_k^2 (b - y)^2\, dy. \qquad (3)$$

Көлденең қимасы айнымалы арқалықтың массасын тығыздық және қиылған конустың көлемі арқылы өрнектеуге болады

$$m = \rho \cdot V = \frac{\rho \pi \ell \left(R^2 + r^2 + R \cdot r\right)}{3}.$$

Жоғарыда алынған өрнекті пайдаланып, бастапқы жүйенің кинетикалық энергиясын анықтайтын (3) өрнектегі анықталған интегралдың алдына массаны енгіземіз

$$T = \frac{3\,\alpha^2}{2\ell\left(R^2 + r^2 + R \cdot r\right)} m \int_0^{\ell} v_k^2 (b - y)^2 \, dy. \qquad (4)$$

$\int_0^{\ell} v_k^2 (b - y)^2 \, dy$ интегралын есептеу үшін жылдамдықты v_k анықтайтын өрнекті табу керек. Бұл үшін зерттелетін арқалықтың серпімді сызығының дифференциалдық теңдеуін құрып және оны интегралдау қажет. Нәтижесінде оның уақыт бойынша алынған туындысы ізделетін жылдамдықтың v_k өрнегі болатын иілу мөлшерінің теңдеуін z аламыз.

Серпімді сызықтың түрін консольді арқалықтың В нүктесіне түсірілген Р күшінің әсерінен алады. В нүктесіне түсірілген Р күшінің әсерінен нақты арқалықтың серпімді сызығының ауытқуы есептелетін арқалықпен салыстырғанда, мардымсыз болады деп болжанады, яғни келтіру кезінде тербелістің негізгі бірінші түрі ескеріледі.

Қарастырылған арқалықтың серпімді сызығының дифференциалдық теңдеуі

$$\frac{d^2 z}{dy^2} = \frac{M_y}{E\, I_x(y)}, \qquad (5)$$

мұндағы **E** – бірінші текті серпімділік модулі; $I_x(y)$ – арқалық қимасының центрлік инерция моменті; M_y – координат жүйесінің бас нүктесінен у қашықтықта орналасқан қимадағы ию моменті.

АВ аралығындағы ию моментінің өрнегі $M_y = P(\ell - y)$.

Координат жүйесінің бас нүктесінен у қашықтықтағы х өсіне қатысты арқалық қимасының центрлік инерция моменті

$$I_x(y) = \frac{\pi (2 r_k)^4}{64} \approx 0{,}05 \cdot 2^4 \alpha^4 (b - y)^4 = 0{,}8\, \alpha^4 (b - y)^4.$$

Серпімді сызықтың дифференциалдық теңдеуіне (5) ию моментінің M_y және қиманың инерция моментінің $I_x(y)$ өрнектерін қойып, төмендегіні аламыз

$$\frac{d^2 z}{dy^2} = \frac{P(\ell - y)}{0{,}8 E\, \alpha^4 (b - y)^4}.$$

Арқалықтың серпімді сызығының дифференциалдық теңдеуін (5) интегралдап жалпы шешімін табамыз

$$z = \frac{P}{0{,}8 E\, \alpha^4}\left[\frac{\ell - b}{6(b - y)^2} + \frac{1}{2(b - y)} + C_1\, y + C_2\right]. \qquad (6)$$

C_1 және C_2 интегралдық тұрақтылар нөлге тең болғандағы шекаралық шарттардан табылады ($y = 0$, $z = 0$, $\theta = \frac{dz}{dy} = 0$): $C_1 = -\frac{b + 2\ell}{6b^3}$ и $C_2 = -\frac{\ell + 2b}{6\,b^2}$,

оларды жалпы шешімге (6) қойып арқалықтың серпімді сызығының теңдеуін жазамыз

$$z = \frac{P}{0{,}8\,E\,\alpha^4}\left[\frac{\ell - b}{6(b-y)^2} + \frac{1}{2(b-y)} - \frac{b+2\ell}{6b^3}\,y - \frac{\ell+2b}{6b^2}\right]. \qquad (7)$$

Жылдамдықтың $v_k = \dot{z}$ өрнегін алу үшін **y** уақытқа тәуелді емес, ал **P** күші уақыт бойынша өзгереді деп алып, арқалықтың иілу мөлшерінің теңдеуін (7) уақыт бойынша дифференциалдау керек, яғни

$$v_k = \dot{z} = \frac{\dot{P}}{0{,}8\,E\,\alpha^4}\left[\frac{\ell - b}{6(b-y)^2} + \frac{1}{2(b-y)} - \frac{b+2\ell}{6b^3}\,y + \frac{\ell+2b}{6b^2}\right].$$

Жылдамдықтың квадратының өрнегі

$$v_k^2 = \frac{\dot{P}^2}{23E^2\,\alpha^8}\left[\frac{D_1 - 3y}{(b-y)^2} - \frac{D_2 y - D_3}{(b-y)}\right]^2. \qquad (8)$$

Мұндағы белгілеулер $D_1 = \ell + 2b$, $D_2 = 2\ell + b$, $D_3 = b(2b + \ell)$.

Жылдамдықты v_k квадраттап және алынған квадрат жақшадағы көпмүшелікке қысқартып келесіні табамыз

$$v_k^2 = \frac{\dot{P}^2}{23E^2\,\alpha^8}\left[\frac{D_1^2 - 6D_1 y + 9y^2}{(b-y)^4} + \frac{6D_2\,y^2 - D_6 y + 2D_1 D_3}{b^3(b-y)^2}\right] +$$

$$+ \frac{\dot{P}^2}{23E^2\alpha^8}\cdot\frac{D_2^2 y^2 - 2D_2 D_3 y + D_3^2}{b^6}, \quad \text{мұнда} \quad D_6 = 2(D_1 D_2 + 3D_3)$$

Тұрақты енгіземіз $B = \dfrac{0{,}065\,\dot{P}^2}{E^2\,\alpha^6\,\ell\,(R^2 + r^2 + R\cdot r)}$.

Жылдамдықтың квадратының v_k^2 өрнегін және **B** тұрақтысын (3) формулаға қойып, бастапқы жүйенің кинетикалық энергиясын **T** анықтайтын келесі интегралды аламыз

$$T = Bm\int_0^{\ell}\left[\frac{D_1^2 - 6D_1 y + 9y^2}{(b-y)^4} + \frac{6D_2\,y^2 - D_6 y - 2D_1 D_3}{6b^3(b-y)^2}\right]\cdot(b-y)^2\,dy +$$

$$+ Bm\int_0^{\ell}\frac{D_2^2 y^2 - 2D_2 D_3 y + D_3^2}{12b^6}\cdot(b-y)^2\,dy.$$

Жылдамдықтың квадратына, **B** тұрақтысына өрнектерін қойып, алынған тәуелділікті интегралдап және бастапқы жүйенің кинетикалық энергиясы **T** өрнегінің нәтижесі келесі қысқартудан кейін төмендегі түрге келтіріледі

$$T = B\,m\left[\frac{D_2^2}{5b^6}y^5 - \frac{D_4}{4b^6}y^4 + \left(\frac{D_5}{3b^6} - \frac{2D_2}{b^3}\right)y^3 + \left(\frac{2b\left(D_2 D_3 b - D_3^2\right) - D_6 b^3}{2b^6}\right)y^2\right] +$$

$$+ B\,m\left\{\left[\left(18-\frac{2D_1D_3}{b^3}+\frac{D_3^2}{2b^4}\right)y-(9b+6D_1)\ln|(b-y)+\frac{9\,y^2}{b-y}\right]+\left[\frac{D_1(D_1-6b)}{b-y}-18b\right]\right\}.$$

Мұндағы белгілеулер $D_4 = 2D_2\ (D_3 - D_2 b);\quad D_5 = \left(D_2^2 b^2 + 4D_2 D_3 b + D_3^2\right).$

Алынған өрнекке y = 0-ден y = ℓ- ге дейінгі интегралдау шектерін, **B** тұрақтысының формуласын қойып және келесі қысқартулардан кейін төмендегі алынады

$$T = \frac{0{,}065\ \dot{P}^2\ m}{E^2\ \alpha^6\ \ell\left(R^2 + r^2 + R\cdot r\right)}\left[D_7 + D_8 + D_9\right],$$

мұндағы $D_7 = \left[\frac{D_2^2\ell^5}{5b^6} - \frac{D_4\ell^4}{4b^6} + \left(\frac{D_5}{3b^6} - \frac{2D_2}{b^3}\right)\ell^3 + \left(\frac{2b\left(D_2D_3b + D_3^2\right) - D_6b^3}{2b^6}\right)\ell^2\right];$

$$D_8 = \left[\left(18 - \frac{2D_1D_3}{b^3} + \frac{D_3^2}{b^4}\right)\ell\ -(18b + 6D_1)\ln\left|(b-\ell)\right| + \frac{9\,\ell^2}{b-\ell}\right];$$

$$D_9 = \left[\frac{D_1(D_1-6b)}{b-\ell} - 18b + 18(b+6D_1)\ln b - \frac{D_1(D_1-6b)}{b}\right].$$

y $= \ell$ кезінде (8) формуланы пайдаланып сырықтың **B** нүктесіндегі жылдамдықтың квадратының v_B^2 өрнегін табамыз

$$v_B^2 = \frac{\dot{P}^2}{23E^2\ \alpha^8}\left[D_{10} + D_{11} + D_{12}\right],\quad \text{где } D_{10} = \left[\frac{D_1^2 - 6D_1\ell + 9\ell^2}{(b-\ell)^4}\right],$$

$$D_{11} = \left[\frac{6D_2\,\ell^2 - D_6\,\ell + 2D_1D_3}{b^3(b-y)^2}\right],\quad D_{12} = \frac{D_2^2\ell^2 - 2D_2D_3\ell + D_3^2}{b^6}.$$

Жоғарыда алынған жылдамдықтың квадратының v_B^2 және (1) формуланың өрнектерінен келтірілген жүйенің кинетикалық энергиясы анықталады

$$T_B = \frac{\dot{P}^2\ m_B}{46E^2\ \alpha^8}\left[D_{10} + D_{11} + D_{12}\right].$$

Арқалықтың B нүктесіне келтірілген m_B массасын анықтау үшін бастапқы **T** және келтірілген $\mathbf{T_B}$ жүйелердің кинетикалық энергиялары теңестіріледі

$$\frac{0{,}065\ \dot{P}^2\ m}{E^2\ \alpha^6\ \ell\left(R^2 + r^2 + R\cdot r\right)}\left[D_7 + D_8 + D_9\right] = \frac{\dot{P}^2\ m_B}{46E^2\ \alpha^8}\left[D_{10} + D_{11} + D_{12}\right].$$

Соңғы теңдіктен арқалықтың келтірілген m_B массасы анықталады

$$m_B = \frac{2{,}99\,\alpha^2\ m}{\ell\left(R^2 + r^2 + R\cdot r\right)}\cdot\frac{\left[D_7 + D_8 + D_9\right]}{\left[D_{10} + D_{11} + D_{12}\right]}.$$

Мұндағы m – консольді арқалықтың массасы; **R, r, α** – оның геометриялық параметрлері.

Сырықтың иілу кезіндегі қатаңдығын c_u арқалықтың серпімді сызығының теңдеуінен (7) анықтайды. Ол y = ℓ кезінде **P** күші әсер еткендегі коэффициенттің кері шамасына тең болады

$$c_u = \frac{4{,}8\,E\,\alpha^4 b^3 (b-\ell)}{2+b-\ell}.$$

Сонымен, массасы бірқалыпсыз таралған (1, а – сурет) механикалық жүйе (көлденең қимасы айнымалы арқалық) дискреттік массасы m_B жүйеге және келтірілген иілу кезіндегі қатаңдығы c_u есептелетін серпімді байланысқа (1, б – сурет) келтірілді. Бұл алынған есептеу схемасы зерттеу үшін қолайлырақ, себебі алынған дискреттік жүйенің еркіндік дәрежесінің саны шектеулі.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. *Пановко Я.Г.* Введение в теорию механических колебаний.– М.: Наука,1971.– 240с.

2. *Рэлей* (Дж. Стретт) Теория звука. – М. – Л.: Гостехтеоиздат, том 1, 1940. – 500 с.

3. *Омаров Т.И.* Определение приведенной массы консольной балки переменного поперечного сечения // Новости науки Казахстана. – 2010. – № 3. – С. 96 – 103.

Резюме

В данной работе рассматривается в общем виде составление динамической модели консольной балки с переменным поперечным сечением в предположении, что рассматриваемая механическая система совершает изгибные колебания в вертикальной плоскости.

Исследуемая консольная балка (реальная механическая система) представляет собой систему с распределенными параметрами. Задачей динамического моделирования является создание более удобной для исследования расчетной схемы. Полученная в данном случае динамическая модель балки представляет собой дискретную систему с сосредоточенной на конце точечной (приведенной) массой, связанной с заделкой невесомым упругим стержнем.

В результате проведенной работы получены формулы, позволяющие определить сосредоточенную на конце консоли приведенную массу балки и ее изгибную жесткость.

Summary

In the given work drawing up of dynamic model of a console beam with variable cross-section section in the assumption is considered in a general view, that the considered mechanical system makes benling fluctuations in a vertical plane.

The investigated console beam (real mechanical system) represents system with the distributed parametres. A problem of dynamic modelling is creation of settlement scheme more convenient for research. The dynamic model of a beam received in this case represents discrete system with the dot (resulted) weight concentrated to the end connected with fixing by a weightless elastic pivot.

As a result of the spent work the formulas are received, allowing to define concentrated to the console end the resulted weight of a beam and it bending rigidity.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 05.02.12 г.*

УДК 339

А.Ф. Цеховой, Е.Ж. Шильдибеков

ИНДЕКС ГЛОБАЛЬНОЙ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ В КАЗАХСТАНЕ: ФАКТЫ И ОЦЕНКИ

В последнее время понятие национальной конкурентоспособности становится новой парадигмой в экономической науке. В результате процессов глобализации все больше стран мира уделяют внимание национальной конкурентоспособности на мировых рынках. Такие страны, как Ирландия, Саудовская Аравия, Греция, Хорватия, Бахрейн, Филиппины и другие имеют даже специальные кон-

сультационные советы или государственные агентства по анализу национальной конкурентоспособности.

Одной из авторитетных организаций, составляющих рейтинг конкурентоспособности стран мира, является Всемирный экономический форум (ВЭФ). Швейцарская организация ВЭФ – это независимая международная организация, занимающаяся улучшением состояния мировых связей, решением региональных, мировых и отраслевых проблем с привлечением лидеров бизнеса, политики и науки.

Согласно определению ВЭФ, «конкурентоспособность – это совокупность институтов, процедур и факторов, определяющих производительность страны» [1]. Уровень производительности, в свою очередь, определяет уровень процветания экономики. Особую важность национальная конкурентоспособность представляет для стран с небольшой отрытой экономикой, поскольку они зависят от международной торговли и иностранных инвестиций.

Для измерения конкурентоспособности стран мира в ВЭФ используется сводный индекс, который рассчитывается на основе множества показателей. Начиная с 2005 г., в качестве сводного индекса ВЭФ использует Индекс глобальной конкурентоспособности (ИГК), который пришел на смену Индексу роста производительности. ИГК был разработан профессором Ксавьер Сала-и-Мартином из университета Колумбии. Ежегодно ВЭФ на основе данного инструмента составляет рейтинг стран мира и публикует его в Отчете о глобальной конкурентоспособности.

Надо отметить, что методика расчета ИГК постоянно менялась, а количество исследуемых показателей увеличивалось. Это было связано с тем, что в условиях глобализации для объективной оценки конкурентоспособности необходимо было учитывать все больше показателей. В настоящее время Индекс глобальной конкурентоспособности состоит из 113 показателей, которые объединены в двенадцать групп параметров: 1. Качество институтов; 2. Инфраструктура; 3. Макроэкономическая стабильность; 4. Здоровье и начальное образование; 5. Высшее образование и профессиональная подготовка; 6. Эффективность рынка товаров и услуг; 7. Эффективность рынка труда; 8. Развитость финансового рынка; 9. Уровень технологического развития; 10. Размер внутреннего рынка; 11. Конкурентоспособность компаний; 12. Инновационный потенциал. В свою очередь, двенадцать групп параметров подразделяются на три подиндекса: Базовые требования (группы параметров 1, 2, 3, 4), Факторы эффективности (группы параметров 5, 6, 7, 8, 9, 10), Факторы инновации (группы параметров 11, 12)

Вклад каждого подиндекса в сводный индекс для отдельной страны зависит от того, на какой стадий развития находится данное государство. Согласно классификации ВЭФ, существует несколько стадий развития страны: развитие за счет факторов производства, развитие за счет эффективного управления ресурсами, развитие за счет инновационной деятельности (см. табл. 1).

Таблица 1. **Весовые значения подиндексов для каждой стадии развития**

Подиндекс	Развитие за счет факторов производства	Развитие за счет эффективного управления ресурсами	Развитие за счет инновационной деятельности
Базовые требования	60%	40%	20%
Факторы эффективности	35%	50%	50%
Факторы инновации	5%	10%	30%

Для определения стадии, к которой относится страна, используются два критерия. Первый – это уровень ВВП на душу населения по рыночному обменному курсу (см. табл. 2). Это общедоступная мера, которая используется в качестве замены измерения заработной платы, так как сопоставимых международных данных о заработной плате для всех стран не существует.

Таблица 2. **Значения ВВП на душу населения для определения стадии развития**

Стадия развития	ВВП на душу населения (в долл. США)
Стадия 1: Развитие за счет факторов производства	<2000
Переход от стадии 1 к стадии 2	2000-3000

Стадия 2: Развитие за счет эффективного управления ресурсами	3,000-9,000
Переход от стадии 2 к стадии 3	9,000-17,000
Стадия 3: Развитие за счет инновационной деятельности	> 17000

Второй критерий определяет степень, в которой страна ориентирована на факторы производства. Этот процесс измеряется долей экспорта полезных ископаемых в общем объеме экспорта (товаров и услуг), предполагая, что страны, которые экспортируют более 70 % полезных ископаемых (измеряется в среднем за последние пять лет), развиваются за счет факторов производства.

Сводный Индекс глобальный конкурентоспособности рассчитывается по следующей формуле:

$$ИГК_{ij}= w_{j1}*БТ_i+ w_{j2}*ФЭ_i+ (1 - w_{j1} - w_{j2})*И$$

где БТ – базовые требования
ФЭ – факторы эффективности
И – инновации
w_{j1} – весовые значения
i – индекс страны
j – уровень развития страны

В методологии расчета индекса конкурентоспособности используются два вида источника информации. К первому относятся общедоступные статистические данные, результаты исследований МВФ и Всемирного Банка. Данный источник информации составляет одну треть всех переменных показателей ИГК. Ко второму источнику относятся результаты глобального опроса руководителей компаний из стран, анализируемых в отчете. Данный источник информации составляет две трети всех переменных показателей ИГК.

В научной литературе и на практике имеет место неоднозначное мнение об обьективности измерения национальной конкурентоспособности с помощью ИГК ВЭФ. Некоторые эксперты полагают, что «существует высокая вероятность того, что значительное влияние на формирование невысоких оценок оказывает тот фактор, что индивидуальные оценки респондентов не всегда могут корректно отражать реальную ситуацию и уровень конкурентоспособности страны» [2]. Тем не менее, большинство воспринимают ИГК ВЭФ как инструмент, наиболее точно отражающий рейтинг конкурентоспособности стран мира.

Расчеты рейтинга ВЭФ производит Центр глобальной конкурентоспособности и деятельности (ЦГКД) при ВЭФ. Он работает совместно с сетью партнерских организаций – ведущих исследовательских институтов и организаций в странах, анализируемых в отчете. В Казахстане партнером ЦГКД является Национальный аналитический центр при Правительстве и Национальном банке РК.

ВЭФ оценивает конкурентоспособность Казахстана, начиная с 2005 г. В первом Отчете глобальной конкурентоспособности ВЭФ за 2005-2006 гг. Казахстан занимал 61 место со значением ИГК 3,7 баллов. Согласно такому отчету за 2010-2011 гг. значение ИГК РК возросло до 4,12 баллов. Однако рейтинг Казахстана понизился с 61 до 71 места. Снижение позиции Казахстана связано, в первую очередь, с увеличением количества исследуемых стран со 117 в 2005 г. до 139 в 2010 г., в число которых были включены страны с развитыми экономиками [1].

На рис. 1 приведен рейтинг групп показателей ИГК Казахстана согласно Отчету глобальной конкурентоспособности ВЭФ за 2010-2011 гг. В данном рейтинге самые низкие позиции Казахстан занимает по следующим группам параметров: Условия для развития финансовых институтов – 117 место, Условия для развития бизнеса – 102 место, Инновации – 101 место, Институты – 91 место, Эффективность рынков товаров – 86, Здоровье и начальное/среднее образование – 85, Уровень технологического развития – 82, Инфраструктура – 81, Высшее и профессиональное образование – 65. Очевиден тот факт, что данные группы параметров требуют особого внимания для повышения конкурентоспособности Казахстана в рейтинге ВЭФ.

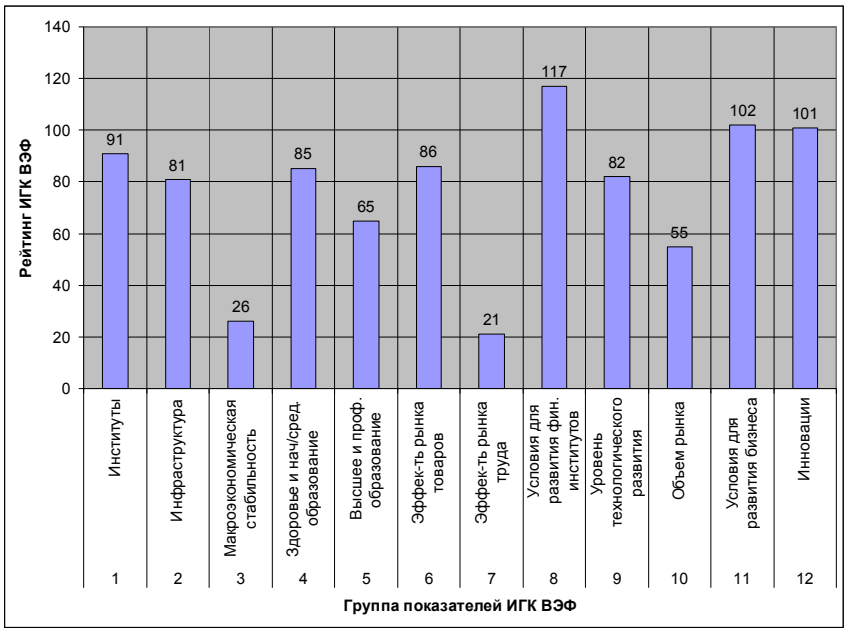


Рис.1 Рейтинг групп показателей ИГК Казахстана согласно Отчету глобальной конкурентоспособности ВЭФ за 2010-2011 гг.

На рис. 2 приведен рейтинг подиндексов ИГК Казахстана согласно Отчету глобальной конкурентоспособности ВЭФ за 2010-2011 гг.

Возвращаясь к к теме стадий развития государства, нужно отметить, что экономика Казахстана относится к переходной стадии развития – от стадии 1 к стадии 2. Весовые значения подиндексов ИГК Казахстана распределяются следующим образом: Базовые требования – 50%, Факторы эффективности – 40%, Факторы инновации – 10%. Данный фактор также необходимо учитывать при распределений ресурсов для повышения конкурентоспособности Казахстана в рейтинге ВЭФ.

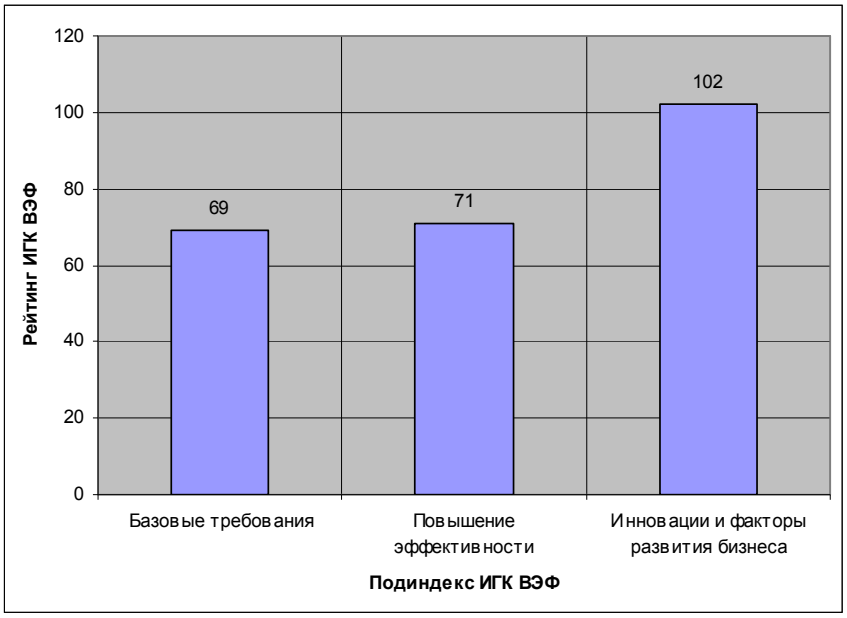


Рис.2. Рейтинг подиндексов ИГК Казахстана согласно Отчету глобальной конкурентоспособности ВЭФ за 2010-2011 гг.

В марте 2006 г. в Послании Президента Республики Казахстан Н.А. Назарбаева народу Казахстана была поставлена стратегическая задача вхождения Казахстана в число 50-ти наиболее конкурентоспособных стран мира [3]. 30 июня 2007 года Правительством РК был создан Национальный совет по конкурентоспособности и экспорту при Правительстве РК для выработки предложений и рекомендаций по основополагающим принципам, задачам и способам повышения конкурентоспособности [4]. 27 декабря 2007 г. Правительство РК принимает Концепцию достижения качественно нового уровня конкурентоспособности и экспортных возможностей экономики страны на 2008-2015 годы [5]. 26 мая 2008 года Правительство утверждает План мероприятий на 2008-2010 годы по реализации 1 этапа Концепции, в котором предписывает всем центральным и местным исполнительным органам обеспечить надлежащее и своевременное исполнение Плана, а Министерству экономики и бюджетного планирования (в настоящее время – Министерство экономического развития и торговли) предоставлять в Правительство РК сводную информацию о ходе выполнения Плана ежеквартально [6]. В результате, все основные Министерства и ведомства, ФНБ «Самрук-Казына», Национальный банк, Национальные компании, Казахстанские ассоциации и акиматы областей и городов республиканского значения получили поручения разработать проекты стратегических планов повышения конкурентоспособности и внести предложения в Правительство РК.

Однако за последние пять лет поставленная Главой государства политическая задача вхождения в число 50-ти наиболее конкурентоспособных стран мира практически не решена. Вследствие отсутствия прогресса Казахстана в рейтинге ВЭФ многие государственные органы стали оперировать другими индексами, приводить положительные результаты Казахстана из отчетов других рейтинговых агентств глобальной конкурентоспособности, в частности Международного института менеджмента. Естественно, что и средства массовой информации стали отходить от освещения задачи, поставленной главой государства. Но Президент РК в своем выступлении на 13-м съезде НДП «Нур Отан» (11.02.2011) вновь актуализировал вопрос о важности вхождения государства в число 50-ти наиболее конкурентоспособных стран мира, что предполагает ориентир именно на ИГК ВЭФ [7]. Думается, что это должно исключить иное толкование в данном вопросе.

Согласно Постановлению Правительства РК от 26 мая 2008 года № 503 исследованием ИГК в Казахстане занимается Министерство экономики и бюджетного планирования, которое ежегодно публикует Аналитический отчет о результатах оценки ВЭФ глобальной конкурентоспособности и ходе работы государственных органов по улучшению показателей отчета глобальной конкурентоспособности [2].

Помимо Министерства экономики и бюджетного планирования, анализом позиции Казахстана в международных рейтингах конкурентоспособности занимаются АО «Институт экономических исследовании», Казахстанский институт стратегических исследовании при Президенте РК, Общественный фонд «Центр изучения конкурентоспособности», Институт мировой экономики и политики при Фонде первого Президента, а также различные информационно-аналитические центры и независимые ученые. Результаты их исследований представлены в публикациях Нугербекова С.Н., Токсановой А.Н., Додонова В.Ю., Заборыевой Е., Нурмакова А. и др. [8,9].

Во всех исследованиях эксперты, как правило, комментируют текущее положение Казахстана в мировых рейтингах конкурентоспособности, а также оценивают количественные и качественные результаты государственных органов в повышении конкурентоспособности Казахстана. В наших исследованиях мы решили определить влияние на параметры ИГК других сегментов общества – бизнес структур и институтов гражданского сектора. Данное исследование в Казахстане проводилось впервые. Было опрошено 15 экспертов в области конкурентоспособности. Респонденты имели возможность оценить влияние государственных органов, бизнеса и НПО на каждый из 113 параметров ИГК. Оценка проводилась бинарным методом, т.е. по категориям «влияет» или «не влияет». Респонденту можно было отмечать влияние сразу нескольких секторов общества на каждый параметр ИГК. Сводные результаты проведенного опроса приведены в табл. 3.

В табл. 3 суммированы результаты опроса респондентов для групп параметров ИГК. Выяснилось, что всего 47,62% своих оценок респонденты отнесли к государственным органам. По их мнению, государственные органы не могут охватить весь блок показателей ИГК. И 30,72% эксперты отнесли к бизнес-структурам, а 21,66% – на институты гражданского общества. Таким образом, влияние бизнес-структур и НПО, по мнению экспертов, также имеет значение в повышении конкурентоспособности Казахстана. Вместе с тем, необходимо учитывать, что данные результаты опроса явля-

ются предварительными в вопросе исследования конкурентоспособности и не отражают степени влияния каждого сектора общественности на параметры ИГК.

Таблица 3. **Группа параметров ИГК и секторы общества, влияющие на данные параметры в Казахстане**

№	Группа параметров ИГК	Гос-во	Бизнес	НПО
1	Институты	291	141	183
2	Инфраструктура	129	90	27
3	Макроэкономическая стабильность	90	42	15
4	Здоровье и начальное/среднее образование	147	33	96
5	Высшее и профессиональное образование	111	54	66
6	Эффективность рынка товаров	222	120	78
7	Эффективность рынка труда	96	126	66
8	Условия для развития финансовых институтов	135	93	36
9	Уровень технологического развития	75	84	39
10	Объем рынка	30	21	3
11	Условия для развития бизнеса	117	108	36
12	Инновации	87	75	51
	ИТОГО	1530	987	696
	ИТОГО в процентах	47,62	30,72	21,66

Далее, мы провели контент-анализ 100 интернет-ресурсов крупного бизнеса (компании, количество сотрудников которых превышает 1000 человек) и неправительственных организаций Казахстана. В результате выяснилось, что бизнес структуры и институты гражданского общества не связывают свою деятельность с повышением конкурентоспособности Казахстана. Причиной тому среди прочих вполне может быть и недостаточная осведомленность бизнеса и неправительственных структур о своем влиянии на параметры ИГК Казахстана. Таким образом, можно заключить, что призыв главы государства не всегда находит своего адресата.

Представляется, что для решения поставленной задачи вхождения в число 50-ти наиболее конкурентоспособных стран необходимо определеить предметные области. Для решения научных задач следует оценить степень влияния секторов общества на каждый показатель ИГК Казахстана. Также нужно разработать отечественную систему оценки национальной конкурентоспособности, включая методику прогнозирования результатов Отчета ВЭФ. В практической плоскости важно повышать «конкурентоспособную ментальность» в Казахстане и привлекать все секторы общества к стратегической задаче вхождения в число 50-ти найболее конкурентоспособных стран мира.

По результатам проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Поставленная главой государства стратегическая задача вхождения Казахстана в число 50-ти наиболее конкурентоспособных стран мира на сегодняшний день несомненно является актуальной для республики.

2. Государственные органы проводят активную работу по улучшению показателей Отчета глобальной конкурентоспособности.

3. Метод экспертных оценок показал, что бизнес-структуры и институты гражданского общества также влияют на параметры ИГК Казахстана.

4. Большинство структур бизнеса и НПО не связывают свою деятельность с повышением национальной конкурентоспособности страны.

5. Для повышения конкурентоспособности Казахстана необходимо решать поставленные научные и практические задачи в комплексе. Казахстан располагает потенциалом и ресурсами для выполнения стратегической задачи вхождения в группу наиболее конкурентоспособных стран мира.

ЛИТЕРАТУРА

1. World Economic Forum, 2010. The Global Competitiveness Index 2010–2011: Looking beyond the global economic crisis. – The Global Competitiveness Report 2010-2011.

2. Министерство экономики и бюджетного планирования «Аналитический отчет о результатах Отчета глобальной конкурентоспособности Всемирного экономического форума и ходе работы государственных органов по улучшению показателей Отчета глобальной конкурентоспособности в 2009 году»// www.mert.kz

3. Послание Президента Республики Казахстан Н.А.Назарбаева народу Казахстана от 2006 года «Стратегия вхождения Казахстана в число 50-ти наиболее конкурентоспособных стран мира. Казахстан на пороге нового рывка вперед в своем развитии» // www.akorda.kz

4. Постановление Правительства Республики Казахстан от 30 июня 2007 года № 552 «О создании Национального совета по конкурентоспособности и экспорту при Правительстве Республики Казахстан» // www.government.kz

5. Постановление Правительства Республики Казахстан от 28 декабря 2007 года N 1332 «О Концепции достижения качественно нового уровня конкурентоспособности и экспортных возможностей экономики Республики Казахстан на 2008-2015 годы» // www.government.kz

6. Постановление Правительства Республики Казахстан от 26 мая 2008 года N 503 «Об утверждении Плана мероприятий на 2008-2010 годы по реализации Концепции достижения качественно нового уровня конкурентоспособности и экспортных возможностей экономики Республики Казахстан на 2008-2015 годы» // www.government.kz

7. Выступление Президента Республики Казахстан Н.А. Назарбаева на 13 съезде НДП «Нур Отан» // www.akorda.kz

8. *Заборыева Е.* Позиции Республики Казахстан в индексе глобальной конкуренстоспособности 2009-2010 // Информационно-аналитический журнал «Analytic»-2010/4-с.115

9. *Додонов В.Ю.* Мировой кризис и тенденции экономического развития Казахстана: монография. - Алматы: КИСИ при Президенте РК, 2011. - 380 с.

Резюме

2006 жылдың 1 наурызында Елбасы қойған бәсекелесуге қабілетті алдыңғы 50 мемлекеттердің қатарына қосылу стратегиясының бүгін де маңызы өсуде. Жүргізілген зерттеулер – Қазақстан Республикасының глобальды бәсекелестік индексін көтеру үшін қоғамның үш секторы – мемлекет, бизнес және мемлекеттік емес ұйымдардың қатысуы маңызды екенін көрсетеді. Дүниежүзілік экономикалық форумның рейтингі бойынша бәсекелесуге қабілетті алдыңғы 50 мемлекеттердің қатарына қосылу үшін Қазақстанда «бәсекелестік ділді» дамыту керек және стратегиялық мәселені шешу үшін қоғамның барлық секторларын жұмылдыру керек.

Summary

The strategy of entering into 50 most competitive countries in the world that was announced by the head of state on March 1, 2006 is becoming a topical issue. The research illustrates the importance of all three society sectors – government, business, and non-profit organizations on the increase of global competitiveness index of Kazakhstan. In order to enter into 50 most competitive countries in the world according to World economic forum rating, “competitive mentality” in Kazakhstan should be improved and all society sectors should be involved in the strategic objective.

Ключевые слова: global competitiveness index, world economic forum, society sectors, competitive mentality, government, business, non-profit organization.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 02.02.12 г.*

УДК 621.81(031)

В.В. Поветкин О.А.Сушкова З.А. Ибрагимова

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ИЗНАШИВАНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПОДВИЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Процессы трения рассматривают на моделях, позволяющих оценить молекулярное взаимодействие материалов контактирующих тел с учетом влияния внешней среды (оксиды, пленка, смазка). Первоначально разработанные теории механического сцепления, молекулярного притяжения, сваривания, среза и пропахивания получили значительное развитие в молекулярно-механической теории трения, нашедшей наиболее широкое распространение. Согласно этой теории процесс трения проис-

ходит не только на границе раздела твердых тел, но и в некотором объеме поверхностных слоев, физико-механические свойства которых отличаются от свойств материалов в объеме тел. Это связано с деформированием поверхностных слоев, с изменением температуры, с образованием слоев адсорбированных паров влаги или газов, с образованием пленок оксидов, атомов или молекул окружающей среды и т.п.

Общее представление о значении коэффициентов трения скольжения f_T дают экспериментальные данные для разных видов трения, приведенные ниже: трение ювенильных поверхностей при отсутствии смазки и оксидов – 0,8 - 6,0; трение окисленных поверхностей - 0,4 - 0,8; граничное трение при наличии мономолекулярного слоя смазки на поверхности - 0,2 - 0,6; граничное трение при наличии мультимолекулярного слоя полярных молекул - 0,1 - 0,4; гидродинамическое трение при наличии слоя неполярных молекул - 0,008 - 0,02; гидродинамическое трение при наличии жидкокристаллической объемной фазы - 0,0001 - 0,001.

Свойство материала оказывать сопротивление изнашиванию в определенных условиях трения, оцениваемое величиной, обратной скорости или интенсивности изнашивания, называют износостойкостью. На износостойкость влияют твердость материалов, их упругие свойства, режим работы (нагрузка, скорость, температура), внешние условия (смазка, окружающая среда), конструктивные особенности узла трения.

Физическая модель изнашивания следующая: при скольжении микронеровности перед ней возникает лобовой валик деформируемого материала, который находится под воздействием сжимающих напряжений (рис. 1, а).

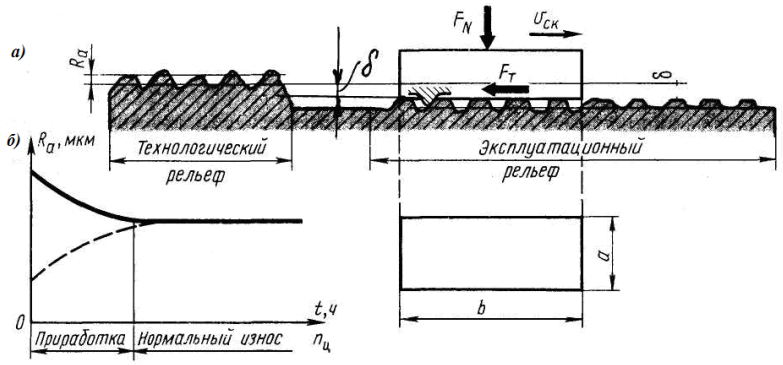


Рис. 1. Схема процессов изнашивания контактирующих поверхностей в их относительном движении

За микронеровностью вследствие сил трения материал растягивается. Следовательно, материал испытывает знакопеременное деформирование, многократное повторение которого приводит к накоплению в нем повреждений микроструктуры и отделению частиц материала. Эксперименты показывают, что материал разрушается не сразу, а лишь после некоторого числа циклов работы $(n_Ц)$ [1].

Износ оценивают толщиной слоя разрушенного материала δ (линейный износ, рис. 1, а) или его массой.

Скорость изнашивания определяется величиной износа в единицу времени:

$$\gamma = \frac{d\delta}{dt} = kp^m \upsilon_{ск}^n ,$$

где k - коэффициент износа (численно равен γ при $p = \upsilon_{ск} = 1$);

p - удельное давление в исследуемой точке поверхности трения;

$\upsilon_{ск}$ - скорость скольжения (относительная скорость) в исследуемой точке поверхности трения;

m - показатель степени, зависящий от вида взаимодействия контактирующих поверхностей (упругий контакт, пластический контакт, микрорезание); его величина колеблется в пределах от 1 до 3;

n - показатель степени, зависящий от вида изнашивания. Для приработанных элементов кинематических пар принимают $m = 1$, $n = 1$ и тогда

$$\gamma = \frac{d\delta}{dt} = kp\upsilon_{ск}. \quad (1)$$

Физический смысл формулы (1) можно пояснить на следующем примере (рис. 1, а). Пусть ползун размером $a \times b$ прижат к направляющей силой F_N, коэффициент трения скольжения f, удельное давление в любой точке поверхности трения $p = \frac{F_N}{ab} = const$.

В общем случае удельное давление p в разных точках поверхности трения различно, но такое толкование формулы (1) можно дать для любой элементарной площадки с центром в заданной точке поверхности трения.

Работа силы трения F_T расходуется на разрушение и отделение материала и выделение теплоты, поэтому приближенно можно считать, что скорость изнашивания пропорциональна работе силы трения в единицу времени, т.е. мощности трения P_T:

$$\gamma = \frac{d\delta}{dt} = \frac{k}{abf} F_N f\upsilon_{ск} = cF_T\upsilon_{ск} = cP_T,$$

где $c = \frac{k}{(abf)}$ - коэффициент пропорциональности.

Износ в общем случае (при переменных p и $\upsilon_{ск}$) определяют по формуле:

$$\delta = k\int_0^{t_p} p\upsilon_{ск}dt. \quad (2)$$

Для удобства расчета в механизмах с одной степенью свободы формулу (2) целесообразно преобразовать, введя обобщенную координату φ и обобщенную скорость $\omega = \dot{\varphi}$.

Тогда износ за один цикл работы, для которого $\varphi = \varphi_Ц$,

$$\delta_Ц = k\int_0^{\varphi_Ц} p(\frac{\upsilon_{ск}}{\omega})d\varphi, \quad (3)$$

где $\frac{\upsilon_{ск}}{\omega} = \frac{\upsilon_{ск}(\varphi)}{\omega}$ - аналог скорости скольжения (или передаточная функция $\frac{ds}{d\varphi}$) в рассматриваемой точке элемента кинематической пары.

Если число циклов работы $n_Ц$, то износ:

$$\delta = \delta_Ц n_Ц. \quad (4)$$

По формуле (4) можно найти число циклов работы по заданной величине предельного износа, что необходимо при определении ресурса работы машины.

Интенсивность изнашивания - износ на единицу пути трения:

$$\gamma_s = \frac{d\delta}{ds},$$

где s - относительное перемещение или путь трения.

Следовательно,

$$\gamma = \frac{d\delta}{ds}\frac{ds}{dt} = \gamma_s\upsilon_{ск}.$$

Величины γ и γ_s обычно определяют опытным путем по средним значениям p и $\upsilon_{ск}$, а затем по формуле (1) подсчитывают коэффициент износа k. Так, например, испытание образцов при сред-

них режимах эксплуатации ($p_{ср}$ =$=16\cdot10^5$ Па, $(\upsilon_{ск})_{ср}$ = 2 м/с) показало, что за время t_p = 100 ч работы средний износ составил δ = 2 мкм, следовательно, из формулы (1)

$$k = \frac{\gamma}{(p\upsilon_{ск})} = \frac{2\cdot10^{-2}}{(16\cdot10^5\cdot2)} = 6{,}25\cdot10^{-9},\ \text{мкм/(Па·м·с}^{-1}\text{)}.$$

В справочнике [2] приведены опытные данные по γ и γ_s (в справочнике вместо γ_s применено обозначение J).

Интенсивность изнашивания γ_s может меняться в весьма широких пределах, примерно от γ_s $=10^{-12}$ (износ 0,001 мкм на 1 км пути трения, т.е. очень малая величина) до γ_s = 10^{-3} (износ 1 мм на 1 м пути трения, т.е. очень большая величина).

По величине γ_s различают 10 классов износостойкости материалов, которые можно разделить на три основные группы в зависимости от вида контактного взаимодействия поверхностей трения: 0 - V классы (γ_s = 10^{-12}...10^{-7}) - высокая износостойкость вследствие упругого деформирования; VI - VII классы (γ_s =10^{-6}...10^{-5}) - средняя износостойкость при упругопластическом деформировании; VIII - IX классы (γ_s =10^{-4}..10^{-3}) - весьма низкая износостойкость при микрорезании.

Предельный износ элементов пар определяют рядом критериев, из которых основными являются:

а) нарушение в результате износа работоспособности механизма - поломка деталей, т.е. потеря прочности, заклинивание, потеря нужной точности;

б) недопустимое ухудшение эксплуатационных характеристик машины (снижение качества изделий, увеличение вибраций и шума из-за появившихся зазоров в кинематических парах и т.д.).

При трении со смазочным материалом, когда толщина слоя смазочного материала, разделяющего трущиеся поверхности, превышает сумму их наибольших неровностей, износ оказывается весьма незначительным [3].

Применительно к зацеплению двух зубчатых колес, рассмотрим условия работы пары зубьев на их расчетной модели в виде двух выпуклых цилиндров радиусами ρ_1 и ρ_2 с параллельными осями O_1 и O_2, рис. 2.

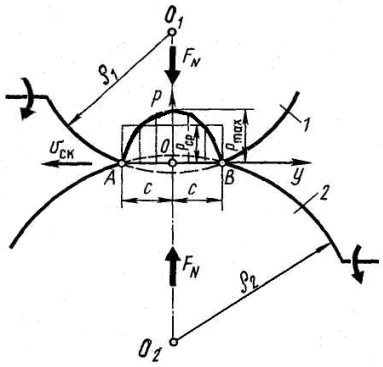


Рис. 2. Расчетная модель к определению давления в зоне контакта двух упругих цилиндров

При этом в соответствии с теорией Герца, для контакта двух упругих цилиндров, передаваемая нормальная удельная нагрузка F_N (Н/м) распределяется вдоль линии контакта равномерно.

Здесь сначала нужно определить площадь контакта поверхностей и распределение давления по площади контакта. В общем случае высшей пары первоначальный контакт осуществляется по линии или в точке, а затем при нагружении пятно касания принимает форму эллипса, переходящего в предельных случаях в круг или прямоугольник. В теории контактных деформаций упругих тел получены формулы для определения размеров пятна контакта и распределения давления. В рассматриваемом случае пятно контакта после нагружения будет в виде прямоугольника, половина ширины которого

$$c = 1{,}128\sqrt{\theta_{\sum}\ \rho F_N}\ , \qquad (5)$$

где $\rho = \frac{\rho_1 \rho_2}{(\rho_1 + \rho_2)}$ - приведенный радиус кривизны;

$\theta_{\sum} = \theta_1 + \theta_2$ - упругая постоянная материалов звеньев *1* и *2*.

Величины θ_1 и θ_2 определяются по формуле:

$$\theta_{1,2} = \frac{(1 - \mu_{1,2}^2)}{E_{1,2}}, \tag{6}$$

где $E_{1,2}$ - модуль продольной упругости материалов звеньев *1, 2*;

$\mu_{1,2}$ - коэффициент Пуассона материалов звеньев *1, 2*.

Максимальное давление в зоне контакта:

$$p_{\max} = 0{,}564 \sqrt{\frac{F_N}{(\theta_{\sum}\ \rho)}};\ \ p = p_{\max} \sqrt{1 - \left(\frac{y}{c}\right)^2}, \tag{7}$$

где y - координата рассматриваемой точки.

В любом сечении вдоль линии контакта длиной b (перпендикулярно чертежу) распределение давления аналогично. Для приближенных расчетов среднее значение давления в этом случае:

$$p_{ср} \approx 0{,}77\, p_{\max}. \tag{8}$$

Поскольку в общем случае высшей пары контактирующие поверхности в относительном движении перекатываются со скольжением, пятно контакта в окрестности рассматриваемой точки O будет перемещаться по исследуемому профилю некоторое время t_k, определяемое как время зацепления (контакта) его участка *AB* за один цикл работы, рис.2. В момент входа в зацепление точки *A*, опережающей точку O звена *2* на расстояние c, в исследуемой точке O давление минимальное $p = p_{\min} = 0$; затем оно будет возрастать до $p = p_{\max}$, а в момент входа в зацепление точки *B*, отстающей от исследуемой точки на расстояние c, давление снова упадет до нуля.

Поэтому приближенно износ в точке O за цикл работы можно определить по среднему давлению $p_{ср}$, скорости скольжения $\upsilon_{ск}$ и времени зацепления t_k участка профиля *AB* по формуле:

$$\delta_{Ц} = k p_{ср} \upsilon_{ск} t_к, \tag{9}$$

а износ за $n_{Ц}$ циклов работы по формуле (4).

Так, например, для некоторой точки D_1 колеса цилиндрической эвольвентной зубчатой передачи, рис. 3:

$$F_N = \frac{k_Д M_{Д1}}{(r_{b1} b)}, \tag{10}$$

где $k_Д$ - коэффициент динамичности нагрузки;

$M_{Д1}$ - движущий момент;

$$\upsilon_{ск} = \omega_1 l_{pD} \left(1 + \frac{z_1}{z_2}\right);\ \ t_к = \frac{s_D}{\upsilon_D}, \tag{11}$$

где $s_D = A'B'$ и $\upsilon_D = \omega_1 r_{b1}$ - путь и скорость общей контактной точки *D* по линии зацепления за время зацепления участка профиля *AB*. Величины s_D и l_{pD} можно найти из геометрии зацепления. Ширина пятна контакта $2c$ обычно весьма мала, на рис.3 для наглядности показана в увеличенном виде.

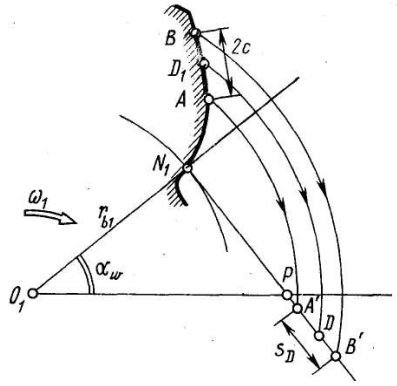


Рис.3. Схема к определению пути и скорости точки контакта *D* при ее движении по линии зацепления

Для деталей сложной конфигурации, таких как зубчатые передачи, длину изнашивающейся зоны принимают примерно равной активному участку высоты зуба, деленному на косинус угла зацепления.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Фролов К.В. и др.* Теория механизмов и машин. - М.: Высшая школа, 1987. - 496 с.

2. Трение, изнашивание и смазка. Справочник / Под ред. И.В. Крагельского, В.В. Алисина. - М.: Машиностроение, 1978. - Кн.1. - 400 с.

3. *Крагельский И.В.* Трение и износ. - М.: Машиностроение, 1968. - 400 с.

Резюме

Үйкелісу бетіне қалыпты жүктемені беретін және сонымен байланыста болатын беттік денелердің тозуы мен үйкелу табиғаты туралы жаңашыл көріністер қарастырылған. Тозудың физикалық үлгісі қарастырылған. Мысал ретінде тозу жылдамдығының формуласының физикалық мағынасына түсініктеме келтірілген. Екі серпімді цилиндр байланысы аймағындағы қысымды анықтаудың есептемелі байланысы, сонымен ілінісу желісі бойынша қозғалу кезіндегі байланысу нүктесінің жылдамдығы мен оның анықтау жолдары келтірілген. Параллельді өсті екі цилиндр түріндегі тіс жұбының жұмыс істеу шарттары оның есептемелі моделі ретінде қарастырылған.

Summary

Modern representations about the nature of a friction and wear process of surfaces of the firm bodies being in contact and transferring loading normal to surfaces of a friction are considered. The physical model of wear process is described. On an example the explanation of physical sense of the formula of speed of wear process is offered. The settlement model to pressure definition in a zone of contact of two elastic cylinders, and also the scheme to definition of a way and speed of a point of contact is presented at its movement in the area of gearing. Working conditions of pair teeths on their settlement model in the form of two convex cylinders are considered with parallel axes.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 05.02.12 г.*

УДК 004.94:33

В.З. Абдуллина, Ж.Б. Ламашева,

К ВОПРОСУ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СТАЦИОНАРНЫХ И НЕСТАЦИОНАРНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

В настоящее время имитационное моделирование остаётся общепризнанным методом для исследований в различных областях науки, производства и бизнеса [1]. С ростом сложности задач, которые стоят перед имитационным моделированием, возрастает необходимость в мощных вычисли-

тельных ресурсах. Цель имитационного моделирования состоит в воспроизведении поведения исследуемой системы на основе результатов анализа наиболее существенных взаимосвязей между ее элементами или другими словами – в разработке симулятора (англ. simulation modeling) исследуемой предметной области для проведения различных экспериментов.

Имитационное моделирование позволяет имитировать поведение системы во времени. Причём, плюсом является то, что временем в модели можно управлять: замедлять в случае с быстропротекающими процессами и ускорять для моделирования систем с медленной изменчивостью. Можно имитировать поведение тех объектов, реальные эксперименты с которыми дороги, невозможны или опасны.

Области применения имитационного моделирования в экономике: бизнес-процессы, динамика численности населения, логистика, исследование экономических процессов, развитие производства, рынок и конкуренция, сервисные центры – для обслуживания экономических объектов, мониторинг цепочки поставок, управление проектами, экономика здравоохранения, экосистемы и др.

Применение имитационных моделей дает множество преимуществ по сравнению с выполнением экспериментов над реальной системой и использованием других методов. Назовем некоторые из них [1].

- *Стоимость.* Допустим, компания уволила часть сотрудников, что в дальнейшем привело к снижению качества обслуживания и потере части клиентов. Принять обоснованное решение помогла бы имитационная модель, затраты на применение которой состоят лишь из цены программного обеспечения и стоимости консалтинговых услуг.
- *Время.* В реальности оценить эффективность, например, новой сети распространения продукции или измененной структуры склада можно лишь через месяцы или даже годы. Имитационная модель позволяет определить оптимальность таких изменений за считанные минуты, необходимые для проведения эксперимента.
- *Повторяемость.* Современная жизнь требует от организаций быстрой реакции на изменение ситуации на рынке. Например, прогноз объемов спроса продукции должен быть составлен в срок, и его изменения критичны. С помощью имитационной модели можно провести неограниченное количество экспериментов с разными параметрами, чтобы определить наилучший вариант.
- *Точность.* Традиционные расчетные математические методы требуют применения высокой степени абстракции и не учитывают важные детали. Имитационное моделирование позволяет описать структуру системы и её процессы в естественном виде, не прибегая к использованию формул и строгих математических зависимостей.
- *Наглядность.* Имитационная модель обладает возможностями визуализации процесса работы системы во времени, схематичного задания её структуры и выдачи результатов в графическом виде. Это позволяет наглядно представить полученное решение и донести заложенные в него идеи до пользователей.
- *Универсальность*. Имитационное моделирование позволяет решать задачи из любых областей: производства, логистики, финансов, здравоохранения и многих других. В каждом случае модель имитирует, воспроизводит, реальную жизнь и позволяет проводить широкий набор экспериментов без влияния на реальные объекты.

Представим виды имитационного моделирования, используемые для исследования экономических объектов [2]:

1) *Агентное моделирование* – относительно новое (1990-е-2000-е гг.) направление в имитационном моделировании, которое используется для исследования децентрализованных систем. Динамика функционирования таких систем определяется не глобальными правилами и законами (как в других парадигмах моделирования), а наоборот, эти глобальные правила и законы являются результатом индивидуальной активности членов группы. Цель агентных моделей – получить представление об этих глобальных правилах, общем поведении системы, исходя из предположений об индивидуальном, частном поведении ее отдельных активных объектов и взаимодействии этих объектов в системе. Агент – это некая сущность, обладающая активностью, автономным поведением, которая может принимать решения в соответствии с некоторым набором правил, взаимодействовать с окружением, а также самостоятельно изменяться.

2) *Дискретно-событийное моделирование* – подход к моделированию, предлагающий абстрагироваться от непрерывной природы событий и рассматривать только основные события моделируемой системы, такие как «ожидание», «обработка заказа», «движение с грузом», «разгрузка» и другие. Дискретно-событийное моделирование наиболее развито и имеет огромную сферу приложений – от логистики и систем массового обслуживания до транспортных и производственных систем. Этот вид моделирования наиболее подходит для моделирования производственных процессов. Метод предложен Джеффри Гордоном в 1962-ом году.

3) *Системная динамика* – парадигма моделирования, где для исследуемой системы строятся графические диаграммы причинных связей и глобальных влияний одних параметров на другие во времени, а затем созданная на основе этих диаграмм модель имитируется на компьютере. По сути, такой вид моделирования более всех других парадигм помогает понять суть происходящего для выявления причинно-следственных связей между объектами и явлениями. С помощью системной динамики строят модели бизнес-процессов, развития города, модели производства, динамики популяции, экологии и развития эпидемии. Метод предложен Джеем Форрестером в 50-х годах прошлого века.

Имитационное моделирование экономических процессов обычно применяется в двух случаях:

• для управления сложным бизнес-процессом, когда имитационная модель управляемого экономического объекта используется в качестве инструментального средства в контуре адаптивной системы управления, создаваемой на основе информационных (компьютерных) технологий;

• при проведении экспериментов с дискретно-непрерывными моделями сложных экономических объектов для получения и отслеживания их динамики в экстренных ситуациях, связанных с рисками, когда натурное моделирование нежелательно или невозможно.

Для исследования поведения экономических процессов создан программный пакет «Имитационная система моделирования многомерных случайных процессов (шумов)», который включает ряд модулей: моделирование экономических процессов, моделирование процессов поступления случайных величин, моделирование марковских процессов, моделирование непрерывных и дискретных случайных величин, моделирование многомерных случайных величин и белый шум. Структурная схема модуля «Моделирование экономических процессов» представлена на рис. 1.

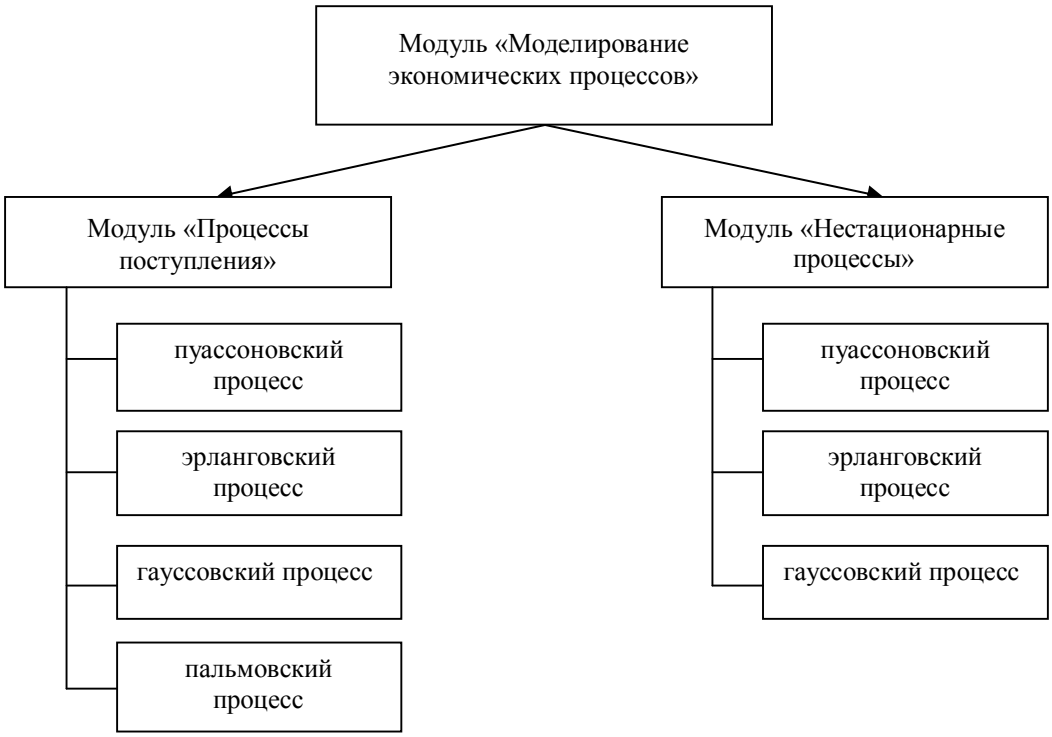


Рис. 1. Структурная схема программного модуля

Представим разработанные алгоритмы моделирования пуассоновского процесса поступления и нестационарного пуассоновского процесса.

Алгоритм для моделирования пуассоновского процесса организует ввод исходных данных для моделирования: число реализаций *N*, интенсивность процесса λ и выбор моделируемого экономического процесса из списка, а затем сохраняет их в базе данных. Далее организуется цикл по числу реализаций, моделируется базовая случайная величина *z* и вычисляется значение интервала между соседними событиями пуассоновского процесса с интенсивностью λ по формуле: $x = \frac{1}{\lambda}\ln z$. Вычисляется момент появления события пуассоновского процесса по формуле: $t = t + x$. После завершения цикла, вычисляется математическое ожидание (m_1 – практическое значение, m_2 – теоретическое значение) и относительная погрешность ε: $m_1 = \frac{1}{\lambda}$, $m_2 = \frac{\Sigma_1^N t}{N}$, $\varepsilon = \frac{m_1 - m_2}{m_1}$. Затем производится сохранение результата эксперимента в базе данных и вывод момента поступления *t* экономического процесса.

Алгоритм для моделирования нестационарного пуассоновского процесса включает следующие шаги.

Шаг 1. Задание исходных данных для моделирования:

- $T_0 - T_n$ – интервал времени;
- n – число подинтервалов;
- $T(j)$ – верхняя граница *j*-го подинтервала;
- $\lambda(t)$ – интенсивности процесса для каждого подинтервала (*n* раз);
- выбор моделируемого экономического процесса из списка.

Шаг 2. Ввод исходных данных и организация их хранения в базе данных.

Шаг 3. $t = 0$, $\lambda_{max} = max\{\lambda(t)\}$, $k = 1$;

Шаг 4. Моделирование базовых случайных величин z_1 и z_2.

Шаг 5. Вычисление момента наступления нестационарного пуассоновского процесса по методу Льюса-Шедлера (метод прореживания) [2] по формуле:

$$t = t - \frac{1}{\lambda_{max} * \ln z_1}$$

Шаг 6. Организация цикла по числу подинтервалов (*j*).

Шаг 7. Проверка $t \le (T(j) - T(j-1))$, если да, $\lambda(t) = \lambda(j)$, переход на шаг 10.

Шаг 8. Наращивание $j = j + 1$.

Шаг 9. Проверка условия $j \le n$. Если да, то переход на шаг 7, если нет, то переход на шаг 12.

Шаг 10. Проверка $\left(z_2 \le \frac{\lambda(t)}{\lambda_{max}} AND\ t \le T_n\right)$, если да, то $t[k] = t$, $k = k + 1$, переход на шаг 11, если нет, переход на шаг 4.

Шаг 11. Сохранение результата эксперимента в базе данных, переход на шаг 4.

Шаг 12. Конец цикла.

Шаг 13. Подготовка, вывод и печать результатов.

Аналогично разработаны алгоритмы по моделированию эрланговского, пальмовского и гауссовского процессов поступления, а также по моделированию эрланговского и гауссовского нестационарных процессов. Для моделирования пальмовского процесса поступления идет выбор функции распределения из списка. Функции имеют вид: $f(x) = \frac{x}{4}$, $f(x) = e^x$, $f(x) = -3e^{-x/3}$ и др.

Программный пакет создан в среде Borland Delphi 7, а база данных для сохранения исходных данных и результатов моделирования спроектирована в среде СУБД Microsoft Access. При моделировании пуассоновского процесса поступления необходимо выбрать объект исследования – экономиче-

ский процесс. В качестве такого объекта можно выбрать один из экономических процессов: поступление товаров, поступление заявок и выпуск товаров. В программном комплексе пользователю предлагаются шаблоны исходных данных, готовые для реализации процессов, а также выдается графическая интерпретация смоделированного процесса поступления.

На рис. 2 представлены результаты эксперимента по моделированию пуассоновского процесса поступления при заданном числе реализаций (N=30), интенсивности потока (λ=0,4) и выбранном экономическом процессе – поступление товаров. В нижней части экрана приведено время поступления товара, а также представлены вычисленное математическое ожидание и относительная погрешность. На рисунках 3-4 представлены соответственно результаты эксперимента по моделированию нестационарного пуассоновского процесса при заданном интервале времени (T_0=0, T_n=120), числе подинтервалов (n=4), верхних границах каждого подинтервала (T_1=30, T_2=50, T_3=75, T_4=120), интенсивности процесса каждого подинтервала (λ_1=30, λ_2=50, λ_3=75, λ_4=120) и выбранном экономическом процессе – поступление товаров. На рис. 4 в верхней части показана гистограмма $\lambda(t)$, а в нижней показаны моменты наступления нестационарного пуассоновского процесса в виде точек. В нижней части экрана приведено время поступления товара, а также представлены вычисленное математическое ожидание и относительная погрешность.

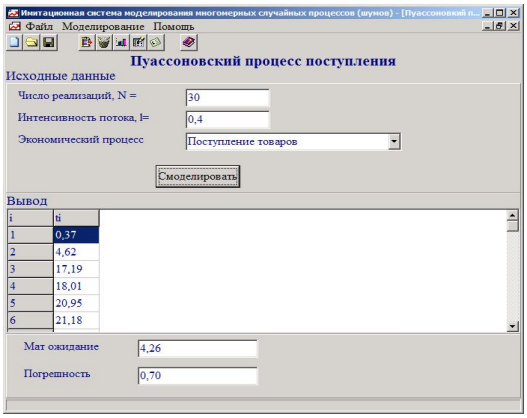


Рис. 2. Результаты эксперимента по моделированию пуассоновского процесса поступления

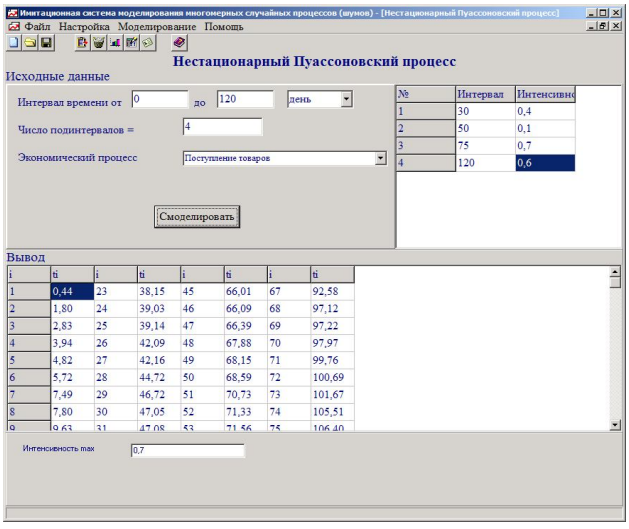


Рис. 3. Результаты эксперимента по моделированию нестационарного пуассоновского процесса

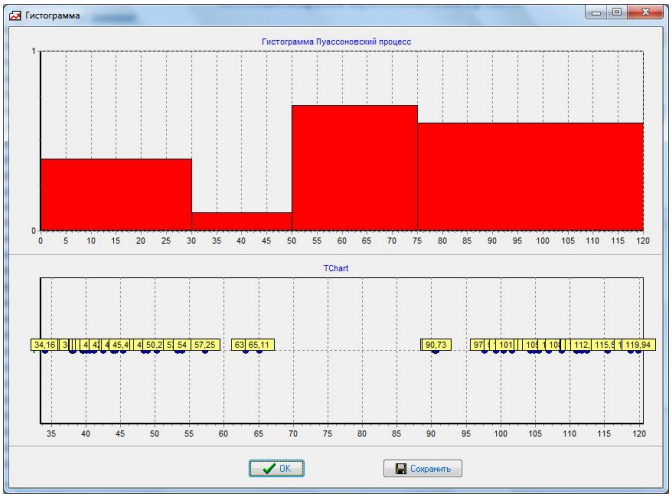


Рис. 4. Графическая интерпретация моделирования нестационарного пуассоновского процесса

Представленный программный пакет создан и апробирован в рамках выполнения госбюджетной программы «Программа по развитию методов выработки и осуществления эффективной государственной политики на базе теории параметрического регулирования механизмов рыночной экономики» на 2009-2011 годы.

ЛИТЕРАТУРА

1 *Гинзбург А.И.* Экономический анализ: Предмет и методы. Моделирование ситуаций. Оценка управленческих решений: учебное пособие. – СПб.: Питер, 2003. – 622 с.

2 Имитационное моделирование. Аверилл М. Лоу, В. Дэвид Кельтон. – СПб.: Питер, 2004 г.

3 *Емельянов А.А., Власова Е.А., Дума Р.В.* Имитационное моделирование экономических процессов. / под ред. А.А. Емельянова. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 364 с.

Резюме

Бұл мақала экономикалық жүйелердегі стационарлы және стационарлы емес процестердің имитациялық модельдеу мәселесіне арналған. Имитациялық модельдеудің қолдану салалары мен артықшылығы келтірілген. Құрылған модельдеу алгоритмдерін іске асыратын программалық пакет құрылған, тәжірибе нәтижелері келтірілген.

Summary

This article is devoted to the issue of simulation of steady and unsteady economic processes. The applications and advantages of simulation are described. The software package realizing the developed algorithm of modelling is created, results of experiment are submitted.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 10.02.11 г.*

УДК 622. 276 (323)

Б.А. Мырзахметов, К.К.Нугуманов, А.Омиргали, Е.Б. Мырзахметов, А.Т.Темержанов

ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ СКВАЖИННЫХ ВИНТОВЫХ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК

Винтовые насосы с поверхностным приводом получают все большее распространение на нефтяных месторождениях Казахстана, так как они позволяют обеспечить возможность добычи пластовой жидкости повышенной вязкости с большим содержанием механических примесей и газа, а также снизить себестоимость добычи нефти за счет их низкой стоимости и высокой надежности. Как показал опыт их эксплуатации на месторождениях РК, на показатели надежности

основных узлов винтовой насосной установки (поверхностный привод, вращательная и лифтовая колонны, винтовой насос), в основном, оказывают влияние эксплуатационные факторы. Ресурс их работы оказался ниже нормативных. Причем, основной причиной выхода их строя при эксплуатации на месторождениях Казахстана является недостаточный ресурс эластомеров.

Так, проведенная оценка частоты и влияния удельного веса отказов винтовых насосных установок с поверхностным приводом (УНВП) производства фирм «KUDU» (Канада), «SBS» (Австрия), «Netzsch» (Германия) и «АЗНО» (Совместно Канада-Россия-Казахстан), эксплуатировавшихся на месторождениях «Кайнармунайгаз» и «Кумколь» с применением методов статистического анализа подтверждает этот вывод (см. рис.1). Как следует из диаграммы, основную долю составляют отказы связанные с отказом вращательной колонны и погружным винтовым насосом. Устранив соответствующие причины выхода из строя УНВП, можно снизить вероятность отказа установок на 94%. Причем основными видами отказов являются выход из строя ротора или статора винтового насоса. Отказы вращательной колонны можно минимизировать или исключить за счет применения легко реализуемых технических мероприятий, например, оснащением колонны штанг центраторами, применением более прочных штанг и др.

Отказы винтовых погружных насосов имеют больше системный характер, зависящий от физико-механических свойств эластомеров и свойств пластовых флюидов. Из диаграммы по отказам УНВП следует, что для повышения надежности установки в первую очередь необходимо выявить причины отказов винтового погружного насоса (см. табл. 1 и рис. 2).

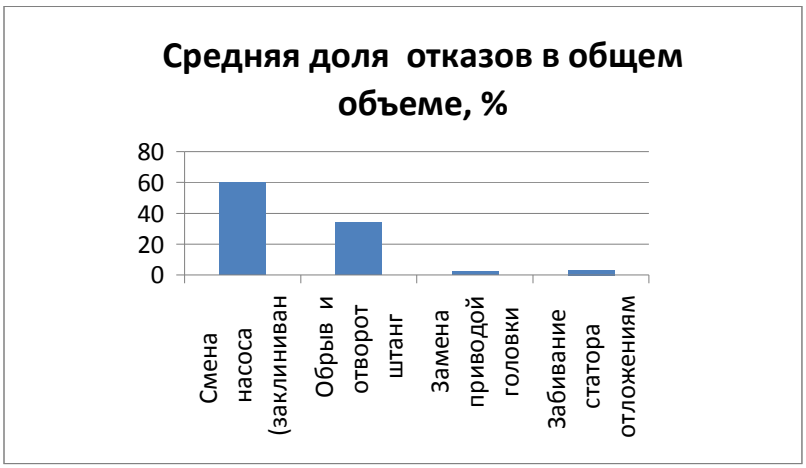


Рис. 1. Причины отказов УНВП

Таблица 1. **Причины отказов винтовых погружных насосов**

Виды отказов	Доля отказов в общем объеме, %
Снижение физико-химических свойств эластомера	75.8
Износ эластомера	12
Износ ротора	12
Всего	100

Из диаграммы (рис. 2) следует, что только в результате устранения отказов, вызванных снижением физико-химических свойств эластомеров обойм, можно на 76% снизить вероятность выхода из строя винтового насоса. Следовательно, для выявления глубинных причин отказов винтовых насосов необходимо провести более тщательный и подробный анализ причин разрушения их обойм.

Одной из основных причин отказов статора является разрушение резиновой обоймы. Под влиянием большого количества абразива твердой фазы флюида, высокой частоты вращения происходит критический износ резиновой обоймы. Как следствие резко возрастают объемные утечки, соответственно снижается подача винтовой насосной установки, поэтому при высоком содержании твердых включений во флюиде обычно стремятся применять резины менее твердые и более упругие (износостойкие), с меньшими остаточными деформациями. Хорошие результаты дает применение в нижней части хвостовиков песочных сепараторов.

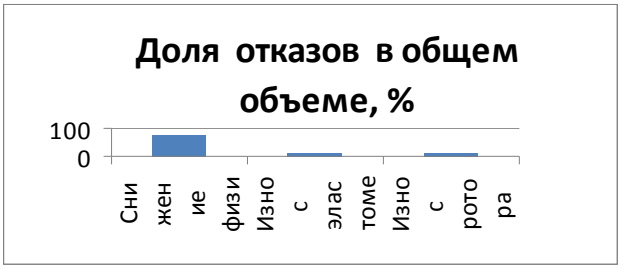


Рис. 2.Удельный вес отказов элементов винтового насоса

В зарубежной практике основные применяемые виды эластомеров подразделяются на нитрильные каучуки (Buna N или HNBR) и сополимеры акрилонитрила (CAN) и бутадиена. По аналогии с отечественными каучуками СКН, эластомеры классифицируют по содержанию акрилонитрила от 15 до 50% (25% - среднее, 35% -высокое, более 40% - сверхвысокое содержание) в зависимости от количества которого получают ряд различных химических и физических свойств.

Разнообразие, выпускаемых зарубежными производителями, марок эластомеров обойм винтовых насосов позволяет использовать их с учетом определенных скважинных условий, с соответствующими химическими и физическими свойствами. В табл. 2 приведены основные показатели эластомеров Ultra-Flex, среди которых есть резины, отличающиеся повышенной термостойкостью (марка 152), износостойкостью (марка 103), стойкостью к воздействию сероводорода (марки 140, 152, 157), но обладающих малой сопротивляемостью к другим разрушающим факторам. Одним словом они применимы только в осложненных скважинах с известными условиями. Единственным эластомером с универсальными показателями может считаться Ultra-Flex 157, который одинаково работоспособен во всех осложненных скважинах.

Основным отличием в зарубежной технологии изготовления эластомеров является вулканизация каучуков путем выборочного насыщения (гидрирования) большей части бутадиеновой составляющей акрилонитрил-бутадиенового полимера, в то время как большинство эластомеров в отечественной практике подвергают серной вулканизации [3]. Воздействие сероводорода в скважине приводит к еще большему отверждению и, в конечном итоге, к разрыву эластомера.

Менее актуальными, но существенными факторами, определяющими совершенство винтовых насосов, являются технология их изготовления, оптимизация геометрии ротора и оптимизация режимов эксплуатации.

Таблица 2. **Основные физико-химические показатели эластомеров Ultra-Flex [каталог фирмы Robbins & Myers Energy Systems, Inc. (США)]**

Марка эластомера	Максимальное содержание сероводорода в нефти, %	Прочность	Максимальная рабочая температура, °С	Стойкость к воздействию ароматических соединений	Стойкость к разбуханию от воздействия воды	Допустимое содержание механических примесей в нефти, %
102	2	Хорошая	80	Приемлемая	Хорошая	3
103	2	Приемлемая	80	Приемлемая	Хорошая	5
136	2	Приемлемая	80	Отличная	Приемлемая	2
140	4	Хорошая	110	Хорошая	Хорошая	2,5
158	3	Хорошая	110	Отличная	Приемлемая	2
157	4	Отличная	110	Хорошая	Хорошая	3
530	3	Низкая	120	Отличная	Хорошая	1
152	5	Отличная	150	Приемлемая	Отличная	2

Дальнейшее развитие и продвижение обойм винтовых насосов (ОВН) в нефтяной промышленности, несмотря на большое количество оригинальных разработок (как в плане общей компоновки

гидромашины, так и в отношении геометрии РО), защищенных патентами, в немалой степени тормозится ограниченными возможностями конструкторов при выборе эластомеров обкладки статоров.

Исходя из анализа состояния вопроса можно констатировать, что в ближайшие годы их совершенствование будет осуществляться за счет повышения качества материалов рабочих органов и совершенствования технологий их изготовления, оптимизации компоновки, геометрии и режимов эксплуатации.

Используемые в течение многих десятилетий в отечественной практике синтетические нитрильные резины не могут удовлетворять разнообразным условиям применения ОВН при перекачке углеводородов с различными физико-химическими свойствами. Определенный прогресс в этом направлении связан с разработками фирмы PEAM [10], где проводятся НИОКР в области комбинированных методов модификации свойств эластомеров, в том числе создания т.н. «скользких» резин.

Западные компании придают выбору эластомеров первостепенное значение, образно называя эластомер статора «сердцем» насоса. Так, фирма PCM/Kudu предлагает заказчику 5 модификаций резины твердостью от 52 до 76 единиц по Шору, каждая из которых специально предназначена для эксплуатации насоса в определенных условиях (фрикционный износ; воздействие сероводорода, углекислого газа, ароматических веществ). Термостойкость резин находится в пределах 120-160°С. Эффективным способом повышения надежности насосной пары является переход на конструкцию статора с постоянной толщиной эластичной обкладки, а также использование композитных материалов и пластмасс.

Немаловажное значение для совершенствования ОВН и улучшения их характеристик играют технологические факторы. Методики комплексного расчета зубонарезного инструмента и допусков на профили зубьев, учитывающие неравномерность усадки резины и хромового покрытия, позволяют повысить качество формообразования винтовых поверхностей роторов за счет снижения погрешностей профиля и шероховатости поверхности зубьев ротора и сердечника статора, а также назначения оптимального натяга в зацеплении [3].

При проектировании ОВН существует возможность выбора альтернативных вариантов роторов, отличающихся своими геометрическими параметрами (контурным диаметром и безразмерными коэффициентами). Выбор оптимальной в заданных условиях эксплуатации формы плоской и пространственной геометрии роторов является одной из основных задач, стоящих перед конструкторами и эксплуатационниками. Применительно к ОВН критериями оптимальности геометрии ротора служат максимум давления, КПД или ресурса насоса.

Резерв совершенствования ОВН связан и с поиском конструктивных изменений, способствующих повышению надежности и долговечности насосного агрегата, а также улучшения его ремонтоспособности: переход на вставной вариант скважинного насоса; использование в ВШНУ схемы насоса со вторым дополнительным статором, вступающим в зацепление после износа и осевого перемещения ротора (А.с.2037662); переход на модульную конструкцию увеличенной длины с целью повышения давления насоса или снижения контактных напряжений в паре. Наиболее перспективным представляется применение в качестве передаточного механизма планетарного редуктора, размещаемого между насосом и ПЭД.

Повышение эффективности использования ОВН (особенно скважинных насосов) в значительной степени зависит от режима эксплуатации. Существует целый ряд компьютерных программ подбора насосного оборудования для добычи нефти и режима его работы для конкретной скважины. Одна из них, успешно зарекомендовавшая себя на практике, — программа «Автотехнолог», разработанная в РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина на основе универсальной модели системы пласт-скважина-насосная установка, использует в качестве исходной информации типовые скважинные данные нефтедобывающего предприятия и постоянно обновляемую базу данных о характеристиках оборудования отечественных и зарубежных производителей.

Реализация оптимальных режимов ОВН связана с использованием регулируемых приводов (электрических и гидравлических). Наиболее перспективно использование установок с частотно-регулируемым электроприводом переменного тока, обеспечивающим широкий диапазон изменения скорости.

Анализ показывает, что наработку винтовых насосов, в первую очередь, можно значительно увеличить за счет использования эластомеров, состав которых выбран исходя из конкретных сква-

жинных условий и применения мер по предотвращению оседания песка и образования песчаных пробок.

Причем, при подборе эластомеров для изготовления обойм винтовых насосов большое внимание необходимо уделять выбору марки резины, исходя из следующих условий:

- химических свойств добываемой жидкости и ее влиянием на эластомер;
- наличием в жидкости механических примесей, их абразивностью и величиной отдельных частиц;
- величиной развиваемого насосом давлением нагнетания;
- принятыми значениями натягов или зазоров в парах обойма-винт и желаемыми формами характеристики насоса Q-H;
- наличием значительного количества растворенного в нефти газа; числом оборотов, эксцентриситетом и массой винта;
- температурой пластовой жидкости.

Учет этих факторов, вкупе с вышеперечисленными требованиями, может существенно увеличить ресурс работы винтовых насосных установок при их эксплуатации на месторождениях Казахстана.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ивановский В.Н., Дарищев В.И., Сабиров А.А. и др.* Скважинные насосные установки для добычи нефти. - М.: ГУП «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2002. - 824 с.
2. *Крылов А.В.* Одновинтовые насосы. -М.: Гостоптехиздат, 1962. - 154с.
3. *Шайдаков В.В.* Свойства и испытание резин. - М.: Химия, 2002. - 235 с.

Резюме

Мақалада бұрандалы ұңғымалы сораптардың істен шығу себептері қарастырылып, олардың конструкцияларын жетілдіру жолдары қарастырылған.

Summary

The article considers the reasons for refusals of borehole screw pump equipment when working. In a complicated conditions and analyzed trends of perfection their construction.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 05.03.12 г.*

УДК 004.75

Н.И. Ягфарова

ОБЛАЧНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ И ПРЕИМУЩЕСТВА ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Каждая эпоха имеет свои модные словечки. Индустрия информационных технологий не исключение: в 80-е годы таким словечком было «мультимедиа», в 90-е — «интерактивный», а в последние годы — «web 2.0». Не успевают все привыкнуть к очередному неологизму, как появляется следующий. Последней новинкой стало выражение in-the-cloud («облачный»). Как и сами облака, концепция «облачных» вычислений довольно туманна, но мы попробуем разобраться, что же представляют собой «облачные вычисления».

Если вы когда-нибудь видели рисунок, на которой был схематично изображен интернет, вы, возможно, заметили, что в качестве стандартного символа интернета используется облако. В этом есть определенный смысл: вы не видите, что внутри облака — как не видно и того, какие компьютеры в данный момент находятся «в» интернете. Если небо затянуто облаками, можно сделать вывод, что пойдет дождь, и при этом не надо знать, что происходит внутри облака. Что касается интернет-«облака», необходимо знать только то, что оно есть и что к нему можно подключиться. А что там внутри происходит, точно понимать не обязательно.

«Облачные вычисления», которые являются смежным и близким понятием с распределенными вычислениями и виртуализацией, функционируют по следующему сценарию. Конечный пользователь обладает устройством, имеющим соединение с Интернетом, – например, мобильным телефоном или ноутбуком. Из программного обеспечения требуется браузер с поддержкой используемых в сервисе функций, таких, как javascript, Flash или Silverlight. Требования к скорости интернет соединения

опять же зависят от разработчиков, но чаще всего речь идет о широкополосном доступе на скоростях не менее 128 кбит/с.

Подобные вычисления организуются следующим образом: имеется какое-то приложение, которое работает на мощностях удаленного сервера в условиях некоторой инфраструктуры (Platform as a Service, *PaaS* — платформа как сервис»). Пользователю остается только подключиться к системе, авторизоваться и начать работу.



Рис. 1. Соединение с Интернетом через портативные устройства

Несмотря на то что мэйнфреймы с тонкими клиентами могут рассматриваться как предвестники cloud computing, между этими двумя концепциями есть существенная разница. Компании, внедряющей технологию тонких клиентов, обычно приходится покупать собственный сервер, обеспечивать его размещение, электропитание и т.п. А в случае cloud computing все оборудование приобретает провайдер сервиса in-the-cloud, сдающий в аренду свободные мощности тем, кто в них нуждается. Интересно, что клиенты арендуют не весь сервер, а только определенное количество памяти или процессорных циклов. Клиенту не нужно знать, размещено ли все на одном компьютере или распределено на нескольких. Провайдер даже может заменить компьютер, на котором выполняется используемое клиентом программное обеспечение, благодаря технологиям, специально разработанным для подобной «горячей» замены без ощутимого влияния на работу клиента. Вот это и есть суть «облака»: клиенту не нужно беспокоиться о деталях; если требуется больше памяти или мощности процессора, достаточно щелкнуть мышью по соответствующей кнопке, чтобы запросить нужный сервис.

А теперь немного подробнее об «облаке».

Слово «облако» (cloud) использовалось в 1990-х годах для метафорического обозначения Интернета: тогда Глобальная сеть представлялась чем-то загадочным, неопределенным в своих пространственных границах, неотличимым от своих внутренних элементов и быстро изменяющимся. Зафиксированное в статье под заголовком «ORGs for Scalable, Robust, Privacy-Friendly Client Cloud Computing» определение «облачных вычислений» гласит: «Это тот случай, когда информация постоянно хранится на серверах в Сети и временно сохраняется на стороне клиента — например, на настольных компьютерах, планшетах, ноутбуках, мини-компьютерах и так далее». Идея «облачных вычислений» была сформулирована еще в 1960 году Джоном Мак-Карти, специалистом по вычислительной технике, известным своими публикациями по теории искусственного интеллекта. Он высказал предположение, что когда-нибудь вычисления будут организованы по принципу коммунальных услуг, то есть будут предоставляться за отдельную плату. В 1993 году термин «облако» был впервые использован в коммерческих целях для описания крупных сетей, задействующих технологию высокоскоростной одновременной передачи трафика всех видов (данные, голос и видео) в сетях с коммутируемыми каналами. В них появлялось промежуточное виртуальное соединение между отправителем и получателем, упрощающее процесс передачи информации [1].

В начале XXI в термин «облачные вычисления» стал употребляться применительно к возникшему тогда направлению SaaS (Software as a Service — «программное обеспечение как услуга»). Первопроходцем в этом отношении стал интернет-магазин Amazon. А в 2002 г. были созданы вебсервисы Amazon. Они представляли собой то, что спустя пять лет стало называться «облаком», —

набор сервисов, расположенных на удаленных серверах, к которым пользователь может получить доступ через веб-браузер из любого места, где есть Интернет [1].

Модели обслуживания облачных вычислений представляют такие службы как:

– программное обеспечение как услуга (англ. *SaaS or Software-as-a-Service*). Потребителю предоставляется возможность использования приложений провайдера, работающих в облачной инфраструктуре. Приложения доступны из различных клиентских устройств или через интерфейс "тонкого клиента", такие как веб-браузер (например, веб-почта) или интерфейс 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 (англ. *PaaS or Platform-as-a-Service*). Потребителю предоставляется возможность использования облачной инфраструктуры для размещения и последующей разработки новых или существующих (собственных или приобретенных приложений) созданных с помощью языков программирования, библиотек, служб и средств предоставляемых облачным провайдером. Контроль и управление основной физической и виртуальной инфраструктурой облака в том числе сети, серверов, операционных систем, хранения осуществляется облачным провайдером, за исключением разработанных или установленных приложений, а также по возможности параметров конфигурации среды (платформы);

– инфраструктура как услуга (англ. *IaaS or Infrastructure-as-a-Service*). Потребителю предоставляется возможность использования облачной инфраструктуры для самостоятельного управления ресурсами обработки, хранения, сети и другими фундаментальными вычислительными ресурсами, например потребитель может устанавливать и запускать произвольное программное обеспечение, которое может включать в себя операционные системы и приложения. Потребитель может контролировать операционные системы, виртуальные системы хранения данных и установленные приложения, а также ограниченный контроль набора доступных сервисов (например, сетевой файрвол, DNS или мониторинг). Контроль и управление основной физической и виртуальной инфраструктурой облака в том числе сети, серверов, типов используемых операционных систем, систем хранения осуществляется облачным провайдером. [2].

Что же такое облачные среды?

Облачная модель вычислений подразумевает предоставление ИТ ресурсов как стандартизированных сервисов, с возможностью динамического масштабирования объема потребляемых ресурсов. Облачные среды должны обладать следующими атрибутами:

– сервисной моделью, определяющей тип и характеристики сервисов, которые облако будет предоставлять потребителю;

– высокой автоматизацией процесса предоставления сервиса по запросу потребителя и возможностью самообслуживания потребителя в рамках предоставляемого сервиса;

– возможностью динамического масштабирования объема предоставляемой услуги, например, увеличения количества процессорной мощности, предоставляемой потребителю для обработки пиковых нагрузок;

– эластичностью и разделяемостью, то есть уметь перераспределять имеющиеся ресурсы между потребителями и давать возможность прозрачного для потребителей расширения пула доступных ресурсов;

– возможностью учета потребления ресурсов.

Частное облако – это реализация модели облачных вычислений на ресурсах, имеющихся в распоряжении у вашей компании, для обслуживания внутренних потребителей. При этом вычислительные ресурсы: серверы, сети, устройства хранения, базовая программная инфраструктура, интегрируются в частное облако с помощью специализированного программного обеспечения, которое позволяет реализовать функциональные атрибуты облака: сервисную модель, автоматизированное обслуживание потребителей, масштабируемость и т.д. Сервисная модель частного облака зависит от того, кто является внутренними потребителями облака, и какие именно ИТ-сервисы им требуются. В зависимости от структуры предприятия такими внутренними потребителями могут стать различные подразделения компании:

– дочерние компании в холдинге, получающие приложения (корпоративную почту, внутренние порталы и т.д.) из ЦОД, обслуживаемого сервисным подразделением;

– отделы департамента ИТ, отвечающие за бизнес-приложения, получающие инфраструктуру как сервис из облака, обслуживаемого инфраструктурной группой.

Как видно из приведенных примеров, типы ИТ-сервисов могут быть разными: от готовых приложений до инфраструктуры. В любом случае при использовании облака открываются новые возможности внутри компании:

– за счет автоматизации накладные расходы на оказание ИТ-сервиса резко падают, снижается время ожидания предоставления ресурсов;

– облако способствует эффективному распределению ресурсов внутри организации, динамически перераспределяя нагрузку между физическими системами центра обработки данных;

– появляется возможность отслеживать реальное потребление ИТ-ресурсов внутри компании и распределять затраты на поддержку и расширение базовой инфраструктуры между потребителями на основании бизнес-ценности. [3].

Также при добавлении возможности переноса нагрузок в публичное облако появляется возможность гибкого распределения вложений на ИТ-обслуживание предприятия между капитальными – расширением собственного облака для поддержки постоянных критических сервисов, и операционными, направляемыми на оплату ресурсов публичного облака, использованных для размещения временных или других специфических нагрузок.

Организации, заинтересованные в использовании услуг, предоставляемых поставщиками услуг размещения внешних облаков, требуют как можно более своевременного предоставления таких услуг. Поставщики услуг могут использовать преимущества проверенной технологической платформы, рекомендаций и опыта Майкрософт, для построения собственных предложений по размещению внешних облаков [4].

Используя эту гибкую и хорошо знакомую платформу, поставщики услуг размещения могут расширить диапазон предоставляемых услуг, включая, в том числе, следующие сценарии:

– среды тестирования и разработки без дополнительных капиталовложений;

– динамическое увеличение мощности, что позволяет ИТ - отделу быстро реагировать на изменения потребностей бизнеса;

– экономичное решение аварийного восстановления с использованием сред аварийного восстановления внешнего размещения.

Преимущества и недостатки «облаков».

Основное преимущество «облачных вычислений» состоит в снижении эксплуатационных затрат на аппаратное и программное обеспечение. Расходы на электроэнергию, площади под серверы, работу системных администраторов и прочее несет провайдер «облака», а за счет концентрации в одном месте вычислительных ресурсов, распространяющихся на множество клиентов, его издержки в расчете на одно рабочее место оказываются значительно ниже. Аналитики обращают внимание на тот факт, что «облака» являются самоокупаемыми, если ими пользуются 24 ч, семь дней в неделю, 365 дней в году — ни в одной небольшой или средней компании сервер не будет выдавать 100% своих возможностей, простаивая в выходные и ночью. Кроме того, «облака» по мощности уже сопоставимы с некоторыми суперкомпьютерами: естественно, что при объединении нескольких тысяч высокопроизводительных машин вычислительная мощность этого «союза» будет высокой [5].

Тем не менее помимо людей, оптимистично смотрящих в будущее «облачных вычислений», встречаются скептики и пессимисты. К мелким производителям аппаратного и программного обеспечения, которые рискуют потерять свой бизнес из-за перехода на «облачную» модель (например, вендоры устройств хранения и архивации данных), присоединяются некоторые эксперты по информационной безопасности. Последние отмечают, что если пользователь соглашается передать свои данные на сервер компании, обслуживающей «облако», значит, он согласился с ними, условно говоря, расстаться. Естественно, что некоторая статистическая информация также может быть «слита» с подобных сайтов, причем с согласия самого пользователя (его почту могут «подписать» на получение рекламных предложений партнеров-спонсоров проекта; отчеты об ошибках, передаваемые в администрацию сервиса, как правило, содержат некоторые конфиденциальные данные).

Еще одно распространенное явление — предугадывание предпочтительного контента для пользователя сервиса на основе уже имеющихся данных (так называемый «скрытый веб», когда, напри-

мер, в интернет-магазине вам предлагают купить схожие по теме и содержанию книги или фильмы). [6]. Естественно, проблему «облачных вычислений» представляет также надежность оборудования и его доступность. Предполагается, что разработчики сервиса следят за ним и не допускают критических или аварийных ситуаций, но они вправе, например, осуществлять профилактические работы в удобное для них время.

Таким образом, рынок налицо. Этот рынок будет быстро расти, и задача сервис-провайдеров — предложить оборудование, отвечающее потребностям клиентов. Размещение этих компьютеров будет одной из наиболее трудных задач: когда появится значительный спрос на услуги in-the-cloud, будет требоваться все больше серверных центров. Такие центры должны быть географически расположены поблизости от клиентов, поскольку каждый лишний километр увеличивает задержку в обмене данными между клиентским компьютером и сервером. Несмотря на то что задержка эта минимальна, для таких пользователей, как, например, геймеры, которым необходима высокая производительность, даже задержка в 200 миллисекунд неприемлема, поскольку она не позволяет насладиться игрой в реальном времени. Когда у пользователей — частных лиц появится интерес к in-the-cloud-сервисам, провайдерам придется приобретать много дополнительного оборудования, чтобы удовлетворить выросший спрос. В ближайшие лет десять серверные центры появятся в каждом городе, даже небольшом. Возможно, свои центры будут даже в многоквартирных домах, где живут больше ста человек. [7].

Несмотря на то что сейчас провайдеры in-the-cloud-сервисов ориентируются прежде всего на бизнес-клиентов, успешность этой концепции, скорее всего, будет зависеть от индивидуальных пользователей вследствие их многочисленности. У компаний есть собственные специалисты по информационным технологиям, а для отдельного человека пользование компьютером может быть сопряжено со значительным стрессом. Сначала надо приобрести компьютер. Эта задача лишь кажется простой: что больше соответствует вашим потребностям — компактный и мобильный ноутбук или настольный компьютер, который будет дешевле и почти наверняка производительнее? В мире cloud computing можно совместить портативность с производительностью, купив дешевый ноутбук, который вы будете использовать как тонкий клиент (при желании его можно присоединить к монитору и клавиатуре) меньше чем за 300 евро. Затем достаточно подключить его к провайдеру сервисов in-the-cloud и получить такую производительность и объем памяти, какие пожелаете (или сможете себе позволить). Два года спустя вы по-прежнему сможете пользоваться тем же тонким клиентом, в то время как обычный ноутбук к этому времени уже устарел бы и нуждался бы в замене. Ведь в данном случае производительность зависит не от вашего компьютера, а от сервис-провайдера. [8].

Проблемы владельцев компьютеров не ограничиваются лишь аппаратной частью. Обновление операционной системы и приложений, а также установка патчей для устранения уязвимостей бывает непростой задачей. Cloud computing решает все эти проблемы, уменьшая стоимость владения домашним компьютером и обеспечивая при этом более высокий уровень безопасности и надежности.

Cloud computing также пойдет на пользу индустрии создания контента. Ни один из использовавшихся до сих пор методов защиты от незаконного копирования музыки и кино не лишен недостатков. Случается, что защищенные от копирования компакт-диски не проигрываются некоторыми CD-плеерами, а усилия компании Sony по защите контента привели к скандалу и отказу от используемой технологии. Все больше магазинов, торгующих музыкой в формате MP3, отказываются от материала, защищенного системой DRM (Digital Rights Management) и предлагают не защищенные от копирования музыкальные файлы. Однако cloud computing дает системе DRM новый шанс: производители контента получают возможность напрямую предлагать потребителю фильмы, игры и музыку. Подобный контент будет рассчитан на то, чтобы проигрываться внутри системы cloud computing, и для незаконного копирования музыки и фильмов, доставляемых пользователю таким образом, потребуется больше времени и усилий. В конечном счете, все это выльется в уменьшение числа незаконных копий и увеличение прибыли производителей контента.

Преимущества cloud computing очевидны, но риск также присутствует. Почти ни дня не проходит без сообщений об утечке или потере данных. Использование in-the-cloud-сервисов требует беспрецедентно высокого уровня доверия к провайдеру. Найдется ли компания, которой вы доверяете настолько, что предоставите ей полный доступ не только к своей электронной почте, но и к вашим личным документам, банковским реквизитам, паролям, чатлогам и семейным фотографиям? Даже если компании вы доверяете, нет никакой гарантии, что ваши данные не попадут не в те руки. Конечно, кража данных — проблема, затрагивающая не только cloud computing, но дело в том, что в дан-

ном случае провайдеры будут иметь доступ ко всем вашим данным, а не только к небольшой их части. Поэтому если утечка данных действительно произойдет, это может иметь для вас далеко идущие последствия.

Может ли риск вытеснить cloud computing из бизнеса? Это представляется чрезвычайно маловероятным, поскольку cloud computing — сервис, удобный пользователям и выгодный провайдерам. В будущем полный отказ от использования in-the-cloud-сервисов будет способен вызвать изоляцию компании (и невозможность вести дела) в той же степени, что отказ от использования электронной почты в наши дни. Создание нового законодательства и строгих правил работы для провайдеров, а также технологий, делающих (почти) невозможной кражу пользовательских данных для сотрудников провайдера — гораздо более продуктивный подход, чем бойкот этой технологии. Сейчас не существует никаких ограничений для компаний, желающих выйти на рынок с предложением in-the-cloud-услуг. Однако через десять лет картина будет совершенно иная. Провайдеры, желающие предоставлять подобные услуги, будут вынуждены придерживаться строгих стандартов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Облачные вычисления витают в облаках. Автор: Михаил Демидов.Источник: компьютерный журнал CHIP, февраль 2010.

2. http://ru.wikipedia.org/wiki/Облачные_вычисления

3. «Cisco, EMC и VMware будут совместно продвигать частные «облачные» инфраструктуры», 05 ноября 2009, http://corp.cnews.ru/news/line/index.shtml?2009/11/05/368581.

4. «Частные облачные вычисления обретают популярность», 10-16 марта 2009, http://www.pcweek.ru /themes/detail.php?ID=116739.

5. «Кто есть кто в облаках», http://m.habrahabr.ru/post/73564/.

6. ««Облака» принесут $44,2 млрд в 2013 г.», 13 октября 2009, http://www.cnews.ru /news/top/index.shtml?2009/10/13/365448.

7. «Gartner: через пару лет каждая пятая компания откажется от ИТ-активов», 14 января 2010, http://business.compulenta.ru/495018/.

8. Магнус Калькуль «Ясное небо до самого горизонта: «облачные» вычисления и безопасность «из облака», 24 апр 2009.

Мэйнфрейм - большая универсальная ЭВМ — высокопроизводительный компьютер со значительным объёмом оперативной и внешней памяти, предназначенный для организации централизованных хранилищ данных большой ёмкости и выполнения интенсивных вычислительных работ.

Тонкий клиент (англ. thin client) — компьютер или программа-клиент в сетях с клиент-серверной или терминальной архитектурой, который переносит все или большую часть задач по обработке информации на сервер. Примером тонкого клиента может служить компьютер с браузером, использующийся для работы с веб-приложениями.

Интернет-прова́йдер (иногда просто Провайдер, от англ. Internet Service Provider, "поставщик Интернет-услуги") — организация, предоставляющая услуги доступа к сети Интернет и иные связанные с Интернетом услуги.

SaaS (Software-as-a-Service) - программное обеспечение как услуга

PaaS (Platform-as-a-Service) - платформа как услуга

IaaS (Infrastructure-as-a-Service) - инфраструктура как услуга

Резюме

Осы мақала ретінде анықталған – «Бұлтты есептеулер» және қандай бейнемен олар ұйымдастырылады. «Бұлт» термині қайдан пайда болды және бұлттарды есептеу қызметін көрсету үлгілерін ұсынады. Артықшылық және бұлттардың кемшіліктерін салыстырып, осы технологияны дамытуға көптеген болжам жасадық.

Summary

In the present article it is defined what constitutes «Cloud computing» and how they will be organized. It has been described whence there was a term "cloud" and what services represent models of service of cloudy calculations. Also we have learned that such cloudy environments and than the private cloud differs from the external. Having compared advantages and lacks of "clouds" have made the small forecast for development of the given technology in the future.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 05.02.12 г.*

Б.М. Искаков, А.Е. Рахимбекова

МЕТОД ВЫЧИСЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АТОМОВ В КУБИЧЕСКОМ КРИСТАЛЛЕ

Основой метода погруженного атома (МПА) является идея зависимости энергии системы от электронной плотности. Поэтому в рамках теории функционала плотности полная электронная энергия системы может быть записана как функционал полной электронной плотности.

В работе [1] была предложена модель межатомных взаимодействий, в которой каждый атом рассматривается как примесь в системе остальных атомов, кроме выделенного атома. Другой отправной точкой МПА был наблюдаемый факт, что полная электронная плотность в металле достаточно хорошо апроксимируется линейной суперпозицией вкладов от отдельных атомов.

Теоретическое обоснование МПА в рамках теории функционала локальной плотности было проведено в [2].

В МПА, описанном в работе [3], полная энергия металла состоит из двух частей. Первая определяет энергию погружения выделенного атома в электронную плотность, создаваемую суперпозицией всех остальных атомов в области расположения выделенного атома и отражает многочастичные эффекты. Вторая часть – это сумма парных потенциалов, описывающих отталкивание двух экранированных ионов. В итоге, полная энергия металла представляется выражением:

$$E = \sum E_i(\rho_i) + {}^1/_2 \sum \Phi(R_i). \quad (1)$$

Здесь $E_i(\rho)$ – энергия погружения атома i, как функция локальной плотности ρ, а $\Phi(R_i)$ – парный потенциал взаимодействия атома i и центрального атома, расположенных на расстоянии R_i друг от друга.

Локальная электронная плотность системы атомов в точке погружения выделенного атома, например, центрального атома – определяется в виде суперпозиции плотностей $\rho_i^a(R_i)$ – вкладов от электронов атомов i .

Так как

$$\rho = \sum_{j(j\neq i)} \rho_i^a(R_i),$$

т.е. является функцией расстояния между атомами, то и $E_i(\rho)$ является функцией расстояния между атомами и может быть апроксимирована формулой

$$E_i(\rho) = -2A\beta\Sigma_0\left(\frac{R_i}{R_0}-1\right)\exp\left\{-\beta\left(\frac{R_i}{R_0}-1\right)\right\}. \quad (2)$$

где R_0 – расстояние между атомами, соответствующее минимальному значению энергии взаимодействия атомов в металле, а A и β являются параметрами также, как и R_0 , определяемыми через экспериментальные характеристики металла.

В работе [3] при выборе формы парного потенциала предпочтение было отдано парному потенциалу взаимодействия экранированных ионов в среде с металлической проводимостью в виде

$$\Phi_{ij}(R) = \frac{z_i(R)z_j(R)}{R} \quad (3)$$

где эффективный заряд имеет следующую форму:

$$Z(R) = Z_0(1+\varepsilon R^\gamma)\exp(-\lambda R). \quad (4)$$

Здесь Z_0 - число внешних электронов; Z_0=10 для Ni, Pd, Pt; $Z_0 = 11$ для Cu, Ag, Au; Z_0=3 для Al. Величина параметра γ выбиралась равной 1 для Ni, Pd, Pt и γ=2 для Cu, Ag, Au и Al [3]. Параметры ε и λ являются подгоночными. Таким образом, при использовании потенциала парного взаимодействия экранированных ионов (3) и (4) приходится использовать 3 подгоночных параметра: ε, λ и γ.

В принципе, здесь можно применить потенциал парного взаимодействия Морзе, также имеющий 3 параметра, которые хорошо определяются через экспериментальные значения постоянной кристаллической решетки, энергии сублимации и модуль упругости металла [4]

$$Z(R)=Z_0(1+\varepsilon R\gamma)\exp(-\lambda R) \quad (4)$$

Здесь D, α и R_0 являются параметрами, причем R_0 – это расстояние между атомами, соответствующее минимальному значению энергии взаимодействия атомов в металле D.

Учитывая то, что при $R_i = R_0$, полная энергия взаимодействия двух атомов металла должна быть минимальной и равной $-D$, а также то, что по (1) полная энергия является суммой энергии погружения атомов в электронную плотность и энергии парного взаимодействия и, проведя некоторое преобразование формул (2) и (4), получим следующее выражение:

$$E_1 i = \gamma D\{\exp[-2\alpha(R_1 i - R_1 0)] - 2\exp[-\alpha(R_1 i - R_1 0)]\} - (1-\gamma)D\exp[-\beta(R_1 i - R_1 0). \quad (5)$$

Если ввести постоянные $\zeta = \exp(\alpha R_0)$ и $\eta = \exp(\beta R_0)$, то выражение (5) можно представить в виде

$$E_i = \gamma D\zeta^2 \exp(-2\alpha R_i) - 2\gamma D\zeta \exp(-\alpha R_i) - (1-\gamma)D\eta \exp(-\beta R_i) \quad (6)$$

Для кубических кристаллов расстояние между атомами можно выразить, используя кристаллографические индексы и параметр решетки. Тогда

$$R_i = a\sqrt{m_i^2 + n_i^2 + l_i^2} = aM_i,$$

где a – длина ребра элементарной ячейки кубического кристалла (параметр решетки), m_i, n_i, l_i – кристаллографические индексы положения i-го атома относительно центрального атома в решетке кристалла. С учетом этого соотношения выражение (6) можно представить удобной для расчетов формулой

$$E_i(a) = \gamma D\zeta^2 \exp(-2\alpha a M_i) - 2\gamma D\zeta \exp(-\alpha a M_i) - (1-\gamma)D\eta \exp(-\beta a M_i)$$

Энергия взаимодействия N атомов в металле в соответствии с (1) будет определяться выражением

$$E(a) = \frac{1}{2}N\gamma D\zeta^2 \sum_i^N \exp(-2\alpha a M_i) - N\gamma D\zeta \sum_i^N \exp(-\alpha a M_i) - \\ -\frac{1}{2}(1-\gamma)ND\eta \sum_i^N \exp(-\beta a M_i) \quad (7)$$

Суммирование производится по всем атомам один раз, а так как атомы металла идентичны, то полученную сумму умножают на число атомов N. Коэффициент ½ появляется из-за того, что в качестве центрального может быть любой атом решетки, а энергия взаимодействия центрального атома с i-м атомом равна энергии взаимодействия i-го атома с центральным атомом.

Для вычисления энергии взаимодействия всех атомов в кристалле с использованием (7) необходимо определить значения 5 параметров $(\alpha, \beta, \gamma, D, R_0)$. Поэтому следует составить систему из 5 уравнений. Энергия взаимодействия всех атомов равна энергии связи или энергии сублимации кристалла E_s. Следовательно, первое уравнение для определения параметров будет иметь следующий вид:

$$E_s = \frac{1}{2}N\gamma D\zeta^2 \sum_i^N \exp(-2\alpha a M_i) - N\gamma D\zeta \sum_i^N \exp(-\alpha a M_i) - \\ -\frac{1}{2}(1-\gamma)ND\eta \sum_i^N \exp(-\beta a M_i). \quad (8)$$

В равновесном состоянии кристалла, когда $a = a_0$, энергия взаимодействия атомов между собой будет минимальна. На основании этого можно составить следующее уравнение:

$$\left(\frac{dE}{da}\right)_{a=a_0} = 0 = -\alpha N\gamma D\zeta^2 \sum_i^N M_i \exp(-2\alpha a_0 M_i) + \alpha N\gamma D\zeta \sum_i^N M_i \exp(-\alpha a_0 M_i) + \\ + \frac{1}{2}\beta(1-\gamma)ND\eta \sum_i^N M_i \exp(-\beta a_0 M_i). \quad (9)$$

Третье уравнение находим, связав вторую производную энергии от расстояния между атомами со сжатием кристалла. Известно, что $K = \frac{1}{k} = -V_0\left(\frac{d^2E}{dV^2}\right)_{V=V_0}$, где $K-$ модуль объемной упругости, $k-$ объемная сжимаемость, $V-$ объем кристалла (в случае кубического кристалла $V = na^3$, $n-$ число элементарных ячеек в кристалле). Если на одну элементарную ячейку приходится c атомов (в ОЦК решетке 2 атома, а в ГЦК 4 атома), то общее число атомов в кристалле будет $N = cn$. Поэтому $V = \frac{Na^3}{c}, V_0 = \frac{Na_0^3}{c}$. Соответственно,

$$\left(\frac{d^2E}{da^2}\right)_{a=a_0} = \left(\frac{d^2E}{dV^2}\right)_{V=V_0}\left(\frac{dV}{da}\right)^2_{a=a_0}.$$

Тогда

$$-\frac{9NKa_0}{c} = 2\alpha^2 N\gamma D\zeta^2\sum_i^N \mathbf{M}_i^2\exp(-2\alpha a_0 M_i) - \alpha^2 N\gamma D\zeta\sum_i^N \mathbf{M}_i^2\exp(-\alpha a_0 M_i) - \\ -\frac{1}{2}\beta^2(1-\gamma)ND\eta\sum_i^N M_i^2\exp(-\beta a_0 M_i). \tag{10}$$

Четвертое и пятое уравнения составляются на основе модулей упругости кубического кристалла C_{11} и C_{44}. Здесь необходимо сделать небольшое отступление, чтобы пояснить, как модули упругости связываются с энергией взаимодействия атомов в кристалле.

Пусть в недеформированном кубическом кристалле расстояние между атомом, взятом в качестве центрального, и другим атомом будет $\boldsymbol{R}=x\boldsymbol{i}+y\boldsymbol{j}+z\boldsymbol{k}$, где x,y,z – проекции радиуса-вектора на координатные оси (здесь и далее полужирным шрифтом записаны векторные величины).

При деформации кристалла изменится не только расстояние между рассматриваемыми атомами, но величина ортов и углы между ними. Связь измененных ортов с первоначальными устанавливается следующими соотношениями:

$$\begin{aligned} \boldsymbol{i}' &= (1+\mathbf{e}_{xx})\boldsymbol{i} + \mathbf{e}_{xy}\boldsymbol{j} + \mathbf{e}_{xz}\boldsymbol{k}, \\ \boldsymbol{j}' &= \mathbf{e}_{yx}\boldsymbol{i} + [(1+\mathbf{e}]_{yy})\boldsymbol{j} + \mathbf{e}_{yz}\boldsymbol{k}, \\ \boldsymbol{k}' &= \mathbf{e}_{zx}\boldsymbol{i} + \mathbf{e}_{zy}\boldsymbol{j} + [(1+\mathbf{e}]_{zz})\boldsymbol{k}, \end{aligned} \tag{11}$$

где e_{xx}, e_{xy}, e_{yx}, e_{yy}, e_{xz}, e_{zx}, e_{zy}, e_{zz}, компоненты тензора деформации, которые с точностью до первого порядка равняются относительным изменениям ортов при деформации кристалла.

При малых деформациях кристалла смещение атома $\boldsymbol{r}$ будет

$$\boldsymbol{r} = x(\boldsymbol{i}' - \boldsymbol{i}) + y(\boldsymbol{j}' - \boldsymbol{j}) + z(\boldsymbol{k}' - \boldsymbol{k}).$$

Или с учетом (11)

$$\begin{aligned} r = &(x\cdot e_{xx} + y\cdot e_{yx} + z\cdot e_{zx})\boldsymbol{i} + (x\cdot e_{xy} + y\cdot e_{yy} + z\cdot e_{zy})\boldsymbol{j} + \\ &+(x\cdot e_{xz} + y\cdot e_{yx} + z\cdot e_{zz})\boldsymbol{k}. \end{aligned} \tag{12}$$

Плотность упругой энергии деформированного кристалла можно записать в виде [5]:

$$u = \frac{1}{2}C_{11}(e_{xx}^2 + e_{yy}^2 + e_{zz}^2) + \frac{1}{2}C_{44}(e_{yz}^2 + e_{zx}^2 + e_{xy}^2) + C_{12}(e_{yy}e_{zz} + e_{zz}e_{xx} + e_{xx}e_{yy}), \tag{13}$$

где C_{11}, C_{44}, C_{12} – модули упругости. Из (13) можно получит следующее соотношение:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial e_{xx}^2} = C_{11}. \tag{14}$$

Формула (14) применима в рамках представления кристалла однородной и непрерывной средой, т.е. в рамках континуального приближения. В случае кристалла, состоящего из атомов, расположенных на определенных расстояниях друг от друга, соотношение (14) должно быть записано в следующем виде:

$$C_{11} = \sum_i^N\left(\frac{\partial r_i}{\partial e_{xx}}\right)^{2i}\frac{\partial^2 u_i(a)}{\partial a^2} \tag{15}$$

Модуль упругости в виде (15) позволяет суммировать вклад всех атомов в плотность энергии деформации. Далее следует учесть, что смещение i-го атома при деформации dr_i можно выразить через изменение параметра решетки da. При этом вполне приемлемо принять $\frac{\partial a}{\partial r_i} \cong 1.$ Тогда соотношение (15) можно представить в виде

$$C_{11} = \sum_i^N \left(\frac{\partial r_i}{\partial e_{xx}}\right)^2 \left(\frac{\partial a}{\partial r_i}\right)^2 \frac{\partial^2 u_i(a)}{\partial a^2} = \sum_i^N \frac{m_i^4 a^2}{M_i^2} \frac{\partial^2 u_i(a)}{\partial a^2}. \tag{16}$$

Подобным образом получаем формулу, связывающую другой модуль упругости со второй производной плотности упругой энергии,

$$C_{44} = \sum_i^N \frac{m_i^2 n_i^2 a^2}{M_i^2} \frac{\partial^2 u_i(a)}{\partial a^2}. \tag{17}$$

Плотность энергии – это общая энергия кристалла E, отнесенная к его объему V. Поэтому четвертое и пятое уравнения для определения параметров будут иметь следующий вид:

$$C_{11} = \frac{a^2}{V} \sum_i^N \frac{m_i^4}{M_i^2} \frac{\partial^2 E_i(a)}{\partial a^2}. \qquad C_{44} = \frac{a^2}{V} \sum_i^N \frac{m_i^2 n_i^2}{M_i^2} \frac{\partial^2 E_i(a)}{\partial a^2}. \tag{18}$$

Подставляя в (18) $E_i(a)$, получаем выражения, которые позволяют определить параметры полной энергии взаимодействия атомов кристалла, а если известны параметры, то вычислить модули упругости кристалла C_{11} и C_{44}

$$C_{11} = \frac{c\alpha^2\gamma D\zeta}{a}\left[2\zeta \sum_i^N \mathrm{m_i^4}\exp(-2\alpha a \mathrm{M_i}) - \sum_i^N \mathrm{m_i^4}\exp(-\alpha a \mathrm{M_i})\right] - \frac{c\beta^2(1-\gamma)D\eta}{2a}\sum_i^N \mathrm{m_i^4}\exp(-\beta a \mathrm{M_i}).$$

$$C_{44} = \frac{c\alpha^2\gamma D\zeta}{a}\left[2\zeta \sum_i^N \mathrm{m_i^2 n_i^2}\exp(-2\alpha a \mathrm{M_i}) - \sum_i^N \mathrm{m_i^2 n_i^2}\exp(-\alpha a \mathrm{M_i})\right] - \frac{c\beta^2(1-\gamma)D\eta}{2a}\sum_i^N \mathrm{m_i^2 n_i^2}\exp(-\beta a \mathrm{M_i}). \tag{19}$$

Таким образом, из соотношений (8)-(10) и (19) можно найти формулы, позволяющие вычислить искомые параметры α, β, γ, D и R_0. Однако этими соотношениями можно воспользоваться, если m_i, n_i и $\mathrm{M_i}$ изменяются монотонно при увеличении N. Ранее было показано [4], что $\mathrm{M_i}$ с увеличением числа атомов, окружающих центральный атом, меняется не монотонно. Так, для ГЦК решетки, первые 12 атомов, окружающих центральный атом, имеют одинаковый $M_1 = \frac{\sqrt{2}}{2}$. У следующих 6 атомов $M_2 = 1$, затем у 24 атомов $M_3 = \sqrt{\frac{3}{2}}$ и т.д. Поэтому суммы, входящие в уравнения (8)-(10) и (19), должны иметь следующий вид:

$$S_1 = \sum_j^L \sum_{i=N_{j-1}+1}^{N_j} \exp(-2\alpha a_0 M_i),\ S_2 = \sum_j^L \sum_{i=N_{j-1}+1}^{N_j} \exp(-\alpha a_0 M_i),$$

$$S_3 = \sum_j^L \sum_{i=N_{j-1}+1}^{N_j} \exp(-\beta a_0 M_i),\quad S_4 = \sum_j^L \sum_{i=N_{j-1}+1}^{N_j} M_i \exp(-2\alpha a_0 M_i).$$

$$S_5=\sum_j^L\sum_{i=N_{j-1}+1}^{N_j}\mathbf{M_i}\exp(-\alpha a_0 M_i),\quad S_6=\sum_j^L\sum_{i=N_{j-1}+1}^{N_j}\mathbf{M_i}\exp(-\beta a_0 M_i),$$

$$S_7=\sum_j^L\sum_{i=N_{j-1}+1}^{N_j}\mathbf{M_i^2}\exp(-2\alpha a_0 M_i),\quad S_8=\sum_j^L\sum_{i=N_{j-1}+1}^{N_j}\mathbf{M_i^2}\exp(-\alpha a_0 M_i),$$

$$S_9=\sum_j^L\sum_{i=N_{j-1}+1}^{N_j}\mathbf{M_i^2}\exp(-\beta a_0 M_i),\quad S_{10}=\sum_j^L\sum_{i=N_{j-1}+1}^{N_j}\mathbf{m_i^4}\exp(-2\alpha\mathbf{a_0 M_i}),$$

$$S_{11}=\sum_j^L\sum_{i=N_{j-1}+1}^{N_j}\mathbf{m_i^4}\exp(-\alpha\mathbf{a_0 M_i}),\quad S_{12}=\sum_j^L\sum_{i=N_{j-1}+1}^{N_j}\mathbf{m_i^4}\exp(-\beta\mathbf{a_0 M_i}),$$

$$S_{13}=\sum_j^L\sum_{i=N_{j-1}+1}^{N_j}\mathbf{m_i^2}n_i^2\exp(-2\alpha\mathbf{a_0 M_i}),\quad S_{14}=\sum_j^L\sum_{i=N_{j-1}+1}^{N_j}\mathbf{m_i^2}n_i^2\exp(-\alpha\mathbf{a_0 M_i}),$$

$$S_{15}=\sum_j^L\sum_{i=N_{j-1}+1}^{N_j}\mathbf{m_i^2}n_i^2\exp(-\beta\mathbf{a_0 M_i}). \qquad (20)$$

Здесь L- номер конфигурационного слоя атомов, находящихся на одинаковом расстоянии от центрального атома. С помощью j задается суммирование. Для ГЦК решетки при j=1 суммирование осуществляется с 1-го по 12-ый атом, окружающих центральный атом, при j=2 – с 13-го по 18-ый атом, при j=3 – с 19-го по 42-ой атом и т.д. С учетом сумм (20) уравнения (8)-(10) и (19) трансформируются в следующую систему:

$$-18Ka_0=4c\alpha^2\gamma D\xi^2S_7-2c\alpha^2\gamma D\xi S_8-c\beta^2(1-\gamma)D\eta S_9. \qquad (21)$$

Система уравнений (21) аналитически не решается. Для вычисления параметров используется такой алгоритм:

1) задаются α, β и a_0 для выбранного металла;

2) вычисляются суммы (20);

3) первые три уравнения системы (21) преобразуются в систему линейных алгебраических уравнений, решение которых проводится методом Гаусса;

4) из найденных решений находится ξ;

5) определяется $R_0=\frac{2}{\alpha}ln\xi$;

6) определяются γ и D.

После определения всех параметров они вставляются в формулу (7) и проводится расчет энергии взаимодействия $N=1061$ атома в металле.

На рис. 1 показана энергия модельного кристалла Al при отсутствии вакансий в металле и при ее наличии в различных областях металла, определенных в виде конфигурационных сфер, окружающих центральный атом. После вычисления энергии взаимодействия атомов при наличии и отсутствии вакансий, с помощью метода, описанного в [4], была вычислена энергия миграции вакансий E_m^v в Al. Было получено значение $E_m^v=0{,}54$ эВ, которое лучше согласуется с экспериментальными значениями, находящимися в интервале 0,58-0,62 эВ [6], чем значение E_m^v, вычисленное в [4]. Это объясняется тем, что в данной работе при определении энергии взаимодействия атомов в металле помимо потенциала парного взаимодействия атомов был учтен вклад электронов проводимости через энергию погруженного атома, а в [4] использовался только потенциал парного взаимодействия Морзе.

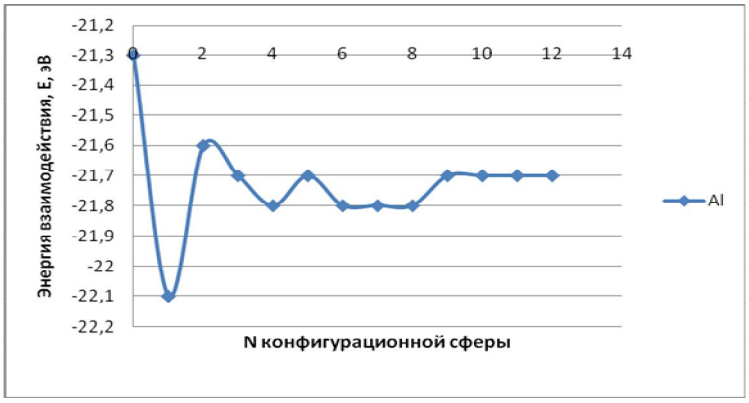


Рис. 1. Зависимость энергии взаимодействия атомов в кристалле от номера конфигурационной сферы, содержащей вакансию.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Dow M.S., Baskes M.I.* Embedded atom method: Derivation and application to impurities, surfaces and other defects in metals. //Phys. Rev. 1984, v. B26, No 12, p. 6443-6453.
2. Dow M.S. Model of metallic cohesion: The embedded atom method. //Phys. Rev. 1989, v. B39, No 11, p. 7441-7452.
3. Foiles S.M., Baskes M.I, Dow M.S. Embedded-atom-method functions for the fcc metals Cu, Ag, Au, Ni, Pd, Pt, and their alloys. //Phys. Rev. 1986, v. B33, No 12, p.7983-7991.
4. Искаков Б.М. Метод определения энергии вакансий в ГЦК металлах. //Перспективные материалы. 2011. №6. С. 91-97.
5. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М., Наука. 1978, 792 с.
6. Орлов А.Н., Трушин Ю.В. Энергии точечных дефектов в металлах. М., Энергоатомиздат, 1983. 80 с.

Резюме

Жаңа әдістеменің қолдануымен кубты кристалдағы өзара әсерлесу энергиясын есептеу алгоритмі көрсетілген.

Summary

The algorithm for computing the interaction energy of a cubic crystal have been shown, using a new technique.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 10.02.12 г.*

ЖОК 537.218

Б. Дуаметұлы, С.Қ. Құсайынов, К.Қ. Нұрахметова

ЭЛЕКТР ӨРІСІ ЖӘНЕ ЭЛЕКТР ӨРІСІ КЕРНЕУЛІГІ

Бұл жұмыста электр өрісі мен электр өрісінің кернеулігі зерттеліп, электр өріс күші мен кернеулігі және осы физикалық шамалар арасындағы байланыстар анықталды.

1. Электр өрісі.

Электр зарядтарының бір-бірімен әсерлесуін зерттеуде оларға әсер етуші күштер неге пайда болатыны және ол күштер бір зарядтан екінші зарядқа қалай берілетіні туралы сұрақтар туады. Тыныштықта тұрған зарядтар арасында пайда болатын бұл әсер электр өрісі арқылы атқарылады. Кеңістіктің қайсыбір жерінде электр заряды пайда болса, оның маңында электр өрісі пайда болады. Электр өрісінің басты қасиеті ретінде – осы өріске орналастырылған басқа зарядқа күштің әсер етуі болып табылады [1-3].

Электр өрісінің не екенін білу үшін ең әуелі күштің қалай тасымалданатынын түсінуге тура келеді. Бір дененің екінші денеге әсер күші тек екі түрлі тәсілмен тасымалданады. Оның біреуі – екі дененің тікелей өзара жанасуы арқылы тасымалданса, енді біреуі – екі дененің арасындағы орта арқылы тасымалданады. Темір балғамен металды соққан кезде олардың тікелей өзара соқтығысуы

арқылы күш балғадан металл денеге беріледі де, соның нәтижесінде дене деформацияланады. Адамдар екі топқа бөлініп арқан тартқан кезде әр топ өздерінің күшін арасындағы арқан арқылы қарсы жаққа тасымалдайды. Бұл жерде арқан олардың арасындағы күшті тасымалдайтын орта болып саналады. Жоғарыдағы мысалдардан күшті тасымалдау амалын оңай білуге болады. Бірақ, кейбір күштердің тасымалдау амалы көзге көрінерлік болмайтындықтан оны түсіну біраз қиындау болады. Мысалы, кеңістікте тұрған ауыр денені басқа дене сүйеп тұрмаған болса, Жер Шарының тартылыс күші әсерінен жерге құлап түсер еді. Алайда, Жер мен ауыр дене өзара жанасып тұрған жоқ, және олар арасында күшті тасымалдайтын жоғарыдағы арқан сияқты дене де жоқ. Ендеше, Жердің тартылыс күші әсері қалай ауыр денеге тасымалданады? Бұл сұраққа былай деп анық жауап беруге болар еді: Жердің тартылыс күші олардың арасындағы тартылыс күш өрісі (тасымалдаушы орта) арқылы ауыр денеге беріледі. Жер Шары өзінің маңындағы кеңістікте тартылыс күш өрісін тудырады. Сондықтан осы тартылыс күш өрісінде тұрған барлық денелер тартылыс күш өрісі тасымалдаған жердің тартылыс күшінің әсеріне ұшырайды. Осы заман физикасы тартылыс күш өрісінің бір түрлі "материя" екендігін, материя болғанда әдеттегідей атом, молекулалардан құралатын жай ғана материя емес, "ерекше материя" екендігін анықтады. Ол әдеттегі материяларда болатын энергия, масса және импульс сияқты негізгі қасиеттерге ие.

Электр өрісі дегеніміз не? Заряд маңындағы кеңістікте біртүрлі "ерекше материя" бар болып, ол арқылы зарядтар арасындағы өзара әсер күші тасымалданады. Бұл "ерекше материя" дегеніміз дәл электр өрісі болып табылады. Дене зарядталған кезде оның маңындағы кеңістікте электр өрісін тудырады. Басқаша айтқанда, заряд немесе зарядталған дене үнемі өзі тудырған электр өрісінің қоршауында болады. Электр өрісінің бір маңызды қасиеті сол өрісте тұрған кез келген зарядтарға күш әсерін береді. Бұл күшті біз электр өріс күші деп атаймыз. Мысал үшін q_1 заряды екінші бір q_2 зарядтың маңында, басқаша айтқанда, q_2 зарядының электр өрісінде тұрсын делік. q_1 зарядқа берілетін әсер күші дегеніміз дәл q_2 зарядтың электр өрісінің әсер күші болып табылады. Осыған ұқсас, q_2 заряды q_1 зарядының маңында, яғни, q_1 зарядының электр өрісінде орналасқанда, q_2 зарядының ұшыраған әсер күші дәл q_1 зарядының электр өрісінің әсер күші болып табылады. q_1 заряд тудырған электр өрісі бойынша айтқанда, q_1 заряды электр өрісін тудырушы заряд болса, ал q_2 зарядының тудырған электр өрісі бойынша айтсақ, q_2 заряд электр өрісін тудырушы заряд болып табылады. Электр өрісі де Жер Шарының тартылыс күш өрісі сияқты масса, энергия, импульс сияқты әдеттегі материялық денелерде болатын негізгі қасиеттерге ие болады.

2. Электр өрісінің кернеулігі

Электр өрісінің кернеулігі кеңістіктегі кез келген нүктенің электр өрісінің күйін сипаттау үшін енгізілген физикалық шама болып, электр өрісінің күштік қасиетін береді.

Кеңістіктің белгілі бір нүктесіне бір сынақ зарядын енгізіп, оған әсер ететін өріс күшінің бар-жоқтығын білу арқылы сол орында электр өрісінің бар-жоқтығын анықтай аламыз. Сондай-ақ, өрістің зарядқа берген электр өріс күшінің шамасы және бағытын анықтау арқылы осы нүктедегі электр өрісінің жағдайын да білуге болады. Кеңістіктің белгілі бір нүктесіндегі электр өрісінің күйін анықтау үшін әдетте заряды өте аз болатын нүктелік зарядты сынақ заряды ретінде электр өрісіне енгіземіз. Тәжірибелердің нәтижесінен сынақ заряд q_0-ге әсер ететін F электр өріс күшінің шамасы мен бағыты q_0 зарядының шамасы мен таңбасына тәуелді болатындығы дәлелденді. Электр өріс күшінің шамасы сынақ зарядының шамасына тура пропорционал, ал бағыты сынақ зарядының таңбасына байланысты өзгеріп отырады. Сондай-ақ, электр өріс күші мен сынақ зарядының қатынасының F/q_0 шамасы және бағыты сынақ зарядына тәуелді болмай, тек сынақ заряды орналасқан нүктедегі электр өрісінің күйіне ғана тәуелді болады. Сондықтан біз осы қатынас арқылы электр өрісінің күйін сипаттаймыз және оны элекр өрісінің кернеулігі деп атаймыз. Әдетте ол E мен белгіленеді

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}. \qquad (1)$$

Бұл өрнектен көретініміз: электр өрісінің кез келген нүктесіндегі электр өріс кернеулігінің шамасы осы өріске енгізілген сынақ заряд ұшыраған электр өріс күші мен сынақ зарядының қатынасына тең болады. Электр өрісінің кернеулігі электр өріс күші сияқты вектор болғандықтан, тек шамасына ғана емес, бағытына да көңіл бөлуге тура келеді. Оң нүктелік заряд белгілі бір электр

өрісінде тебілу күшінің әсеріне ұшырайтын болса, онда ол электр өрісі сөзсіз оң зарядтан пайда болады. Электр өріс кернеулігінің бағыты өрісті тудырған оң зарядтан басталып сыртқа қарай бағытталады. Ал енді оң заряд белгілі бір электр өрісінде тартылыс күштің әсеріне ұшыраса, онда электр өрісін тудырушы заряд сөзсіз теріс заряд болады. Бұл кезде электр өріс кернеулігінің бағыты өрісті тудырушы теріс зарядқа қарай бағытталған болады. Әдеттегі жағдайда электр өрісінің әрбір нүктесіндегі электр өріс кернеулігінің шамасы мен бағыты бірдей болмауы мүмкін. Ал кейбір ерекше жағдайда, электр өрісінің белгілі бір аумағы ішіндегі кез келген нүктелердегі электр өріс кернеулігінің шамасы мен бағыты да бірдей болуы мүмкін. Мұндай электр өрісі біртекті электр өрісі деп аталады. Мысалы, аудандары өте үлкен бір-біріне өте жақын орналасқан екі жазық металл пластинка зарядтары бірдей әр аттас зарядтармен зарядталған болса, онда олардың арасындағы электр өрісі біртекті өріс болып саналады. Электр өріс кернеулігінің өлшем бірлігіне *Н/Кл*, не тарихи орын алған *В/м* қолданылады. Егер де кейбір нүктеде өріс кернеулігі белгілі болса, онда осы нүктеге орналастырылған электр зарядына q әсер етуші күшті F анықтауға болады:

$$\vec{F} = q\vec{E}. \qquad (2)$$

3. Электр өрісі мен электр өріс кернеулігі арасындағы айырмашылықтар.

Электр өрісі мен электр өрісінің кернеулігін зерттеген кезде төмендегі түсініктер бойынша қателеспеуге көңіл бөлгеніміз жөн [4,5].

Электр өрісінің кернеулігі электр өрісінің тек өзіне ғана тән қасиеті болып, q_0 сынақ зарядын электр өрісіне енгізумен еш байланысы жоқ.

Электр өрісі кернеулігінің анықтамасын енгізген кезде q_0 сынақ заряды мен ол ұшыраған электр өріс күші F-ті қолдандық. Осы екі шама арқылы электр өріс кернеулігінің анықтамасын (1)-ші өрнекте көрсетілгендей етіп бердік. Осы өрнек бойынша студенттер арасында "электр өрісінің кернеулігі сынақ заряд ұшыраған электр өріс күшіне тура пропорционал, ал сынақ зарядының шамасына кері пропорционал болады" деп айтқандары да жоқ емес. Әрине, бұл мүлде қате түсінік. Жоғарыдағы (1)-ші өрнекте пішіні жағынан q_0 сынақ заряды қамтылғанымен, бірақ F/q_0 қатынасының шамасы шындығында q_0 сынақ зарядына байланысты емес. Ол тек электр өрісін тудырушы зарядпен және оған байланысты салыстырмалы орнымен анықталады.

Электр өрісінің кернеулігі мен электр өріс күші бір-біріне байланысты және бір-бірінен айырмашылығы бар екі түрлі физикалық ұғым болып табылады. Олар бір-бірімен тығыз байланысты болғандықтан, әдетте бұл екі ұғымды бірдей деп қарайтындар да жоқ емес. Электр өрісінің кернеулігі электр өріс күшінің себебінен заряд күштің әсеріне ұшырауы негізінде енгізілді және ол электр өрісінің күштік қасиетін сипаттайды. Сондай-ақ, электр өрісінің кернеулігі сынақ зарядын электр өрісіне енгізу арқылы ол ұшыраған электр өріс күшінің шамасы мен бағыты арқылы анықталады. Электр өрісінің кернеулігі электр өрісінің өзіне ғана тән қасиет болғандықтан электр өрісін тудырушы зарядқа және онымен байланысты салыстырмалы орнына тәуелді болып, электр өрісіне енгізілген сынақ зарядымен еш байланысы жоқ. Ал электр өріс күші электр өрісін тудырушы зарядының қасиетіне және онымен байланысты салыстырмалы орнына байланысты ғана болып қалмастан, электр өрісіне енгізілген зарядтың қасиетіне де байланысты болады. Берілген электр өрісі туралы айтқанда, зарядының шамалары бірдей емес және зарядының таңбасы да әртүрлі екі зарядты электр өрісінің белгілі бір нүктесіне орналастыратын болсақ, ол екі зарядтың ұшыраған электр өріс күштері бірдей болмайды. Бірақ бұл нүктедегі электр өрісінің кернеулігі екі заряд үшін де бірдей, тұрақты болып қала береді.

Электр өрісінің кернеулігі электр өрісінің күштік сипатын беретіндігін жоғарыда баяндадық. Сондықтан электр өрісінің кернеулігі де күш сияқты вектор болады, сол себепті оның тек шамасы ғана емес, бағытын да ескеруге тура келеді. Егер кеңістіктегі белгілі бір аумақта бірнеше электр заряды бар болатын болса, онда олардың маңындағы кез келген нүктедегі электр өрісінің кернеулігі әр зарядтан осы нүктеде пайда болған электр өрісі кернеулігінің векторлық қосындысына тең болады. Әдетте әрбір зарядтың кеңістіктегі белгілі бір нүктеде пайда болған электр өрісі кернеулігінің векторлық қосындысы олардың алгебралық қосындысына тең болмайтынын ескерген жөн.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. *С.Г. Калашников.* Электричество. −М.: Гос. Издательство технико-теоретической литературы, 1956.

2. *Т.И.Трофимова*. Курс физики − М. : Высшая школа, 2008.
3. *И. В. Савельев.* Жалпы физика курсы, I том. −Алматы: Мектеп, 1977.
4. *Б. Дуаметұлы*. Жалпы физика курсының негізгі бақылау сұрақтары мен жауаптары. Әдістемелік нұсқау. −Алматы: ҚазҰТУ, 2009.
5. *Е. Бектұрғанов, М. Қалымбетова, Б. Дуаметұлы.* Студенттің пәндік оқу әдістемелік кешені. −Алматы: ҚазҰТУ, 2005.

Резюме

В работе рассмотрены электрическое поле и напряженность электрического поля, их взаимосвязь, а так же физические понятия этих величин.

Summary

In this work the electric field and electric field strength are considered and shown their connection and physical meanings.

Ключевые слова: electric field, electric field strength, gravitational force, electric force, potential.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 25.12.11 г.*

УДК.541.118; 541.123

А.Х. Нурумгалиев, А.А. Оспанов, Р.М. Ажигалиев,
Д.У. Смагулов, А.А. Аменова

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОМПОНЕНТОВ СПЛАВОВ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ MN-O-C

Авторами [1 – 3] было показано, что при использовании метода полного термодинамического анализа (ПТА) с дополнением его термодинамически-диаграммным методом построения концентрационных треугольников Гиббса, возможно построение диаграмм фазовых равновесий в тройных системах типа Me–O–C. Эффективность этого метода была проиллюстрирована на примерах систем Fe–O–C, Ge–O–C, являющихся базовыми при комплексной переработке глинозем и германийсодержащих железных руд Казахстана. Система Mn–O–C играет важную роль в производстве марганцевых сплавов. Для анализа высокотемпературных процессов углетермического восстановления в системе Mn–O–C нами был использован метод полного термодинамического анализа (ПТА) металлургических процессов, реализованный в интегрированной компьютерной системе ПК «Астра» с БД ASTRA BAS [4, 5], с дополнением его термодинамически-диаграммным методом построения концентрационных треугольников Гиббса [1]. В основе ПК «Астра» заложен метод полного термодинамического анализа (ПТА), основанный на принципе максимума энтропии и учитывающий все известные свойства реагирующих компонентов составляющих термодинамическую систему. ПТА осуществляется по тройной диаграмме Mn–O–C (рис.1), где отмечены составы устойчивых фаз: на стороне Mn–O: кMnO2, кMn3O4, кMnO; на стороне O–C: CO и CO2; на стороне Mn–C: кMn23C. Индекс «к» обозначает конденсированную фазу. Термодинамический анализ взаимодействия компонентов осуществляется в температурном интервале 1373 – 1973 К при давлении в системе P = 0,1 МПа. В поле диаграммы Mn–O–C были выбраны сплавы, составы которых приведены в табл.1, характеризующие взаимодействие компонентов системы в широком диапазоне отношения O/C (окислительно-восстановительный потенциал) от чисто окислительных – за пределами фазы CO2, до чисто восстановительных и вплоть до твердофазных – за пределами фазы CO. Результаты ПТА приведены на рис. 2 и в табл.2. Анализ показывает, что по составу и количеству фаз поле диаграммы разделилось на несколько областей. При этом в температурном интервале 1373 – 1573 образовалось три области: Mn3O4–O–CO2 с одной конденсированной фазой кMn3O4, MnO–CO2–CO с фазой кMnO и MnO–CO–C–Mn с двумя фазами кMnO, кC.

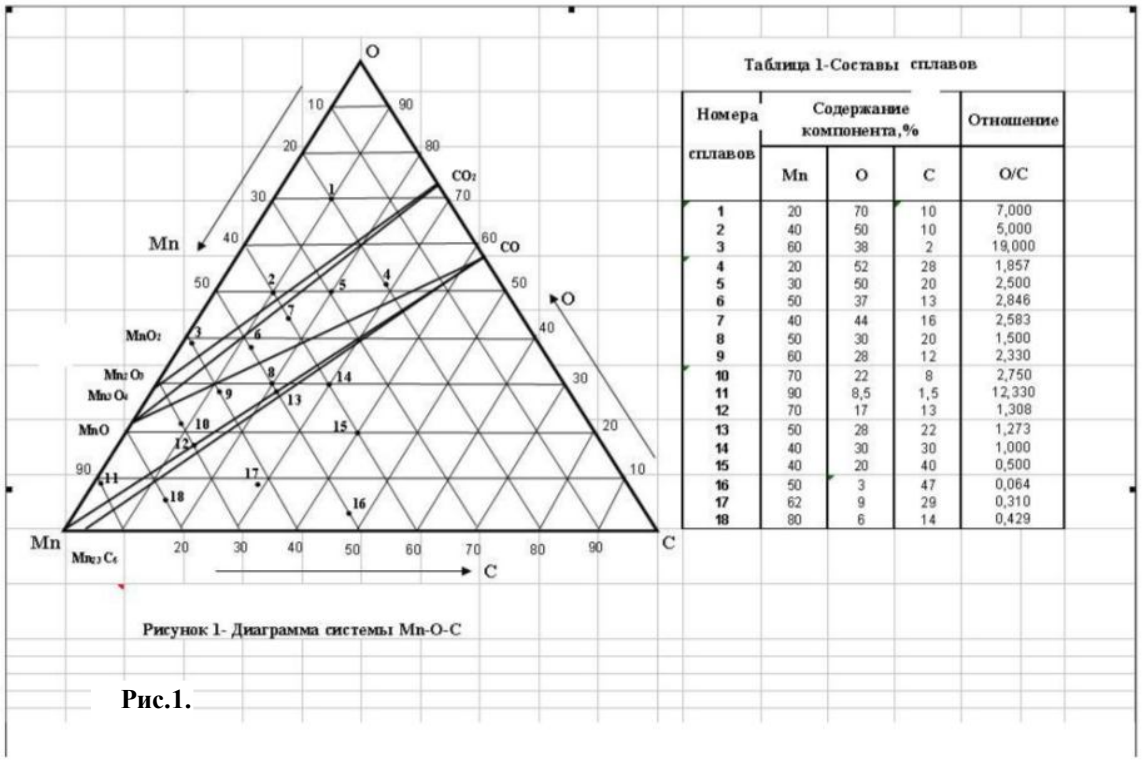


Таблица 1-Составы сплавов

Номера сплавов	Содержание компонента,%			Отношение
	Mn	O	C	O/C
1	20	70	10	7,000
2	40	50	10	5,000
3	60	38	2	19,000
4	20	52	28	1,857
5	30	50	20	2,500
6	50	37	13	2,846
7	40	44	16	2,583
8	50	30	20	1,500
9	60	28	12	2,330
10	70	22	8	2,750
11	90	8,5	1,5	12,330
12	70	17	13	1,308
13	50	28	22	1,273
14	40	30	30	1,000
15	40	20	40	0,500
16	50	3	47	0,064
17	62	9	29	0,310
18	80	6	14	0,429

Рисунок 1- Диаграмма системы Mn-O-C

Рис.1.

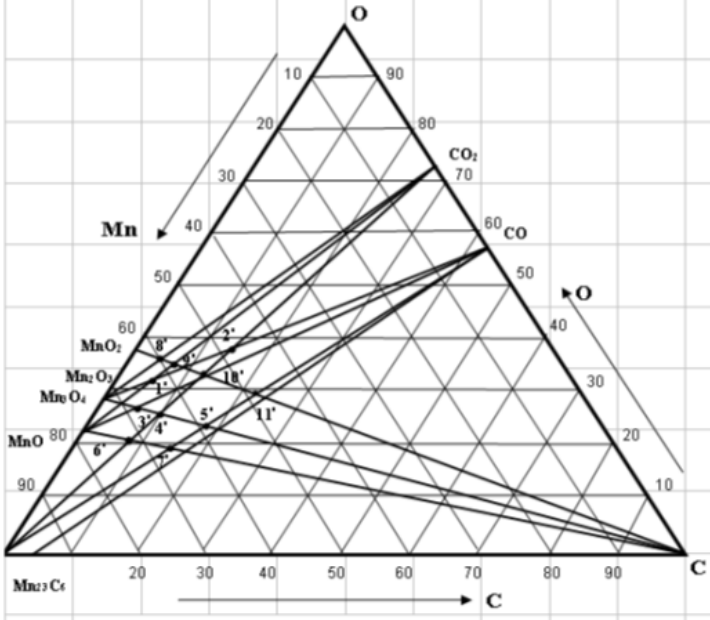


Таблица 2-Составы сплавов

Номера сплавов	Содержание компонента,%			Отношение
	Mn	O	C	O/C
1'	63	32	5	6,400
2'	48	37,5	14,5	2,586
3'	67,5	26,5	6	4,417
4'	65	25	10	2,500
5'	59	23	18	1,278
6'	72	20,5	7,5	2,733
7'	66	19	15	1,267
8'	60	35,5	4,5	7,889
9'	58	35	7	5,000
10'	55	32,5	12,5	2,600
11'	48,5	29	22,5	1,289

Рис.2. Диаграмма системы Mn-O-C

Таблица 3. **Результаты термодинамического моделирования**

п/п №	Общепринятая реакция	Соответствие	Реакция по результатам моделирования		
			Температурный интервал, К		
			1373-1573	1673-1873	1973
1'	$Mn_3O_4 + CO = 3MnO + CO_2$	да	$Mn_3O_4 + CO = 3MnO + CO_2$	$Mn_3O_4 + CO = 3Mn_0 + CO_2$	$Mn_3O_4 + CO = 3Mn_0 + CO_2$
2'	$Mn_3O_4 + 4CO = 3Mn + 4CO_2$	нет	$Mn_3O_4 + 4CO = 3MnO + 3CO + CO_2$	$Mn_3O_4 + 4CO = 3Mn_0 + 3CO + CO_2$	$Mn_3O_4 + 4CO = 3Mn_0 + 3CO + CO_2$
3'	$Mn_3O_4 + C = 3MnO + CO$	да	$Mn_3O_4 + C = 3Mn_0 + CO$	$Mn_3O_4 + C = 3Mn_0 + CO$	$Mn_3O_4 + C = 3Mn_0 + CO$
4'	$Mn_3O_4 + 2C = 3Mn + 2CO_2$	нет	$Mn_3O_4 + 2C = 3MnO + C + CO$	$Mn_3O_4 + 2C = 2,2MnO + 0,034Mn_{23}C_6 + 1,8CO$	$Mn_3O_4 + 2C = 2MnO + 0,78кMn + 0,22Mnr + 2CO$
5'	$Mn_3O_4 + 4C = 3Mn + 4CO$	нет	$Mn_3O_4 + 4C = 3MnO + 3C + CO$	$Mn_3O_4 + 4C = 0,6MnO + 0,098Mn_{23}C_6 + 0,15Mnr + 3,4CO$	$Mn_3O_4 + 4C = 2,55Mn + 0,45Mnr + 4CO$
6'	$2MnO + C = 2Mn + CO_2$	нет	$2Mn_0 + C = 1,2MnO + 0,033Mn_{23}C_6 + 0,03Mnr + 0,8CO$	$2Mn_0 + C = 1,2MnO + 0,033Mn_{23}C_6 + 0,03Mnr + 0,8CO$	$2Mn_0 + C = MnO + 0,9Mn + 0,1Mnr + CO$
7'	$MnO + C = Mn + CO$	нет	$Mn_0 + C = 0,2MnO + 0,033Mn_{23}C_6 + 0,03Mnr + 0,8CO$	$Mn_0 + C = 0,2MnO + 0,033Mn_{23}C_6 + 0,03Mnr + 0,8CO$	$Mn_0 + C = 0,9Mn + 0,1Mnr + CO$
8'	$3MnO_2 + C = Mn_3O_4 + CO_2$	нет	$3Mn_02 + C = Mn_3O_4 + CO_2$	$3Mn_02 + C = 0,8Mn_3O_4 + 0,6MnO + 0,1O_2 + CO_2$	$3Mn_02 + C = 3MnO + 0,5O_2 + CO_2$
9'	$2MnO_2 + C = 2MnO + CO_2$	да	$2Mn_02 + C = 2Mn_0 + CO_2$	$2Mn_02 + C = 2Mn_0 + CO_2$	$2Mn_02 + C = 2Mn_0 + CO_2$
10'	$MnO_2 + C = Mn + CO_2$	нет	$Mn_02 + C = Mn_0 + CO$	$Mn_02 + C = MnO + CO$	$Mn_02 + C = MnO + CO$
11'	$MnO_2 + 2C = Mn + 2CO$	нет	$Mn_02 + 2C = MnO + C + CO$	$Mn_02 + 2C = 0,2MnO + 0,03Mn_{23}C_6 + 0,08Mnr + 1,8CO$	$Mn_02 + 1,2C = 0,8MnO + 0,2Mnr + 1,2CO$

В температурном интервале 1673 – 1973 К образовалось 4 области, т.е. область MnO–CO–C–Mn распалась на две области: MnO–CO–Mn23C6 с фазами кMnO, кMn23C6 и Mn23C6–CO–C с фазами кMn23C6 и кC. Анализ диаграмм фазовых равновесий в системе Mn–O–C по составу и количеству фаз показано, что во всем диапазоне температур неизменной остается только одна область MnO–CO2–CO с фазой кMnO, которая является монофазной. Все остальные области в температурном интервале 1373 – 1973 являются изофазными, т.е. областями переменного фазового состава.

Рассмотрим с позиции ПТА основные реакции взаимодействия компонентов системы, которые определяются точками пересечения линий, соединяющих исходные фазы и продукты их взаимодействия. Номера реакций определяются номерами рабочих тел.

Основные реакции (1' – 11') взаимодействия оксидов марганца с восстановителями CO и Ств с учетом результатов моделирования по ПТА приведены в табл.3.

Анализ реакции по результатам ПТА позволяет вскрыть механизм их протекания и определить стехиометрические коэффициенты взаимодействующих фаз. При этом результаты ПТА показали, что эти реакции протекают в три этапа. На первом этапе происходит восстановление Mn3O4 до MnO, на втором этапе происходит взаимодействие углерода с MnO с образованием карбида марганца Mn23C6 и газа CO. В карбиде марганца доля марганца составляет 0,8, а углерода 0,2. Составы рабочих тел т. 6, 7 находятся в области образования одной конденсированной фазы кMnO, поэтому продуктом взаимодействия по реакции 2′, 10′ может быть только фаза кMnO. Следовательно, для рабочих тел составов 6 и 7 выявляется недостаток восстановителя, поэтому правильная запись этих реакций будет определяться реакциями 2' и 10'. Составы рабочих тел реакций 9, 10 находятся в изофазной области MnO – CO – Mn, в которой основными конденсированными фазами являются фазы кMnO и кMn, следовательно, правильная запись реакции будет иметь вид 4′ и 6′. В результате этих взаимодействий образуется 0,8 молей CO и 0,034 моли Mn23C6, образование и количество карбида марганца зависит от окислительно-восстановительного потенциала системы или отношения O/C, которое для реакции 4′ и 6′ равно 2,5 и 2,773. Для составов т. 12, 13 располагающихся на линии Mn – CO при O/C = 1,3, характерно образование одной конденсированной фазы кMn (реакция 5′, 7′). Анализ указанных реакций показывает, что восстановление оксида марганца происходит также через образование карбида марганца. При этом сравнительные анализы реакции 5′ и 7′ показывает, что в реакции 5′ участвует уже 3 моли углерода, следовательно, образуется в 3 раза больше карбида Mn и количество углерода в системе достаточно для полного восстановления оксидов Mn.

В результате ПТА при соотношении O/C = 1,3 образуется только одна конденсированная фаза кMn. Полученные результаты показывают, что максимальная степень восстановления Mn наблюдается только на линии Mn – CO при O/C в системе, равной 1,3 и составляет 99,96%.

Моделирование в системе : Fe-Si-Al-Mn-O-C. По результатам ПТА в системе Fe-Si-Al-O-C [6] выявлено рациональное соотношение оксидов в исходной шихте SiO2/Al2O3 = 3,5-4,5, где эффективно идет процесс сплавообразования кремния и алюминия, дальнейшие расчеты произведены в системе Fe-Si-Al-Mn-C-O с добавкой в шихту оксида марганца, с целью изучения влияния MnO на показатели процесса. При этом отношение SiO2/Al2O3 изменялось в пределах 1,8-4,0.

Содержание MnO в исходной шихте изменялось в пределах от 5% до 45%, соответствущем к теоретическому получению в сплаве в пределах: кремния 45-65%, алюминия 10-20%, марганца 5-40%. При этом массобменный углеродный коэффициент изменялся в пределах Кс =0,8-1,2. Результаты полного термодинамического анализа приведены в таблице 4.

Анализ результатов ПТА показывает, что при повышении содержания MnO в исходной шихте происходит заметное снижение карбида кремния в металлической фазе.

В интервале температур 2273-2573 К содержание SiO в газовой фазе остается постоянным, а за пределами этих температур наблюдается снижение содержания данного монооксида в газовой фазе. Начиная с температуры Т2173К, возрастает улет алюминия в газовую фазу.

При температуре выше 2573К происходит образование конденсированного кремния, а при температуре ниже 2373К существует к*FeSi, а также наблюдается шлакообразование.

Таблица 4. **Равновесный состав в системе Fe - Si - Al - Mn - O – C**

Фаза,	Вар. 4 (SiO2 / Al2O3 =3,5; 1,78%Fe2O3; 5%MnO; Kc =0.92-0.96)													
	Температура, К													
	2073		2173		2273		2373		2473		2573		2673	
	моль/кг	%	моль/кг	%	моль/кг	%	моль/кг	%	моль/кг	%	моль/кг	%	моль/кг	%
Состав газовой фазы														
CO	16,346	85,87	16,374	85,617	16,957	81,065	17,664	76,365	17,771	75,4079	17,972	74,525	18,754	76,219
SiO	2,6884	14,123	2,7181	14,212	3,3061	15,805	4,0174	17,368	4,1296	17,5232	4,2065	17,443	3,6697	14,914
Al	0,00084	0,0044	0,01286	0,0672	0,15924	0,7613	0,50955	2,2029	0,94591	4,01379	1,4969	6,2072	1,9836	8,0616
Al2O	0,00059	0,0031	0,01982	0,1036	0,49547	2,3687	0,94	4,0638	0,72	3,05518	0,44	1,8246	0,1981	0,8051
Σ	19,03583	100	19,12478	100	20,91781	100	23,13095	100	23,56651	100	24,1154	100	24,6054	100
Отдельные конденсированные фазы														
кSi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,98	21,491
кSiC	6,28	82,22	6,25	82,469	5,67	88,068	4,96	97,695	4,83	99,0566	4,56	100	3,58	78,509
кAl2O3	1,195	15,645	1,1698	15,435	0,621	9,6455	0	0	0	0	0	0	0	0
кFeSi	0,163	2,1341	0,15884	2,0959	0,14721	2,2865	0,11704	2,3053	0,046	0,9434	0	0	0	0
кMn	0,521	6,8212	0,521	6,8746	0,521	8,0923	0,521	10,262	0,521	10,685	0,521	11,425	0,521	11,425
Σ	7,638	100	7,57864	100	6,43821	100	5,07704	100	4,876	100	4,56	100	4,56	100

Фаза,	Вар. 4 (SiO2 / Al2O3 =1,8; 1,78%Fe2O3; 25%MnO; Kc =0.92-0.96).													
	Температура, К													
	2073		2173		2273		2373		2473		2573		2673	
	моль/кг	%	моль/кг	%	моль/кг	%	моль/кг	%	моль/кг	%	моль/кг	%	моль/кг	%
Состав газовой фазы														
CO	16,172	89,806	15,964	88,218	16,494	83,417	16,846	81 ,076	16,94j	79,2344	17,131	77,534	17,497	77,208
SiO	1 ,8347	10,188	2,1164	1 1 ,695	3,0835	15,595	3,4438	16,574	3,5508	16,6084	3,5997	16,292	3,4237	15,107
Al	0,001	0,0056	0,015715	0,0868	0,19539	0,9882	0,48835	2,3503	0,88879	4,15719	1,3641	6,1739	1,7416	7,685
Σ	18,0077	100	18,09612	100	19,77289	100	20,77815	100	21,37959	100	22,0948	100	22,6623	100
Отдельные конденсированные фазы														
кSi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1921	3,3727
кSiC	4,893	69,447	5,1018	64,844	4,5702	63,509	4,2138	64,67	4,1006	64,8552	3,8467	63,385	3,2815	57,614
кAl2O3	1,0185	14,456	0,98595	12,532	0,28226	3,9224	0	0	0	0	0	0	0	0
кMn	0,68914	9,7811	1,5022	19,093	2,2221	30,879	2,2221	34,103	2,2221	35,1448	2,2221	36,615	2,2221	39,014
кFeSi	0,13842	1 ,9646	0,13383	1,701	0,12155	1 ,6891	0,08	1 ,2278	0	0	0	0	0	0
кMn5Si3	0,30659	4,3515	0,14398	1,83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σ	7,04565	100	7,86776	100	7,19611	100	6,5159	100	6,3227	100	6,0688	100	5,6957	100

Результаты ПТА при Кс =0,5-0,8 в интервале температур Т 1673-1973К показали, что наблюдается шлакование процесса с образованием следующих фаз:

в шлаковой фазе (% по массе)

к SiO2 (8-41); к Al2SiO5 (3,1-22,9); кMnAl2O4 (0,5-5,7); кSiC (0,78-48,7);

кС (55,4-58,07); кMn2SiO4 (0-5,8);

в металлической фазе (% по массе)

к Fe Si (0,1-3,1); кMn5Si3 (3,27-16,8).

В указанном режиме при массобменном углеродном коэффициенте Кс=0,5-0,8 с увеличением температуры в пределах Т2073-2273К при содержании MnO от 5 до 45% в исходной шихте в газовой фазе наблюдается следующее:

- с увеличением навески MnO, возрастает улет Mn в газовую фазу;
- с уменьшением навески MnO, возрастает улет SiO в газовую фазу.

При этом замечено отсутствие субоксида алюминия в газовой фазе. Добавление MnO к исходной шихте выше 25% снижает необходимый уровень по содержанию карбида кремния как источника восстановителя в процессе восстановления тугоплавких оксидов. По указанной причине, выявлено снижение извлечения кремния и алюминия в сплав.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Симбинов Р.Д., Малышев В.П.* Термодинамическое стехиометрическое и эксергетическое моделирование фазовых равновесий. Алматы: Ғылым, 1999, 100 с.

2. *Симбинов Р.Д.* Термодинамическое и стехиометрическое моделирование фазовых превращений в системе Fe – O – C// Доклады НАН РК. Алматы, 2002, №1, с.42 – 50.

3. *Симбинов Р.Д.* Термодинамическое моделирование высокотемпературных процессов в системе Ge – O – C// Известия МОН РК, НАН РК. Серия хим. Алматы, 2002, №1, с. 87 – 91.

4. *Синярев Г.Б., Ватолин Н.А., Трусов Б.Т., Моисеев Г.К.* Применение ЭВМ для термодинамических расчетов металлургических процессов. М.: Наука, 1982, 2003 с.

5. *Ватолин Н.А., Моисеев Г.К., Трусов Б.Г.* Термодинамическое моделирование в высокотемпературных неорганических системах. М.: Металлургия, 1994, 352 с.

6. *Нурумгалиев А.Х. Мажирина С.Н.* Термодинамическое моделирование и анализ в системе Fe-Si-Al-C-O с целью решения оптимизационных задач // Респ. научный журнал «Технология производства металлов и вторичных материалов».-Темиртау, 2005 , № 7, стр. 32-39

Резюме

Мақалада толық термодинамикалық талдау нәтижелері Mn-O-C и Fe-Si-Al-Mn-O-C жүйелерінде 1373-2673К температура аралығында келтірілген. Тепе-теңдік шарт жағдайында 1373-2673К температура аралығында компоненттердің фазалар бойынша таралуы байқалды. Кешендік талдау нәтижелері бойынша жүйе компоненттерінің өзара әрекеттесуінің механизмі болжанған және қарастырылатын қосылыстардың температураға байланысты сандық құрамы орнатылды.

Summary

The results of complete thermodynamic analysis of systems: Mn-O-C and Fe-Si-Al-Mn-O-C in the temperature range 1373-2673K is shown. Under equilibrium conditions in the temperature range 1373-2673K is revealed the distribution of components in phase. According to the results of complex analysis it was predicted the mechanism of interaction between components of the system and as the composition of the compounds on the temperature

КарГИУ
КазНТУ им. К.И. Сатпаева

Поступила 10.02.12 г.

УДК 533.9: 536.7: 546.17

Л.И. Курлапов, А.А. Спицын, Х.Р. Майлина, А.Д. Кошкинбаев

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАБОЧИХ ТЕЛ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

Сведения о равновесных и неравновесных свойствах рабочих тел позволяют определять условия наиболее эффективного действия существующих энергетических устройств или выявлять эффекты, которые могут служить основой для нетрадиционных энергетических устройств. В качестве рабочих тел часто используются газы. В настоящей работе приведены расчётные данные о свойствах некоторых газообразных веществах при таких условиях, когда их свойства имеют особенности, могущие представлять интерес для практики создания устройств, которые можно отнести к нетрадиционной энергетике.

Основой при описании движения неоднородных газообразных смесей являются уравнение движения, импульса и энергии, которые обычно выводятся на основе модели неоднородной сплошной среды, разбиваемой на домены постоянного состава (массы), что применимо в условиях локального термодинамического равновесия. Удобство такой модели и в связи с этим широкое её использование, обусловлено тем, что постоянство массы деформируемого домена позволяет применить второй закон Ньютона для описания его движения [1-3]. Однако, хаотическое тепловое движение структурных элементов в виде молекул приводит к нарушению сплошности среды, так как между доменами при их деформации могут образовываться пустоты или домены будут пересекаться.

Таким недостатком не страдает вторая модель неоднородной сплошной среды, в которой домены определяются так, что они имеют постоянную конфигурацию, но переменный состав [4-6]. В рамках этой модели можно учитывать то, что кроме скорости движения всей сплошной среды, которая совпадает со скоростью перемещения домена, существует перенос массы необратимой природы, образованный пересечением частицами границ доменов в неоднородной среде. Несмотря на то, что уравнения движения, импульса, энергии в рамках этой модели имеют более сложный вид, так как они содержат так называемые стрессы, такая модель более интересна, потому что она ближе к реальным процессам, и она позволяет обнаружить интересные для практики эффекты. Для демонстрации влияния необратимого переноса массы на уравнения переноса в данном докладе можно привести только уравнение непрерывности и движения для смеси, полученное из системы кинетических уравнений [4-6]:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \vec{\nabla} \cdot \rho \vec{W} + \vec{\nabla} \cdot \vec{j}^{\rho} = 0 \ ,$$

$$\frac{d\,\vec{j}^{\rho}}{d\,t} + \rho \frac{d\,\vec{W}}{d\,t} + \vec{\nabla} \cdot \vec{P} + \vec{j}^{\rho} \cdot \overleftarrow{\nabla W} - \sum_{\alpha=1}^{s} n_{\alpha} \vec{F}_{\alpha} = 0 \,, \qquad (1)$$

где ρ – плотность смеси,

W – скорость обратимого движения среды как целого,

$\vec{j}^{\rho}$ – поверхностная плотность потока массы смеси,

$\vec{F}$ – внешняя сила.

Видно, что уравнение непрерывности в отличие от традиционного [1-3] необратимо во времени, и из него следует существование эффектов, связанных с присутствием конвективной (обратимой) и кондуктивной (необратимой) составляющих в потоке массы или частиц. Присутствие в уравнении непрерывности диффузионного переноса в смеси или в чистом неоднородном газе приводит к появлению связанных с этим соответствующих членов и в уравнении движения и энергии.

Применимость уравнений, полученных из кинетических уравнений к многокомпонентным смесям, даёт возможность использовать для описания молекулярно-кластерных смесей и расширить область применимости на широкий интервал макропараметров, когда в смесях газов наблюдаются интересные особенности, связанные с существованием кластеров. Основной причиной образования кластеров в газах является влияние сил притяжения, которые конкурируют с силами отталкивания и при сближении молекул, имеющих конечный размер, могут привести к переходу движения из инфинитной области в финитную. По аналогии со статистическими распределениями в пространстве энергий,

распределение кластеров в пространстве размеров, который определяется числом g молекул, связанных в кластер, распределение g-мерных кластеров можно представить через парциальную плотность мономеров в виде экспоненциального распределения [6-9]:

$$n_g = n_1 \exp\left[-\beta(g-1)\right], \tag{2}$$

где n_g – числовая плотность кластеров, которые содержат g молекул,

n_1 – число мономеров (молекул) в единице объема,

β– нормировочный множитель.

В результате хаотического движения частиц и их взаимодействий в газе устанавливается определённый динамически равновесный кластерный состав, который удобно описывать концентрацией, удовлетворяющей условию:

$$\sum_{g=1}^{r} C_g^{(c)} = 1, \text{ что следует из определения: } C_g^{(c)} = \frac{n_g}{n^{(c)}} = \frac{n_g}{\sum_{g=1}^{r} n_g}. \tag{3}$$

где r – размер самого большого кластера, который существует в заметном количестве, и учитывается в данной расчётной схеме ($g = 1..r$).

Переход от числовых плотностей в (2) путём деления на суммарную числовую плотность всех кластеров даёт экспоненциальное распределение концентраций кластеров:

$$C_g^{(c)} = C_1^{(c)} \exp\left[-\beta(g-1)\right]. \tag{4}$$

Эта формула лежит в основе схемы расчётов концентраций кластеров, разработанной в работах [6-9] и используемой в настоящей работе.

Особый интерес для энергетических устройств представляет водород. В частности, важно иметь надёжные данные по сорбционным свойствам водорода в широкой области макропараметров, на которые существенно влияют кластеры. В настоящей работе на рис. 1 приведены расчёты концентраций кластеров в водороде по схеме работ [6-9].

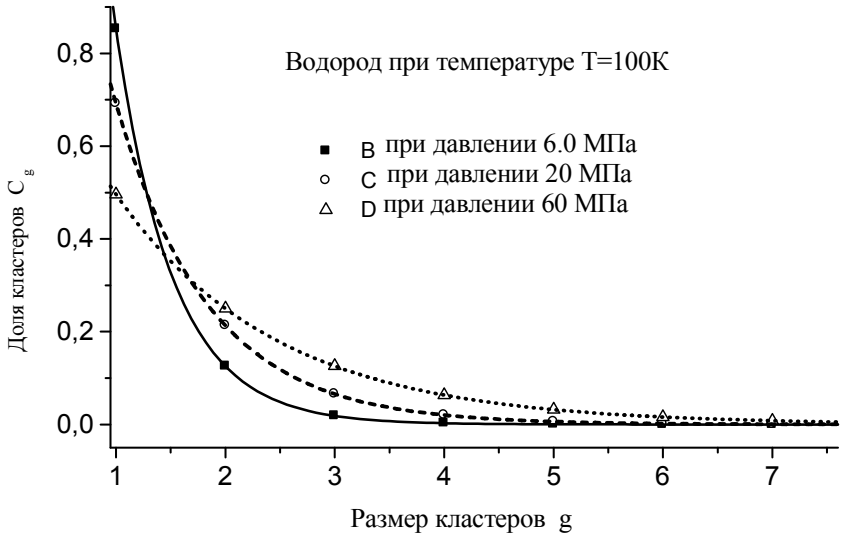


Рис. 1. Распределения концентрации кластеров C_g в пространстве размеров кластеров g при различных давлениях при температуре 100 К.

Точки и линии – расчёты по формулам кластерной модели [6-9] с использованием табличных данных [10].

Как видно из рис. 1, кластерный состав газа зависит от давления и температуре, и при высоких давлениях или при низких температурах, например, в водороде могут существовать кластеры, со-

стоящие из молекул в количестве до шести. Тяжелые кластеры как мезоскопические частицы могут оказывать существенное влияние на свойства водорода.

Изменения концентраций кластеров при изменениях макропараметров сказываются на уравнении состояния, так как образование кластеров из молекул соответствует уменьшению числа структурных элементов (числа молей), а, следовательно, давления. Такие влияние удобно описывать уравнением состояния реального газа, в котором отклонения от уравнения идеального газа, в частности, связанные с изменениями числа молей молекулярно-кластерной смеси, отражается фактором сжимаемости [2, 7-9]:

$$p = zn^{(n)}kT\,, \tag{5}$$

где z – фактор сжимаемости,

$n^{(n)}$ – числовая плотность частиц (молекул газа).

Использование рассчитанного кластерного состава даёт возможность вычислять фактор сжимаемости по формуле [2, 6]:

$$z = \frac{1}{(1-b)\sum_{g=1}^{r} gC_g^{(c)}}\,. \tag{6}$$

Из геометрических соображений поправку на относительный собственный объем можно выразить через эффективный диаметр столкновений молекул:

$$b = \frac{2\psi}{3} n^{(n)} \pi\sigma^3\,, \tag{7}$$

где σ – эффективный диаметр столкновений молекул,

ψ – параметр упаковки, с помощью которого можно учесть факт того, что при образовании кластеров может измениться и собственный объем, приходящийся на частицы,

$n^{(n)}$ – числовая плотность молекул.

Расчёты фактора сжимаемости по этим формулам для газов совпадают с существующими экспериментальными данными [10]. Для примера на рис. 2 приведена температурная зависимость фактора сжимаемости водорода.

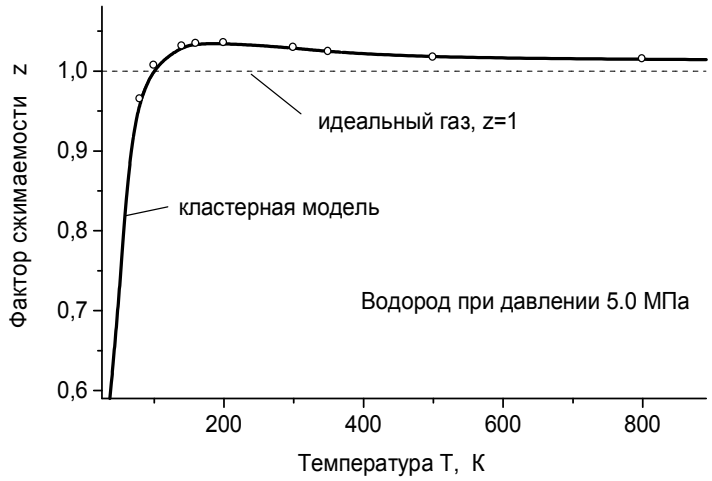


Рис. 2. Фактор сжимаемости водорода.
Точки – табличные данные [10], линия – расчёты.

Как видно из рис. 2, кластерная модель согласуется со справочными данными [10], в соответствие с которыми кривая температурной зависимости пересекает единицу. Факт перехода значения

фактора сжимаемости через единицу необходимо учитывать во всех расчётах, например, циклов тепловых машин прямого и обратного действия. Этот факт представляет и чисто теоретический интерес, так как равенство единице z не говорит о том, что при этом давлении водород или другой газ при соответствующих условиях является идеальным газом. Как видно из формулы (6), в рамках кластерной модели равенство единице фактора сжимаемости обусловлено тем, что две причины отклонения z от единицы взаимно компенсируются. Собственный объём частиц приводит к увеличению фактора сжимаемости, так как находящаяся в знаменателе формулы (6) поправка $(1-b)<1$. Уменьшение числа молей при образовании кластеров приводит к уменьшению фактора сжимаемости, так как $\sum_{g=1}^{r} gC_g^{(c)} > 1$, что следует из определения концентрации и её свойства: $\sum_{g}^{r} C_g^{(c)} = 1$.

Важной термодинамической характеристикой веществ является теплоёмкость, которая в соответствие с классической теорией теплоёмкости газов не должна зависеть от температуры. Экспериментальные данные говорят о том, что ни изохорная, ни изобарная теплоёмкости не являются константами, причём температурная зависимость не является универсальной. В кластерной модели учитывается, что теплоёмкость определяется движением кластеров с соответствующими степенями свободы. Изменения кластерного состава с изменениями температуры приводит не только к изменениям концентраций кластеров, но и к изменениям числа степеней свободы кластеров. Причём образование или распад кластеров сопровождается поглощением или выделением соответствующей энергии. Расчёты теплоёмкостей с учётом этого для многих газов достаточно хорошо согласуются с известными экспериментальными данными. На рис. 3 приведены данные по температурной зависимости изобарной молярной теплоёмкости водорода. В этих расчётах учтены данные по распределению концентраций кластеров в пространстве размеров при различных условиях и особенности их поведения при изменениях температуры.

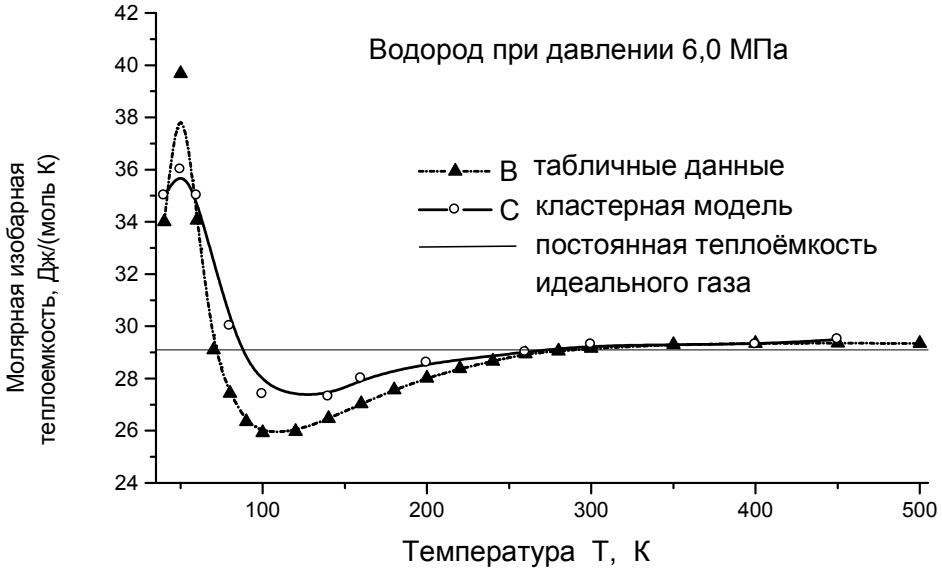


Рис. 3. Температурная зависимость молярной изобарной теплоёмкости водорода при давлении 60 атм.
Табличные данные взяты из справочника [10]

Как видно из рис. 3, влияние энергетических эффектов образования и распада кластеров и эволюция кластерного состава при изменении температуры позволяют хорошо описывать известные отклонения от классической теории и получить качественное согласование со справочными данными.

Приведённые в данной работе результаты согласуются с подобными данными, полученными для других веществ, что говорит о том, что учёт влияний кластеров позволяет описывать реальные свойства газов. Кластерная модель газов позволяет дополнить уравнения переноса формулами для

коэффициентов переноса многокомпонентных смесей и создать надёжные схемы расчётов термодинамических свойств.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.* Теоретическая физика: Учебное пособие. В 10 т. Т.VI Гидродинамика. – 3-е изд. перераб. - М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит. , 1986. –738 с.

2. *Гиршфельдер Дж., Кертисс Ч., Берд Р.* Молекулярная теория газов и жидкостей. – М.: ИЛ, 1961. – 930 с.

3. *Лойцянский Л.Г.* Механика жидкости и газа. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит. 1987. – 840 с.

4. *Курлапов Л.И.* Кинетическая теория необратимых процессов в газах. Монография. – Алматы. –2000. 249 с. ISBN 9965-408-62-9. www.kinetics.narod.ru

5. *Курлапов Л.И.* Описание диффузии газов умеренной плотности на основе уравнения Больцмана-Лоренца-Энскога // ЖТФ. – 1986. – Т.56, №2. – С. 386-388.

6. *Курлапов Л.И.* Физика кинетических явлений в газах. Монография. – Алматы, – 2001. 211 с. ISBN 9965-489-81-5.

7. *Курлапов Л.И.* Расчет свойств газов на основе кластерной модели// ИФЖ. - 2003. – Т. 76 , №4. - С. 23-29.

8. *Курлапов Л.И.* Кластерная модель газа// ЖТФ. – 2003. – Т. 73, вып. 2. – С. 51-55.

9. *Курлапов Л.И.* Мезоскопия кластерных газов// ЖТФ. – 2005. – Т. 75, вып. 8. – С. 136-139.

10. *Варгафтик Н.Б.* Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. М.: Наука. 1972. – 720 с.

Резюме

Кинетикалық теңдеулерден алынған үздіксіздік және газ қоспаларының қозғалыс теңдеулерінде табиғаты қайтымсыз ағындар бар. Мұндай теңдеулерді көпқұрамды жүйелерге қолдануға болатындықтан, оларды молекула-кластерлік қоспаларды сипаттау үшін де пайдалануға болады. Сутектегі кластерлер концентрациясы кластерлік модель негізінде есептелген. Кластерлер әсерін ескеру нақты газ қасиеттерін сипаттауға мүмкіндік беретіні, сутегі мысалы арқылы көрсетілген. Газдардың кластерлік моделі тасымалдау теңдеулеріндегі көпқұрамды қоспалардың тасымалдау коэффициенттерін формулалармен толықтырып, энергетикалық қондырғылардағы жұмыс денелерінің термодинамикалық қасиеттерін есептеудің сенімді сұлбасын жасауға мүмкіндік береді.

Summary

The equations of a continuity and movement of mixtures of the gases received from the kinetic equation contain flows of an irreversible nature. Applicability of such equations to multicomponent mixtures allows to use it for description of molecular-cluster mixtures. Concentration of clusters in hydrogen on the basis of relationship of cluster models are calculated. On an example of hydrogen it is shown that the account of influences of clusters real properties of gases allows to describe. The cluster model of gases allows to add the transport equations by formulas for transport coefficients of multicomponent mixtures and circuits of calculations of thermodynamic properties of working bodies of power installations to create.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 03.02.12 г.*

УДК 669.054.8/.87(075)

Г.Д. Гусейнова

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ: КАК УЛУЧШИТЬ ЭКОЛОГИЮ?

К концу XX в. в мире возникло новое направление человеческой деятельности, которое получило название «Waste Management», или «управление отходами».

Термин «управление отходами» в сложившейся мировой практике обозначает организацию обращения с отходами с целью снижения их влияния на здоровье человека и состояние окружающей среды, а «обращение с отходами» определяется как «деятельность, в процессе которой образуются отходы, а также деятельность по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортированию, размещению отходов».

Система управления отходами - это комплекс мероприятий по сбору, транспортировке, переработке, вторичному использованию или утилизации отходов и контролю всего процесса. Обычно понимаются отходы, являющиеся результатом человеческой деятельности. Подобные меры необходимы для снижения вредоносного влияния отходов на здоровье человека, на окружающую среду, а также по эстетическим причинам. Благодаря этой системе появилась возможность вырабатывать сырье из отходов. Она охватывает вещества твердой, жидкой, газообразной и

радиоактивной консистенции с разработкой различных методов их утилизации и областей дальнейшего их применения.

Использование вторичного сырья позволяет решить ряд важнейших проблем:

1) сохранение невосполнимых природных ресурсов;
2) снижение капитальных и энергетических затрат;
3) повышение степени извлечения ценных компонентов и увеличение ассортимента выпускаемой продукции;
4) создание малоотходных производств;
5) улучшение экологической обстановки.

Работа любого предприятия неизбежно влечет за собой образование отходов производства и потребления (ОПП) и создает проблему их размещения, утилизации или захоронения. По мере введения в эксплуатацию новых объектов будет соответственно увеличиваться и объём образования отходов.

В связи с вышеизложенным, становится актуальным вопрос о создании системы управления отходами, которая должна обеспечивать:

- экологически обоснованное использование опасных отходов: принятие мер, для того чтобы здоровье человека и окружающая среда были защищены от отрицательного воздействия процесса переработки таких отходов;
- охрану окружающей среды (при утилизации отходов) – систему мер, обеспечивающих отсутствие или сведение к минимуму риска нанесения ущерба окружающей среде и здоровью персонала, населения, проживающего в опасной близости к производству, где осуществляются процессы утилизации отходов;
- безопасность при ликвидации отходов – отсутствие условий, которые могут причинить вред или вызвать смерть персонала, повреждение или потерю оборудования или другой собственности в процессе ликвидации отходов.

Первым законодательным документом в области управления отходами является Директива Европейского Союза 75/442/ЕЭС от 15 июля 1975 г., в которой впервые были сформулированы и законодательно закреплены принципы обращения с отходами – так называемая Иерархия управления отходами (рис.).



Рис. Иерархия управления отходами

Принципы Иерархии управления отходами закреплены на Международной конференции по устойчивому развитию в Йоханнесбурге в сентябре 2002 г., на которой совершенствование системы управления отходами было признано главной проблемой в области охраны окружающей среды. Законодательно закрепленная в рамках вначале европейского, а потом и международного права, Иерархия управления отходами послужила толчком к возникновению и бурному развитию новой отрасли – отрасли управления отходами, называемой отраслью XXI в., которая привела к перевороту в области обращения со всеми видами антропогенных отходов.

Необходимость организации управления отходами возникла вследствие конфликта между производственной деятельностью человека и окружающей природной средой, приведшего к нарушению устойчивости биосферы. Поэтому возникновение этого направления деятельности человека не случайно и может быть рассмотрено как следствие естественной эволюции биосферы на пути ее перехода на новый этап развития – ноосферу, предполагающий разумное регулирование отношений между человеком и природой.

В своем выступлении на 1-ом Казахстанском конгрессе по минеральным ресурсам и металлам Президент Республики Казахстан Нурсултан Абишевич Назарбаев подчеркнул, что: «Первостепенной задачей, стоящей перед Казахстаном, является переход экономики от сырьевой к перерабатывающей промышленности и далее к более высоким переделам.

Одним из главных принципов сегодняшней стадии развития становится постулат, что достижение результата не должно сопровождаться экстенсивным ростом добычи сырья. Для этого необходимо стремиться к комплексному использованию минерального сырья.

Разведанных месторождений с богатым содержанием полезных ископаемых становится всё меньше, поэтому надо сосредоточиться на разработке технологий по их обогащению. Кроме того, в стране более 20 млд т техногенных отходов горно-металлургического комплекса. Их необходимо рассматривать как самостоятельную сырьевую базу металлургии» (Астана, 30.06.2010 г.).

Если говорить не только о горно-металлургическом комплексе, а об общих техногенных минеральных образованиях, то их в Казахстане уже более 34 млд т (в том числе 230 млд т радиоактивных) и каждый год к ним добавляется по 400 млд т. В странах Евросоюза перерабатывают до 80 % промышленных отходов, в Японии – не только свои, но и отходы, привезенные из других стран, в нашей республике не более 10 %.

Ежегодное количество образуемых отходов в развитых странах составляет до 15 т на человека в год, в странах с сырьевой экономикой эта цифра увеличивается до 100 т, в Казахстане составляет около 60 т.

Безусловно, в нашей республике существует проблема управления отходами, можно даже сказать, что в Казахстане нет системы управления отходами, а без нее существование отдельных заводов по переработке отходов, появление новых инновационных технологий абсолютно неэффективно. К полигонам, куда свозятся отходы из городов и сел, зачастую невозможно приблизиться без защитных масок или противогазов. Нередко случаются взрывы метана, в частности на старом полигоне в Астане это произошло за последние годы, как минимум, дважды. В Алматы функционирует завод по переработке отходов, но он охватывает лишь 10 процентов мусора, производимого мегаполисом. Полигоны и свалки занимают тысячи гектаров земли. Кроме отчуждения значительных площадей, свалки загрязняют окружающую среду токсичными элементами, представляют эпидемиологическую опасность. Не менее 80 % этих объектов не отвечают санитарно-гигиеническим нормам. Наряду с экологическим, существует и экономический аспект проблемы, так как значительная часть отходов может быть использована в качестве вторсырья. Для уменьшения количества отходов, поступающих на полигоны, необходимы разработка и реализация законодательного, организационного, технического, финансового и информационного обеспечения. В связи с разбросанностью сведений, отсутствием специализированных источников доступ к информации в сфере управления отходами затруднен. Объекты размещения отходов во многих регионах Казахстана, как правило, не соответствуют требованиям Экологического Кодекса РК. Зачастую их трудно назвать полигонами, так как они не узаконены.

Система управления отходами должна быть разработана на основании Экологического кодекса РК, Постановления Правительства Республики Казахстан от 8 октября 2007 года № 919 «Об утверждении Правил управления бесхозяйными опасными отходами», Постановление Правительства Республики Казахстан от 10 июля 2007 года № 591 «Об утверждении Правил формирования ликвидационных фондов полигонов размещения отходов» и других нормативных правовых актов, регулирующих обращение с отходами.

Создание системы управления отходами имеет следующие цели:

- уменьшение негативного воздействия отходов производства и потребления на окружающую среду в соответствии с требованиями Экологического кодекса РК;

- систематизацию процессов образования, удаления и обезвреживания всех видов отходов в соответствии с действующими нормативными документами РК.

Система управления предусматривает девять этапов технологического цикла отходов:

1 этап - появление отходов, происходящее в технологических и эксплуатационных процессах, а также от объектов в период их ликвидации;

2 этап - сбор и (или) накопление отходов, которые должны проводиться в установленных местах на территории владельца или другой санкционированной территории;

3 этап - идентификация отходов, которая может быть визуальной и (или) инструментальной по признакам, параметрам, показателям и требованиям, необходимым для подтверждения соответствия конкретного отхода его описанию;

4 этап - сортировка, разделение и (или) смешение отходов согласно определенным критериям на качественно различающиеся составляющие;

5 этап – паспортизация. Паспорт опасных отходов составляется и утверждается физическими и юридическими лицами, в процессе хозяйственной деятельности которых образуются опасные отходы;

6 этап - упаковка отходов, которая состоит в обеспечении установленными методами и средствами (с помощью укладки в тару или другие емкости, пакетированием, брикетированием с нанесением соответствующей маркировки) целостности и сохранности отходов в период их сортировки, погрузки, транспортирования, складирования, хранения в установленных местах. Особое внимание должно быть уделено упаковке и маркировке опасных отходов;

7 этап - складирование и транспортирование отходов. Складирование должно осуществляться в установленных (санкционированных) местах, где отходы собираются в специальные контейнеры. Транспортировку отходов следует производить в специально оборудованном транспорте, исключающем возможность потерь по пути следования и загрязнения окружающей среды, а также обеспечивающем удобства при перегрузке;

8 этап - хранение отходов. В зависимости от вида отходов хранение может быть открытым способом, под навесом, в контейнерах, шахтах или других санкционированных местах;

9 этап - утилизация отходов. На первом подэтапе утилизации может быть произведена переработка бракованных или вышедших из употребления изделий, их составных частей и отходов от них путем разборки (разукрупнения), переплавки, использования других технологий с обеспечением рециркуляции (восстановления) органической и неорганической составляющих, металлов и металлосоединений для повторного применения в народном хозяйстве, а также с ликвидацией вновь образующихся отходов. Вторым подэтапом технологического цикла ликвидации опасных и других отходов является их безопасное размещение на соответствующих полигонах или уничтожение.

Республика Казахстан находится на пути оптимального изыскания путей управления отходами. Сегодня в этот сектор привлекаются значительные инвестиции. В настоящее время на рассмотрение Мажилиса Парламента Республики Казахстан поступил инициированный депутатами Парламента проект Закона Республики Казахстан "Об отходах".

Накопление отходов производства и потребления является одной из основных угроз экологической безопасности страны.

Одними из основных причин возникновения отходов являются: нерациональное хозяйствование; отсутствие экономических стимулов для разработки исторических и вновь образованных отходов, а также устаревшая нормативная база и отсутствие специального закона, регулирующего отношения в области обращения с отходами.

Инициаторы законопроекта считают, что решить проблему обращения и управления отходами путем внесения изменений и дополнений в Закон Республики Казахстан "Об охране окружающей среды" невозможно. В законопроекте "Об отходах" предлагаются основные пути решения вопросов обращения с отходами с учетом международного опыта с соблюдением следующих основных принципов.

Первое - законодательное закрепление ответственности по обращению с отходами за владельцами (собственниками) отходов. Второе -предотвращение образования отходов (уменьшая их количество и вредность, используя замкнутый цикл производства). Третье - утилизация отходов до полного извлечения полезных свойств веществ (повторное использование сырья). Четвертое - безопасное размещение отходов. Пятое - приоритет утилизации над их размещением.

Шестое - исключение из хозяйственного оборота неутилизируемых отходов (опасных, токсичных, радиоактивных). Седьмое - размещение отходов без причинения вреда здоровью населе-

ния и нанесения ущерба окружающей среде. Восьмое - удаление отходов за счет средств производителя.

В проекте предусматривается лицензирование деятельности по обращению с опасными отходами. В связи с этим инициаторами проекта закона вносится дополнение в пункт 1 статьи 9 Закона Республики Казахстан "О лицензировании", предусматривающее лицензирование деятельности по обращению с опасными отходами.

Закон "Об отходах" разработан с учетом международного опыта развитых европейских государств, в частности Германии, Эстонии и других, а также с учетом рекомендаций парламентских слушаний.

Четвертая глава законопроекта «Управление отходами» предусматривает содержание программы управления отходами, республиканскую, областные, городские и районные программы управления, а также ежегодные программы управления владельцев отходами.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гринин А.С., Новиков В.Н.* Промышленные и бытовые отходы. Хранение, утилизация, переработка. М., «Гранд», 2002.

2. http://ru.wikipedia.org/wiki/

3.Официальный сайт Президента РК Н.А. Назарбаева http://www.akorda.kz/. Выступление Президента РК на первом Казахстанском конгрессе по минеральным ресурсам и металлургии. 30.06.2010, Астана.

4. Волынкина Е.П. «Система управления отходами как часть системы управления техноэкосистемой» (ГОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет) *krorea.kuzstu.ru /Documents2 /I/Volinkina2.doc.*

5. www.kap.kz/kap/?q=node/25. К проекту Закона Республики Казахстан "Об отходах"

Резюме

The annual quantity of formed waste in Kazakhstan makes about 60 tons on the person in a year. There is actual a question about creation of a control system by a waste as which understand process of use, processing of the waste, including gathering, sorting, time storage, transportation and processing of dangerous or other waste with destruction and (or) a waste disposal.

Summary

Қазақстанда әр жыл сайын адам басына қалыптасатын қалдықтың мөлшері 60 тоннаға дейін жетеді. Сондықтан қалдықтарды басқару жүйесін құру туралы сұрақ маңызды болып табылады. Жүйені қалдықтарды қолдану, өндеу, оның ішіне кіретіндер: жинау, сұрыптау, уақытша сақтау, тасымалдау мен қауіпті немесе басқа қалдықтарды жою және (немесе) көміп тастау деп түсінуге болады.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 02.02 .12 г.*

УДК 621.86.064

Д.В. Катков, Г.И. Куанышев, Г.Ф. Михайлов

КРЕПЛЕНИЕ НАКЛАДКИ НА КОВШ РАБОЧЕГО ОРГАНА ПОГРУЗОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В настоящее время на погрузочно-разгрузочных работах на рудных базах ПО «Балхашцветмет» филиала ТОО «Корпорация Казахмыс» используются фронтальные колесные погрузчики Sandvik LH-514, TORO-009 и TORO-010. Рудные базы саякского и шатыркульского месторождений обладают одной из твердейших скальных пород, что обуславливает наличие абразивных материалов существенно влияющих на износ рабочего органа погрузочной машины.

Существует проблема, затрагивающая износ режущей кромки рабочего органа погрузочной машины и, как следствие, замена или ремонт изношенных частей рабочего органа. Актуальный на сегодняшний день вопрос о планово-периодическом ремонте рабочего органа погрузочной машины на мощностях предприятия поставлен следующим образом. Действующие на рудных базах погрузчики имеют два типа стандартных фирменных режущих кромок ковша, представляющих собой в первом случае ковш 1 и приварное основание в виде режущей кромки 2 (рисунок 1.1, 1.2) [9]; в другом случае ковш 1 с приварным основанием 2 и группой износостойких элементов, закрепленных механически, в виде фронтальных накладок 3 (рис. 2.1, 2.2) [9]. По окончанию срока службы режущей кромки по причине износа, погрузчик становится на планово-периодический ремонт, в процессе которого происходит замена износостойкой режущей кромки 2 для первого типа ковшей (рис. 1.1, 1.2) [9], и замена износостойких накладок 3 для второго типа ковшей (рис. 2.1, 2.2) [9]. Из-за завышенной стоимости стандартных фирменных износостойких режущих кромок и накладок предприятию экономически не целесообразно их использование. Предприятием найден выход, способствующий разрешению данной проблемы, представляющий собой изготовление износостойких режущих кромок на мощностях ТОО «Корпорация Казахмыс» и их дальнейшая установка. Причем ковшы второго типа, имеющие высокоэффективные стандартные фирменные износостойкие накладки, переоборудуются под ковши первого вида, что существенно снижает технологичность конструкции ковша. В ходе планово-периодического ремонта по замене изнашиваемых режущих частей ковша существенно увеличивается простой погрузчика по причине высоких трудозатрат в ходе выполнения ремонта, влекущее за собой уменьшение коэффициента готовности, как следствие существенные экономические затраты предприятия.

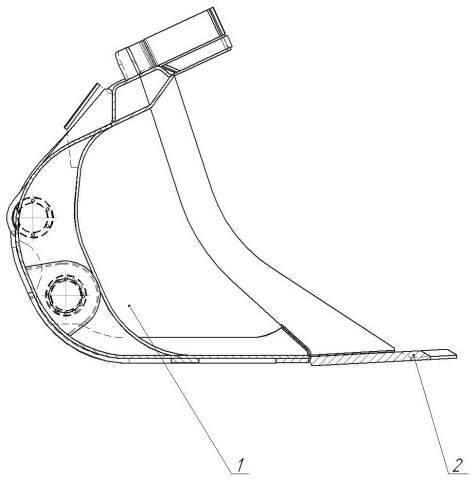


Рис. 1.1. Ковш погрузчика TORO без износостойких накладок

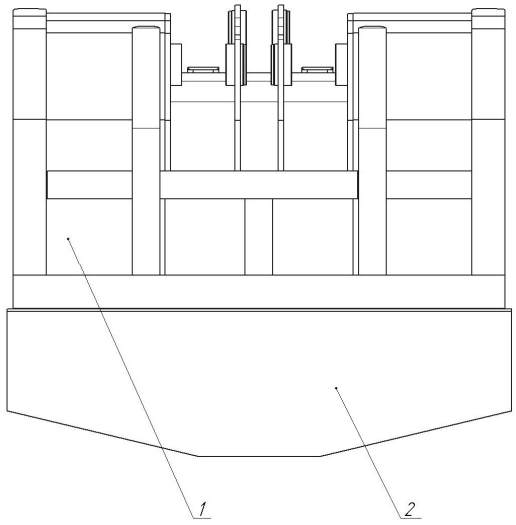
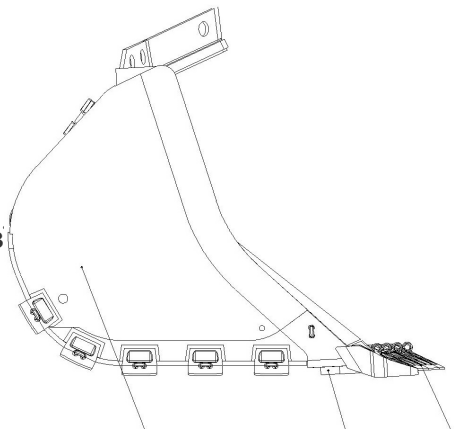


Рис.1.2. Ковш погрузчика TORO без износостойких накладок



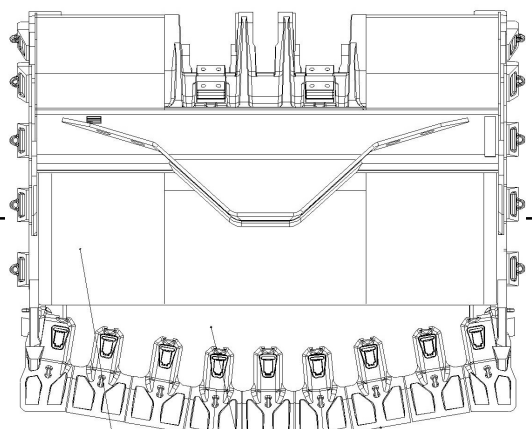


Рис. 2.1. Ковш погрузчика TORO с износостойкими накладками

Рис. 2.2. Ковш погрузчика TORO с износостойкими накладками

В ходе исследования разработано техническое решение, представляющее собой конструкцию крепления накладки на ковш рабочего органа погрузчика (рис. 3.1, 3.2), способствующее повышению коэффициента готовности, снижению экономических и трудозатрат. Направлено заявление на выдачу инновационного патента Республики Казахстан на изобретение, регистрационный № 2011/1287.1.

Конструкция (рис. 3.1, 3.2) представляет собой базовую кромку ковша 1 с отверстием 2 для установки в последнее бобышки 3. Фиксация бобышки 3 в отверстие 2 достигается сваркой 4 или запрессовкой. Износостойкая накладка 5 через торцевой паз 6 и отверстие 7, через которое проходит бобышка 3, благодаря чему достигается центрирование накладки, устанавливается на базовую кромку ковша 1. В верхний паз 8 износостойкой накладки 5 закладывается специальная гайка 9 с отверстием 10 и внутренней резьбой 11. Через отверстие 7 специальный болт 12 с внешней резьбой 13 заворачивается в специальную гайку 9, этим самым притягивая накладку 5. Фиксация механизма происходит благодаря упору специального болта 12, имеющего сферу 14 с небольшим радиусом (для увеличения пятна контакта с бобышкой и недопущения глубокого внедрения болта в тело бобышки), на наружную

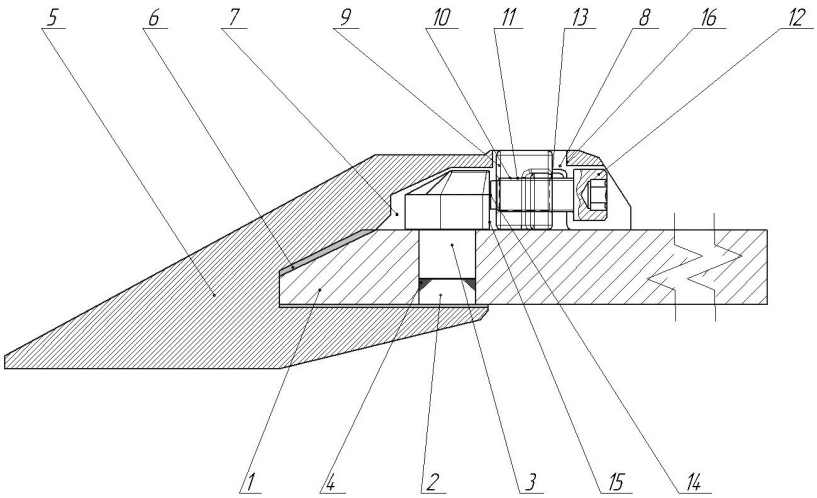


Рис. 3.1. Конструкция крепления накладки на ковш погрузчика

поверхность бобышки 15; в тоже время закладная специальная гайка 9 упирается во внутреннюю стенку 16 верхнего паза 8. Упор специальной гайки 9 в стенку 16 и специального болта 12 в бобышку 3 в стянутом рабочем состоянии гарантируют надежную фиксацию износостойкой накладки 5 на базовой кромке ковша 1.

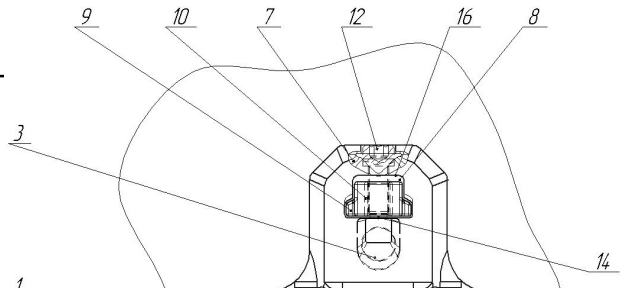


Рис. 3.2. Конструкция крепления накладки на ковш погрузчика

Благодаря внедрению данной конструкции становится возможным использование ковшей как первого типа (рис. 1.1, 1.2) [9] без замены существующей изношенной режущей кромки (при 50-ти процентном минимальном износе), так и ковшей второго типа (рис. 2.1, 2.2) [9]. Причем ковши первого типа могут быть переоборудованы и дополнены разработанной конструкцией крепления износостойких накладок и самих накладок, что существенно повышает надежность и ремонтопригодность изнашиваемой части ковша. Технологический процесс изготовления механизма крепления, износостойких накладок не является трудоемким, что обуславливает возможность изготовления всех необходимых деталей на мощностях предприятия. Конструкция гарантирует быструю установку и дальнейшую плановую замену по мере износа накладок. В совокупности данная конструкция обеспечивает значительное уменьшение времени простоя погрузчика, трудозатрат и экономических показателей.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Подэрни Р.Ю.* Горные машины и комплексы для открытых работ – МГГУ, 2001 г. – 330 с.
2. *Гаркави Н.Г.* Машины для земляных работ – М.: Высш. шк., 1982 г. – 332 с.
3. *Кузьменко В.И.* Горные транспортные машины – Алчевск: ДГМИ, 2001 г. – 232 с.
4. *Ефимов Г.П.* Погрузчики: Справочник – М.: Транспорт, 1989 г. – 240 с.
5. *Александров М.П.* Подъемно-транспортные машины – М.: Высш. шк., 1985 г. – 520 с.
6. *Гохберг М.М.* Металлические конструкции подъемно-транспортных машин – М.: Машиностроение, 1969 г., 520 с.
7. *Домбровский Н.Г.* Строительные машины и дорожные машины – М.: Высш. шк., 1985 г. – 224 с.
8. *Кравченко И.Н.* Основы надежности машин – М.: Изд-во, 2007 г. –224 с.
9. Руководство по эксплуатации TORO-009.
10. Руководство по эксплуатации Sandvik LH-514.

Резюме

Жүргізілген іздестіру және зерттеу жұмыстардың негізінде келесі қорытындыға келуге болады.

Өзі тиегіштің жұмыстық органын жөндегенде оның тоқтау уақыты біраз азаюына байланысты ақауға істелінетін жұмыс жоғарылайды, біртұтас өзі тиегіштің жұмысқа дайындық коэффициенті үлкейеді, әрине бұл оның сенімділігіне жақсы ықпал тигізеді.

Жапсырманың шөмішке пісіріліп байланыстырылуының жойылуы өзі тиегіштің жұмыстық органының кесетін бөлігіндегі қалдықты кернеулердің болмауы біртұтас өзі тиегіштің сенімділігінің жоғарылауына соқтырады.

Summary

The result of the search and research works could draw the following conclusion.

Increases the mean-time-between-failures due to significant reduction of the downtime on the loader's work member repairing, wholly increases the loader's availability ratio, which certainly has a positive effect on its reliability.

Due to the cancellation of weld overlay on the bucket there are no residual stresses in the cutting part of the loader's work member, which also has a favorable effect on the loader's reliability wholly.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 02.02.12 г.*

УДК 693.542.52

А.З. Нурмуханова

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РАСЧЕТА БЕТОНОСМЕСИТЕЛЕЙ ЦИКЛИЧНОГО ДЕЙСТВИЯ

Стационарный бетоносмеситель цикличного действия с наклоняемым барабаном осуществляет перемешивание компонентов смеси при свободном (гравитационном) падении их. Машины этого типа имеют производственную емкость от 100 до 4500 л и применяются на заводах по производству бетонов и железобетонных изделий.

На рис. 1 приводится конструкция цикличного бетоносмесителя.

Конструкция бетоносмесителя в основном сводится к следующему: на раме 1 (рис. 1, а) на подшипниках устанавливается траверса 2 с роликами 3 и 4. Траверса может поворачиваться в подшипниках, которые смонтированы на стойках 5.

На траверсе, опираясь на ролики 3, устанавливается смесительный барабан 6, состоящий из двух усеченных конусов, соединенных цилиндрической обечайкой. На обечайке монтируется зубчатый венец 7, который находится в зацеплении с шестерней (см. кинематическую схему), приводящей барабан во вращение. На траверсе установлены три пары роликов 8, фиксирующих положение барабана и предупреждающих аксиальное смещение его.

Выгрузка готовой смеси производится путем наклона барабана, осуществляемого при посредстве пневмоцилиндра 9, шток которого шарнирно соединен с рычагом поворота 10.

Двухконусный наклоняемый барабан 1 (рис. 1 а, б) состоит из двух конусов 2, соединенных между собой цилиндрической обечайкой 3. На обечайке смонтирован обод 4 с закрепленным на нем зубчатым венцом 5. Внутренняя поверхность барабана футерована стальными листами, защищающими от износа [1].

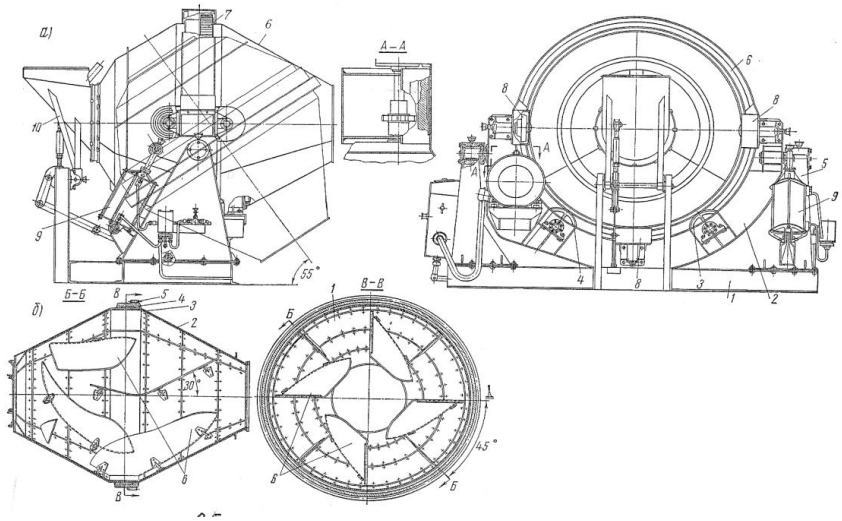


Рис. 1. Бетоносмеситель цикличного действия с наклоняющимся барабаном

Перемешивание массы осуществляется посредством лопастей 6, закрепленных на внутренней поверхности барабана.

Во избежание быстрого износа лопастей рабочие кромки их наплавляются сталинитом. Лопасти расположены по винтовой линии, при этом части лопастей имеет правое направление (у разгрузочного конуса), а лопасти загрузочного конуса – левое, что способствует приближению бетона к центральной цилиндрической части барабана и улучшению вследствие этого перемешивания всей смеси.

Обод барабана имеет три проточенные поверхности – две торцевые и одну в цилиндрической части для опорных и фиксирующих роликов, установленных на траверсе.

Барабаны рассмотренной конструкции применяются для бетономешалок емкостью от 425 до 4500 л.

Производительность бетоносмесителя рассматриваемой конструкции рассчитывается исходя из производственной емкости барабана и общей продолжительности одного рабочего цикла. Производственная емкость барабана смесителя определяется, как указывалось ранее, суммой объемов сухих материалов, загружаемой в барабан для одного замеса.

Отношение объема готового бетона к производственной емкости барабана характеризуется коэффициентом выхода, величина которого определяется отношением объема готового бетона к производственной емкости смесителя:

$$f = \frac{V_г}{V_{емк}}, \tag{1}$$

где $V_г$ – объем готового бетона;

$V_{емк}$ – производственная емкость смесителя.

Величина *f,* зависящая от зернового состава и объема пустот, принимается для бетонов в пределах от 0,65…до 0,7, а для раствора – от 0,85 до 0,95.

Объемы готового бетона или раствора, приготовляемых смесителем за 1 замес, будут соответственно равны:

для бетона

$$V_г = (0{,}65 \div 0{,}7)V_{мк}, \tag{2}$$

для раствора

$$V_г = (0{,}85 \div 0{,}95)V_{емк}. \tag{3}$$

Время, затрачиваемое на приготовление 1 замеса, равно

$$t = t_1 + t_2 + t_3 \text{ с}, \tag{4}$$

где t_1 – продолжительность загрузки смесительного барабана. При загрузке с помощью загрузочного ковша $t_1 = 15 - 20$ сек, а с помощью сборной воронки 10-15 сек;

t_2 – продолжительность перемешивания, сек;

t_3 – время выгрузки готового бетона, для наклоняемого барабана оно равно 10-20 сек.

Продолжительность перемешивания зависит от состава смеси и ее подвижности. Чем подвижнее смесь, тем короче время смешивания. Подвижная смесь приобретает достаточную однородность после 20 оборотов барабана, а жесткая смесь - после 40 оборотов. Повышение указанных значений влечет за собой расслаивание смеси, увеличивающиеся по мере уменьшения подвижности смеси и увеличения количества крупных фракций. В смесителях рассматриваемой конструкции (с наклоняемыми барабанами) время смешивания должно быть ограничено.

В зависимости от объема замеса и для бетона с водоцементным отношением 0,4 время замеса колеблется от 60 до 150 сек; для жестких бетонов В/Ц=0,32-0,35 и мелким заполнителем эта величина колеблется в пределах 120-200 сек; для известковых или смешанных растворов время перемешивания может быть принято равным 60-90 сек [2].

Скорость вращения барабана рекомендуется принимать несколько уменьшенной, с тем чтобы снизить вредное влияние центробежных сил.

На практике число оборотов барабана принимается равным

$$n = \frac{0{,}3}{\sqrt{R}} \text{ об / сек}, \tag{5}$$

что составляет примерно 80% от оптимальной. Часовая производительность бетоносмесителя будет равна

$$П_{чс} = \frac{V_{емк} f \quad z}{1000} м^3 / ч, \qquad (6)$$

где z-число замесов в час;

$V_{емк}$ – производственная емкость барабана, л;

f - коэффициент выхода готовой смеси бетона или раствора.

В данной статье осуществлен анализ современных методов расчета барабанных смесителей цикличного и непрерывного действия при их проектировании.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Королев К.М. и др.* Передвижные бетоно – растворосмесители и бетононасосные установки. – М.: Высш. шк., 1986. – 215 с.

2. *Бресской А.Л., Карасевая Л.В., Франченко Т.М.,* Строительные машины. Каталог – справочник института ЦНИИТЭстроймаш 1979.

Резюме

Берілген бапта циклдік және тоқтаусыз барабан араластырғыштың қазіргі әдісінің әрекеттік есебінің жобалауы.

Summary

This article analyses of modern methods of calculation drum mixers cyclical and ongoing actions in their design.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 02.03.12 г.*

УДК 004.94:33

В.З. Абдуллина, П.Р. Рамазанов

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОДНОМЕРНЫХ И МНОГОМЕРНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

Имитационное моделирование может применяться в самых различных сферах деятельности. Назовем задачи, при решении которых моделирование особенно эффективно [1]:

– проектирование и анализ производственных систем;

– оценка различных систем вооружения и требований к их материально-техническому обеспечению;

– определение требований к оборудованию и протоколам сетей связи;

– определение требований к оборудованию и программному обеспечению различных компьютерных систем;

– проектирование и анализ работы транспортных систем (аэропортов, автомагистралей, портов и метрополитена);

– оценка проектов создания различных организаций массового обслуживания (центров обработки заказов, заведений быстрого питания, больниц, отделений связи);

– модернизация различных процессов в деловой сфере;

– определение политики в системах управления запасами;

– анализ финансовых и экономических систем.

Имитационное моделирование имеет своей целью установить однозначное понимание или оценку рассматриваемой ситуации для принятия решений, но перед этим необходимо определить и оценить сложившуюся ситуацию.

Основными направлениями имитационного моделирования являются [2]:

– оценка состояния экономического объекта;

– прогнозирование состояния экономического объекта и внешней среды, в которой он находится;

– планирование состояния экономического объекта.

Можно выделить следующие типовые задачи, решаемые средствами имитационного моделирования при управлении экономическими объектами:

– моделирование процессов логистики для определения временных и стоимостных параметров;

– управление процессами реализации инвестиционного проекта на различных этапах его жизненного цикла с учетом возможных рисков и тактики выделения денежных сумм;

– анализ клиринговых процессов в работе сети кредитных организаций (в том числе, применение к процессам взаимозачетов в условиях банковской системы);

– прогнозирование финансовых результатов деятельности предприятия на конкретный период времени (с анализом динамики сальдо на счетах);

– бизнес-реинжиниринг несостоятельного предприятия с изменением структуры и ресурсов предприятия-банкрота с последующим прогнозом основных финансовых результатов и выработкой рекомендаций о целесообразности того или иного варианта реконструкции, инвестиций или кредитования производственной деятельности;

– анализ адаптивных свойств и живучести межрегиональной банковской информационной системы;

– оценка параметров надежности и задержек в централизованной экономической информационной системе с коллективным доступом;

– анализ эксплуатационных параметров распределения многоуровневой ведомственной информационной управляющей системы с учетом неоднородной структуры, пропускной способности каналов связи и особенностей физической организации распределенной базы данных в региональных центрах;

– моделирование действий курьерской (фельдъегерской) вертолетной службы в регионе, пострадавшем в результате природной катастрофы или крупной промышленной аварии;

– анализ сетевой модели PERT (Program Evaluation and Review Technique) для проектов замены и наладки производственного оборудования с учетом возникновения неисправностей;

– анализ работы автотранспортного предприятия, занимающегося коммерческими перевозками грузов, с учетом специфики товарных и денежных потоков в регионе;

– расчет параметров надежности и задержек обработки информации в банковской информационной системе;

– работа промышленных объектов для хранения и переработки сырья таких, как зернохранилища или нефтехранилища.

Система имитационного моделирования, обеспечивающая создание моделей, должна обладать следующими свойствами [3]:

– возможность применения имитационных программ совместно со специальными экономико-математическими моделями и методами, основанными на теории управления;

– наличие инструментальных методов проведения структурного анализа сложного экономического процесса;

– способностью моделирования материальных, денежных и информационных процессов и потоков в рамках единой модели в общем модельном времени;

– возможность введения режима постоянного уточнения при получении выходных данных (основных финансовых показателей, временных и пространственных характеристик, параметров рисков и др.) и проведении экстремального эксперимента.

Для исследования поведения экономических процессов создан программный пакет «Имитационная система моделирования многомерных случайных процессов (шумов)», который включает ряд модулей:

– модуль «Моделирование экономических процессов»;

– модуль «Моделирование процессов поступления случайных величин»;

– модуль «Моделирование марковских процессов»;

– модуль «Моделирование случайных экономических параметров»;

– модуль «Белый шум».

Структурная схема модуля «Моделирование случайных экономических параметров» представлена на рис. 1. Данный модуль в свою очередь, состоит из четырех модулей, каждый из которых включает группу методов с разработанными алгоритмами моделирования. Рассмотрим некоторые из них.



Рис. 1. Структурная схема программного модуля

Разработанный алгоритм для моделирования таблично заданного закона распределения из модуля «Дискретные случайные величины» включает следующие шаги.

Шаг 1. Задание исходных данных для моделирования:

– N – число реализаций;

– K – количество событий;

– $P_1, P_2, ..., P_k$ – вероятности наступления моделируемых значений;

– $x_1, x_2, ..., x_k$ – таблично заданные значения моделируемой величины.

Шаг 2. Ввод исходных данных и организация их хранения в базе данных.

Шаг 3. $i=1$.

Шаг 4. $S=0, j=1$.

Шаг 5. Моделирование независимой реализации z базовой случайной величины ξ.

Шаг 6. Вычисление $S = S + P_j$.

Шаг 7. Проверка условия $z \le S$. Если да, то переход на шаг 9.

Шаг 8. $j=j+1$, возврат на шаг 6.

Шаг 9. $x=x_j$.

Шаг 10. Сохранение в базе данных результата моделирования случайной величины x.

Шаг 11. $i=i+1$.

Шаг 12. Проверка условия $i \le \mathrm{N}$. Если да, то возврат на шаг 4.

Шаг 13. Подготовка и печать результатов.

Разработанный алгоритм обобщенного метода исключения Неймана из модуля «Многомерные случайные величины» с функцией, заданной таблично через вектора x и y, включает следующие шаги.

Шаг 1. Задание исходных данных для моделирования:

– N – число реализаций;

– K – количество мерности;

– $x_1, x_2, ..., x_k$ – вектор x;

– $y_1, y_2, ..., y_k$ – вектор y.

Шаг 2. Ввод исходных данных и организация их хранения в базе данных.

Шаг 3. $M = \max(y_i), i = \overline{1,k}$.

Шаг 4. $a = \min(x_i), b = \max(x_i), i = \overline{1,k}$.

Шаг 5. $i=1$.

Шаг 6. Моделирование двух независимых реализаций z_1, z_2 базовой случайной величины ξ.

Шаг 7. Вычисление $X = a + z_1 * (b - a)$.

Шаг 8. Вычисление $Y = M * z_2$.

Шаг 9. $j=2$.

Шаг 10. Проверка условия $x_{j-1} \le X \le x_j$. Если да, то переход на шаг 12.

Шаг 11. $j=j+1$, переход на шаг 10.

Шаг 12. Вычисление $\Delta y = | y_j - y_{j-1} |$, $\Delta x = \left| x_j - x_{j-1} \right|$.

Шаг 13. Вычисление $z = \dfrac{\Delta y}{\Delta x}$, $r = x_j - X$.

Шаг 14. Вычисление $f(x) = y_{j-1} - z * r$.

Шаг 15. Проверка условия $Y < f(x)$. Если да, то $xr_i = X$, иначе переход на шаг 6.

Шаг 16. Сохранение в базе данных результата моделирования случайной величины xr_i.

Шаг 17. $i=i+1$.

Шаг 18. Проверка условия $i \le N$, если да, то переход на шаг 6.

Шаг 18. Подготовка и печать результатов.

Программный пакет создан в среде Borland Delphi 7, а база данных для сохранения исходных данных и результатов моделирования спроектирована в среде СУБД Microsoft Access. При моделировании таблично заданного закона распределения необходимо выбрать объект исследования – экономический параметр. В качестве такого объекта можно выбрать один из экономических параметров: объем поставки, объем хранимого товара, стоимость хранения, стоимость поставки. В программном комплексе пользователю предлагаются шаблоны исходных данных, готовые для реализации моделируемых процессов.

На рис. 2 представлены результаты эксперимента по моделированию таблично заданного закона распределения при следующих исходных данных: число реализаций N=40, количество событий K=7, вероятности наступления моделируемых событий $P_1 = 0{,}1$, $P_2 = 0{,}2$, $P_3 = 0{,}2$, $P_4 = 0{,}3$, $P_5 = 0{,}1$, $P_6 = 0{,}01$, $P_7 = 0{,}09$, значение моделируемых величин $x_1 = 0{,}4$, $x_2 = 0{,}3$, $x_3 = 0{,}2$, $x_4 = 0{,}1$, $x_5 = 0{,}6$, $x_6 = 0{,}7$, $x_7 = 0{,}3$, выбранный экономический параметр – объем поставки. На рис. 3 представлен соответственно результат эксперимента по моделированию обобщенного метода

исключения Неймана при заданных исходных данных: число реализаций N=40, число мерностей K=7, значения вектора x $\{x_1 = 0{,}5,\ x_2 = 1,\ x_3 = 3,\ x_4 = 4,\ x_5 = 5,\ x_6 = 7,\ x_7 = 10\}$, значения вектора y $\{y_1 = 10,\ y_2 = 7,\ y_3 = 1,\ y_4 = 2,\ y_5 = 3,\ y_6 = 5,\ y_7 = 4\}$, выбранный экономический параметр – стоимость хранения.

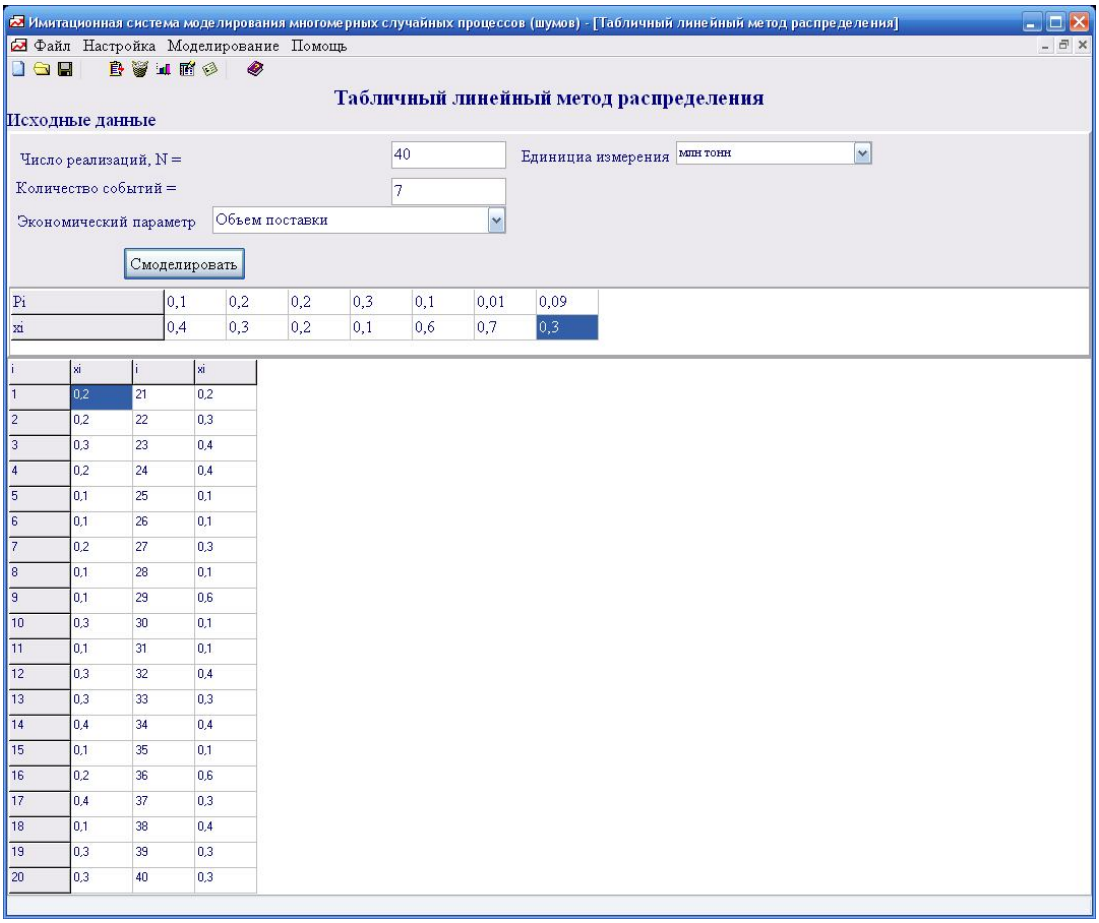


Рис. 2. Результаты эксперимента по моделированию таблично заданного закона распределения

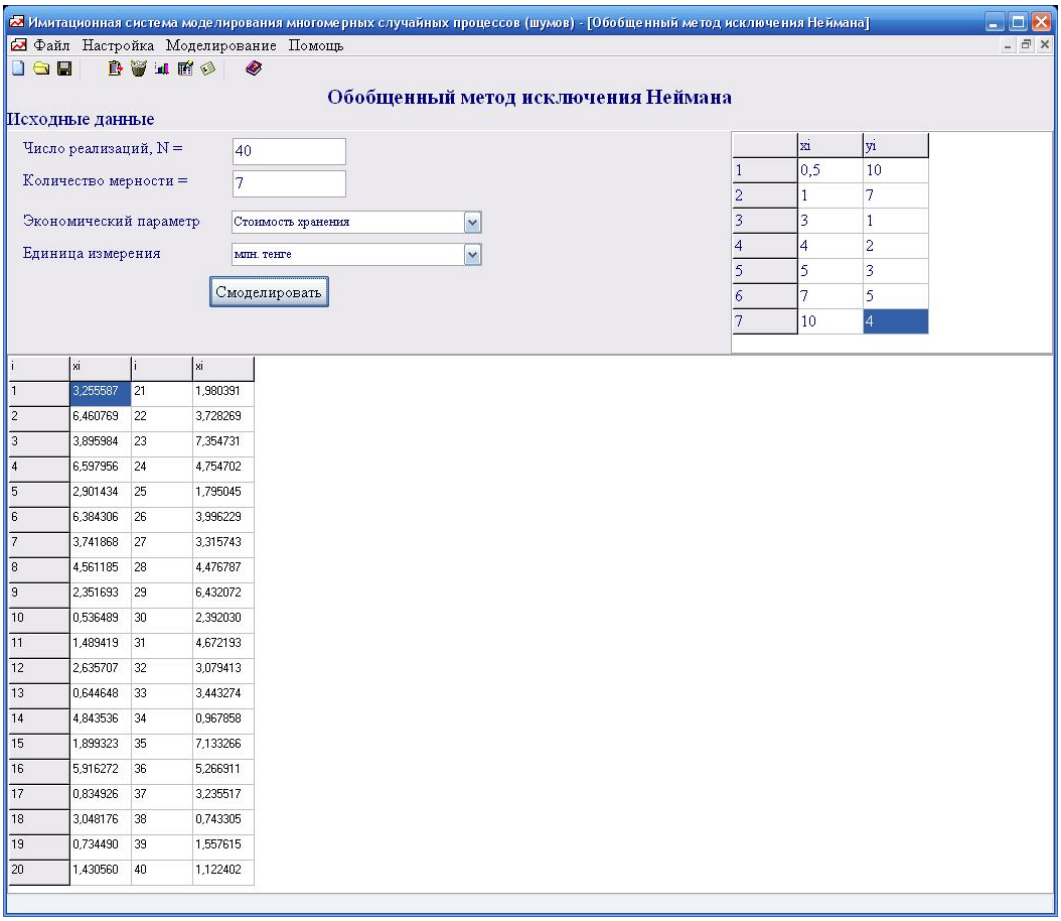


Рис. 3. Результаты эксперимента по моделированию обобщенного метода исключения Неймана

Представленный программный пакет создан и апробирован в рамках выполнения госбюджетной программы «Программа по развитию методов выработки и осуществления эффективной государственной политики на базе теории параметрического регулирования механизмов рыночной экономики» на 2009-2011 годы.

ЛИТЕРАТУРА

4 *Аверилл М. Лоу, В. Дэвид Кельтон.* Имитационное моделирование. – СПб.: Питер, 2004 г.

5 *Власов М.П., Шимко П.Д.* Моделирование экономических процессов. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2005 г.

6 *Емельянов А.А., Власова Е.А., Дума Р.В.* Имитационное моделирование экономических процессов. - М.: Финансы и статистика, 2002 г.

Резюме

Берілген мақала экономикалық параметрлерді модельдеу мәселесіне арналған. Мақалада модельдеуді қолдану аумағы және артықшылықтары, дискретті кездейсоқ шамаларды модельдеуге арналып құрылған алгоритмдер және сандық тәжірибелердің нәтижелері келтірілген.

Summary

This article deals with the problem of modeling the economic parameters. Applications and advantages of simulation, developed algorithms for simulation of discrete random variables and the results of numerical experiments are presented.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 12.03.12 г.*

Г.Ж. Молдабаева, Е.К. Токбанов

МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ БУРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН НА МЕСТОРОЖДЕНИИ УЗЕНЬ

Как известно, основным целевым назначением проектирования разработки месторождений независимо от применяемых методов повышения нефтеотдачи является обеспечение запланированных уровней добычи нефти, а также наибольшего коэффициента извлечения нефти при максимальной прибыли с одновременным выполнением экологических требований и охраны недр. С учетом перечисленных требований становится вполне понятным, насколько важным является правильное размещение любых скважин на месторождении и особенно горизонтальных, преследующих цель наибольшего доизвлечения нефти на уже разрабатываемом месторождении. Этой цели подчинены все последующие технологические процессы, начиная от строительства скважин, вскрытия и освоения до непосредственной добыии нефти и ремонтных работ. При неправильном выборе размещения горизонтальных скважин и направлении горизонтального участка его ствола все последующие безукоризненно выполненные технологические работы не дадут желаемого эффекта. Поэтому основным критерием размещения горизонтальных стволов скважин является предварительное тщательное изучение геологических условий залегания продуктивного пласта, нефтенасыщенности и степени выработанности запасов. При этом обязательно должна учитываться работа всей пластовой системы месторождения. Анализируя состояние разработки месторождений, находящихся продолжительное время в эксплуатации, нетрудно убедиться, что в результате неравномерного фронта вытеснения нефти по различным причинам в продуктивном пласте остаются целики нефти, практически не тронутые разра боткой. На выявление этих зон и должны быть направлены в первую очередь предварительные исследования геологов. Конечно же, целесообразность бурения горизонтальных скважин не определяется лишь этим изучением. Во внимание принимается целый ряд других обстоятельств, в том числе наличие слаборазобщенных подошвенных вод, близость ВНК, наличие верхних вод и газовых шапок, коллекторские свойства продуктивного пласта, градиента давления внутри залежи, текущая обводненность продукции близлежащих скважин, проницаемость и трещиноватость разобщающих пропластков. Особое значение при этом уделяется анизотропии пласта по проницаемости, т. е. отношение вертикальной проницаемости к горизонтальной проницаемости. С учетом повышенной стоимости бурения горизонтальных скважин проводится технико-экономическая оценка доизвлечения указанных объемов нефти существующими новыми методами повышения нефтеотдачи и сопоставление этих данных при горизонтальном бурении.

При оценке стоимости строительства горизонтальных скважин учитываются опыт и особенности бурения горизонтальных скважин в зависимости от таких факторов, как:

- наличие неустойчивых пород и их толщины при вхождении в интервал горизонтального ствола;
- ВОЗМОЖНОСТЬ оставления без изоляции и разобщения нижней части разреза;
- необходимость обсаживания горизонтальной части ствола.

Требуется также оценить коэффициент удорожания проведения исследовательских, ремонтных, а также геолого-технических мероприятий в горизонтальном стволе скважин в сравнении с вертикальными скважинами. Это, очевидно, можно сделать на основе предварительного анализа стоимости указанных мероприятий на месторождениях, разрабатываемых с использованием горизонтальных скважин.

Одними из основных вопросов, которые требуется решить при проектировании горизонтального бурения, являются оценка и прогноз технологической и экономической эффективности. Поскольку ГС бурят вместо привычных вертикальных, их эффективность определяют по отношению к вертикальным.

С учетом накопленного опыта бурения горизонтальных скважин, рассмотрен вариант разработки месторождения Узень. Предложено к бурению 15 горизонтальных скважин с начальными приростами нефти от 6,3 т/сут. до 9,5 т/сут.

Таблица 1. **Ожидаемые показатели по бурению ГС**

			ед. изм	весь период	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ГС	**1**	Доп. добыча нефти	тыс. т	12,757	1,905	2,920	2,629	2,374	2,132	0,797
		Доп. добыча жидкости	тыс. $м^3$	21,387	2,563	4,273	4,273	4,284	4,273	1,721
		Отработанное время	сут	1736	208	347	347	348	347	140
		Прирост	т/сут	7,3	9,2	8,7	8,3	7,9	7,5	7,3
ГС	**2**	Доп. добыча нефти	тыс. т	13,499	3,154	2,976	2,680	2,420	2,173	0,096
		Доп. добыча жидкости	тыс. $м^3$	22,563	4,310	4,508	4,508	4,520	4,508	0,210
		Отработанное время	сут	1736	332	347	347	348	347	16
		Прирост	т/сут	7,8	9,5	9,0	8,6	8,2	7,8	7,6
ГС	**3**	Доп. добыча нефти	тыс. т	11,008	1,527	2,872	2,353	1,936	1,584	0,736
		Доп. добыча жидкости	тыс. $м^3$	22,579	2,076	4,511	4,511	4,523	4,511	2,447
		Отработанное время	сут	1736	160	347	347	348	347	188
		Прирост	т/сут	5,4	6,3	6,0	5,7	5,3	4,7	4,2
ГС	**4**	Доп. добыча нефти	тыс. т	13,236	2,591	2,968	2,673	2,414	2,167	0,423
		Доп. добыча жидкости	тыс. $м^3$	22,112	3,510	4,418	4,418	4,430	4,418	0,920
		Отработанное время	сут	1 736	276	347	347	348	347	72
		Прирост	т/сут	7,6	9,4	8,9	8,5	8,1	7,7	7,5
ГС	**5**	Доп. добыча нефти	тыс. т	13,498	2,866	2,977	2,703	2,462	2,229	0,260
		Доп. добыча жидкости	тыс. $м^3$	22,112	3,885	4,418	4,418	4,430	4,418	0,545
		Отработанное время	сут	1 736	305	347	347	348	347	43
		Прирост	т/сут	7,8	9,4	9,0	8,6	8,2	7,8	7,6
ГС	**6**	Доп. добыча нефти	тыс. т	13,493	1,253	3,124	2,837	2,583	2,339	1,356
		Доп. добыча жидкости	тыс. $м^3$	22,112	1,658	4,418	4,418	4,430	4,418	2,772
		Отработанное время	сут	1736	130	347	347	348	347	218
		Прирост	т/сут	7,8	9,5	9,2	8,8	8,4	8,1	7,8
ГС	**7**	Доп. добыча нефти	тыс. т	13,084	2,268	2,932	2,663	2,425	2,196	0,599
		Доп. добыча жидкости	тыс. $м^3$	21,435	3,050	4,282	4,282	4,294	4,282	1,244
		Отработанное время	сут	1736	247	347	347	348	347	101
		Прирост	т/сут	7,5	9,2	8,8	8,4	8,0	7,7	7,5
ГС	**8**	Доп. добыча нефти	тыс. т	12,698	2,238	2,872	2,586	2,335	2,097	0,569
		Доп. добыча жидкости	тыс. $м^3$	21,210	3,018	4,237	4,237	4,249	4,237	1,231
		Отработанное время	сут	1736	247	347	347	348	347	101
		Прирост	т/сут	7,3	9,1	8,6	8,2	7,8	7,4	7,2
ГС	**9**	Доп. добыча нефти	тыс. т	11,489	0,767	2,686	2,440	2,223	2,014	1,359
		Доп. добыча жидкости	тыс. $м^3$	18,866	1,012	3,769	3,769	3,780	3,769	2,767
		Отработанное время	сут	1736	93	347	347	348	347	255
		Прирост	т/сут	6,6	8,2	7,9	7,6	7,2	6,9	6,7
ГС	**10**	Доп. добыча нефти	тыс. т	12,266	0,939	2,965	2,630	2,339	2,069	1,324
		Доп. добыча жидкости	тыс. $м^3$	21,210	1,242	4,237	4,237	4,249	4,237	3,007
		Отработанное время	сут	1736	102	347	347	348	347	246
		Прирост	т/сут	7,1	9,2	8,7	8,3	7,9	7,5	7,1
		Доп. добыча нефти	тыс. т	12,264	0,671	2,995	2,656	2,363	2,089	1,490

Продолжение таблицы 1

ГС	**11**	Доп. добыча жидкости	тыс. $м^3$	21,210	0,882	4,237	4,237	4,249	4,237	3,367
		Отработанное время	сут	1736	72	347	347	348	347	276
		Прирост	т/сут	7,1	9,3	8,7	8,4	7,9	7,5	7,2
ГС	**12**	Доп. добыча нефти	тыс. т	12,213	0,292	3,025	2,683	2,386	2,110	1,716
		Доп. добыча жидкости	тыс. $м^3$	21,210	0,383	4,237	4,237	4,249	4,237	3,866
		Отработанное время	сут	1736	31	347	347	348	347	316
		Прирост	т/сут	7,0	9,3	8,8	8,4	8,0	7,6	7,2
ГС	**13**	Доп добыча нефти	тыс. т	12,570	2,913	2,771	2,518	2,293	2,075	0,000
		Доп. добыча жидкости	тыс. $м^3$	20,752	3,964	4,146	4,146	4,157	4,146	0,193
		Отработанное время	сут	1736	332	347	347	348	347	16
		Прирост	т/сут	7,2	8,8	8,4	8,0	7,6	7,3	7,1
ГС	**14**	Доп. добыча нефти	тыс. т	12,531	1,921	2,832	2,571	2,342	2,121	0,744
		Доп. добыча жидкости	тыс. $м^3$	20,533	2,574	4,102	4,102	4,113	4,102	1,540
		Отработанное время	сут	1736	218	347	347	348	347	130
		Прирост	т/сут	7,2	8,8	8,4	8,1	7,7	7,4	7,2
ГС	**15**	Доп. добыча нефти	тыс. т	12,528	0,396	2,970	2,698	2,456	2,226	1,782
		Доп. добыча жидкости	тыс. $м^3$	20,518	0,517	4,099	4,099	4,110	4,099	3,594
		Отработанное время	сут	1736	44	347	347	348	347	304
		Прирост	т/сут	7,2	9Д	8,6	8,3	8,0	7,6	7,3
Итого		Доп. добыча нефти	тыс. т	189,134	25,701	43,88	39,321	35,352	31,623	13,253
		Доп. добыча жидкости	тыс. $м^3$	319,808	34,645	63,89	63,892	64,086	63,892	29,421
		Отработанное время	сут	26 034	2 795	5 201	5 201	5 215	5 201	2 420
		Прирост	т/сут	7,2	9,2	8,7	8,3	7,9	7,5	7,2

Эффект от бурения ГС будем считать на пять лет. Ожидаемая добыча по всем скважинам за 5 лет:
- нефти 189,134 тыс.т;
- жидкости 319,808 тыс. $м^3$;
- отработанное время 26 034 сут.;
- средний прирост за весь период по всем скважинам 7,2 т/сут.

Относительная технологическая эффективность ГС характеризуется соотношением текущих дебитов или накопленной добычи нефти при разработке месторождения горизонтальными и вертикальными скважинами. Разность этих показателей определяет дополнительную добычу нефти, полученную за счет бурения ГС.

Показатели технологической эффективности являются основой для экономических оценок вариантов разработки.

Для увеличения эффективности горизонтального бурения к каждой скважине следует подходить с серьезным экономическим обоснованием, тщательно просчитывая эффективность и окупаемость проводимых работ.

Экономическое обоснование горизонтального бурения базируется на сравнении себестоимости добываемой нефти, получаемой прибыли от ее реализации, срока окупаемости капитальных вложений с аналогичными показателями при разработке месторождений без такого бурения. Используются общепринятые формулы:

$$C_{(t)} = \frac{Э_{(t)}}{Q_{H(t)}} \quad (1)$$

$$П_{(t)} = В_{(t)} - Э_{(t)} - Н_{(t)} \quad (2)$$

где С(t) - себестоимость тонны нефти за данный период времени t;
Э(t) - эксплуатационные затраты с учетом амортизационных отчислений за этот же период
I этот же период;
$Q_н$(t) - добыча нефти за время t;
П(t) - прибыль от реализации продукции за данный период;
В(t) - выручка от реализации продукции;
Н(t) - сумма налогов за соответствующий период.
Период окупаемости капитальных вложений определяется из условия:

$$\sum_{i=1}^{n}(П_i + A_i) \geq \sum_{i=1}^{n} K_i \quad (3)$$

где Aj — амортизационные отчисления в i-м году; Kj - капитальные вложения в i-ом году.

Из формулы (3) следует, что период окупаемости составляет *n* лет, т.е. определяется тем временем, за которое произойдет полный возврат вложенного капитала.

Экономические показатели можно улучшить на основе сокращения эксплуатационных затрат и капитальных вложений. Поэтому основу экономической политики нефтедобывающей организации должны составлять мероприятия, направленные на уменьшение указанных статей расходов. Например, принимаемые меры по обустройству объектов, материально-техническому снабжению, закупке оборудования для горизонтального бурения уже сейчас приводят к сокращению нормативов затрат, составляющих основу для определения себестоимости и капитальных вложений. В результате всех осуществляемых мероприятий экономические показатели внедрения горизонтального бурения из года в год заметно улучшаются.

Таким образом, разработанная методика оценки технико-экономических показателей горизонтальных скважин и боковых горизонтальных стволов позволяет на этапе проектирования проводить оценку продуктивности и определять целесообразность вложения средств в бурение скважины.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алиев З.С., Сомов Б.Е., Чекушин В.Ф.* Обоснование конструкции горизонтальных и многоствольно-горизонтальных скважин для освоения нефтяных месторождений. М.: Издательство «Техника». ООО «Тума групп», 2001. 192 с.

2. *Алиев З.С., Шеремет В.В.* Определение производительности горизонтальных скважин, вскрывших газовые и газонефтяные пласты. М.: Недра, 1995, 131 с.

3. *Алиев З.С., Бондаренко В.В.* Исследование горизонтальных скважин: Учебное пособие. М.: ФГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2004.-300с.

4. *Бердин Т.Г.* Проектирование разработки нефтегазовых месторождений системами горизонтальных скважин - М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2001.

5. *Калинин А.Г., Никитин Б. А., Солодкий К.М., Султанов Б. З.* Бурение наклонных и горизонтальных скважин, Москва, «Недра», 1997.

Резюме

Кенорнында көлденең ұңғымаларды жобалаудың негізгі мәселелердің бірі – оларды енгізудің технологиялық және экономикалық тиімділігін бағалау және анықтау. Көлденең ұңғымалардың технологиялық тиімділігі көлденең және тік ұңғымалардың ағымдағы дебиттерінің немесе жиналған мұнай өндіру көлемінің қатынасымен сипатталады. Бұл көрсеткіштердің айырмасы бұрғыланған көлденең ұңғымалардан алынған қосымша мұнай өндіру көлемін анықтайды. Технологиялық тиімділіктің көрсеткіштері игеру нұсқаларының экономикалық бағалаудың негізі болып табылады. Көлденең бұрғылаудың экономикалық тиімділігі өндірілген мұнайдың өзіндік құның, күрделі қаржыландырудың ақтау мерзімін кенорынды осындай бұрғылаусыз игеру көрсеткіштерімен салыстыру арқылы анықталады. Бұл мақалада Өзен кенорнында көлденең ұңғымаларды енгізу тиімділігін анықтау методикасы көрсетілген.

Summary

One of the main issues to be solved in the design of horizontal drilling in the oil field, is the assessment and prediction of technological and economic efficiency. The relative technological efficiency of the horizontal wells is characterized by the ratio of current production rates and cumulative production of oil field development in the horizontal and vertical wells. The difference in these parameters determines the additional oil production resulting from drilling the horizontal wells.

Indicators of technological efficiency are the basis for economic evaluation options for development.

The economic rationale for horizontal drilling is based on comparing the cost of crude oil, the profits from its sale, the payback period of capital investment with those of oil field development without such drilling. This work is devoted to solving the problem of forecasting the effectiveness of the implementation of horizontal wells in the oil field Uzen.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 05.10.11 г.*

УДК 620.178.7

М.К. Скаков, Э.В. Козлов, М. Шеффлер, Г.К. Уазырханова

ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ И ДЕФОРМАЦИИ НА ДИСЛОКАЦИОННУЮ СТРУКТУРУ СТАЛИ 30 ХГСА

Известно [1,2], что в слабо-, низко- и среднеуглеродистых сталях наблюдается пакетный (реечный, дислокационный) мартенсит. В [3] рассмотрен один из способов борьбы с обратимой отпускной хрупкостью. По мнению авторов [3], обработка высоким гидростатическим давлением провоцирует начало первой стадии распада мартенсита и происходит преимущественное формирование карбидов внутри мартенситных кристаллов. Однако, несмотря на значительное количество проведенных экспериментальных работ, до сих пор не выяснены особенности дислокационного строения и фазово-структурного состояния стали 30 ХГСА после термической обработки и деформации.

В связи с вышеизложенным, целью данной работы является определение скалярной и избыточной плотности дислокаций, амплитуды кривизны кручения кристаллической решетки и размеров карбидных фаз, их мест локализации в стали 30 ХГСА в исходном (отпущенном) и прокатанном состояниях.

В качестве материала исследования использовали сталь 30 ХГСА в отпущенном и деформированном состояниях. Химический состав стали: 0,3 % C; 0,8-1,1 % Cr; 0,8-1,1 % Mn; 0,8-1,1 % Si; 0,025 % P; 0,025 % S; остальное железо по ГОСТу 4543-71. Состав стали, полученный экспериментально в лабораториях Университета им. Отто фон Гуерике (г Магдебург, Германия, ноябрь 2011 г.) приведен в табл. 1

Таблица 1

Содержание элементов, мас.%										
C	Cr	Mn	Si	Ni	P	S	Al	Cu	Co	Fe
0,3109	0,933	0,966	0,941	0,1617	0,0167	0,0149	0,0255	0,1489	0,0152	остальное

Термообработка образцов стали заключалась в следующем: закалка от температуры 1050^0C и последующий отпуск (400^0C в течение 6-10 часов) с охлаждением со скоростью 20^0C/ч. Деформация образцов осуществлялась горячей прокаткой со скоростью 4 м/с в промышленных условиях на прокатном стане 2000.

Структурные исследования образцов стали проводили в НИИ нанотехнологий и новых материалов ВКГТУ им Д. Серикбаева и в научных лабораториях Института материаловедения и соединительных технологий Университета им. Отто фон Гуерике (г. Магдебург, Германия) методами оптической микроскопии на NEOPHOT - 21 и электронной дифракционной микроскопии на тонких фольгах на электронном микроскопе JEOL-2100 с использованием гониометрических приставок при

ускоряющем напряжении 100 кВ. Рабочее увеличение в колонне микроскопа выбиралось от 10000 до 50000 крат. Для проведения исследований с помощью электроискровой резки образцы размером $10\times20\times50$ мм^3 разрезались на пластинки (фольги) толщиной 0.2-0.3 мм. Режим электроискровой резки был подобран таким, что не вносил дополнительных искажений в структуру материала. Полученные фольги утонялись вначале химически в электролите 90% плавиковой кислоты и 10% пергидроля, а затем электролитический в пересыщенном растворе ортофосфорной кислоты хромовым ангидритом при комнатной температуре, рабочем напряжении 20 В и плотности тока 4 А/см^2.

Как показали проведенные электронно-микроскопические исследования, основной составляющей (~96%) в структуре исходного (отпущенного) состояния стали является α-фаза, которая представляет собой смесь пакетного (или реечного) и пластинчатого отпущенного мартенсита (рис.1). При этом пакетный мартенсит составляет 0.7 от объема α-фазы, пластинчатый – 0.3. Эти данные хорошо согласуются с результатами, полученными в [3], где установлено, что пакетный мартенсит является основной морфологической составляющей α-фазы при содержании углерода в стали ~0.3 вес.%. Половина пакетного мартенсита фрагментирована (Рис. 2). В пластинчатом мартенсите фрагментация отсутствует.

Закалка стали приводит к накоплению в ней высокой скалярной плотности дислокаций. Как показали проведенные исследования, дислокационная структура в пластинчатом мартенсите и нефрагментированной части пакетного мартенсита – сетчатая, во фрагментированной части пакетного мартенсита – ячеистая. Средняя скалярная плотность дислокаций в стали составляет величину $\rho=7\cdot10^{10}$ см$^{-2}$, причем большая часть дислокаций расположена в виде дислокационных зарядов (избыточная плотность дислокаций $\rho_{\pm} = 6.3\cdot10^{10}$ см$^{-2}$). Величина дислокационной плотности, объемная доля и степень несовершенства фрагментированного реечного мартенсита, отсутствие вторичных карбидов – все это свидетельствует о слабо отпущенной структуре стали.

Термическая обработка исследуемой стали сопровождается формированием дальнодействующих полей напряжений, проявляющихся при электронно-микроскопических исследованиях тонких фольг в виде изгибных экстинкционных контуров. На рис. 3 приведены примеры наблюдения изгибных контуров. Отметим, что такие контуры не являются результатом деформации образца при изготовлении из него тонкой фольги, т.к. применяемая методика при приготовлении фольг практически полностью исключает внесение артефактов. Наличие экстинкционных контуров – есть результат изгиба кристаллической решетки стали [4]. При этом лишь небольшая часть кристалла находится в точном отражающем положении (контур). Чем меньше ширина контура, тем сильнее изогнут кристалл [5,6]. А это означает, что амплитуда кривизны-кручения кристаллической решетки χ будет выше, т.к. $\chi \sim l^{-1}$, где l– ширина контура и, соответственно, будет выше амплитуда полей напряжений σ, т.к. $\sigma \sim \chi^{-1/2}$ [5,6]. Используя данные размеров экстинкционных контуров, можно рассчитать амплитуду кривизны-кручения кристаллической решетки для исследуемой стали 30ХГСА ($\chi = \partial\varphi/\partial l = 1575$ см$^{-1}$) и, соответственно, величину избыточной плотности дислокаций $\rho_{\pm}$ ($\rho_{\pm} = \chi/b = 6.3\cdot10^{10}$ см$^{-2}$).

Как известно, перераспределение атомов углерода в исследуемой стали может протекать по следующим позициям: 1) атомы углерода могут оказаться в α-твердом растворе, который, естественно, будет пересыщенным; 2) γ-твердый раствор – это второе место локализации атомов углерода; 3) в частицах карбидных фаз и, наконец, 4) на дефектах кристаллической решетки (внутри вакансий, в ядрах дислокаций, в виде атмосфер Коттрелла вокруг дислокаций и на границах ячеек и субграницах [7]). Концентрация углерода в α- и γ-твердых растворах определяется по параметрам их кристаллических решеток [8]. Объемная доля углерода, локализованного в карбидных частицах, определяется исходя из их объемной доли и стехиометрического состава. Концентрация атомов углерода на дефектах кристаллической решетки, в настоящее время, оценивается лишь косвенно - по разнице между общим содержанием углерода в сплаве и концентрацией углерода в карбидах и в твердом растворе.

Экспериментально присутствие атомов углерода в ядрах дислокаций может быть замечено по наличию размытого контраста на дислокационных линиях [6]. Количественной теории этого явления пока не существует, однако есть качественные сведения, что контраст дислокационных линий становится размытым [9]. Что касается присутствия атомов углерода в вакансиях и на субграницах, то не-

посредственного способа обнаружения его там, по-видимому, пока нет. В настоящей работе концентрация углерода на дефектах определялась по формуле [9]:

$$C_{деф} = C_0 - (C_\alpha + C_\gamma + C_{карб}),$$

где C_0 - общее содержание углерода в стали.

Было установлено [9], что при отпуске стали происходит интенсивный уход атомов углерода из α-твердого раствора, и при отпуске уже в течение 1 часа в α-твердом растворе содержание углерода не превышает 0.005 вес.%. Там же было показано, что отпуск не изменяет концентрацию углерода в γ-кристаллической решетке и после закалки составляет величину 0.5 вес.%. Однако, так как объемная доля остаточного аустенита в отпущенной стали составляет лишь 3%, то и концентрация углерода в остаточном аустените исследуемой стали оказывается равной 0.015 вес.%. Объемная доля карбидной фазы в исследуемой стали составляет ~1%. Это означает, что в карбидах сосредоточено ~0.14 вес.% углерода. Таким образом, как показывает проведенный расчет, на дефектах кристаллического строения находится почти половина углерода.

После процесса прокатки поверхностный слой образцов стали подвергался особенно сильному деформационному и температурному воздействию. В исследуемой стали после деформации присутствуют фрагменты как анизотропные (длинная сторона фрагмента примерно параллельна бывшей стороне рейки), так и изотропные (Рис. 4). Фрагментированная субструктура охватывает весь объем материала. Причем объемная доля анизотропных фрагментов составляет 25%, изотропных – 75%. И те, и другие фрагменты содержат внутри себя дислокационную структуру с примерно одинаковой скалярной плотностью дислокаций (см. табл.2). Средняя скалярная плотность дислокаций деформированного материала по сравнению с исходным (отпущенным) состоянием изменилась сравнительно мало (ρ =7,7 10^{10} $см^{-2}$). Это связано с тем, что новые границы фрагментированной субструктуры созданы объединением вошедших в них решеточных дислокаций, принимавших участие в деформации. Большая часть цементита (2/3) расположена па границах фрагментов, причем частицы цементита внутри в 2 раза по размерам меньше, чем по границам фрагментов. Частицы специальных карбидов мельче цементита и практически полностью расположены по границам фрагментов. Преобладание специальных карбидов и их локализация на границах фрагментов свидетельствует о том, что в ходе образования мелкозернистой ферритно-карбидной смеси имеет место стремление к относительному минимуму энергии дефектно-фазовой системы.

Таблица 2. **Количественные характеристики стали ЗОХГСА после деформации прокатом**

Характеристики структуры	Анизотропные фрагменты	Изотропные фрагменты	В целом по материалу
Объемная доля	0,25	0,75	1,0
Размер фрагментов, нм	120×360	170	130×250
ρ 10^{-10}, $см^{-2}$	7,3	7,8	7,7
χ 10^{-3} $см^{-1}$	3,3	5,8	5,2
Карбидная фаза Fe_3C внутри фрагментов:			
размеры частиц, нм	10×31	10×26	10×27
расстояние между ними, нм	51	77	71
объемная доля, %	0,37	0,14	0,20
Карбидная фаза Fe_3C на границах фрагментов:			
размеры частиц, нм	28×64	10×64	15×64
объемная доля, %	1,41	0,03	0,38
Доля углерода в Fe_3C, %	0,127	0,012	0,041
Специальные карбиды внутри фрагментов:			
размер частиц, нм	8	8	8

Продолжение таблицы 2

расстояние между ними, нм	38	51	48
объемная доля частиц, %	0,11	0,06	0,07
Специальные карбиды по границам фрагментов:			
размер частиц, нм	8	10	9,5
объемная доля частиц, %	0,66	1,20	1,07
Специальные карбиды в стыках фрагментов:			
размер частиц, нм	56	54	55
объемная доля частиц, %	2,87	2,60	2,67
Доля углерода в с.к., %	0,473	0,501	0,494

Возникшая фрагментированная структура стабилизируется третичными карбидами, образующимися в процессе деформации. Такими карбидами являются частицы цементита и специального карбида M_6C. Локализуются эти частицы преимущественно по границам и в стыках фрагментов. Появление третичных карбидов свидетельствует о том, что в ходе пластической деформации произошли структурно-фазовые превращения, приведшие к образованию фрагментированной субструктуры, декорированной карбидными частицами. Атомы углерода для формирования третичных карбидов в ходе пластической деформации уходят с дефектов и из остаточного аустенита. Частичное наследование размера фрагментов, их ориентации субструктурой деформационного происхождения от субструктуры, возникшей в результате закалки и отпуска, свидетельствуют о том, что ранее большая часть атомов углерода находилась на субграницах последней.

Фактором, удаляющим возникшую трехфазную смесь ($\alpha + M_6C + Fe_3C$) от относительного минимума, являются высокие дальнодействующие поля напряжений большой амплитуды, появившиеся в результате деформации. Их источниками служат недеформируемые частицы первичных и третичных карбидов. О присутствии этих полей свидетельствует картина тонких экстинкционных контуров кривизны-кручения решетки вблизи этих частиц (Рис. 5). Здесь они имеют характерную форму «жуков» [10].

Наиболее мощные поля возникают вблизи мелких частиц, однако они затухают в пределах размера фрагментов и не приводят к образованию микротрещин. В таких местах изгиб-кручение кристаллической решетки феррита является упруго-пластическим с преобладанием упругой компоненты. Вблизи крупных карбидов (первичных) и внутри них дальнодействующие поля достигают напряжений порядка 10000 МПа, которые приводят к образованию микротрещин по границам фрагментов (Рис. 6) и раскалыванию деформируемых частиц (дислокации в последних не наблюдаются). Возникшие трещины сами являются активными источниками дальнодействующих полей напряжений. Естественно, что в такой структуре пластичность практически исчерпана и поверхностные слои образца начинают отслаиваться.

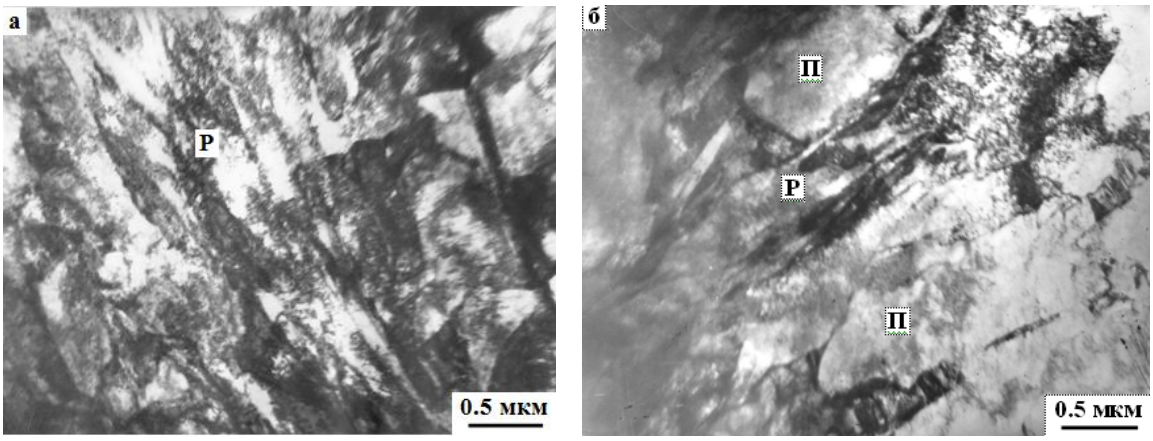


Рис.1. Электронно-микроскопическое изображение структуры отпущенной стали 30ХГСА: а – пакетный (реечный) отпущенный мартенсит (Р); б – смесь реечного (Р) и пластинчатого (П) мартенсита

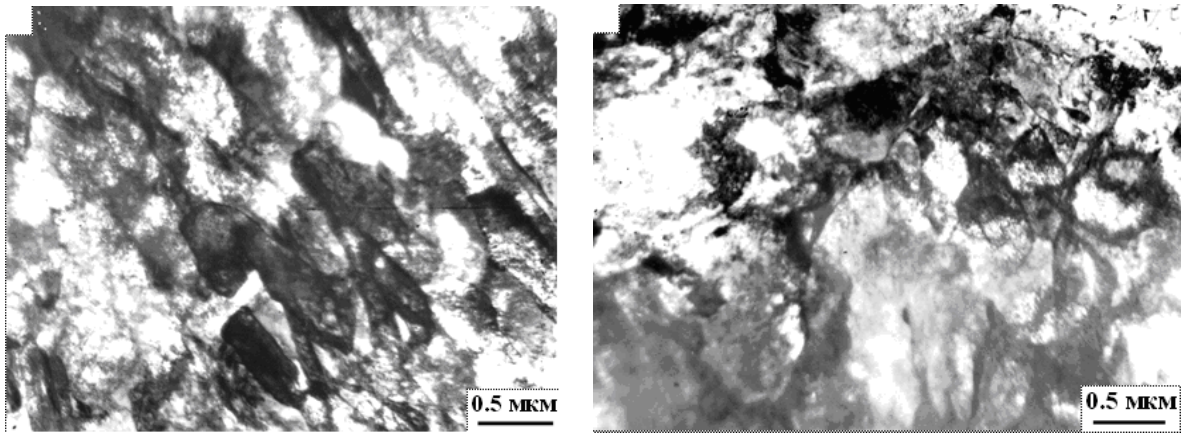


Рис.2. Электронно-микроскопические изображения фрагментированного отпущенного мартенсита в стали 30ХГСА

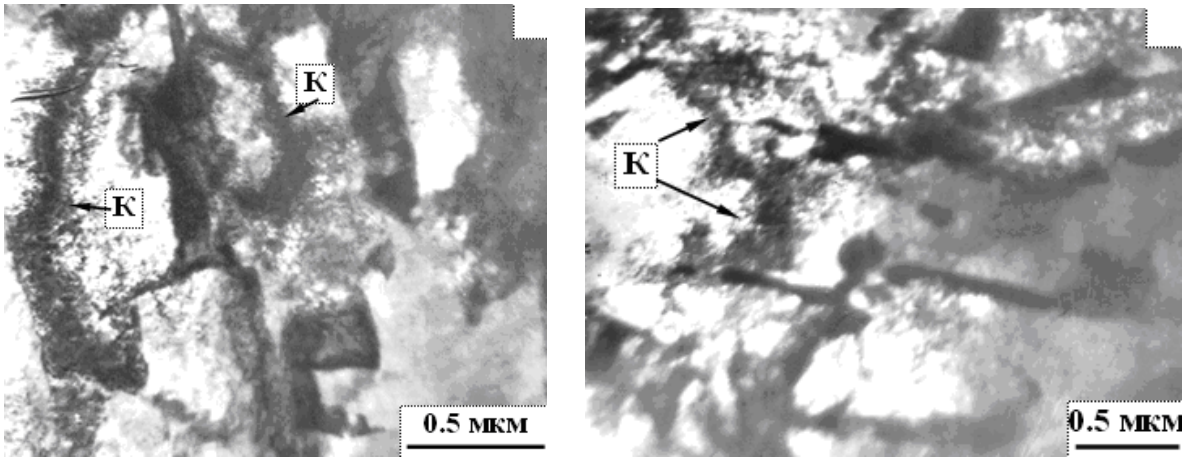


Рис.3. Примеры экстинкционных контуров (К) в отпущенной стали 30ХГСА

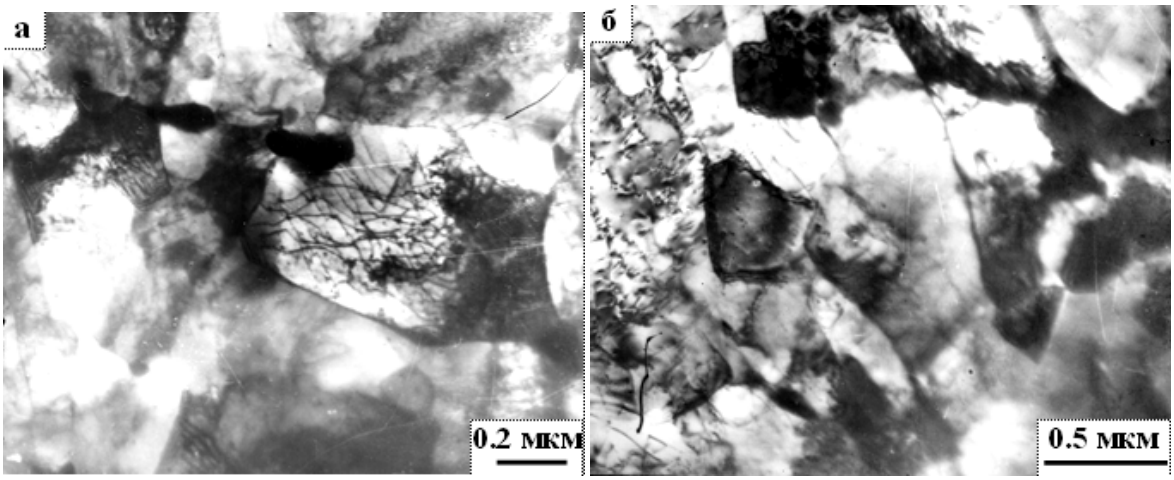


Рис.4. Фрагментированная структура деформированной стали 30ХГСА:
а – изотропные фрагменты; б – анизотропные фрагменты

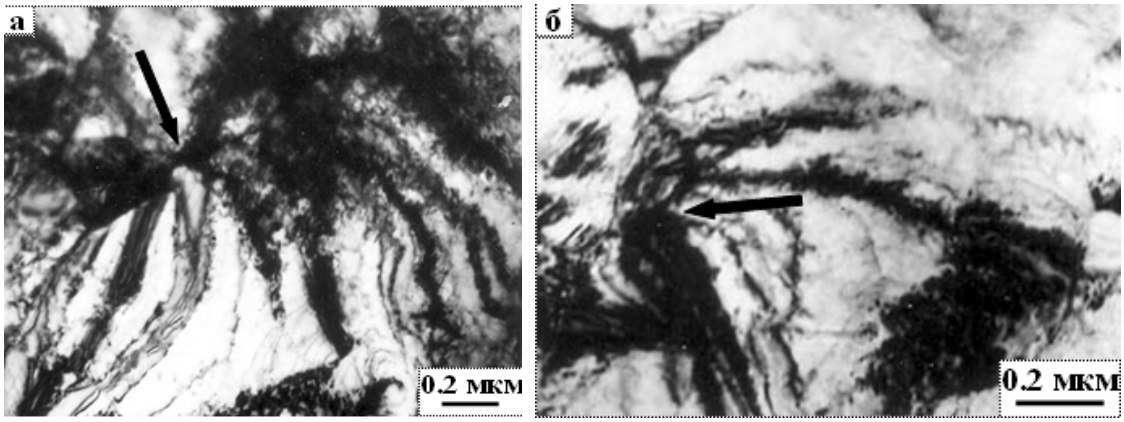


Рис.5. Примеры наблюдения экстинкционных контуров вблизи карбидных частиц
(частицы отмечены стрелками)

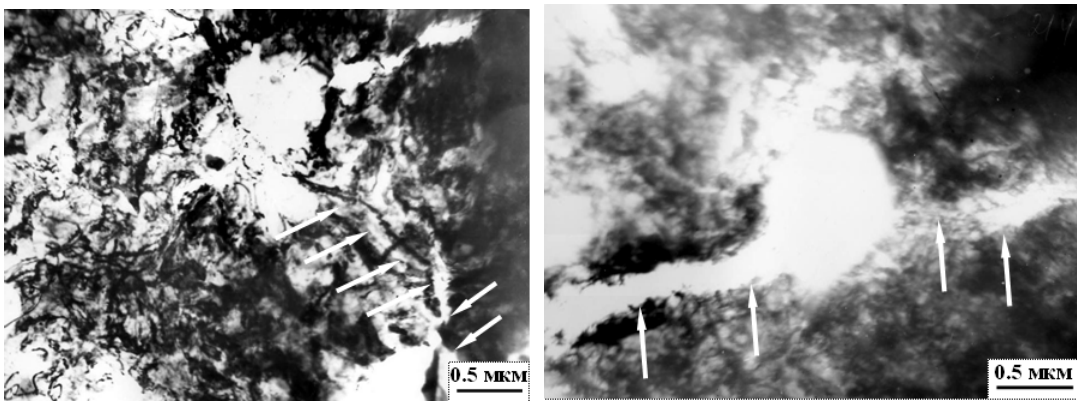


Рис.6. Микротрещины по границам фрагментов (траектории трещин отмечены стрелками)

ВЫВОДЫ

На основании анализа полученных результатов электронно-микроскопических исследований фазово-структурного состояния и дислокационной структуры стали 30ХГСА после отпуска и деформации прокатом можно сделать следующие выводы:

1. Средняя скалярная плотность дислокаций стали 30 ХГСА после термической обработки составляет величину $7 \cdot 10^{10}$ см$^{-2}$, причем большая часть дислокаций расположена в виде дислокационных зарядов (избыточная плотность $6.3 \cdot 10^{10}$ см$^{-2}$)

2. Средняя скалярная плотность дислокаций деформированного материала по сравнению с исходным (отпущенным) состоянием изменилась сравнительно мало ($7{,}7\ 10^{10}$ см$^{-2}$).

3. Обнаруженные карбиды являются частицами цементита и специального карбида, локализуются преимущественно по границам и в стыках фрагментов. Размеры частиц цементита внутри анизотропных фрагментов составляют (10×31) нм, внутри изотропных (10×26) нм, на границах анизотропных фрагментов (28×64) нм и изотропных фрагментов (10×64) нм. Размеры частиц специальных карбидов внутри анизотропных и изотропных фрагментов составляют 8 нм, а на границах фрагментов - анизотропных - (28×64) нм, изотропных - (10×64) нм.

4. Недеформируемые частицы первичных и третичных карбидов являются источниками высоких дальнодействующих полей напряжения большой амплитуды, проявляющихся в виде тонких экстинкционных контуров кривизны-кручения решетки.

Настоящая работа выполнена на основании Договоров о сотрудничестве между Восточно-Казахстанским Государственным Техническим университетом им Д. Серикбаева и Университетом им. Отто-фон-Гуэрике (г Магдебург, Германия) от 2008 года, и Томским государственным архитектурно-строительным университетом от 2009 года.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Иванов Ю.Ф., Козлов Э.В.* Многоступенчатая схема мартенситного превращения низко- и среднеуглеродистых малолегированных сталей // Материаловедение. - 2000. - №11.С.33-37.

2. *Иванов Ю.Ф., Козлов Э.В.* Объемная и поверхностная закалка конструкционной стали - морфологический анализ структуры // Изв. вузов. Физика. - 2002. - №3. — С.5-23.

3. *Константинова Т.Е.* О возможности подавления обратимой отпускной хрупкости стали 30 ХГСА при использовании высокого гидростатического давления / Т.Е. Константинова, В.С. Мациевская, В.А. Фомченко // ФиХОМ. - 1990. - № 6. - С. 140 - 141.

4. *Хирш П., Хови А., Николсон Р. и др.* Электронная микроскопия тонких кристаллов. – М.: Мир, 1968. – 574с.

5. *Конева Н.А., Лычагин Д.В., Жуковский С.П. и др.* Эволюция дислокационной структуры и стадии пластического течения поликристаллического железо-никелевого сплава // ФММ. – 1985. – Т.60, №1. – С.171-179.

6. *Конева Н.А., Козлов Э.В., Тришкина Л.И., Лычагин Д.В.* Дальнодействующие поля напряжений, кривизна-кручение кристаллической решетки и стадии пластической деформации. Методы измерений и результаты // Новые методы в физике и механике деформируемого твердого тела: Труды международной конференции. – Томск: ТГУ, 1990. – С.83-93.

7. *Белоус М.В., Молчановская Г.М., Новожилов В.Б., Черепин В.Т.* Состояние углерода в холоднодеформированной стали // Металлофизика и новейшие технологии. - 1994. - Т.16, №2. - С.52-60.

8. *Курдюмов В.Г., Утевский Л.М., Энтин Р.И.* Превращения в железе и стали. – М.: Наука, 1977. – 236с

9. *Гаврилюк В.Г.* Распределение углерода в стали. - Киев: Наукова думка, 1987. - 207с.

10. *Козлов Э.В., Лычагин Д.В., Попова Н.А. и др.* Дальнодействующие поля напряжений и их роль в деформации структурно-неоднородных материалов // Физика прочности гетерогенных материалов. – Л.: ФТИ, 1988. – С.3-13.

Резюме

Термиялық өңдеу мен деформациялаудың 30 ХГСА болатының дислокациялық құрылымына тигізетін ықпалы зерттелген. Пластиналық босатылған мартенсит және пакетті мартенситтің фрагменттелмеген бөлігінің дислокациялық құрылымы – торлы, ал фрагменттелген бөлігі – ұяшықты болып келеді. Деформацияланған болат дислокациясының орташа скалярлық тығыздығы босатылған күйімен салыстырғанда салыстырмалы аз шамаға өзгерген. Электронды-микроскопиялық зерттеулер нәтижесі майысқан контурлардың байқалуы, ол кристалдық тордың майысуының нәтижесі екенін көрсетті.

Summary

It is studied influence of heat treatment and deformation on the dislocation structure of steel 30 HGSA. It is fixed that the dislocation structure in the plate tempered martensite and unfragmented packet of martensite-mesh, in the fragmented parts - the cell. The average scalar dislocation density of deformed steel compared to the tempered condition has changed relatively little. Electron microscopic studies have shown that observations of examples of bending contours, is the result of bending of the crystal lattice.

ВКГТУ *Поступила 02.03.12 г.*

УДК 513.83

А.У. Лесбаев, Л.М. Мусабекова, Д.С. Куракбаев

АНАЛИЗ АВТОВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ХИМИЧЕСКИХ РЕАКТОРАХ

Следует отметить, что многие методы моделирования химических реакторов совершенно не учитывают возможность формирования волновых фронтов в физико-химических системах. В то же время интенсивность протекания процессов тепло- и массообмена при наличии движущихся фронтальных разделов существенно изменяется и не может быть правильно рассчитана без учета этих явлений [1 -5].

Поэтому важное значение имеет разработка нелинейных моделей, позволяющих описать общие характерные особенности формирования и распространения волновых фронтов в реакционно-диффузионных системах, а также провести на основе компьютерного моделирования и численного эксперимента анализ стационарных режимов в трубчатом реакторе в случае нелинейной химической кинетики различных типов.

Результаты таких исследований позволяют прогнозировать наличие специфических явлений в реакционно-диффузионных системах, учет которых обязателен при проектировании промышленных химических реакторов. Настоящая статья посвящена анализу известных особенностей протекания автоволновых процессов в химических аппаратах.

Результаты многих исследований показывают, что в начальной области на входе в реактор формируется поле концентраций, соответствующее солитоноподобному волновому фронту [2-14]. Кроме того, по данным численного эксперимента удается определить размеры начального участка и амплитуду колебаний концентрации в начальной зоне.

При этом минимальная скорость концентрационной волны [19] определяется как «асимптотическая скорость распространения возмущения из состояния покоя».

Диффузия играет важную роль в формировании фронтов с очень крутыми градиентами, тогда как фронты с пологими градиентами позволяют реакции проходить при слабом влиянии диффузии. Таким образом, например, в системе иодат-мышьяковистая кислота существуют характерные волны с низкой скоростью и большой крутизной фронта, включая аналитическое решение, и произвольно быстрые и пологие волны, представленные нестационарными решениями реакционно-диффузионного уравнения.

Предельный вид быстрой волны – это фронт с бесконечной скоростью и нулевым градиентом концентрации. Все другие решения представляют собой гибриды: с диффузией, вносящей некоторый вклад в быструю волну, или градиентом начальной концентрации, изменяющим форму и скорость медленной волны. Траектории для фронтов с высокой скоростью приближаются к стационарным состояниям вдоль почти горизонтальных собственных векторов: это указывает на то, что они мало подвержены влиянию диффузии.

Волны с большей скоростью могут также возникать благодаря градиенту концентрации или температуры, наложенному на колебательную систему. Эти волны известны как кинематические волны. Бегущие фронты переводят реакционную смесь из одного стационарного состояния в другое по мере своего движения в растворе. В реакции иодат-мышьяковистая кислота этот фронт превращает раствор исходных реагентов в смесь, состав которой соответствует термодинамическому равновесию. Фронты, которые переводят реакционную смесь из одного стационарного состояния в другое,

распространяются в направлении, определяемом относительной динамической устойчивостью стационарных состояний [18, 20, 21].

Аналогичную картину дает исследование неустойчивости волнового течения тонких слоев вязкой жидкости (пленок), которое связано с реализацией их течений в тепломассообменных аппаратах (испарителях, конденсаторах, камерах сгорания, дистилляторах, теплообменниках и др.). Неустойчивость Марангони проявляется в изменении волновых характеристик: частоты, инкремента, фазовой скорости, и формировании в приповерхностных слоях диссипативных структур, таких, как циркуляционные ячейки, вихри. Движение в приповерхностных слоях способствует более быстрому обновлению поверхности раздела, что увеличивает коэффициент массопереноса.

Математическое моделирование режимов течения жидких пленок дает возможность учесть различные физико-химические факторы и исследовать их влияние на волновые характеристики пленки и ее устойчивость. Нелинейное параболическое уравнение Гинзбурга-Ландау, являющееся базовой моделью нелинейных сред, позволяет исследовать неустойчивые режимы жидкой пленки.

В работах [20, 21] нами и другими исследователями проведено компьютерное моделирование процесса самоорганизации возмущений в диспергирующих средах с нелинейной зависимостью фазы (частоты) от амплитуды. Показано, что амплитуды мод, обладающих инкрементом, в результате нелинейного роста и взаимодействия значительно превосходят амплитуды остальных мод возбужденного волнового пакета и обеспечивают увеличение амплитуды огибающей волнового пакета в десятки раз.

Можно выделить три простейших типа таких элементов: бистабильный, возбудимый и автоколебательный, которым отвечают соответствующие типы составленных из них активных сред.

Бистабильный элемент обладает двумя устойчивыми стационарными состояниями, переходы между которыми происходят при внешнем воздействии, превышающем некоторый порог. В средах из таких элементов возникают волны переключения из одного состояния в другое. К ним относятся, например, волны горения. Возбудимый элемент имеет только одно устойчивое стационарное состояние. Внешнее воздействие, превышающее пороговый уровень, способно вывести элемент из устойчивого состояния и заставить его совершить некоторую эволюцию, прежде чем он вновь вернется в это состояние. Во время переходов, активный элемент способен повлиять на связанные с ним элементы и в свою очередь вывести их из стационарного состояния. В результате, в такой среде распространяется волна возбуждения. Автоколебательный элемент не имеет стационарных состояний и постоянно совершает устойчивые автоколебания определенной формы, амплитуды и частоты. Внешнее воздействие способно возмутить эти колебания. По происшествии некоторого времени релаксации, все их характеристики кроме фазы вернутся к своему устойчивому значению, но фаза может измениться. В итоге, в среде из таких элементов распространяются фазовые волны. Это, например, волны в электрогирлянде и некоторых химических средах.

Математическую модель активной среды можно строить на основе свойств отдельных элементов среды, составляя ее из определенным образом связанных клеточных автоматов. Каждый из них имеет конечное множество состояний и совершает переходы между ними по определенным правилам, характерным для элемента среды данного типа. Такие модели называются аксиоматическими. С их помощью был получен ряд качественных результатов, особенно касающихся возбудимых сред, например, наблюдалось образование спиральной волны из плоского фронта со свободным концом. Однако, наблюдать более тонкие эффекты, а тем более добиться количественного соответствия с экспериментальными данными, на таких моделях не удается. Более детальное описание активной среды можно получить, основываясь на дифференциальных уравнениях с частными производными типа реакция-диффузия (РД-системы).

При этом связи между элементами -точками среды описываются диффузионными членами уравнений, а динамика отдельного элемента - реакционными.

Автоволны обладают многими особенностями, делающими их резко отличными от волн в консервативных системах: они не сохраняют энергию, не удовлетворяют принципу суперпозиции, зато сохраняют форму и амплитуду. Для них нет эффектов интерференции и отражения в обычном виде, связанных с принципом суперпозиции. Хотя в некоторых случаях возможны эффекты, похожие на отражение и аннигиляцию солитонов.

Пожалуй, единственное свойство, объединяющее автоволны с линейными волнами - это принцип Гюйгенса, позволяющий говорить также о дифракции автоволн.

Основное уравнение метода диффузии автоволн может быть записано в терминах волнового вектора $\boldsymbol{k}$ и имеет вид [2, 8]:

$$d_t \boldsymbol{k} = \text{grad}\,(-a\,(\boldsymbol{k}^2) + P(\boldsymbol{k}^2)\text{div}\,\boldsymbol{k} + Q(k^2)\,(\boldsymbol{k},\ \text{grad}(\boldsymbol{k}^2))). \qquad (1)$$

Здесь a - частота автоволны, $P(\boldsymbol{k}^2)$ называется коэффициентом поперечной диффузии, а $R(\boldsymbol{k}^2) = P(\boldsymbol{k}^2) + 2\boldsymbol{k}^2 Q(\boldsymbol{k}^2)$ - коэффициентом продольной диффузии. Эти коэффициенты описывают диффузию фазы автоволны обусловленную изменением направления волнового вектора $\boldsymbol{k}$ (поперечная диффузия) и его величины (продольная диффузия). Поперечная диффузия происходит вдоль волнового фронта и определяет зависимость скорости автоволн от кривизны фронта. Продольная диффузия, напротив, происходит вдоль направления волнового вектора в направлении ортогональном к фронту и вместе с дисперсионным членом a отвечает в частности за зависимость скорости от частоты следования волн.

Автоволновые режимы течения пленок оказывают радикальное влияние на интенсивность массообменных процессов. В самых ранних моделях физической десорбции слаборастворимого газа в стекающей пленке ее поверхность считали гладкой, а время контакта фаз — малым, что привело к теории проницания Хигби. Эксперименты и дальнейшие исследования показали, что в действительности коэффициенты массоотдачи для гладкой пленки принимают в несколько раз большие значения, чем предсказанные теорией. Возникло предположение о влиянии обнаруженных на ее поверхности волн на процесс переноса [18].

Экспериментально определена степень увеличения массообмена в ламинарной пленке для регулярных двумерных волн. Показана зависимость массообмена от частоты и скорости волн. Для диапазона Re = 15-53 были найдены частоты волн, при которых достигается максимум массообмена. Было установлено, что в гребне волны происходит циркуляция жидкости, а на поверхности волны находятся две точки, в которых линии тока идут с поверхности пленки внутрь волны. Существующая циркуляция в гребне волны обновляет жидкость вблизи поверхности пленки, что увеличивает растворение газа в промежутке между гребнями. Двумерные волны монотонно увеличивают этот эффект с увеличением высоты и скорости гребней [20].

Установлено, что толщина диффузионного слоя резко уменьшается во впадинах, и именно здесь наблюдается локальный максимум потока массы. Если в какой-то точке поверхности скорость U достигнет значения фазовой скорости c, то пленка будет состоять из волновых ячеек, не зависящих друг от друга в диффузионном отношении.

В общем случае произвольных периодических возмущений интенсификация массообмена на свободной поверхности определяется тремя факторами — скоростью, амплитудой и формой волны. В зависимости от соотношений между этими факторами различные волны могут по-разному влиять на коэффициенты массопереноса, причем как увеличивать их, так и уменьшать. Было показано, что чем больше длина волны (и, соответственно, скорость и амплитуда), тем сильнее интенсифицируется массообмен. В рамках предложенной теории находит объяснение и факт уменьшения массоотдачи при разрушении двумерных периодических волн и превращении их в трехмерные нестационарные возмущения, поскольку при этом нарушается изолированность волновых ячеек. На больших расстояниях от начала участка отношение чисел Шервуда стремится к единице по экспоненциальному закону [18].

Данная теория справедлива лишь для тонких диффузионных слоев и при отсутствии на поверхности точек, где скорость волн равна скорости потока. Как показывают наши расчеты, почти при всех режимах течений существуют такие точки, в которых скорости жидкости и волны равны. Через них насыщенная жидкость с поверхности поступает внутрь волны и предположение о малой толщине диффузионного слоя оказывается неверным.

Исследовалось также влияние поверхностных волн в стекающей пленке на массообмен. Массообмен рассчитывался для естественных волн, развивающихся из малого шума на входе рабочего участка пленки; вынужденных волн первого (близких к синусоидальным) и второго (цепочки солитонов) семейств, а также для регулярных двумерных волн [18, 19].

Естественные волны появлялись в результате развития случайного шума на входе рабочего участка. В динамике поверхностных естественных волн можно выделить несколько характерных об-

ластей: из входа вытекает плоская пленка, из шумов возникают линейные волны с пространственным периодом, соответствующим пространственному периоду волны максимального роста, затем амплитуда волн растет, они становятся нелинейными и начинают образовываться солитоны. Далее идет участок установившихся солитонов с рябью перед гребнем и плоским участком между ними.

Было получено хорошее совпадение с экспериментальными данными [18] (рис. 1). Коэффициент массообмена увеличивается с возрастанием числа Рейнольдса и на экспериментальной кривой при Re = 40~75 существует перелом, где ее наклон резко уменьшается. Отметим разницу в динамике поверхностных волн для чисел Рейнольдса меньше и больше 40. Здесь волны становятся трехмерными, поэтому изменение в наклоне кривой можно связать с изменением волнового режима.

Проводились расчеты для регулярных двумерных волн, которые моделировались периодическими колебаниями расхода жидкости на входе. Из колебаний быстро (на длине одной волны) формировались квазистационарные периодические волны с заданным периодом. Амплитуда колебаний влияет на скорость установления регулярных волн, ее увеличение уменьшает длину начального участка, а следовательно, и его влияние на массообмен. На рисунке 2 показаны контуры и профили вычисленной концентрации.

Было установлено, что для Re = 20 существует три максимума числа Шервуда по частоте колебаний. Один — для волн, близких к синусоидальным и два — для солитонов. Для волн, близких к синусоидальным, число Шервуда линейно уменьшается с увеличением их частоты. Между двумя режимами существует переходный, в котором волны, близкие к синусоидальным, переходят в солитоны. С увеличением числа Рейнольдса один из максимумов массообмена исчезает и остается два максимума, один из которых — для волн, близких к синусоидальным, а другой, больший — для солитонов. Здесь также существует переходный режим, где синусоидальные колебания переходят в солитоны [18, 21].

Для каждого числа Рейнольдса существует частота волн, при которой достигается максимум коэффициента массоотдачи, причем для всех чисел Рейнольдса она относится к третьему семейству (солитоны). Режим течения с этой частотой волн является оптимальным в отношении интенсификации массообмена для данного числа Рейнольдса (рис. 1).

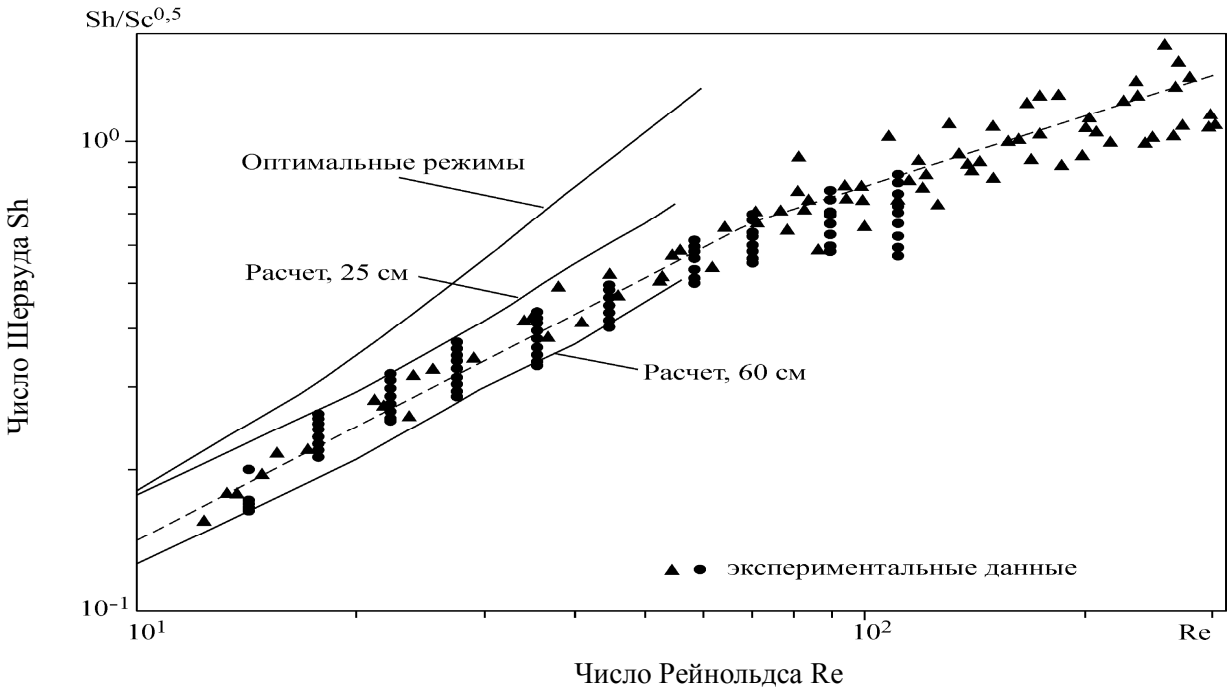
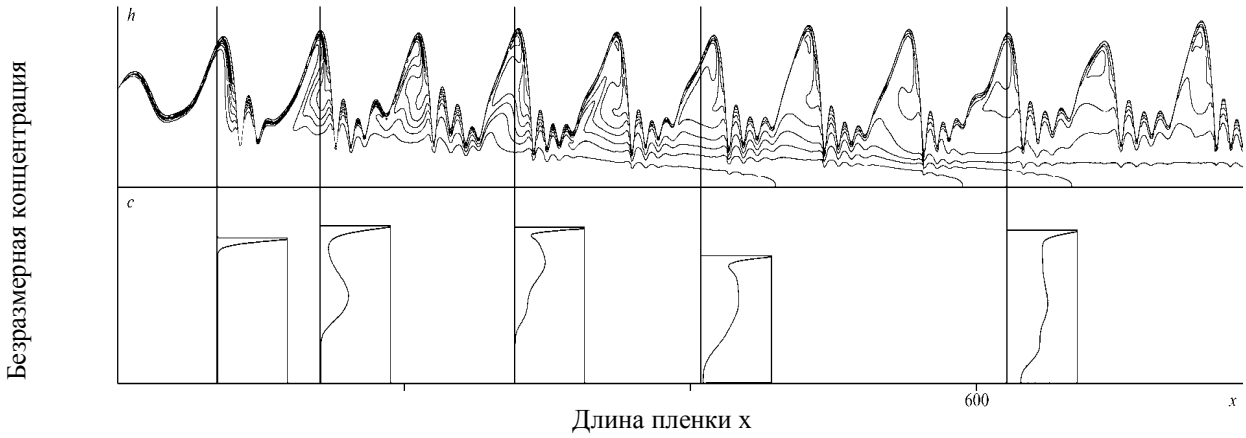


Рис. 1. Интенсификация массообмена естественными и возбужденными волнами



Re=40, частота волн w=0.2(0<*x*<740)

Рис. 2. Характерные контуры и профили распределения концентрации в пленке

Результаты проведенного анализа автоволновых режимов позволяют выделить следующие основные режимы массообмена:

а) при скорости волны большей, чем поверхностная скорость течения жидкости, растворение газа происходит за счет диффузии и нормальной к поверхности составляющей скорости. Течение жидкости сносит растворенное вещество из впадин, где скорость минимальна, в гребни волн, со скоростью потока, наиболее близкой к скорости волны. Здесь происходит накопление растворенного вещества. Максимум потока через поверхность достигается во впадинах, а минимум - на гребнях волн. Величина массообмена зависит от амплитуды и скорости волны;

б) на поверхности пленки существуют точки, где скорость волны меньше поверхностной скорости течения. Тогда и на поверхности волны существуют точки, где скорость потока на поверхности равна скорости волны (точки покоя). При этом верхние, насыщенные газом слои, увлекаются под гребень волны, что приводит к перемещению насыщенного раствора газа в глубь пленки. Таким образом, растворенное вещество не скапливается у поверхности пленки, уменьшая растворение, а попадает в глубь потока.

На обратной стороне волны существует область, в которой жидкость из глубины волны поступает на ее поверхность. При этом на поверхности создаются зоны с низкой концентрацией раствора газа, что резко увеличивает массообмен в этих местах.

Такое увеличение тем сильнее, чем больше насыщенного раствора может попасть под гребень волны, т. е. чем ниже находятся точки, в которых поток с поверхности направляется вглубь волны и чем больше ее амплитуда. При перемещении этих точек на вершину волны данный режим переходит в режим, описанный в пункте а).

в) для режима уединенных волн в гребнях солитонов существуют вихревые движения жидкости, как и во втором режиме, но кроме этого, на массообмен оказывает влияние плоский участок между солитонами. При прохождении волны концентрационный слой перемешивается и в пленке снова начинает формироваться концентрационный пограничный слой.

ЛИТЕРАТУРА

1 *Tyson J.J., Fife P.C.* Target Patterns in a Realistic Model of the Belousov – Zhabotinskii Reaction //J. Chem. Phys. – 1980. – Vol. 73. – P. 2224-2230.

2 Колебания и бегущие волны в химических системах /под ред. Филда Р. и Бургера М. – М.: Мир, 1988. – 720 с.

3 *Fischer R.A.* The Wave of Advantageous Genes //Ann. Eugenics. – 1937. – Vol. 7. – P. 355-359.

4 *Reusser E.J., Field R.J.* The Transition from Phase Waves to Trigger Waves in a Model of the Zhabotinskii Reaction //J. Am. Chem. Soc. – 1979. – Vol. 101. – P. 1063-1068.

5 *Kopell N., Howard L.N.* Horizontal Bands in the Belousov Reactions //Science. - 1973. - Vol. 180. - P. 1171-1178.

6 *Ortoleva P., Ross J.* On a Variety of Wave Phenomena in Chemical Reactions //J. Chem. Phys. - 1974. - Vol. 60. - P. 5090-5096.

7 *Давыдов В.А., Зыков В.С., Михайлов А.С.* Кинематика автоволновых структур в возбудимых средах //УФН.-1991.-Т.161.-С.45-85.

8 *Мержанов А.Г., Руманов Э.Н.* Нелинейные эффекты в макроскопической кинетике //УФН.-1987.-Т.151.-С.553-593.

9 *Кринский В.И., Михайлов А.С.* Автоволны. -М.: Знание, 1984.-64 с.

10 *Hagan P.S.* Spiral waves in reaction-diffusion equations //SIAM J.Appl. Math. -1982.-P.762-781.

11 *Winfree A.T., Strogatz S.H.* 1983. Singular filaments organize chemical waves in three dimensions //I. Geometrically simple waves. Physica.-1983.-D8.-P.35–49.

12 *Winfree A.T., Strogatz S.H.* Singular filaments organize chemical waves in three dimensions //II. Twisted waves. Physica.-1983.-D9.-P.65–80.

13 *Winfree A.T., Strogatz S.H.* Singular filaments organize chemical waves in three dimensions //III. Knotted waves. Physica. -1983.- D9-P.333–345.

14 *Winfree A.T., Strogatz S.H.* Singular filaments organize chemical waves in three dimensions //IV. Wave taxonomy. Physica. -1984.-D13-P.221–233.

15 *Алексеенко С.В., Накоряков В.Е., Покусаев Б.Г.* Волновое течение пленок жидкости. - Новосибирск: ВО Наука, 1992. – 256 с.

16 *Накоряков В.Е., Покусаев Б.Г., Радев К.Б.* Влияние волн на конвективную диффузию газа в стекающей пленке жидкости //Гидродинамика и тепломассообмен течений жидкости со свободной поверхностью. - Новосибирск: Изд. ИТ СО АН СССР, 1985. - С.5-32.

17 *Yoshimura P.N., Nosoko T., Nagata T.* Enhancement of mass transfer into a falling laminar liquid film by two-dimensional surface waves - some experimental observations and modeling //Chem. Eng. Sci. - 1996.-Vol. 51, № 8. - P. 1231-1240.

18 *Гешев П.И., Лапин А.М., Цвелодуб О.Ю.* Тепломассообмен в волновых стекающих пленках жидкости //Гидродинамика и тепломассообмен течений со свободной поверхностью. - Новосибирск: Изд. ИТ СО АН СССР, 1985. - С. 102-119.

19 *Aronson D.G.* Density-Dependent Interaction-Diffusion Systems, in Dynamics and Modelling of Reactrive Systems //Publ. Math. Res. Cent. Univ. Wis. Madison. – 1980. – Vol. 44. – P. 161-176.

20 *Nagasaki T., Akiyama H., Nakagawa H.* Numerical analysis of flow and mass transfer in a falling liquid film with interfacial waves //Thermal Science and Engineering. - 2002. - Vol. 10, № 1.- P. 17-24.

21 *Мусабекова Л.М., Абдураимова Б.К., Оспанова А.О.* О периодических режимах в реакторах с некоторыми автокаталитическими системами //Вестник НАН РК.-2005.-№4.-С.28-32.

Резюме

Статья посвящена анализу известных особенностей протекания автоволновых процессов в химических аппаратах. На основе проведенного анализа автоволновых режимов выделено три основных режима массообмена, учет которых важен при разработке нелинейных моделей для описания формирования и распространения волновых фронтов в реакционно-диффузионных системах.

Summary

The paper is devoted to the analysis of main features of autowave processes in chemical apparatuses. On the base of the spent analysis of autowave regimes three basic modes of heat and mass transfer are established. The obtained results may be of great importance for working out of nonlinear models for the description of formation and distribution of wave fronts in reaction-diffusion systems.

ЮКГУ *Поступила 02.02.12 г.*

УДК 536.248.2

А.А.Генбач, В.О.Байбекова

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭНЕРГООБОРУДОВАНИЯ С ПОРИСТЫМИ МАТЕРИАЛАМИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

На основе пористых систем разработаны новые технические решения, позволяющие эффективно охлаждать горелки ракетного типа, осуществлять очистку микроскопической пыли и газов в пенном кипящем потоке, резко сократить расходы охлаждающей воды, что имеет экологическое значение [1-13].

При этом для высокофорсированного и экономичного проведения процессов в таких устройствах разработана новая пористая система охлаждения, в которой процессы теплообмена реализуются путем парообразования жидкости в пористых структурах, а подвод охлаждающей жидкости производится при комбинированном действии капиллярного и гравитационного потенциала (рис.1). Преднамеренно созданный избыток жидкости в сечении пористой структуры позволяет осуществлять процессы парообразования при вынужденном течении жидкости с недогревом до температуры насыщенного пара. Корпус 1, крышка 2 и вставка 4 выполнялись из нержавеющей стали марки 18Н1ОТ. Вставка 4, шириной $15\cdot10^{-3}$ м, служит для образования канала, по которому пар направлялся к конденсатору. Вода поступала к пористой сетчатой структуре 5 по медным артериям 3. Прижатие структуры к охлаждаемой стенке осуществлялось с помощью перфорированной упругой бронзовой пластины 10, либо структура приваривалась к стенке точечной сваркой. Стекающий избыток жидкости улавливался микроартериями 11 и вновь направлялся к структуре 5, а улавливающий козырек микроартерии препятствовал интенсивному выбросу жидкости. Обогрев стенки производился основным электрическим нагревателем 7. Охранный нагреватель 8 служил для компенсации потерь тепла наружу и быстрого выхода установки на режим.

Для уменьшения тепловых потерь весь тракт движения пара, охлаждающий элемент и конденсатор теплоизолировались асбестом, толщиной $15\cdot10^{-3}$ м, завернутым в стеклоткань марки ВПР-10. Медные электроды были окружены фарфоровыми трубами, покрытыми асбестовой изоляцией.

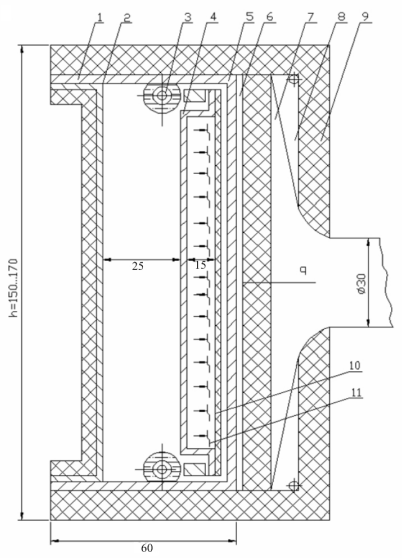


Рис 1. Охлаждающий элемент с пористой структурой:
1- корпус; 2- крышка; 3- трубчатая артерия; 4- вставка; 5- пористая структура; 6- электроизоляция (слюда); 7- основной нагреватель; 8- охранный нагреватель; 9- теплоизоляция; 10- перфорированная прижимная пластина; 11- микроартерия

Основной нагреватель выполнялся из нихромовой фольги, толщиной 0,05; 0,1; 0,3; 0,5; $0{,}7\cdot10^{-3}$ м , или нержавеющей пластины – 1 и $2\cdot10^{-3}$ м. Длина нагревателя составляла (0,05…0,3) м, высота – (0,15…0,7) м. Электрический ток подводился по медным электродам диаметром $30\cdot10^{-3}$ м. Слюда, толщиной $0{,}05\cdot10^{-3}$ м, выполняла роль электроизоляции между стенкой и нихромом. Также

применялся лучистый нагрев и обогрев поверхности непосредственным пропусканием переменного электрического тока через стенку и примыкающую к ней пористую структуру. Структуры набирались из гладких тканных латунных, медных и нержавеющих сеток простого и саржевого переплетений, составляли один, два и три слоя. При изучении начала закипания жидкости число слоев сеток составляло до девяти.

Поверхность охлаждения выполнялась из нержавеющей стали марок 12Х18Н9Т и 18Н1ОТ, латуни Л8О, меди М2, бронзы, никеля, алунда и стекла. Толщина стенки принимала значения: 0,05; 0,1; 0,3; 0,5; 0,7; 1 и $2\cdot10^{-3}$ м.

Визуальные наблюдения за процессами парообразования производились с применением голографической интерферометрии и скоростной киносъемки. Использовалась лазерная установка ЛГ-38 и кинокамера СКС-1М. Экспериментальные установки, условия и методика обработки опытных данных описаны в [2-5].

Перед проведением опытов охлаждаемая стенка и структура подвергались очистке и обезжириванию.

Невязка баланса по подведенному током теплу и теплу, отведенному циркуляционной и избыточной водой с учетом потерь через изоляцию не превышала ±12%.

Невязка баланса по подведенному паром теплу в конденсаторе и теплу, отведенному циркуляционной водой, не превышала ±11%. Невязка материального баланса между расходом охлаждающей жидкости, расходом слива и конденсата не превышала ±10 %.

Опыты проводились с водой для давления (0,01…10) МПа, а также с водным раствором пенообразователя типа ПО-1. Скорость жидкости принимала значения $(1{,}1\cdot10^{-3}…0{,}1)$ м/с, недогрев – (0…20) К, избыток жидкости $m_ж$ составлял (1…14) $m_п$ от расхода пара $m_п$. Тепловая нагрузка – (1…60) $\cdot10^4$ Вт/м^2, температурной напор –(1…60) К, ориентация системы относительно вертикали – (±0… ±90) градусов.

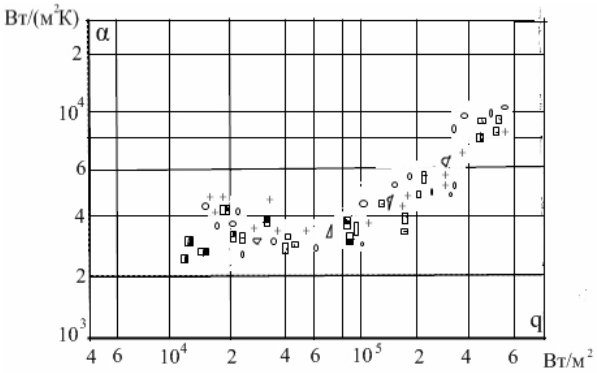


Рис. 2. Зависимость коэффициента теплообмена α, Вт/м^{2}К от плотности теплового потока q, Вт/м^2 для давления Р=0,1 МПа: $m_ж=(1…7{,}5)m_п$; 1 -⊙- сетка 0,14; 2 -△- структура 3х0,14; 3 -◇- сетка 0,28; 4 -⊡- структура 3х0,28; 5 - + - структура 0,08х0,14х0,14; 6 -●- структура 0,08х0,28х0,28; 7 -■-сетка 0,4; 8 -■- структура 2х0,4; 9 -■- структура 2х0,55. Сетка и стенка выполнены из нержавеющей стали

На рис. 2 показано влияние тепловой нагрузки на коэффициент теплообмена в зависимости от вида пористой структуры и избытка охлаждающей жидкости.

Из анализа экспериментальных данных выявлено: для тепловых потоков $q=(1\text{-}8)\cdot10^4$ Вт/м^2 режим кипения – переходной. Для этого режима обнаружено существенное влияние расхода охлаждающей жидкости и вида структуры. Особенно это выражено у сеток с крупным размером ячеек. По своим характеристикам они приближаются к тонкопленочным испарителям. Более позднее закипание жидкости по сравнению с тепловыми трубами обусловлено перераспределением тепловых потоков слива и кипения. Некоторое снижение коэффициента теплообмена с ростом величины q связано с возникающими паровыми пузырями, достигающими определенных размеров, увеличивающих термическое сопротивление пограничного слоя.

Для области развитого пузырькового кипения ($q>8\cdot10^4$ Вт/м^2), вплоть до критических тепловых нагрузок с разрушением стенки, заметного влияния расхода жидкости в пределах его изменения $m_ж=(1…7{,}5)\ m_п$ не обнаружено.

Ограничения в теплопередающей способности системы для различного размера ячеек структуры, как в тепловых трубах, не замечено, поскольку ни возросшее гидравлическое сопротивление структуры, ни уменьшение капиллярной впитываемости не ограничивают поступление расхода жидкости.

Приемлемым вариантом может быть однослойная структура 0.14, либо двухслойная – 0,4 и 0,55, но при этом следует ожидать большего перегрева стенки. Крупные размеры ячеек позволяют снизить требование к очистке жидкости, уменьшают гидрогазодинамическое сопротивление.

Структуры, имеющие неизменный по нормали размер пор, показали высокую эффективность при работе в поле гравитационных сил в отличие от тепловых труб, когда наступал аварийный режим их работы. При передаче $q_{мак}$ не замечено преимуществ анизотропных сетчатых структур над изотропными, как это имеет место в тепловых трубах. Это связано с улучшенной циркуляцией жидкости и пара в структуре, создаваемой избытком жидкости. Возможны и другие вклады в механизм процессов: наличие инерционного эффекта и частичная конденсация паровых пузырей.

В области пузырькового кипения влияние расхода жидкости на величину α незначительное. Однако при относительно малых расходах жидкости обеспечивается надежный теплосъем за счет сохранения устойчивости пульсирующей пленки жидкости, что выгодно отличает систему от тонкопленочных испарителей, в которых происходит разрыв стекающей пленки и появляется необходимость в значительном увеличении расхода (в 100-1000 раз).

Избыток жидкости позволяет [6-8]:

-устанавливать структуры малой толщины, что увеличивает коэффициент теплоотдачи до 80%;

- отводить более высокие величины q за счет интенсивного разрушения и удаления паровых образований из зоны нагрева;

- применять структуры с повышенным размером ячеек с отводом тепла в (3-4) раза большим, чем тепловыми трубами даже без применения интенсификаторов с коэффициентом теплоотдачи, величина которого выше на (30-40)%.

Существенно увеличивать расход охлаждающей жидкости не целесообразно, поскольку происходит перераспределение потоков слива и кипения, что удорожает систему. Поэтому целесообразно ввести понятие оптимального избытка жидкости, при котором устанавливается равномерное температурное поле по высоте и длине теплообменной поверхности.

Оптимальный расход жидкости определяется следующим образом: до величины $q \le 100$ кВт/м^2, расход поддерживается близким к режиму работы тепловых труб при гидравлическом диаметре $в_г$=0,28·10^{-3}м и на 30% для величины $в_г$>0,28·10^{-3}м; при величине q>100 кВт/м^2 превышение расхода жидкости в (1,3…2) раза для величины $в_г \le 0{,}28 \cdot 10^{-3}$м позволяет расширить диапазон отвода величины q в (2 …3) раза по сравнению с тепловыми трубами.

Сравнительная оценка исследованной системы с тепловыми трубами, тонкопленочными испарителями и кипением в большом объеме на гладкой поверхности показала на расширение предела отвода величины q, приближаясь к кипению в большом объеме. Для величины $q \le 80$ кВт/м^2 сказывается влияние толщины пленки. При капиллярном подводе жидкости устанавливается меньшая толщина, что интенсифицирует теплообмен. Большие коэффициенты теплообмена для пористой системы объясняются более интенсивным процессом кипения за счет быстрого перегрева тонкого слоя жидкости и большей плотностью центров парообразования.

При величине $q > 8 \cdot 10^4$ Вт/м^2 толщина пленки в пористой системе оказывает меньшее влияние, а ухудшение теплообмена связано с достижением определенной интенсивности парообразования в структуре, скопления в ней паровых объемов, ограничивающих подвод свежих порций жидкости к поверхности нагрева. Улучшенные теплообменные характеристики исследованной системы в этом случае объясняются ролью сил тяжести. Происходит усиление турбулизации пристенного пульсирующего слоя за счет улучшения циркуляции жидкости и пара в структуре при интенсивном отводе паровых объемов с сохранением высокой устойчивости пульсирующей пленки жидкости и активном заполнении ячеек структуры свежими порциями поступающего теплоносителя.

Тепловая и гидродинамическая устойчивость пристенного слоя определяется наличием пульсирующей жидкостной пленки под паровыми пузырями, через которую тепло передается путем теплопроводности и за счет парообразования переносится в пузыри. Происходит беспорядочная турбулизация пограничного слоя растущими и лопающимися паровыми пузырями. Рост турбулизации пограничного слоя и повышение устойчивости пульсирующей пленки жидкости приводит к увеличению коэффициента теплоотдачи и расширению предела теплопередающей возможности системы [9-10].

Частично оказывает влияние гидродинамическое воздействие потока жидкости на механизм процесса парообразования, облегчая отрыв паровых пузырей раньше, чем они достигнут величины отрывного диаметра. Более того, относительно "холодные" порции жидкости из ядра стекающего потока, устремляясь к стенке, вытесняют двухфазную смесь, снижая ее толщину и термическое сопротивление. При достижении определенных перегревов жидкости происходит потеря устойчивости пристенного пульсирующего слоя, запирание паровыми пузырями ячеек сетки и прекращение доступа жидкости к обогреваемой зоне. Резкий рост термического сопротивления приводит к перегреву стенки вплоть до ее пережога [11-13].

Меньшая интенсивность теплообмена исследованной системы по сравнению с кипением в большом объеме может быть объяснена теорией микрослоевого испарения, когда основная доля тепла подводится к основанию паровых пузырей и расходуется на испарение в пузыри. В исследованной системе это величина пропорциональна температурному напору $\Delta T=T_{ст}-T_{н}\sim\Delta T^2$. Конвективная же составляющая переноса тепла пренебрежимо мала, что и снижает темп роста теплового потока.

Ряд охлаждаемых конструкций в теплотехнических устройствах располагается в гравитационном поле наклонно. Поэтому исследовано влияние ориентации поверхности на теплообмен. Угол наклона изменялся в пределах от 0 до ± 90 град., где знак "-" - выход пара против направления сил тяжести. Изучались структуры с максимальным (0,08·0,14·0,4) и минимальным (3·0,4) капиллярным потенциалом.

Наибольшая интенсивность получена при угле наклона $\beta=0$ (вертикальное положение). В то же время не обнаружено заметного отличия в интенсивности теплообмена при углах наклона до ±45 град. для всех структур. При углах наклона до ±75 град. влияние ориентации очень слабое, что объясняется облегченным возникновением в граничном слое дополнительных вторичных течений за счёт массовых сил, разрушающих паровые конгломераты.

При больших углах наклона зависимости носят ярко выраженный характер, особенно для структур с малым капиллярным потенциалом. Этим подтверждается то, что силы тяжести – основные транспортные, а капиллярные – служат для равномерного распределения жидкости по порам и капиллярам структуры, и чем большим капиллярным потенциалом обладает структура, тем равномернее распределение температур в стенке при различных величинах q.

Сравнение с тепловыми трубами для $q>100$ кВт/м^2 показывает, что интенсивность в тепловых трубах ниже на 40%, либо они не работоспособны. При $q<20$ кВт/м^2 тепловые трубы имеют большую интенсивность. В области $(2\ldots10)\cdot10^4$ Вт/м^2 наблюдается удовлетворительное согласование опытных данных.

Для различных технических устройств и систем, разработанных авторами, предложена и исследована новая пористая система охлаждения, в которой подвод охлаждающей жидкости производят при комбинированном действии капиллярных и гравитационных сил. Поверхность охлаждения выполнялась из нержавеющей стали, латуни, меди, бронзы, никеля, алунда и стекла. Толщина стенки составляла $(0{,}05\ldots2)\cdot10^{-3}$ м. Визуальные наблюдения проводились с применением голографической интерферометрии и скоростной киносъемки с использованием лазерной установки ЛГ-38 и кинокамеры СКС-IM. Опыты проводились с водой при давлениях (0,01…10) МПа, недогреве – (0…20) К, избытке жидкости – (1…14) от расхода пара, тепловой нагрузке – $(1\ldots60)\cdot10^4$ Вт/м^2, температурном напоре – (1…60) К и ориентации системы – (±0…±90) градусов. Проведенные исследования выявили две области процесса парообразования жидкости и влияние режимных и конструктивных характеристик на интегральные и термогидравлические характеристики. Установлен оптимальный расход охлаждающей жидкости и наиболее эффективный вид сетчатой пористой структуры. Визуальные наблюдения позволили описать физическую картину протекающих процессов и обобщить опытные данные по внутренним характеристикам и отводимым тепловым потокам с точностью ±20% в зависимости от теплофизических свойств жидкости, стенки, температурного напора, избытка жидкости, вида пористой структуры и теплообменной стенки.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Тонконогий А.В., Генбач А.А*. Сравнительный анализ работы капиллярно-пористых систем// Известия вузов. Энергетика. – 1980. №9. – С.120 -122.

2. *Поляев В.М., Генбач А.А.* Плотность центров парообразования и выброс капель из пористой структуры // Известия вузов. Машиностроение.-1990.№9.-С.50-55.

3. *Поляев В.М., Генбач А.А.* Отрывной диаметр и частота отрыва паровых пузырей в пористых структурах // Вестник МГТУ. Соз. Машиностроение.-1990.№1.-С69.-72.

4. *Поляев В.М., Генбач А.А.* Начальная область парообразования в пористых структурах, работающих с избытком жидкости // Известия вузов. Энергетика.-1991.№2.-С.84-87.

5. *Поляев В.М., Генбач А.А.* Управление внутренними характеристиками кипения в пористой системе // Криогенная техника и кондиционирование: Сборник трудов МГТУ.-М,1991.-с.224-237.

6. *Поляев В.М., Генбач А.А.* Применение пористой системы в энергетических установках// Промышленная энергетика.- 1992. №1.- с.40-43.

7. *Поляев В.М., Генбач А.А.* Расчёт тепловых потоков в поритой системе охлаждения// Известия вузов. Авиационная техника.-1992.№2.-с.71-74.

8. *Поляев В.М., Генбач А.А., Бочарова И.Н.* Влияние давления на интенсивность теплообмена в пористой системе // Известия вузов. Машиностроение.-1992.№4-6.-С.68-72.

9. *Поляев В.М., Генбач А.А.* Паросодержание над греющей поверхностью, покрытой пористой структурой // Теплообмен и трение в двигателях и энергетических установках летательных аппаратов: Сб. Трудов КАИ. - Казань, 1992.-С.70-76.

10. *Поляев В.М., Генбач А.А., Бочарова И.Н.* Интенсификация теплообмена и расширение теплопередающих возможностей пористой системы// Вестник МГТУ.Сер.Машиностроение.-1993.№1.-С.78-84.

11. *Генбач А.А., Генбач Н.А., Голованов А.П.* Описание процесса теплообмена в пористой системе // Известия вузов. Энергетика.-1993.№7-8.-С.77-80.

12. *Polyaev V., Genbach A.* Heat Transfer in a Porous System in the Presence of Both Capillary and Gravity Forces//Thermal Enginering.-M.,1993.V.40,n.7.-P.551-554.

13. *Polyaev V., Genbach A., Genbach A.* Methods of Monitoring Energy Process//Experimental thermal and fluid science, International of Thermodynamics, Experimental Heat Transfer, and Fluid Mechanics, avenue of the Americas.-New York,1995.V.10, april.-P.273-286.

Резюме

Авторлармен электр стансалардың әртүрлі жабдықтары үшін жаңа кеуекті салқындату жүйесі жасалған. Салқындатушы сұйықтың берілуі араласқан кеуектікті және гравитациялық потенциал кезінде жүзеге асырылады. Тәжірибеде кеуектік құрылыс түрі, сұйықтың артықтығы, қыздырғыштың өлшемдері және материал қалыңдығы өзгерді. Теңесуліктің үйлеспеушілігі ±12% аспады. Жылуалмасудың үш аймағы айқындалды. Тиімді сұйық шығындары және құрылым түрлері анықталды. Жылуалмасу құбылысының механизмі ұсынылды.

Summary

For the various equipment of power stations authors develop new porous system of cooling. A supply of a cooling liquid make at the compined action of capillary and gravitational potential. In experiences the thickness, a material and the sizes of a heater, surplus of a liquid, a kind of porous structure changed. It is nonvis cous balance didn't exceed ±12%. Three areas of heat exchange are revealed. The optimum expense of a liquid and a structure kind is defined. The mechanism of process of heat exchange is offered.

Поступила 10.02.12 г

Т.У. Камбаков, А.З. Казангап, С.С. Алтенов

ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ПОВЫШЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ ЗАКАЧКЕ ЖИДКОСТИ С РАСТВОРЕННЫМИ РАДИОАКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ В ПЛАСТ

Введение

Считается, что пласт имеет бесконечно большую теплопроводность в вертикальном направлении, а теплопроводность пласта в направлении его простирания считается конечной, совпадающей с теплопроводностью реального пласта. Породы считаются термически изотропными с реальным значением коэффициента теплопроводности.

Рассмотрим задачу о распространении радиоактивных примесей в пористом глубоко залегающем пласте, в который закачивается жидкость с растворёнными радиоактивными веществами. Такая задача является фундаментальной для подземного захоронения радиоактивных отходов и отходов химических производств.

Одним из способов прогнозирования динамики поведения радиоактивных и химических примесей в глубокозалегающих пластах, является исследование их температурных полей. Современные

приборы и методики измерения температуры позволяют проводить оперативные измерения с точностью, превосходящей тысячные доли градуса.

Соответствующие температурные аномалии возникают как за счет отличия температуры закачиваемой жидкости от естественной температуры пластов, так и за счет энергии, выделяющейся при распаде радиоактивных веществ.

Математическая модель.

На рис. 1.1 представлена геометрия задачи в цилиндрической системе координат, ось *z* которой совпадает с осью скважины. Среда представлена тремя областями с плоскими границами раздела $z = \pm h$. Закачка примесей в область $-h < z < h$ производится из скважины радиуса r_0; покрывающий (кровля) и подстилающий (подошва) пласты считаются непроницаемый жидкость; средняя область толщины $2h$ является пористой; все пласты считаются однородными и анизотропными по теплофизическим свойствам.

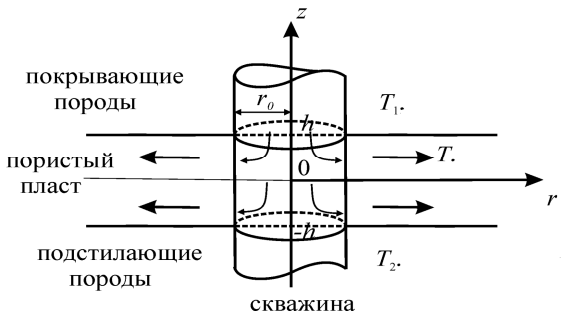


Рис. 1.1. Геометрия задачи теплопереноса

Через скважину малого (по сравнению с расстоянием до точки наблюдения) радиуса r_0 в горизонтальный бесконечный пласт толщиной $-h < z_{\mathrm{d}} < h$ закачивается вода с радиоактивным загрязнителем.

В поступающей в пласт жидкости (при $r \le r_0$) поддерживаются постоянная температура $T_0(t)$ и концентрация примеси $\rho_0(t)$. В общем случае температура и концентрация загрязнителя в пласте изменяются за счёт конвективного переноса вдоль направления r, радиальной теплопроводности и диффузии вдоль r, теплопроводности и диффузии вдоль z, за счёт наличия тепловых источников и источников концентрации (в нашем случае такими источниками является радиоактивный распад загрязнителя).

В окружающих средах имеет место теплопроводность и диффузия вдоль z и радиальная теплопроводность и диффузия вдоль r. В пласте концентрация примеси - ρ, температура – T_{d}, коэффициент диффузии вдоль z равен D_z, $\rho^*_{1\mathrm{d}}$, $\rho^*_{2\mathrm{d}}$ – плотности пластов, кг/м^3;коэффициент теплопроводности – λz, коэффициент радиальной диффузии – D_r, α – постоянная радиоактивного распада, с$^{-1}$;. коэффициент радиальной теплопроводности – λr, L – удельная теплота радиоактивного распада, Дж/кг; в покрывающих пласт породах соответственно – c_1 $T_{\mathrm{d}1}$, D_{z1}, λ_{z1}, D_{r1}, λ_{r1}, в подстилающих породах – ρ_2, $T_{\mathrm{d}2}$, D_{z2}, $\lambda z2$, D_{r2}, $\lambda r2$. Кроме того, постулируются условия равенства температур и концентраций, а также плотностей тепловых и диффузионных потоков на границах соприкосновения, накладываются начальные и граничные условия. В начальный момент времени *везде* и в бесконечно удалённых точках *всегда* концентрации примеси в пласте и в окружающих средах равны нулю.

Математическая постановка задачи теплопереноса для всех областей, таким образом, включает уравнение теплопроводности с учётом радиоактивного распада в покрывающем

$$c_1 c^*_{d1}\frac{\partial T_{d1}}{\partial \phi}-\lambda_{z1}\frac{\partial^2 T_{d1}}{\partial z_d^2}-\lambda_{r1}\frac{1}{r_d}\frac{\partial}{\partial r_d}\left(r_d\frac{\partial T_{d1}}{\partial r_d}\right)=\alpha L c_{d1},$$
$$\phi>0,\quad r_d>0,\quad z_d>h \tag{1}$$

и подстилающем

$$c_2 c^*_{d2}\frac{\partial T_{d2}}{\partial \phi}-\lambda_{z2}\frac{\partial^2 T_{d2}}{\partial z_d^2}-\lambda_{r2}\frac{1}{r_d}\frac{\partial}{\partial r_d}\left(r_d\frac{\partial T_{d2}}{\partial r_d}\right)=\alpha L c_{d2},$$
$$\phi>0,\quad r_d>0,\quad z_d<-h \tag{2}$$

пластах, а также уравнение конвективного переноса с учётом радиоактивного распада в пористом пласте

$$c c^*_d\frac{\partial T_d}{\partial \phi}+c_l c_l\frac{v'_0 r_0}{r_d}\frac{\partial T_d}{\partial r_d}-\lambda_z\frac{\partial^2 T_d}{\partial z_d^2}-\lambda_r\frac{1}{r_d}\frac{\partial}{\partial r_d}\left(r_d\frac{\partial T_d}{\partial r_d}\right)=$$
$$=\left[(1-m)K_r+m\right]\alpha L c_d,\qquad \phi>0,\quad r_d>0,\quad |z_d|<h. \tag{3}$$

Сомножитель при $\partial T_d/\partial r_d$ во втором слагаемом в левой части уравнения (3) в развёрнутом виде

$$(m c_l\rho_l)\frac{w_0 r_0}{r_d}=(m c_l\rho_l)\frac{v'_0 r_0}{m r_d}=c_l\rho_l\frac{v'_0 r_0}{r_d}.$$

Условия сопряжения включают в себя равенство температур

$$T_d\big|_{z_d=h}=T_{d1}\big|_{z_d=h},\quad T_d\big|_{z_d=-h}=T_{d2}\big|_{z_d=-h} \tag{4}$$

и потоков тепла на границах раздела пластов

$$\lambda_z\frac{\partial T_d}{\partial z_d}\bigg|_{z_d=h}=\lambda_{z1}\frac{\partial T_{d1}}{\partial z_d}\bigg|_{z_d=h},\quad \lambda_z\frac{\partial T_d}{\partial z_d}\bigg|_{z_d=-h}=\lambda_{z1}\frac{\partial T_{d2}}{\partial z_d}\bigg|_{z_d=-h} \tag{5}$$

а условия сопряжения, граничные и начальные условия принимают вид

$$T\big|_{z=1}=T_1\big|_{z=1},\quad T\big|_{z=-1}=T_2\big|_{z=-1}, \tag{6}$$

$$\frac{\partial T}{\partial z}\bigg|_{z=1}=\Lambda_0^1\frac{\partial T_1}{\partial z}\bigg|_{z=1},\quad \frac{\partial T}{\partial z}\bigg|_{z=-1}=\Lambda_0^2\frac{\partial T_2}{\partial z}\bigg|_{z=-1}, \tag{7}$$

$$T\big|_{r=0}=1, \tag{8}$$

$$T\big|_{t=0}=0,\quad T_1\big|_{t=0}=0,\quad T_2\big|_{t=0}=0, \tag{9}$$

$$T\big|_{r\to+\infty}=0,T_1\big|_{r+z\to+\infty}=0,T_2\big|_{r+|z|\to+\infty}=0 \tag{10}$$

Заключение

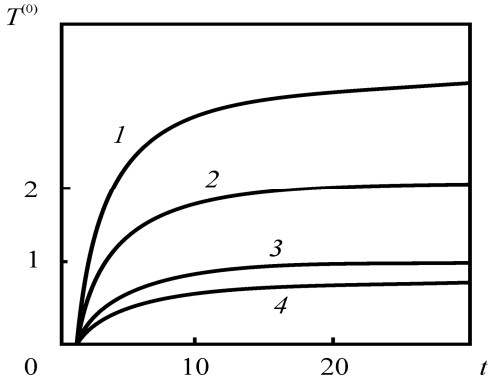


Рис 1.2. Зависимость в нулевом приближении температуры в пористом пласте от времени при фиксированной точке наблюдения *r*=20. Графики построены для различных значений активностей раствора (Ки/л): *1* ~ 0.1, *2* – 0.05, *3* – 0.01, *4* – 0

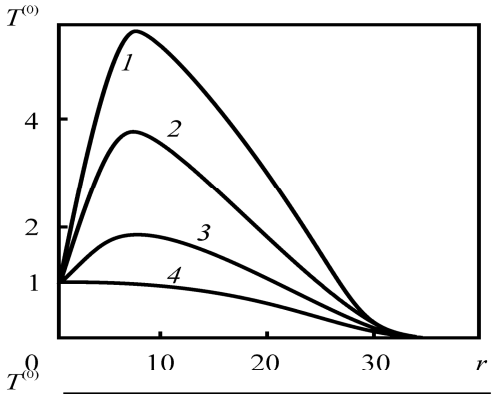


Рис 3.2. Зависимость в нулевом приближении температуры в пористом пласте от расстояния до оси скважины для момента времени *t*=0.3. Графики построены для постоянной распада At =0.3 и для различных значений Θ: *1* – Θ = 50, *2* – 30, *3* – 10, *4* – 0.

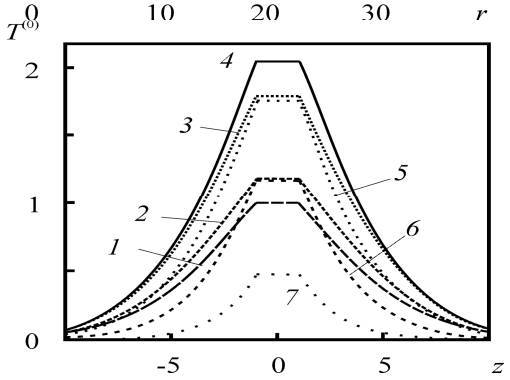


Рис. 3.3. Зависимость нулевого приближения температуры от вертикальной координаты, для момента времени *t* = 10. Графики построены для постоянной распада At = 0.3 и для различных значений *r*: *1* – *r* = 0, *2* – 1, *3* – 5, *4* – 10, *5* – 20, *6* – 30, *7* – 40.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Михайличенко, И.Н. и др.* Температурные поля при закачке водных растворов радиоактивных примесей в подземные горизонты / Филиппов А.И., Михайлов П.Н., Михайличенко И.Н. // Обозрение прикладной и промышленной математики / Тезисы докладов V Всероссийского симпозиума по прикладной и промышленной математике. – М., 2004. – Т. 11, – В.3. – С. 596 – 597.

2. *Михайличенко, И.Н.* Расчет полей концентрации при подземном захоронении растворенных радиоактивных веществ / Д.А. Гюнтер, И.Н. Михайличенко // Региональная школа – конференция молодых учёных: тезисы докладов. – Уфа: Гилем, 2006. – С. 44 – 45.

3. *Тихонов А. Н., Самарский А. А.* Уравнения математической физики.– М.: Наука, 1972.– 376 с.

4. *Рубинштейн Л.И.* Температурные поля в нефтяных пластах.– М.: Недра, 1971. – 387 с.

5. *Мошинский А. И.* Об уточнении условия типа “Тепловая ёмкость”, применяемого в задачах тепломассопереноса // ТВТ. – 1997. – Т. 35. – № 1. – С. 160–162.

Резюме

Бұл жұмыста жердің кеуекті қабатына құрамында радиоактивті қалдықтар араласқан сұйықтықты айдағанда қабат температурасының өзгеру көрсеткішінің теориялық түрде есептеу нәтижелері келтірілген.

Айдалған сұйықтықтың кеуекті ортаға таралуы бойынша қабаттың жылу өткізгіштігі сонымен қатар, қабаттың жабынды жыныстары мен табан жыныстарына әсері көрсетілген.

Summary

In this paper we present the results of calculations of temperature change rates in the form of theoretically distillation of radioactive impurities in the liquid layers of porous earth. Dissemination in the environment of the porous layers of the earth shows the thermal conductivity of the liquid distilled layer, and the effects of breed coating layer and the low ground covers.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 10.03.12 г.*

Т. Абаканов, А.Т. Абаканов, И.Н. Дюсембаев

ОЦЕНКА СЕЙСМИЧЕСКОЙ И ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ КАПЧАГАЙСКОЙ ГЭС

В 1965 г. решением Совета Министров Казахской ССР была образована дирекция строящейся Капчагайской ГЭС, в 1969 г. закончено строительство по созданию русловой и логовой плотин, ввод в эксплуатацию производился за период с 1970 по 1971 г. с последовательным запуском четырех гидроагрегатов, окончательное завершение строительство Капчагайской ГЭС состоялось в 1980 г.

Созданная плотина Капчагайской ГЭС образует Капчагайское водохранилище многолетнего регулирования объёмом 28,14 миллиарда кубических метров.

Мощность Капчагайской ГЭС составляет 364 МВт, при среднегодовой выработке в 972 миллиона кВч. В производственном здании ГЭС установлены четыре вертикальных гидроагрегата с поворотно-лопастными двухперовыми турбинами ПЛ-50/642-В-650, работающими при расчетном напоре воды 40,9 м и гидрогенераторы СВ1225/130-56 мощностью по 91 МВт при максимальной мощности 108,5 МВт /1/.

В программу многофакторного исследования гидротехнических сооружений Капчагайской ГЭС входили следующие задачи /1/:

- Экспериментальное обследование железобетонного крепления верхнего откоса логовой плотины от гребня до бермы с оценкой его прочности, устойчивости и эксплуатационной надежности;
- Водолазное визуальное обследование с проведением видеосъемки подводной части зуба на верхнем бьефе логовой плотины с оценкой его прочности, устойчивости и эксплуатационной надежности;
- Геодезическое обследование грунта на смещение и осадку низового откоса логовой плотины;
- Обследование скального останца с дренажной штольней и дренажной галереи на водопроницаемость с оценкой его прочности, устойчивости и эксплуатационной надежности;
- Обследование и испытание бетона основных конструкций входных оголовков эксплуатационных водосбросов с оценкой их прочности, устойчивости и эксплуатационной надежности;
- Обследование бетона туннелей эксплуатационных водосбросов с оценкой их прочности, устойчивости и эксплуатационной надежности;
- Обследование технического состояния водозаборных сооружений и арматуры с контролем за состоянием металла;
- Выполнение геодезических обследований объектов ГЭС с определением смещений осадок грунта;
- Обследование правого берега отводящего канала на предмет размыва;
- Водолазное обследование водобойной плиты на наличие подмыва с оценкой ее прочности, устойчивости и эксплуатационной надежности, с видеосъемкой;
- Водолазное обследование состояний подводной части входных оголовков гидроагрегатов №1, 2, 3, 4 с проведением подводной видеосъемки;
- Водолазное обследование отсасывающих труб и железобетонной облицовки отводящего канала ГЭС;

- Обследование бетона турбинных водоводов гидроагрегатов № 2, 3 и камеры рабочего колеса, с оценкой их прочности, устойчивости и эксплуатационной надежности.

Реализация поставленных задач выполнялись в 2011 году ТОО «Институт сейсмологии» с привлечением специалистов из КазНТУ имени Сатпаева, водолазов и геологов.

Целью работы являлось определение эксплуатационной и сейсмической надежности сооружений и конструкций ГЭС.



Рис. 1. Космический снимок гидротехнические сооружения Капчагайской ГЭС.

Гидротехническое сооружение Капчагайской ГЭС расположено на реке Или в начале Капчагайского ущелья в Алматинской области (рисунок 1), ГЭС построена по плотинному типу /2/. В состав исследованных объектов гидротехнического сооружения входят:

– русловая плотина, намытая из эоловых песков, длиной по гребню 470 м, высотой 50 м и шириной по основанию плотины 450 м;

– логовая плотина из щебнистых и песчано-супесчаных грунтов длиной по гребню 370 м, высотой 56 м и шириной по основанию 270 м;

– монтажная площадка, состоящая из четырех агрегатных секций;

– турбинные водоводы №1–№4, водоприемники к турбинным водоводам;

– эксплуатационные водосбросы №1 и №2;

– площадка водозаборных сооружений, в состав которой входят насосная, резервуар, глубинные скважины.

Для оценки прочности бетона вышеизложенных объектов были проведены испытания неразрушающим методом ударного импульса с применением электронного измерителя прочности бетона ИПС-МГ4.03 и эталонного молотка Кашкарова /3/, для обнаружения и распознавания арматуры в бетоне монолитных железобетонных конструкций использовалась портативная системы Ferroscan /4/.

На рис. 2-а показан фрагмент сканирования одной из железобетонных плит размерами 10х10м логовой плотины, которая показывает наличие арматуры в бетоне на глубине от 60мм до 100мм с длиною сканирования 9 метров участка плиты. Данный вид сканирования по длине, предназначен для определения количество арматуры с определенным шагом в железобетонных конструкциях и носит информативных характер для возможности сопоставления результата сканирования с чертежами конструкции. На рисунке 2-б показан фрагмент сканирования железобетонной конструкции с точным определением сетки армирования. Данный способ сканирования позволяет определить шаг вертикальной и горизонтальной арматуры с определением глубины залегания и диаметра стержня. В случае, когда тяжело определить шаг армирования через более точный снимок применяют сканирование по длине.

а) б)

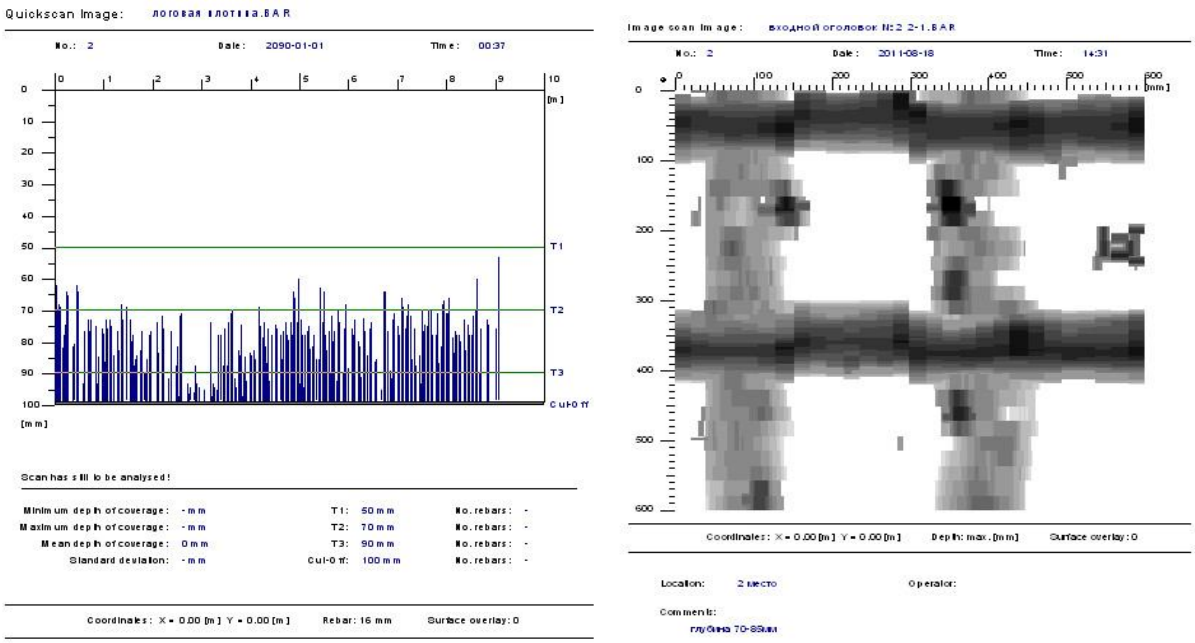


Рис. 2. Данные обнаружения и распознавания арматуры в железобетонной конструкции.
а - для логовой плотины; б - для входного оголовка эксплуатационного водосброса

а) б) в)

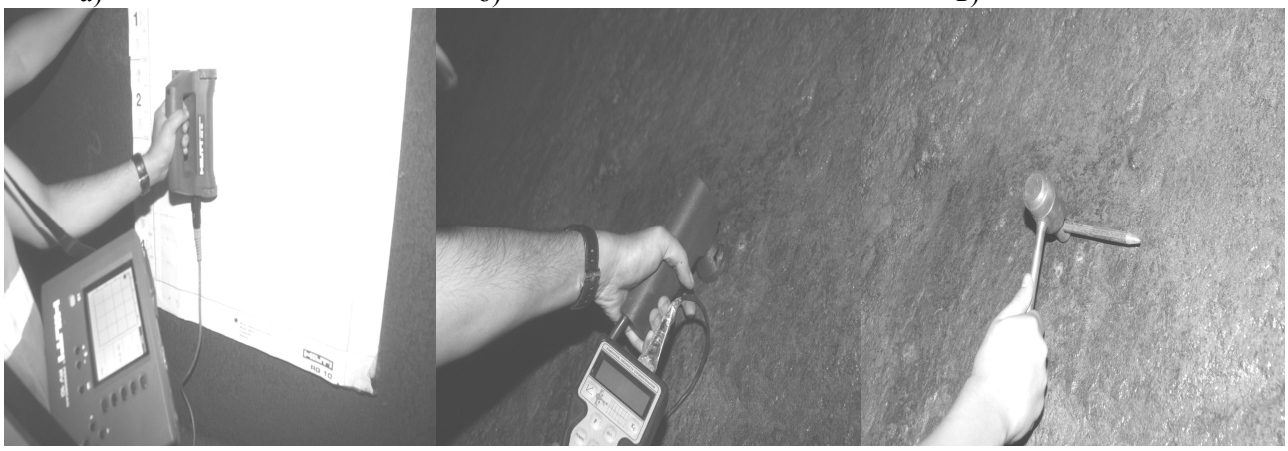


Рис. 3. Оценка прочности обделки камеры гидроагрегата №3
а - обнаружение и анализ арматуры с использованием портативной системы (Ferroscan FS 10); б - проверка прочности методом ударным импульсам ИПС-МГ4.03; в - проверка прочности ударным способом молотком Кашкарова

В качестве примера анализа прочности бетона неразрушающим ударным импульсным методом в табл. 1 и 2 показаны результаты определения прочности бетона в конструкции турбинного водовода гидроагрегата №2 тоннеля.

Таблица 1. **Прочности бетона определенные по ИПС-МГ4.03**

Участок туннеля № места	R, МПа	Класс, В	Марка
1	21,9	15	350
2	31,3	25	300
3	34,5	27,5	400
4	28,6	22,5	350
5	40,6	30	400

Таблица 2. **Прочности бетона определенные эталонным молотком Кашкарова**

Участок туннеля, № места	R, МПа	кгс/см^2	Класс В	Марка
1	24,5	250	20	250
2	28,65	292,5	22,5	300
3	31,7	323	25	350
4	25,45	259,5	22,5	300
5	37,67	384	30	400

Дополнительно для объекта логовой плотины и основных конструкций входных оголовков эксплуатационных водосбросов были произведены определение прочности бетона монолитных железобетонных конструкций по выбуренным образцам с испытанием на сжатие гидравлической разрывной машиной ГРМ – 50, результаты которого приведены в табл. 3.

Таблица 3. **Прочность бетона в монолитных конструкциях**

Место взятия образца	Возраст бетона, сутки	H, см	D, см	H/D	η	P, кгс	A, см^2	$R^{обр}$, кгс/см^2	α	$R= R^{обр}\ \alpha\ \eta$, кгс/см^2	$R_{ср}$ кгс/см^2
Плита 1В	>90	10,1 5,7 6,0	5,4	1,87 1,06 1,11	1,19 1,04 1,04	5540 4500 5200	22,9	242 196 227	1,03 1,07 1,07	297 218 253	256
Плита 3В	>90	7,0 9,9	5,4	1,30 1,83	1,10 1,18	5750 5300	22,9	251 231	1,03 1,03	284 281	282
Плита в воде	>90	10,0 10,5	5,4	1,85 1,94	1,19 1,19	5650 5700	22,9	247 249	1,03 1,03	303 305	304
холостой водосброс	>90	9,8 9,1	5,4	1,81 1,68	1,18 1,16	5550 5950	22,9	242 260	1,03 1,03	294 311	302

Обозначение:

$R = R^{обр} \cdot \alpha \cdot \eta = P/A \cdot \eta \cdot \alpha$, где

R – прочность образца базового размера и формы (куб 150х150х150), кгс/см^2;

$R^{обр}$ – прочность образца испытанного на сжатие, кгс/см^2;

P – разрушающая нагрузка, кгс;

A – площадь поперечного сечения цилиндра, см^2;

H – высота цилиндра, см;

D – диаметр цилиндра, см;

η – коэффициент, учитывающий отношение высоты цилиндра к его диаметру, принимаемый при испытаниях на сжатие по табл. 2, ГОСТ 28570-90./5/

α – масштабный коэффициент, по табл.5 ГОСТ 28570-90./5/

ВЫВОДЫ

Данная методика применялась для всех обследуемых объектов ГЭС, включая проверку состояния металлических конструкций водозаборных сооружений: механизмов подъема, тросов, шандор и шлюзов, сороудерживающих решеток, металлических обрамлений камер гидроагрегатов и арматур конструкций.

В результате проведении инженерных обследований были выявлены дефекты в конструкциях, которые могут повлиять на эксплуатационную и сейсмическую нагрузку устойчивость ГЭС. Прочность бетона в конструкциях сооружений в целом соответствует проектным, которые были учтены в годы строительства. По туннелям выходной части эксплуатационных водосбросов были выявлены трещины, протеки и выщелачивание бетона, а также локальные разрушения бетона от вымывания. В камерах гидроагрегатов 2 и 3 были выявлены трещины в бетоне и существенные протеки воды сквозь трещины в железобетонных обделках тоннелей. В бетоне плит логовой плотины местами были выявлены незначительные трещины, которые не влияют на устойчивость конструкции плотины.

В связи с тем, что конструкции важнейших производственных объектов ГЭС: входных оголовков гидроагрегатов №1, 2, 3 и 4 и эксплуатационных водосбросов №1 и 2 имеют значительный срок эксплуатации, необходимо произвести комплексное усиление их технического состояния, а также расчет сейсмостойкости с учетом существующих сейсмогенерирующих зон.

ЛИТЕРАТУРА

1. Отчет по программе: Проведение многофакторного обследования водохозяйственных систем и сооружений Капчагайской ГЭС. Институт сейсмологии. Алматы 2011. , С18-20.

2. Технический паспорт гидротехнических сооружений Капчагайской ГЭС// Мин. Топливо и энергетики РФ. Москва 1993., С 27.

3. Рекомендации по определению прочности эталонным молотком Кашкарова по ГОСТ 22690.2-77 // Москва Стройиздат 1985.

4. Руководство по программному обеспечению для Ferroscan FS10 версия 4. // Компания Hilti. Лихтенштейн 1999.

5. Бетоны. Методы определения прочности по образцам, отобранным из конструкций ГОСТ 28570-90

Резюме

Су электр станциясының пайдаланымдық және сейсмикалық беріктігін анықтау үшін, оның құрамындағы нысандар мен құрылымдардың техникалық жағдайлары зерттелген.

Summary

Investigated and determined the seismic and operational reliability of the current technical conditions of constructions and structures related to the hydropower station.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 06.02.12 г.*

УДК 658.567.1 (043)

С.С. Ажибекова, Г.Х. Керейбаева

СПОСОБЫ УТИЛИЗАЦИИ БУРОВЫХ ОТХОДОВ

Экологические проблемы освоения нефтяных и газовых месторождении очень актуальны в настоящее время. Нефтяные загрязнения наносят непоправимый вред окружающей среде.

На современном этапе развития технологии нефтедобычи при эксплуатации нефтяных месторождений образуются большие объемы отходов.

Наибольшую опасность для объектов природной среды представляют производственно-технологические отходы бурения, которые накапливаются и хранятся непосредственно на территории буровой. В своем составе они содержат широкий спектр загрязнителей минеральной и органиче-

ской природы, представленных материалами и химреагентами. На 1 $м^3$ отходов приходится до 68 кг загрязняющей органики, не считая нефти и нефтепродуктов и загрязнителей минеральной природы.

Традиционно складирование отходов буровых шламом происходит в прискважинных шламовых амбарах или производится на централизованном полигоне, предназначенном для сбора, обезвреживания и захоронения токсичных отходов бурения. Строительство амбаров практически заключается в выемке определенного объема грунта и обваловании полученного котлована, дно котлована должно быть гидроизолировано. Практика показывает, что гидроизоляция дна и стенок амбара производится не всегда. При такой конструкции практически невозможно избежать фильтрации жидкой фазы и попадания ее на окружающую среду.

По мере хранения отходы в амбаре «стареют» вследствие испарения легких фракций углеводородов, увеличения доли смол, асфальтенов, парафинов, механических примесей. Это обуславливает широкий диапазон изменения физико-химических свойств нефтешламов и стойкости образования этих эмульсий. Накапливаясь и хранясь в земляных амбарах, нефтешламы негативно влияют на окружающую среду.

В последние годы нефтедобывающими предприятиями в производство внедряются различные технологические решения, направленные на утилизацию отходов бурения.

Среди существующих методов разделения нефтешламов с целью утилизации существует метод центрифугирования нагретого нефтешлама, экстракции, гравитационного уплотнения, вакуумфильтрации, фильтропрессования, замораживания и др.

Наиболее перспективным является центрифугирование с использованием флокулянтов. Центрифугированием можно достичь эффекта извлечения нефтепродуктов на 85 %, мехпримесей – на 95 %. При реагентной обработке нефтешламов изменяются их свойства: повышается водоотдача, облегчается выделение нефтепродуктов. Вода пригодна для последующей биологической очистки; отделенная нефть может быть использована в технологических целях, обезвоженный осадок – для производства строительных материалов.

В мире существует много различных технологий по уничтожению твердых бытовых и производственных отходов при высоких температурах. Но среди них нет безотходных и экономически рентабельных. Все они выделяют в окружающую среду вредные вещества, имеют собственные отходы. Все действующие и проектируемые предприятия по уничтожению производственных отходов при высоких температурах обладают общими недостатками. Ни в одном из них не предусмотрены контроль регулирования процесса горения органических компонентов отходов после воспламенения в высокотемпературной зоне агрегата. Не предпринималось попыток химического воздействия на продукты горения отходов в высокотемпературных зонах агрегатов с целью предотвращения возможности образования вредных веществ (типа диоксинов, фуранов и т.п.) в отходящих из печи газах.

Нефтешламы могут быть подвержены биологической очистке. Поскольку биологической очистке подвергаются нефтешламы с содержанием нефти не более 10 % солей (NaCl) не более 60 г/кг, то предварительно перед биоочисткой нефтешламы проходят предварительную подготовку. Очищенный грунт может быть использован при строительных работах. Жидкая часть нефтешламов перерабатывается на установке в товарную нефть.

Перспективным методом ликвидации буровых отходов можно считать их отверждение (солидификацию) с последующим захоронением под слой минерального грунта или использованием в хозяйственной деятельности. Глиноподобная отвердевшая масса служит как строительный материал или, после помола, как удобрение. Для отверждения отходов бурения их обрабатывают активирующими добавками. Цель считается достигнутой, если прочность отвердевшей смеси через 3 сут. составляет 0,1 МПа (грунт с такой прочностью выдерживает массу автомашины или трактора). В качестве отвердителей применяют любые крепители: полимеры, формальдегидные смолы, гипс, жидкое стекло и др. Для ускорения сроков схватывания его содержание увеличивают или вводят полиэлектролиты (поваренная соль, хлористый кальций, кальцинированная сода). Проведен значительный объем исследований по отверждению отходов бурения добавками тампонажного цемента, мочевиноформальдегидных смол и полимерного реагента, представляющего собой раствор полиуретановых предполимеров с концевыми изоцианурат ными группами. При этом добавки барита и минеральных солей ускоряют отверждение раствора и увеличивают прочность образцов, а полимерные и органические реагенты (буровые марки КМЦ, УЩР, КССБ) замедляют отверждение и снижают прочность отвержденного материала. Недостаток применения цемента и мочевино-формальдегидных смол – зна-

чительный расход вяжущих и длительный срок отверждения. Более предпочтительным является реагент класса полиуретановых смол. При его взаимодействии с водой образуется пластичная резиноподобная смесь, которая со временем приобретает прочность цементного камня. Скорость схватывания такой смеси зависит от концентрации реагента и температуры среды отверждения. В качестве вяжущего исследовали также карбамидную смолу марки КФЖ с добавкой двойного суперфосфата в качестве отвердителя. Наибольшая прочность утвержденного материала отмечена через 21 сутки при содержании карбамидной композиции (отношение смолы к отвердителю 1:1) в количестве 5-6%. Отвержденная смесь устойчива по отношению к воде.

В качестве наиболее прогрессивных можно перечислить некоторые технологии утилизации буровых шламов, применяемых за рубежом и в Казахстане.

Компанией ACS (США) разработана мобильная система обработки и очистки гряземаслонефтяных шламов MTU 530. Установка смонтирована на базе автомобильной платформы, способна разделять нефтешламы на различные фазы – нефть, вода, твердые вещества – за счет центрифугирования нагретого нефтешлама. Вода пригодна для последующей биологической очистки; отделенная нефть может быть использована в технических целях; обезвоженный осадок – для производства строительных материалов. Производительность установки 10 $м^3$/ч по исходному нефтешламу (при концентрации нефти до 65 %).

Компанией KHD Humboldt Wedag AG (Германия) предложена технология разделения нефтешламов на фазы с последующим сжиганием шлама. Установка снабжена устройством для забора нефтешлама, виброситом для отделения основной массы твердых частиц, трехфазной центрифугой, сепаратором для очистки фугута с центрифуги, печью Производительность установки – до 15 $м^3$/час по исходному нефтешламу.

На ряде нефтяных месторождений России используется установка фирмы «Татойлгаз», основанная на технологии фирмы «Майкен» (Германия). Технология заключается в нагреве нефтешлама, обработке деэмульгаторами, разрушении эмульсии в декантаторе с предварительным отделением воды и механических примесей.

На ряде нефтяных месторождений РК также действуют установки по переработке нефтешламов (установки термодесорбции). Термическая десорбция используется для извлечения минерального масла и воды из шлама. При этом солесодержащий шлам переходит в отходы III класса опасности, обычный шлам – в отходы IV класса опасности. Далее эти отходы подлежат захоронению на полигоне.

Из вышесказанного следует, что обращение с отходами бурения, нефтешламами – сложный и трудоемкий процесс. Более того, из числа всех применяемых технологий нет безотходных и экономически рентабельных. Применение любой из выше перечисленных технологий приводит к выделению в атмосферу вредных веществ, кроме того, каждая из перечисленных технологий имеет собственные отходы, которые необходимо захоранивать на полигонах.

Таким образом, в настоящее время необходим альтернативный способ обезвреживания отходов бурения, который позволит максимально снизить уровень техногенного воздействия на объекты природной среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Калимуллин А.А., Волочков Н.С,. Фердман В.М. и др.* Полигоны утилизации нефтешламов – решение экологических проблем нефтяников // Экологическая и промышленная безопасность 2003. №6.

2. *Шорникова Е.А.* Некоторые возможные способы утилизации отходов бурения и нефтедобычи // Биологические ресурсы и природопользование. Вып. 5 Сургут: Дефис, 2002, С 99-109.

3. *Яманина Н.С., Фролова Е.А., Филиппова О.П., и др.* Утилизация отходов машиностроительных и нефтеперерабатывающих предприятий //Экология и промышленность России, октябрь 2001. С. 13-15.

Резюме

Бұл мақалада мұнай-газ өндірісінің қоршаған ортаға негативті әсерін азайту үшін бұрғылау қалдықтарын утилизациялау әдістері қарастырылған.

Summary

The methods of recycling the chisel's waste, directed on decrease the negative influence of petro-gas industry on environment were considered.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 05.02.12 г.*

Б.М. Искаков, Д.И. Бакранова

ПАРАМЕТРЫ ПОТЕНЦИАЛА МОРЗЕ ОЦК МЕТАЛЛОВ

В работе [1] было показано, что для правильного вычисления параметров потенциала Морзе немаловажное значение имеет определение количества атомов, окружающих один атом, взятый в качестве начального. В упомянутой работе вычисления производились для ГЦК металлов с использованием 1060 атомов, окружающих начальный атом. Было бы интересно использовать эту методику для металлов с ОЦК решеткой. Нами были взяты 908 атомов, которые образуют 30 конфигурационных слоев окружения начального атома.

В ОЦК решетке металла любой атом окружен 8 ближайшими атомами, расположенными на расстоянии $r_1=a\sqrt{\frac{3}{4}}$, где a – параметр решетки. Во втором окружении находятся 6 атомов, в третьем – 12, в четвертом – 24 и т.д. Парное взаимодействие между атомами достаточно хорошо описывается потенциалом Морзе, однако параметры потенциала Морзе несколько разнятся у различных авторов. В работе [1] были показаны возможные причины таких расхождений в вычислении параметров потенциала Морзе и предложены уточненные формулы для расчета параметров. В очень кратком виде напомним основные моменты определения параметров потенциала Морзе.

Потенциал Морзе имеет вид

$$U_i = U(r_i) = D\left\{\exp\left[-2\alpha(r_i - r_0)\right] - 2\exp\left[-\alpha(r_i - r_0)\right]\right\}.$$

Здесь $D = -U(r_0)$ показывает глубину потенциальной ямы взаимодействия между атомом с номером i и начальным атомом; r_i - расстояние между этими атомами; r_0 - расстояние между атомами, на котором потенциал достигает минимума (не совпадает с расстоянием между ближайшими атомами, но имеет тот же порядок.); α - параметр, имеющий размерность [м$^{-1}$]. Если ввести постоянную $\zeta = \exp(\alpha r_0)$, а расстояние между атомами выразить, используя кристаллографические индексы m_i, n_i, l_i положения i-го атома относительно начального атома в решетке кристалла и параметр решетки a (при Т=0 К параметр решетки будет a_0), то потенциал Морзе можно представить удобной для расчетов формулой

$$U_i(a) = D\zeta^2 \exp(-2\alpha a M_i) - 2D\zeta \exp(-\alpha a M_i).$$

Здесь $r_i = aM_i$, $M_i=\sqrt{m_i^2 + n_i^2 + l_i^2}$

Энергия взаимодействия N атомов находится по формуле

$$E_s = \frac{1}{2} ND\zeta^2 \sum_i^N \exp(-2\alpha a_0 M_i) - ND\zeta \sum_i^N \exp(-\alpha a_0 M_i). \quad (1)$$

Для определения α, D и r_0 используются три уравнения:

$$\varepsilon_s = \frac{1}{2} D\zeta^2 \sum_i^N \exp(-2\alpha a_0 M_i) - D\zeta \sum_i^N \exp(-\alpha a_0 M_i),$$

$$0 = -\zeta \sum_i^N M_i \exp(-2\alpha a_0 M_i) + \sum_i^N M_i \exp(-\alpha a_0 M_i), \quad (2)$$

$$-\frac{9Ka_0}{c} = 2\alpha^2 D\zeta^2 \sum_i^N M_i^2 \exp(-2\alpha a_0 M_i) - \alpha^2 D\zeta \sum_i^N M_i^2 \exp(-\alpha a_0 M_i),$$

где ε_s - энергия сублимации, приходящаяся на один атом, K - модуль объемной упругости.

Система уравнений (2) может быть использована только тогда, когда $M_i = const$ для любых i, или монотонно изменяется с увеличением i. Однако M_i изменяется скачком от одной группы атомов, окружающих начальный атом, к другой группе атомов. Так, для ОЦК решетки первые 8 атомов, окружающих начальный атом в узле решетки, имеют одинаковый $M_i = M_1 = \sqrt{\frac{3}{4}}$. У следующих 6 атомов –$M_i = M_2 = \sqrt{\frac{4}{4}}$, затем у 12 атомов $M_3 = \sqrt{\frac{8}{4}}$ и т.д. Поэтому суммы, входящие в уравнения (2), должны иметь следующий вид:

$$S_1 = \sum_{j}^{L} \sum_{i=N_{j-1}+1}^{N_j} \exp(-2\alpha a_0 M_j),$$

$$S_2 = \sum_{j}^{L} \sum_{i=N_{j-1}+1}^{N_j} \exp(-\alpha a_0 M_j),$$

$$S_3 - \sum_{j}^{L} \sum_{i=N_{j-1}+1}^{N_j} \mathrm{M_j} \exp(-2\alpha a_0 M_j),$$

$$S_4 = \sum_{j}^{L} \sum_{i=N_{j-1}+1}^{N_j} \mathrm{M_j} \exp(-\alpha a_0 M_j),$$

$$S_5 = \sum_{j}^{L} \sum_{i=N_{j-1}+1}^{N_j} \mathrm{M_j^2} \exp(-2\alpha a_0 M_j),$$

$$S_6 = \sum_{j}^{L} \sum_{i=N_{j-1}+1}^{N_j} \mathrm{M_j^2} \exp(-\alpha a_0 M_j),$$

где $L = 1,2,\ldots,z;\ N_0 = 0,\ N_1 = 8,\ N_2 = 14,\ N_3 = 26,\ldots$ для ОЦК решеток. С учетом этих сумм получаем простую систему уравнений для определения констант потенциала Морзе

$$D = \frac{2\varepsilon_s S_3^2}{S_4(S_1 S_4 - 2S_2 S_3)}.$$

$$\alpha = 3\sqrt{\frac{Ka_0}{2c\varepsilon_s}}\sqrt{\frac{S_1 S_4 - 2S_2 S_3}{S_3 S_6 - 2S_4 S_5}}. \qquad (3)$$

$$r_0 = \frac{1}{\alpha}\ln(\frac{S_4}{S_3}).$$

В табл. 1 приведено число атомов в каждом последующем окружении начального атома (конфигурационном слое), а также общее число всех атомов, окружающих атом, выбранный в качестве начального.

Таблица 1. **Число атомов вокруг начального атома в ОЦК решетке**

Окружение (конфиг. слой)	Число атомов в окружении	Общее число атомов, окружающих начальный атом	Окружение (конфиг. слой)	Число атомов в окружении	Общее число атомов, окружающих начальный атом
1	8	8	16	24	354
2	6	14	17	8	362
3	12	26	18	48	410
4	24	50	19	24	434
5	8	58	20	48	482
6	6	64	21	80	562
7	24	88	22	6	568
8	24	112	23	24	592
9	48	160	24	40	632
10	32	192	25	36	668
11	12	204	26	64	732
12	56	260	27	24	756
13	30	290	28	24	780
14	16	306	29	80	860
15	24	330	30	48	908

Из уравнений (3) видно, что константы потенциала Морзе зависят от значений таких характеристик металлов, как постоянная решетки a, энергия сублимации на один атом ε_s и объемный модуль упругости K. Поэтому в табл. 2 приведены физические свойства ОЦК металлов, которые были использованы нами при расчетах.

Таблица 2. **Физические свойства ОЦК металлов**

№№	Элемент	Параметр решетки a, Å [3]	Энергия сублимации ε_s, эВ [4]	Объемный модуль упругости K, $\times 10^{11}$ Н/м^2 [4]
1	Li	3.5	1.65	0.116
2	Na	4.28	1.13	0.068
3	K	5.31	0.941	0.032
4	Rb	5.7	0.858	0.031
5	Cs	6.13	0.827	0.02
6	V	3.024	5.3	1.619
7	Cr	2.89	4.1	1.901
8	Fe	2.86	4.29	1.683
9	Nb	3.294	7.47	1.702
10	Mo	3.14	6.81	2.725
11	Ba	5.01	1.86	0.103
12	W	3.16	8.66	3.232
13	Eu	4.58	1.8	0.147
14	Ta	3.3	8.089	2.0
15	Pa	3.925	5.46	0.76

На рис. 1-3 показаны значения параметров потенциала Морзе ОЦК металлов, вычисленные по предложенной нами методике.

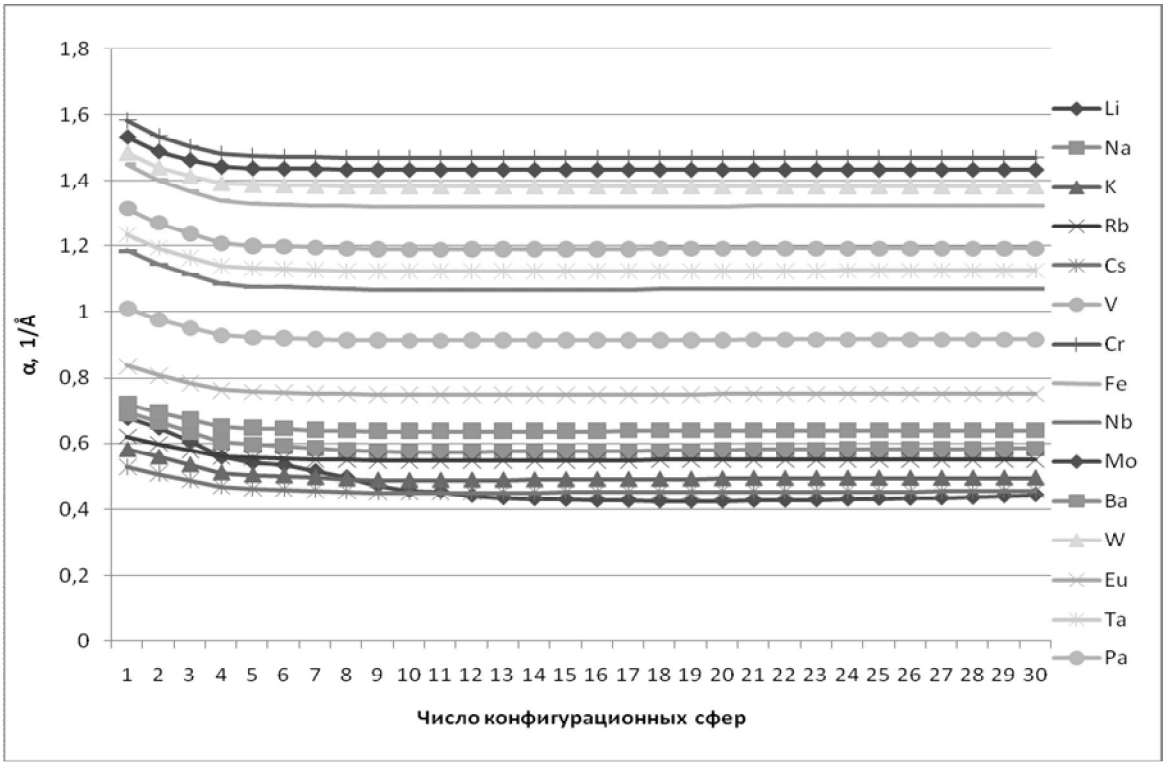


Рис. 1. Зависимость α от числа конфигурационных сфер, окружающих центральный атом

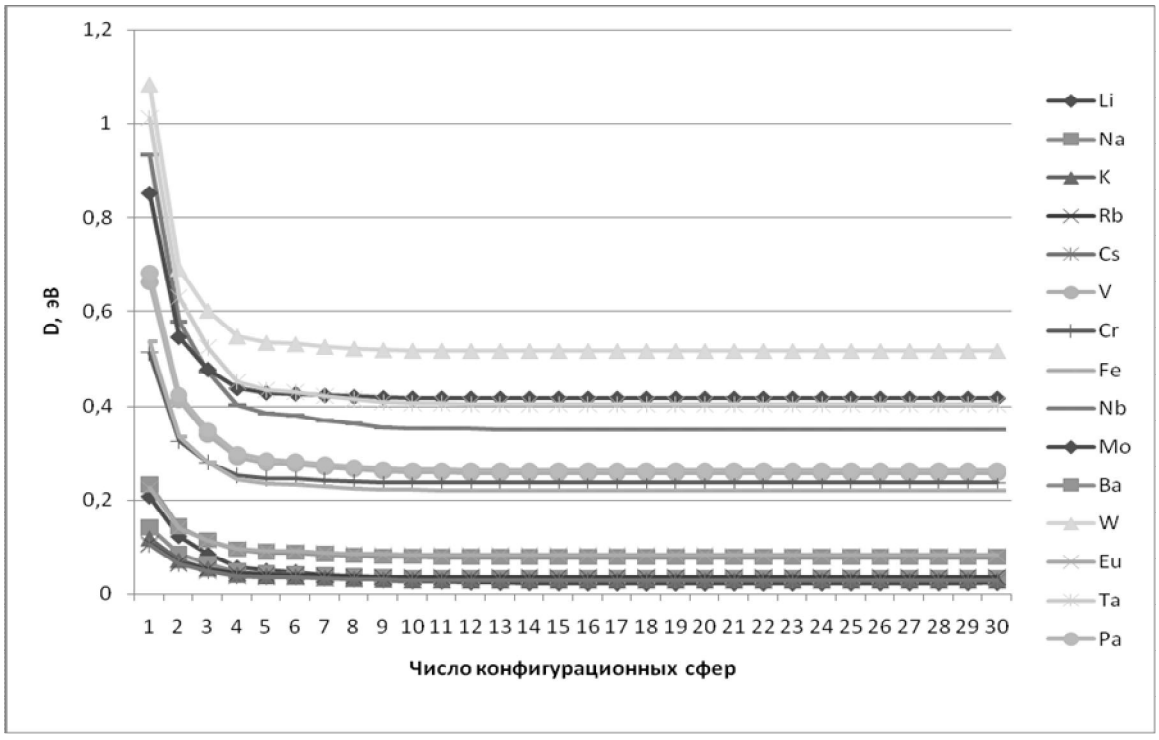


Рис. 2. Зависимость D от числа конфигурационных сфер, окружающих центральный атом

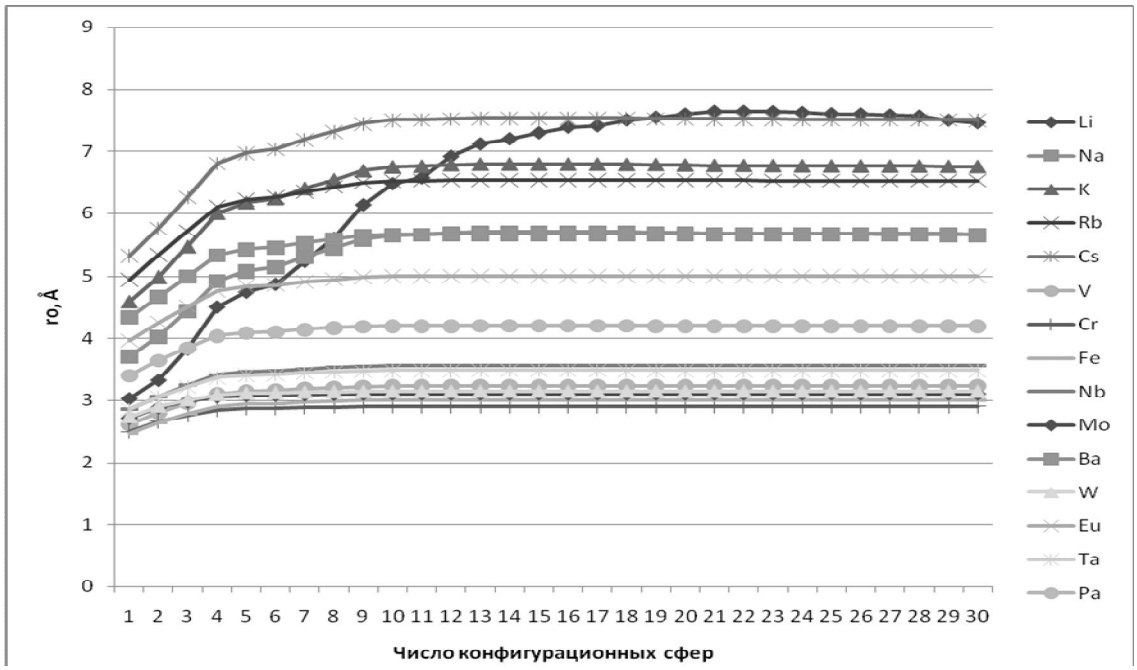


Рис. 3. Зависимость r_0 от числа конфигурационных сфер, окружающих центральный атом

Из графиков видно, что для получения воспроизводимых значений параметров потенциала Морзе ОЦК металлов необходимо указывать число атомов, использованных при вычислении. К примеру, для K, V, Cr, Fe, Nb, Mo, W, Eu, Rb, Pa и Ta достаточно 600 атомов, для Na – 750 атомов, для Cs и Ba – 650 атомов, а для Li и 900 атомов недостаточно, если значимым является третий знак после запятой в значениях параметров. Это обстоятельство не акцентировалось в исследованиях других авторов.

В табл. 3 даны значения параметров потенциала Морзе, полученные другими авторами, и нами по методике, предложенной в работе [1].

Таблица 3. **Параметры потенциала Морзе ОЦК металлов, полученные разными авторами**

№ элемента	Металл	Параметры			Авторы
		α, Å^{-1}	D, эВ	r_0, Å	
1	Li	-	-	-	-
		0.4486	0.0230	7.401	Б.Искаков, Д.Бакранова
2	Na	0.3899	0.0633	5.336	[2]
		0.5854	0.0314	5.645	Б.Искаков, Д.Бакранова
3	K	0.4976	0.0542	6.369	[2]
		0.4962	0.0285	6.753	Б.Искаков, Д.Бакранова
4	Cs	0.4156	0.0448	7.557	[2]
		0.4554	0.0276	7.501	Б.Искаков, Д.Бакранова
5	V	-	-	-	-
		1.1920	0.2553	3.234	Б.Искаков, Д.Бакранова
6	Cr	1.5721	0.4414	2.754	[2]
		1.4709	0.2372	2.909	Б.Искаков, Д.Бакранова
7	Fe	1.3885	0.4174	2.845	[2]
		1.3240	0.2192	2.998	Б.Искаков, Д.Бакранова
8	Nb	-	-	-	-
		1.0706	0.3501	3.556	Б.Искаков, Д.Бакранова
9	Mo	1.5079	0.8032	2.976	[2]
		1.4356	0.4167	3.105	Б.Искаков, Д.Бакранова

Продолжение таблицы 3

10	Ba	0.6569	0.1416	5.373	[2]
		0.6402	0.0768	5.659	Б.Искаков, Д.Бакранова
11	W	1.4116	0.9906	3.032	[2]
		1.3712	0.5088	3.218	Б.Искаков, Д.Бакранова
12	Eu	-	-	-	-
		0.7529	0.0820	4.994	Б.Искаков, Д.Бакранова
13	Rb	0.4298	0.0464	7.207	[2]
		0.5491	0.0342	6.523	Б.Искаков, Д.Бакранова
14	Ta	1.5730	0.7860	3.326	[2]
		1.1257	0.4042	3.485	Б.Искаков, Д.Бакранова
15	Pa	-	-	-	-
		0.9164	0.2623	4.201	Б.Искаков, Д.Бакранова

Из табл. 3 видно, что параметры потенциала Морзе, полученные в [2], отличаются от значений параметров, вычисленных нами. Причин здесь может быть несколько. Во-первых, суммы, используемые для вычисления параметров потенциала Морзе, не должны определяться по формулам (2). Во-вторых, в работе [2] не указывается число атомов в решетке, использованных для вычисления параметров. Их могло быть меньше 400 и это повлияло бы на результаты вычислений.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Искаков Б.М., Сулейменова Ж.К., Шамбулов Н.Б.* Определение параметров потенциала Морзе. // Известия НАН РК. Серия физико-математическая. 2009, №1. С. 40-44.

2. *Girifalcjo L.A., Weizer V.G.* Application of Morse potential function to cubic metals. // Phys. Rev., 1959. V. 114. P. 687-690.

3. *Смитлз К.Дж.* Металлы. Справочник. М.: Металлургия. 1980. 447 с.

4. *Киттель Ч.* Введение в физику твердого тела. М.: Наука. 1978. 792 с.

Резюме

Көлем-ортаға центрілген кристалл торды 15 металдарда жаңа ықшамдалған әдістеменің қолдануымен Морзе потенциалының параметрлері есептелген.

Summary

Morse potential function parameters in 15 body-centered cubic metals have been calculated using a simple technique.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 02.02.12 г.*

УДК 37.017

Ж.Г. Жанбиров, Ш.М. Кантарбаева, З.Ж.Турсымбекова

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ СОВРЕМЕННЫХ ИНЖЕНЕРОВ

Образование должно давать молодежи не только знания, но и умение их использовать в процессе социальной адаптации.
Из Послания Президента РК Назарбаева Н.А.

Проводимая Президентом страны инновационная политика развития общества не может не предъявлять новые вызовы к системе профессионального образования как основному фактору формирования нового качества экономики и общества, важнейшему условию обеспечения его благосостояния. Казахстан встал на путь инновационного развития экономики,что требует от системы профессионального образования обеспечения подготовки специалистов, соответствующих реалиям на-

стоящего времени.В связи с этим, существует проблема несоответствия между требованиями инновационной экономики к специалисту и системой его подготовки в вузах. Для осуществления инновационной деятельности необходимы квалифицированные кадры, владеющие компетенциями, необходимыми для инновационной деятельности, методами, средствами и формами управления инновационными процессами с целью повышения эффективности вложенных в его реализацию инвестиций.

Современная доктрина образования рассматривает высшее инженерное образование как одну из самых массовых подсистем в целостной системе высшего профессионального образования. Система инженерного образования призвана создать условия для эволюционного формирования новой генерации высокообразованных профессионалов в области инженерии, для которых установка на саморазвитие, профессиональную культуру и мастерство, выработку индивидуального стиля деятельности являются приоритетными на протяжении всей жизни.

В качестве основы для определения требований к инженеру и содержанию инженерного образования разрабатывается система целей, функций и структур инженерной деятельности. Система профессиональной подготовки будущего специалиста технического вуза должна предусматривать существенное усиление интеллектуальных аспектов профессионального образования. На формирование концепции развития высшего инженерного образования существенное влияние оказывает состояние промышленного производства и его потребность в квалифицированных специалистах, так как конверсия предприятия-это конверсия сознания.

Современное положение промышленности страны в целом еще нельзя определить как стадию подъема, однако, в ряде отраслей реального сектора экономики наметились позитивные сдвиги: постепенно внедряется новое оборудование, осваиваются новые технологии, выпускаются новые виды продукции. Наряду с этим, отмечается снижение уровня развития научно-технической сферы, фундаментальной науки и главное - острый недостаток специалистов инженерно-технического профиля. Образовательная ситуация по подготовке специалистов до сих пор остается неопределенной, так как в обществе социальный заказ на них пока не формируется. Назрело противоречие между содержанием, технологиями и качеством подготовки инженеров в высшей школе и требованиями со стороны работодателей [1].

Кроме того, руководители национальных промышленных предприятий отмечают, что развитие нефтегазовой отрасли зависит от многих факторов, основополагающими среди которых являются наличие высококвалифицированных кадров и внедрение науки и инноваций. Проблема подготовки кадров для отечественного нефтегазового сектора остается одной из главных, что обуславливает необходимость их подготовки и повышения квалификации в соответствии с потребностями. Так, рабочему 2-го разряда потребуется 17 лет, чтобы занять руководящую должность при условии, что он будет работать в одной организации.

Для реализации этих задач будует разработаны: национальная система квалификации, которая подразделяется на национальную и отраслевые, а также профессиональный стандарт; инструменты для построения траектории карьерного роста персонала и предложено создание независимого центра по подтверждению и оценке квалификации специалистов на базе KAZENERGY.Эта система, после апробации, может быть использована для других отраслей.

Согласно Закону РК "О недрах", недропользователи обязаны осуществлять финансирование научно-исследовательских, научно-технических и опытно-конструкторских работ, осуществляемых казахстанскими производителями, в размере 1% от совокупного годового дохода по контрактной деятельности.

Глобализация экономических процессов опосредованно влияет на приток иностранной рабочей силы и обостряет социальную обстановку, т.к. иностранная рабочая сила вытесняет национальных специалистов. Нивелировать негативные последствия по данному вопросу могло бы заключение договоров между нефтегазовыми компаниями, ввозящими иностранную рабочую силу, с учебными заведениями на подготовку специалистов.

С другой стороны совершенствование системы инженерного образования должно базироваться на анализе кардинальных реформистских сдвигов в научно-технической и социально-экономической сферах[2].В настоящее время необходимы: системное представление целей и ценностей инженерной деятельности в будущем; учет складывающейся философии профессионального образования и личностных особенностей специалиста-инженера в его собственном способе вхождения в инженерную культуру; установка на саморазвитие и профессиональное творчество; оценка взаимосвязи учебного плана

подготовки инженеров с этнопсихологическими особенностями индивида и т.д.В этом случае необходим нестандартныйподход в системе образования и переход к индивидуальному подходу, учитывающий особенности развития студента с учетом национального менталитета и культурных традиций.

Мировой рынок труда специалистов с высшим техническим образованием характеризуется состоянием возрастающей конкуренции, так как за последние 40 лет численность обучающихся в вузах возросла в 6 раз, а численность рабочих мест - в 2. Трудоустройство выпускников вузов, в том числе и технических, является глобальной проблемой. В условиях рыночной экономики происходит перераспределение «профильных» долей высшего образования. В частности, доля высшего технического образования уменьшилась с 48% в 1985 г. до 30,5% в 2000 г. По инженерным специальностям сегодня в России обучаются 1,3 млн. студентов[3].

Неопределенность и неустойчивость рынка труда являются весомыми аргументами против подготовки узкопрофильных специалистов, в том числе и инженеров, так как это затрудняет их профессиональную мобильность. Для повышения качества подготовки инженеров необходимы:

- высокий уровень фундаментальной подготовки и воспитания студента;
- соответствие психофизиологических особенностей развития студента с психологией обучения в высшем учебном заведении;
- серьезные научные исследования ученых института;
- использование результатов научных исследований в учебном процессе;
- формирование у студентов стремления к научно-обоснованному творческому решению инженерных проблем;
- наличие инфраструктуры экономики знаний, как факторaих совершенствования и развития человеческого капитала;
- умение студента вырабатывать независимые суждения, формировать собственную точку зрения.

Исследование теоретических основ формирования профессиональной компетентности будущего инженера в техническом вузе в процессе обучения многие ученые связывают с изучением психологической сущности профессиональной инженерной деятельности, раскрытием педагогических проблем обучения специалистов в техническом вузе и определением педагогических основ профессиональной инкультурации студентов технических вузов и т.д.[4].

В этих условиях видится необходимость формирования профессиональной компетентности будущего инженера. Для чего российскими учеными разработаны принципы формирования доктрины инженерного образования[5]: формирования требований к инженерной деятельности и содержания инженерного образования, перехода на новые образовательные технологии, принципы его поддержки на общественно значимом уровне качества инженерного образования, организационные принципы формирования и реализации инженерной доктрины.

Анализ проблем подготовки и повышения качества знаний технических специалистов в условиях Казахстана указывает на необходимость:

- использования современных социальных и информационных технологий;
- осознание образования сферой общенациональных стратегических интересов страны;
- формирование психологических требований к подготовке инженерных кадров;
- совершенствование содержания инженерного образования с учетом этнопсихологических аспектов личности;
- переход на новые образовательные технологии в подготовке инженеров;
- фундаментальность университетского образования: углубленное знакомство студентов с актуальными научными проблемами, освоение принципов и методов учебно-методической и научно-исследовательской работы.

В настоящее время особо актуальны теоретико-методологические проблемы и прикладные вопросы обеспечения качества образования в современном техническом вузе. Процесс подготовки специалистов к профессионально-творческой деятельности в условиях технического вуза должен быть организован с учетом постоянно меняющихся задач инженерной деятельности и условий ее осуществления.

Готовность инженера к профессионально-творческой деятельности определяется его профессиональной квалификацией, владением современной методологией инженерного творчества и уровнем сформированности системного мышления.

Организация подготовки современного инженера должна быть нацелена на формирование профессионально-творческого потенциала специалиста, которое обеспечит высокую конкурентоспособность будущего инженера в условиях острой конкурентной борьбы за рабочее место, а также за качество выполняемой работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Муканова А.* Все решают кадры и инновации. Из материалов общего собрания и 12-го Совета ассоциации «KAZENERGY» //Казахстанская правда, 22 февраля 2012 г.

2. *Долженко А.В., Шатуновский В.Л.* Современные методы обучения в технических вузах. - М.: Высшая школа, 1990.

3. *Журавский В.А., Приходько В.Н., Федоров И.С.* Высшая техническая школа на рубеже веков //Высшее образование в России. - №1. - 1999.

4. *Егорова Г.И.* Интеллектуализация профессиональной подготовки специалиста технического вуза: Автореф. дис. на соиск. уч. степени д.пед. н. - Санкт-Петербург: ИОВ РАО, 2005. - 50 с.

5. *Агранович Б.Л., Похолков Ю.П.* Основные принципы формирования национальной доктрины инженерного образования России. //Новые образовательные технологии в стратегии духовного развития общества. - Новосибирск: ГЦРО, 2000. - С. 24 – 38

Резюме

Мақалада бүгінгі заман талабына сәйкес инженерлер дайындау мәселесі көтеріліп, соның ішінде елімізде жүргізіліп отырған индустриалды-инновациялық мемлекеттік бағдарламаға қажет жаһандану кезіндегі бәсекелестікке төтеп берер жас мамандар дайындау амалдары баяндалған.

Summary

The organization of a modern engineer must be aimed at the formation of professional and creative potential of a specialist, which will provide highly competitive future engineer in a highly competitive to ensure the workplace, as well as the quality of their work.

Центрально-Азиатский университет *Поступила 15.02.12 г.*

УДК 37.017

Ж.Г. Жанбиров, Ш.М. Кантарбаева, З.Ж.Турсымбекова

О ПРОБЛЕМАХ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ В УСЛОВИЯХ КАЗАХСТАНА

Индустриально-инновационная программа Президента Республики Казахстан Н.А.Назарбаева является одной из самых наукоемких государственных проектов современности, особенно для отраслей промышленности. Поэтому квалификация инженеров для работы в этой отрасли требует основательной подготовки, которую можно получить только на базе таких дисциплин, как математика, теоретическая механика, начертательная геометрия, физика, сопротивление материалов, химия и т. д.

В настоящее время подготовка квалифицированных инженеров носит стратегический и даже политический характер. И дело не только в том, что инженер должен иметь соответствующий объем знаний, но и обладать психологическими навыками. Такого специалиста труднее подготовить, потому что обучение в школе значительно уступает уровню знаний учащегося 60–70-х годов. В настоящее время уровень знаний выпускников средних школ слишком низок, чтобы вуз мог подготовить достаточное количество инженеров высокой квалификации. При этом в высших учебных заведениях есть еще собственные проблемы с уровнем знаний преподавателей, программами по специальным и общеинженерным дисциплинам и учебно-методической и научной литературой. В результате мы имеем то, что имеем: недостаток высококвалифицированных инженерных кадров.

Если роль ученого заключается в том, чтобы изучать явления природы, увеличивая тем самым знания о ней, то роль инженера состоит в том, чтобы эти знания превращать в новые механизмы и

конструкции. Поэтому инженер должен знать намного больше ученого, т.к. ученому необходимо сосредоточиться на одной проблеме, а инженер должен быть знаком со многими. Такого инженера сейчас подготовить почти невозможно из-за целого ряда проблем.

Таким образом, основная проблема подготовки инженерно-технических специалистов связана с подготовкой выпускников средней школы. Кроме недостатка знаний, мы сталкиваемся еще и тем, что школьников ориентируют на механическое запоминание больших текстов, порой непонятных им, приучая их к систематическому недопониманию материала. Что вовсе не означает, что таким образом будет развиваться память у учащихся. Тот материал, который раньше знал любой слабый ученик, сейчас часто не знают способные и старательные. В результате такой системы школьного обучения появился определенный процент совершенно необучаемых людей. Встречаются студенты, выигравшие государственный грант с результатом ЕНТ более 80 баллов на обучение в вузе на технические специальности, но не знающие таблицы умножения.

Эта проблема характерна не только для нашей республики, например, российские ученые В.А. Журавский, В.Н Приходько, И.С. Федоров [1] отмечают, что сегодняшнее состояние отечественной системы инженерного образования, как и секторов реального производства и научно-технической сферы, в значительно большей степени, чем в других странах мирового сообщества, противоречит перспективным потребностям и национальной безопасности России. Это, как подчеркивают А.В. Долженко и В.Л. Шатуновский [2], есть следствие сориентированности системы подготовки инженеров исключительно лишь на предметные знания, умения и навыки. Традиционная модель учебного процесса в техническом вузе ориентирована в основном на формирование репродуктивного типа деятельности; способные, творческие люди в этом случае появлялись не благодаря, а скорее вопреки системе.

Вторая проблема связана с подготовкой инженеров в вузе. Если для создания общеобразовательной школы достаточно иметь здание, учебники и квалифицированных учителей, то вуз существует на базе научного потенциала преподавателей и хорошо оснащенных лабораторий. К настоящему времени далеко не всем государственным вузам, имеющим 60-80-летний опыт работы, не говоря уже о частных, удалось сохранить свои научные школы. В вузах и научных институтах мало специалистов среднего возраста и, как следствие, нет преемственности научных направлений. Особенно с внедрением практики назначения ректоров вузов без учета его личного авторитета как ученого или крупного хозяйственника, мнения ведущих ученых конкретного учебного заведения, уровень подготовки специалистов в них, некоторые опытные ученые сравнивают с уровнем обучения в профтехшколах 70-х годов.

Следующий момент – качество учебных программ подготовки специалистов. За последнее время в технических вузах в 1,5-2 раза сокращено число лекционных часов и количество практических занятий по математике, теоретической механике, сопротивлению материалов и т.д. и даже по специальным дисциплинам. И это тогда, когда слабая школьная подготовка студентов требует увеличения числа часов, особенно по общеинженерным дисциплинам. Например, в Российской Федерации для специалистов с 5-летним обучением нагрузка по математике составляет в переводе на кредиты 16, а для бакалавров 7,2, а у нас - 6, по сопротивлению материалов соответственно - 6,4; 4,8 и 4, начертательной геометрии - 4,8; 2,8 и 3 и т.д.

Одной из проблем является заблуждение, что с помощью компьютера можно решить любую задачу. Приобретение готовых зарубежных компьютерных программ без соответствующей подготовки преподавателей не позволит устранить вышеназванные недостатки. В конструкторских бюро и на производстве должны быть специалисты, способные самостоятельно разрабатывать необходимые программы и работать с имеющимся компьютерным обеспечением.

Конечно, компьютерные курсы лекций и наглядные движущиеся на мониторе графические изображения помогают освоению материала по многим дисциплинам, но все же решающим в учебном процессе является работа с литературой и живое общение с преподавателем. Ведь, кроме получения информации, на лекции учащийся видит пример владения предметом и его использования для решения практических задач. Эти бесценные сведения невозможно получить иным способом.

Очередной вопрос о социальной защищенности студентов и научных работников. Сейчас стипендия студента составляет около 19 000 тенге. Даже ее увеличение в два раза не решит проблему бытия. Все студенты вынуждены работать для оплаты обучения, при этом на учебу, работу с литературой времени у них нет. Нет и особенного стимула, потому что, затратив 6–10 лет на получение ученой степени, доктор будет получать меньше, чем нужно для достойной жизни. Эти трудности не могут быть преодолены одной любовью к науке.

Интеграция Республики Казахстан в мировое образовательное пространство обозначена как одна из главных задач развития казахстанского образования в Казахстане в основных документах, определяющих казахстанскую образовательную политику. Присоединение Казахстана к Болонскому процессу актуализировало проблему реформирования сферы отечественного профессионального образования, «работающего» только на плановую экономику. О внедренной двухуровневой подготовке специалистов в вузе, то есть подготовке бакалавров, можно привести выступления профессора из Австрии, который привел статистические данные не только по Австрии, но и по другим европейским странам. Он говорил о том, что фирмы охотно принимают молодых бакалавров на работу, так как им можно меньше платить и легко увольнять в случае необходимости. В результате эти люди, если они не стараются или не могут получить степень магистра в будущем, к сорока годам остаются без квалификации и часто без работы. Профессор предостерегал от перехода на двухуровневое обучение.

Известный русский ученый, профессор Капица сказал: «Будет решена проблема образования – будет у России будущее!» И конечно, без образованных специалистов невозможно возродить и сделать конкурентоспособной индустриально-инновационную программу. Для того чтобы довести наше образование до теперешнего состояния, понадобилось полвека, вряд ли на ее восстановление нужно меньше.

Выход из создавшегося положения я вижу только в одном, грамотной и удачной реализации всех пунктов Послании Президента Н.А.Назарбаева народу Республики Казахстан на 2012 год…

«В ходе модернизации системы образования нам важно осуществить следующие меры: *во-первых*, внедрять в процесс обучения современные методики и технологии; *во-вторых,* важно повышать качество педагогического состава; *в-третьих,* надо создать независимую систему подтверждения квалификации; *в-четвертых,* следует расширять доступность образования для молодежи через механизмы государственно - частного партнерства, субсидирование проезда и проживания молодёжи из сельской местности и малообеспеченных семей, развития сети общежитий; *в-пятых,* образование должно давать молодежи не только знания, но и умение их использовать в процессе социальной адаптации; *в-шестых*, важно усилить воспитательный компонент процесса обучения».

Вывод. Инновационная экономика Казахстана и национальная культура, национальный менталитет затрудняют механический перенос западных методов подготовки инженеров и требует развития теории казахстанской профессиональной инженерной педагогики, и как следствие, проектирования национальных моделей подготовки инженеров для отраслей с учетом казахстанского и зарубежного опыта.

В данном направлении МОН РК предпринят ряд мер. Одним из главных шагов является введение нового положения (Утвержденного Приказом Министра МОН РК от 17 июня 2011 г. №261), согласно которому повышена ответственность вузов при формировании учебных планов в соответствии с выбранным направлением образования и потребностей реального сектора экономики за счет увеличения доли предметов по компонентам по выбору.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Журавский В.А., Приходько В.Н., Федоров И.С.* Высшая техническая школа на рубеже веков //Высшее образование в России. - №1. - 1999.

2. *Долженко А.В., Шатуновский В.Л.* Современные методы обучения в технических вузах. - М.: Высшая школа, 1990.

3. Послание Президента РК Н.А.Назарбаева народу Казахстана от 27.11.2012 г.

Резюме

Бұл мақалада еліміздегі оқу орындарына енгізілген жаңа оқу жүйесіне сәйкес, экономикаға қажетті инженер дайындау мәселесі көтерілген. Соның ішінде инженерлік педагогиканы ұлттық ерекшеліктерге сәйкес қолданысқа енгізу баяндалған

Summary

Innovation economy of Kazakhstan and the national culture, national mentality impede the mechanical transfer of western methods of training engineers, and requires the development of Kazakhstan's theory of professional engi-

neering education, and as a consequence, the design of national models for the training of engineers in the light industries of Kazakhstan and foreign experience.

Центрально-Азиатский университет *Поступила 15.02.12 г.*

УДК 658

Б.О. Сыздыкова, А.Б. Телешева, Е.В. Чумаков

НЕРАВНОМЕРНОСТЬ СКОРОСТЕЙ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ПРИ ПРОКАТКЕ

Прокатка один из самых распространенных видов обработки металлов давлением /1-3/. Поэтому главным предметом исследований при прокатке является очаг деформации, который на рис. 1 ограничен линиями ABDCA.

Возможность проведения прокатки поясняет рис. 1.

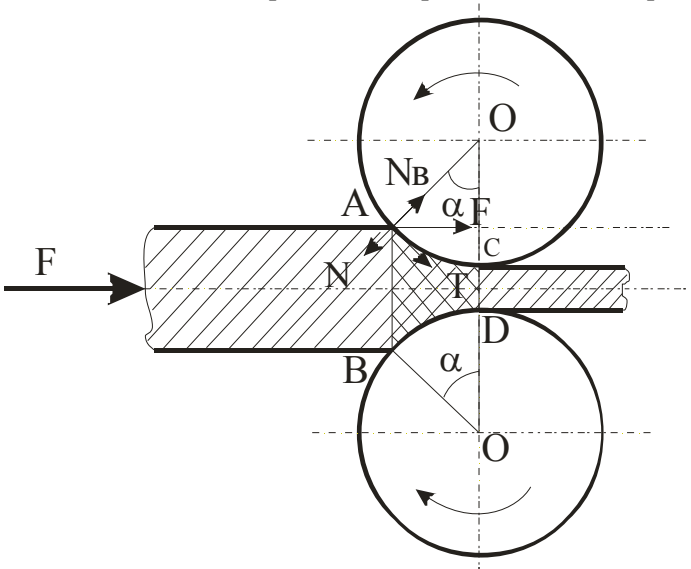


Рис. 1. Схема прокатки

Здесь F- начальная сила подачи, которая в точке А раскладывается на две составляющие: нормальную Nв, действующую по радиусу валка, и касательную (тангенциальную) Т, действующую по касательной, проведенной через точку А. но, в данном случае нас интересует сила N, равная по величине Nв и противоположно направленную. Абсолютные значения сил будут определяться выражениями

$$N = F \cdot \mathrm{Sin}\alpha \text{ и } T = F \cdot \mathrm{Cos}\alpha \qquad (1)$$

Захват материала и прокатка будут осуществляться в том случае, если проекции сил N и Т на горизонтальную ось, совпадающую с направлением прокатки, будут удовлетворять условию

$$N \,\mathrm{Sin}\,\alpha < T \,\mathrm{Cos}\,\alpha \qquad (2)$$

С учетом (1) $$F \cdot \mathrm{Sin}\alpha \cdot \mathrm{Sin}\alpha < F \cdot \mathrm{Cos}\alpha \,\mathrm{Cos}\alpha \text{ или } F \cdot \mathrm{Sin}^2\alpha < F \cdot \mathrm{Cos}^2\alpha \qquad (3)$$

$$\text{Отсюда } \mathrm{Sin}^2\alpha < \mathrm{Cos}^2\alpha \text{ и } \mathrm{Sin}\alpha < \mathrm{Cos}\alpha. \qquad (4)$$

Тогда $\mathrm{tg}\alpha < 1$, следовательно $\alpha < 45^0$.

Полученное выше ограничение по углу захвата относится к моменту начала прокатки. После захвата материала валками условие прокатки изменяется.

Подающая сила F обращается в 0. Нормальная составляющая N трансформируется в реакцию со стороны валка $N_п$, а касательная составляющая в силу трения $T_п$. Индекс «п» в данном случае говорит о рассмотрении процесса прокатки после захвата. Схема показана на рис. 2.

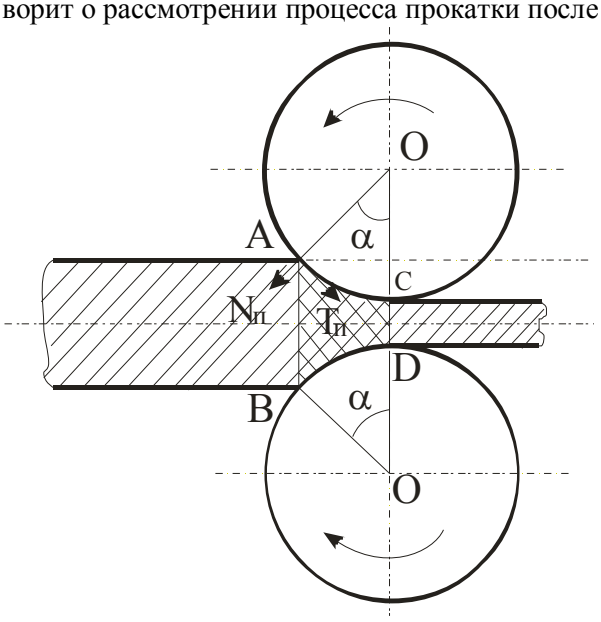


Рис. 2. Схема прокатки после захвата

Аналогично рассмотренному выше условию захвата прокатка может осуществляться при

$$N_п \sin\alpha < T_п \cos\alpha \qquad (5)$$

Учитывая коэффициент трения f, запишем

$$T_п = fN_п, \text{ имеем } \sin\alpha < f\cos\alpha \text{ или } f > \operatorname{tg}\alpha. \qquad (6)$$

Отсюда следует условие захвата: прокатка возможна, когда коэффициент трения между валками и заготовкой больше тангенса угла захвата. В заводских условиях угол захвата варьируется в достаточно широком интервале от 2 до 30 и более градусов.

Деформация при прокатке

Степень деформации при прокатке характеризует основные показатели процесса.
Относительное обжатие определяют по формуле

$$\varepsilon = \frac{\Delta H}{H_0} = (H_0 - H_к)/ H_o \qquad (7)$$

H_0 – исходная толщина; $H_к$ – конечная толщина заготовки.
Коэффициент вытяжки равен

$$\mu = \frac{l_k}{l_o} = \frac{S_0}{S_k} \qquad (8)$$

где l_k – конечная длина заготовки; l_0 – исходная длина; So – исходная и S_K – конечная площадь поперечного сечения заготовки. Площадь поперечного сечения заготовки при прокатке всегда уменьшается, поэтому коэффициент вытяжки всегда больше единицы.

Относительное обжатие и … ки, как следует из уравнений (7) и (8) ориентированы на сравнение начальных … х размеров заготовки. При этом они не отражают динамики процесса прокатки. Обратим … ностям, которые имеют место при прокатке.

Изменение скорости деф… ро…

Рассмотрим схему приведе… ю на р…

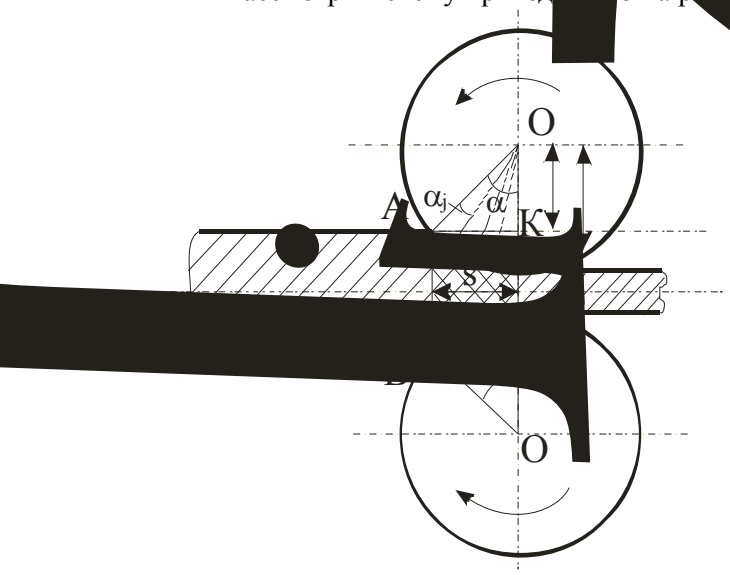


Рис. 3. Схема деформирования при прокатке

Величина равная половине общей деформации, приходящейся на один из валков, как следует из схемы рис. 3, будет равна

$$\varepsilon = OC - OK \tag{9}$$

$OC = R$, где R – радиус валка, $OK = AO \cdot Cos\alpha = R \cdot Cos\alpha$

Тогда

$$\varepsilon = R - R \cdot Cos\alpha = R(1 - Cos\alpha) \tag{10}$$

Уравнение (10) устанавливает взаимосвязь между деформацией, радиусом валка и углом захвата. Но уравнение (10) дает величину полной деформации на валок, т.е. деформации, которую получает заготовка при ее продвижении на расстояние s при повороте на угол равный углу захвата. Информация о характере накопления деформации отсутствует. В реальном производстве угловая скорость вращения валков прокатного стана постоянна. Представляется возможным рассмотреть процесс деформирования по схеме рис. 3. Для этого угол захвата разобьем на равные сегменты с шагом равным α_j. Тогда для определения деформации, соответствующей углу поворота α_j запишем уравнение, для чего примем угол между линией деформации и осевой линией, соединяющей центры валков равным

$$\alpha_\varphi = \alpha - \alpha_j \tag{11}$$

$$l_0 = OK = RCos\alpha \tag{12}$$

$$l_i = RCos\alpha_i \tag{13}$$

Тогда накопленная пластическая деформация будет равна

$$\varepsilon_i = l_i - l_0 = RCos\alpha_i - RCos\alpha = R(Cos\alpha_i - Cos\alpha) \tag{14}$$

В таблице ниже приведены результаты расчетов деформации

Таблица 1

α_i, град	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0
$\varepsilon_i \cdot R$	0	0,0589	0,1120	0,1589	0,1992	0,2326	0, 2588	0,2777	0,2891	0,2929
$\Delta\varepsilon_i \cdot R$	0	0,0589	0,0531	0,0469	0,0403	0,0334	0,02662	0,0189	0,0114	0,0038
$\Delta\varepsilon_i$,%	0	20,11	18,13	16,01	13,76	11,40	8,94	6,45	3,89	1,3

$\Delta\varepsilon_i$ – величина деформации на шаг угла поворота.

$$\Delta\varepsilon_i = \varepsilon_{i+1} - \varepsilon_i. \qquad (15)$$

Где ε_{i+1} и ε_i последующее и предыдущее измерение соответственно.
По результатам приведенным в таблице 1 построен график, показанный на рисунке 4.

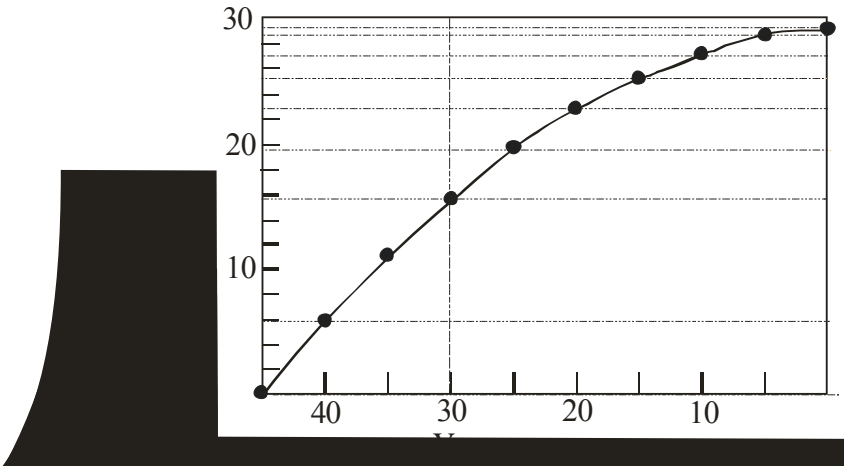


Рис. 4. Деформация, накапливаемая в процессе прокатки при повороте валков на угол, равный углу захвата

На рис. 4 теоретически допускаемый угол захвата принят равным 45^0, но выше было отмечено, что в заводской практике они не превышают 30^0. Вертикальная пунктирная линия означает границу, правее которой расположены углы захвата, применяемые на практике. Из приведенного графика следует, что прирост деформации на одинаковый шаг угла поворота валков не является величиной постоянной. С ростом угла поворота прирост деформации снижается. Сказанное поясняют графики, представленные на рис. 5 и рис. 6.

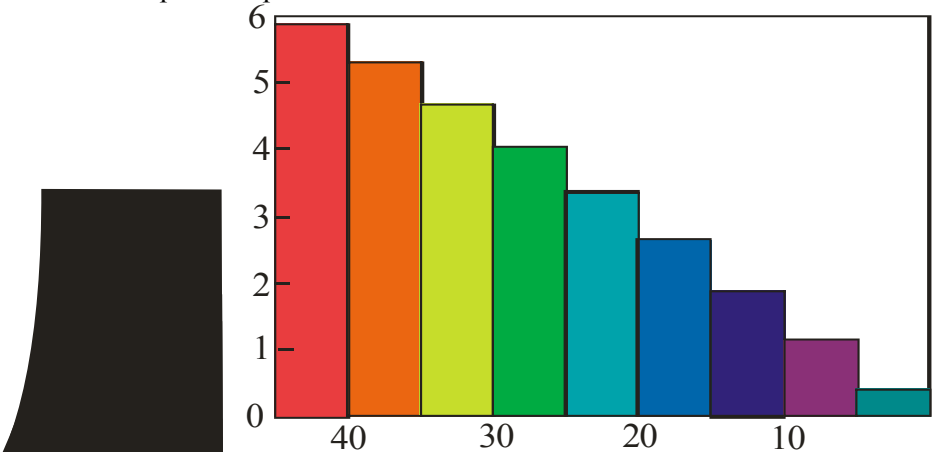


Рис.5. Прирост деформации на каждые 5^0 поворота валков при прокатке.
Деформация нормирована на радиус валка

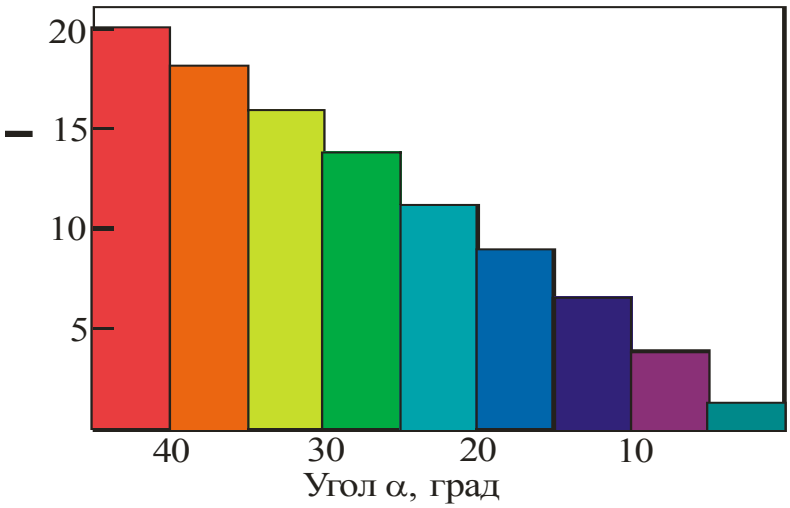


Рис. 6. Прирост деформации на каждые 5^0 поворота валков при прокатке. Деформация в процентах

Данные таблицы 1 представлены на рисунках в виде гистограмм. Они позволяют еще раз убедиться в существовании эффекта неравномерности деформации при прокатке.

ЛИТЕРАТУРА

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, 20010. – 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, 20010. – 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 проектированимашиностроительного производства», 1 Том, Алматы, 20010. – С.300-304.

4. *Елагин В.И. и др.* Справочник по алюминиевым сплавам. - М.: ВИЛС, 1978. 132 с.

Резюме

Мақала илемдеудегі деформация ерекшеліктерін зерттеуге арналған. Деформация ошағының талдауы жасалған, ілу бұрыштарының мүмкін мәндерінің интервалы анықталған. Илемдеудегі деформация процесі айнымалы жылдамдықтар шартында өтеді. Сонымен қатар, жылдамдықтың баяулауы илемделуші материал іліну моментінен бастап, біліктерден шыққанша жүреді.

Summary

The paper is sacred to research of features of deformation at rolling. The analysis of hearth of deformation is condducted, the interval of legitimate values of corners of capture is certain. The process of deformation at rolling flows in the conditions of inconstancy of speeds. Thus speed diminishes from a moment a capture, rolled material to his exit from the working pair of rollers. The article is recommended to the publication in the open printing.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 02.02.12 г.*

УДК 622.143 (075)

А. Мусанов, А. Шалбай

СПОСОБ ТАМПОНИРОВАНИЯ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

В работе приведен способ тампонирования обсадных колонн буровых скважин с использованием новых технических устроиств, который может применяться в геологоразведочной и нефтегазовой промышленности при бурении скважин алмазными породоразрушающими инструментами [3].

Известен способ первичного цементирования (одноступенчатое и двухступенчатое цементирование) обсадных колонн с использованием разделительных пробок и цементировочной муфты [1]. Через цементировочную головку сначала закачивается буферная жидкость, затем опускается нижняя разделительная пробка, потом закачивается тампонажный раствор, опускается вторая пробка и сверху закачивается продавочный раствор.

Известно устройство для доставки тампонажных материалов в скважины [1, 2], которое состоит из головки для закачивания тапонажного раствора, в которую вмонтированы две разделительные пробки, и обсадной колонны. Недостаток этих способов заключается в том, что не обеспечивается извлечение обсадных колонн из скважины. Кроме того, разделительные пробки остаются в скважине и разбуриваются впоследствии долотами. При алмазном бурении это не допустимо. Задачей предлагаемого способа является обеспечение возможности извлечения дорогостоящих обсадных труб из скважины.

Технической задачей предлагаемого устройства является закачка в затрубное пространство специальной тампонажной смеси с помощью съемного устройства и сохранение чистоты забоя скважины без посторонних металлосодержащих предметов.

Для обеспечения возможности извлечения обсадной колонны используется специальная смесь Луб-167, рекомендуемые концентрация от 8.6- до 30 кг/м³, порошковый серебристый графит до 1-2 % на 1 м³, полимерный реагент К-4 до 1,5- 2,5% на 1 м³ или аналогичные химреагенты на основе полимерного сырья полиакрилнитрила, которая обеспечивает устойчивость стенок скважин и не схватывается с внешней поверхностью обсадной колонны, что обеспечивает свободное извлечение колонны обсадных труб.

Доставка специальной тампонажной смеси Луб-167 или аналогичных химреагентов на основе полимерного сырья полиакрилонитрила осуществляется по колонне бурильных труб, через сквозное отверстие распорного штока, патрубка и щелевидные отверстия хвостовика съемного устройства. Зазор между внутренними стенками обсадных труб и устройства перекрывается пакером.

При использовании предлагаемого способа со специальной тампонажной смесью Луб-167 обеспечивается устойчивость стенок скважины и устраняется связь стенок скважины с внешней поверхностью обсадных труб, что позволяет свободное извлечение колонны обсадных труб.

Использование предлагаемого устройства дает возможность выдавливать тампонажную смесь за обсадную колонну, предварительно перекрыв внутренний зазор пакером. Устройства свободно извлекается из скважины сохранив чистоту забоя скважины.

Устройство для осуществления предлагаемого способа состоит из распорного штока 1, манжеты 2, патрубка 3 с буртиком, который удерживает на весу корпус 4 с хвостовиком 5 (рис.1). Устройство опускается в колонну обсадных труб 6 с коронкой 7 на бурильных трубах 8.

Предлагаемый способ осуществляется путем доставки в пространство за обсадной колонной специального химического раствора сложного состава, куда входят смесь Луб-167, порошковый серебристый графит, полимерный реагент К-4 или анологичные химреагенты на основе полимерного сырья полиакрилнитрила и порошок бентонитовой глины. Эта сложная смесь предохраняет стенки скважины за обсадной колонной от обрушения и в последующем после окончания бурения облегчает извлечение обсадной колонны за счет уменьшения прилипания смазывающими добавками. Следует отметить, что этот раствор не схватывается с обсадной колонной и не препятствует их извлечению. А неустойчивые стенки скважины за обсадной колонной удерживаются от обрушения.

Технология бурения предусматривает бурение интервала от 0 до 250м диаметром NW(100мм) Канадской обсадной системой, осушествляющей бурение скважины шарошечным долотом с одновременной обсадкой.

Замена или извлечение отбурочного набора с шарошкой осуществляется с помощью овершота, через колонну обсадных труб.

Обсадная колонна с коронкой во время бурения вращается и продвигается вместе с шарошкой, а после подъёма отбурочного набора с шарошкой обсадная колонна с коронкой остается в скважине.

После входа коронки 7 обсадной колонны 6 в плотные породы бурение останавливается, обсадная колонна с коронкой приподнимается над забоем на 0,2м для облегчения прохода спецраствора в кольцевой зазор и отбурочный набор с шарошкой извлекается из обсадной колонны с помощью овершота. После этого спускается на колонне бурильных труб ССК 8 тампонажное устройства для закачки спецраствора. Хвостовик 5 тампонажного устройство упирается на забой, распорный шток 1 разжимает манжету 2, перекрывая кольцевой зазор между устройством и внутренней стенкой обсадной колонны 6. Для создания противодавления манжете сверху в обсадную колонну заливается раствор определенной плотности. Тампонажная смесь, закачиваемая по колонне бурильных труб, выдавливается через сквозное отверстие устройства и щели хвостовика.

После закачки раствора колонна 6 с коронкой 7 ставится на забой и тампонажное устройство извлекается из скважины полностью освободив забой.

Дальнейшая проходка скважины будет осуществляется снарядом NQ(76мм).

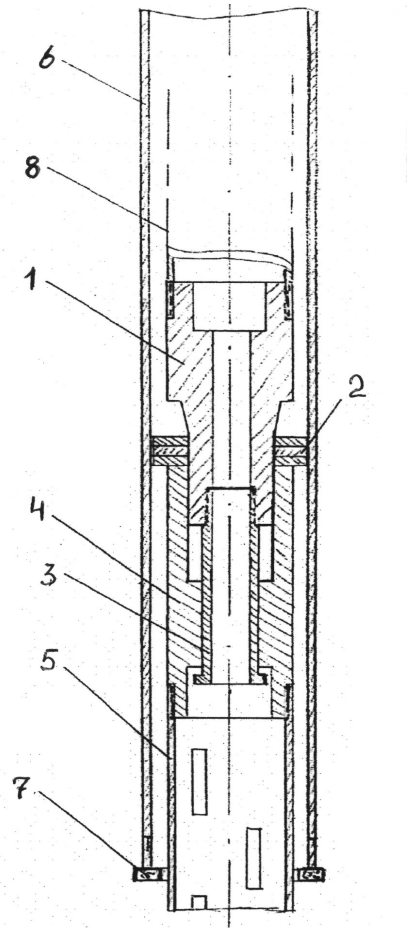


Рис. 1 Устройство для тампонирования

ЛИТЕРАТУРА

1. *Середа Н.Г., Соловьев Е.М.* Бурение нефтяных и газовых скважин. М., “Недра”, 1988

2. *Башкатов Д.Н., Сулакшин С.С., Драхлис С.Л., Квашнин Г.П.* Справочник по бурению скважин на воду. М., “Недра”, 1979

3. Способ тампонирования обсадных колонн буровых скважин и устройство для его осуществления. Авт. Свидет. №66509, бюлл. №12 15.12.2010

Резюме

Мақалада тампондаудың жаңа әдісі және оны орындауға арналған қондырғы сипатталған. Құбыр сыртындағы саңлауды тампондауға арналған қоспаның құрамы және тампондаудың технологиясы келтірілген.

Summary

In work the description of a way of isolation and the device for realization is given.

The structure of a mix for isolation of trumpet space and technology of isolation of a chink is resulted.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 06.03.12 г.*

УДК 550.7.553.989(574.5)

Г.Ж. Жолтаев, Т.А. Енсепбаев, А. Изар

АНАЛИЗ ПИРОЛИТИЧЕСКОГО И ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ НЕФТЕМАТЕРИНСКИХ ПОРОД ПОДСОЛЕВОГО КОМПЛЕКСА ВОСТОКА ПРИКАСПИЙСКОЙ СИНЕКЛИЗЫ

Изучение распределения концентраций углеводородов подсолевых литостратиграфических уровней востока Прикаспийской синеклизы было выполнено путем характеристики материнских пород и углеводородов на основе анализа результатов пиролиза Rock-Eval (Дж.Эспиталье, Французский институт нефти) и изучения экстрактов органических веществ (ОВ) методом жидкостной хроматографии. Отобранные образцы представляют различные характерные геотектонические зоны рассматриваемой территории: Темирское и Жаркамыское сводовые поднятия, Предуральский прогиб (Остансукский и Актюбинский прогибы), Сакмарская надвиговая зона.

По каждой скважине, представляющие различные геологические зоны были выполнены комплексные разрезы, обьединяющие данные литологии, фациальной принадлежности, типа органического вещества и данные пиролиза Рок-Эвал.

В стратиграфическом отношении это отложения от девонских до нижнепермских в диапазоне глубин от -1700 до –5448 м.

Анализ результатов изучения пород методом Рок-Эвал показал существование двух типов ОВ. Первая группа ОВ преимущественно III-го типа, имеет континентальное происхождение. Данные образцы имеют пермский возраст. Вторая группа ОВ относится преимущественно ко II-му типу (морское происхождение) и, в основной массе, имеет каменноугольный возраст. При этом отмечаются невысокие значения Tmax, как правило, не превышающие 440°C , что указывает на достаточно слабую зрелость ОВ анализируемых пород.

ОВ III-го представляет значения индекса углеводородного потенциала (IH) менее 150 мгУВ/гСорг и большей частью менее 80 мгУВ/гСорг и представлены в скважинах Байжарык 26П, Кумсай 4П, Зап. Кумсай 7П, Лаккарган 32П, Белогорская 34П, Жилансаид 30П, Аккудук 1, 19П, Коктобе 35 и Жусса 2П (Рис.1). Петрографический анализ ОВ показывает, что различные образцы представляют гумусовые фации, составленные из обугленных растительных остатков, иногда вместе с сапропелевой составляющей или со спорами. Витринит и инертинит являются доминирующими, в отличие от экзинита. В основном, данные образцы являются терригенными пермского возраста.

ОВ преимущественно водорослевого происхождения (тип II) имеет значения IH выше 250 мгУВ/гСорг и представлены на площадях Локтыбай, Жанатан, Акжар-Кенкияк и имеют большей частью каменноугольный возраст. Наиболее типичные образцы имеют содержание аморфного ОВ, превышающее 50%, а также редкие обугленные растительные остатки.

Зона незрелого ОВ II и III-го типов по исследуемым породам соответствует, примерно, Tmax, равным 415 и 430°C (J.Espitalié et al., 1985). Эволюция ОВ II-го типа (в основном образцы западных скважин) показывает уменьшение Индекса Углеводородного Потенциала от 504 до 162 мг/г TOC (рис.1). Для III-го типа ОВ (как правило, это образцы из скважин бортовой и восточной зон рассматриваемой территории) отмечаются относительно невысокие значения IH от 34 мгУВ/гСорг до 153 мгУВ/гСорг при том же диапазоне изменения температуры Tmax.

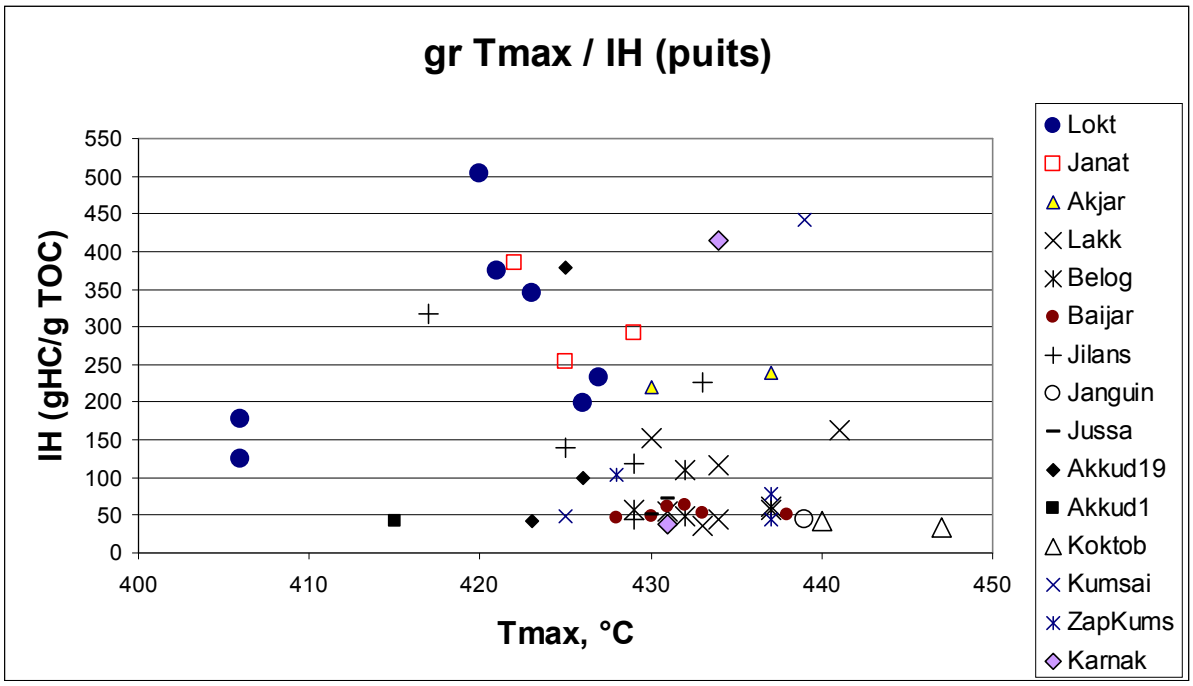


Рис. 1. График зависимости температуры, соответствующей максимальному получению связанных углеводородов (Tmax) с Индексом Углеводородного Потенциала (IH)

ОВ образцов скважин Лаккарган 32П (5 обр.), Байжарык (6 обр.), Белогорская 34П (4 обр.), Зап.Кумсай 7П (2обр.), Коктобе (2 обр.), Карнак (2 обр.), Жилансаид 30П (1 обр.), Кумсай 4П (1обр.), Жангинская 22П (1 обр.) могут быть отнесены к начальной зоне формирования углеводородов. Это образцы с ОВ III-го типа и их значения Tmax варьируют от 430° до 447°С.

Что касается образцов скважин западной части рассматриваемых отложений, представляющие ОВ II-го типа, только два образца скважины Акжар-Кенкияк могут соответствовать началу формирования нефти со значениями Tmax 430 и 437°С. Содержание экстрагируемого органического вещества (extractible organic matter) по отношению к общему содержанию органического вещества (total organic matter) (EOM/TOC) равно 12,1 и 15,1%, соответственно (рис.2). Следует отметить, что среди данных образцов нет карбонатных пород.

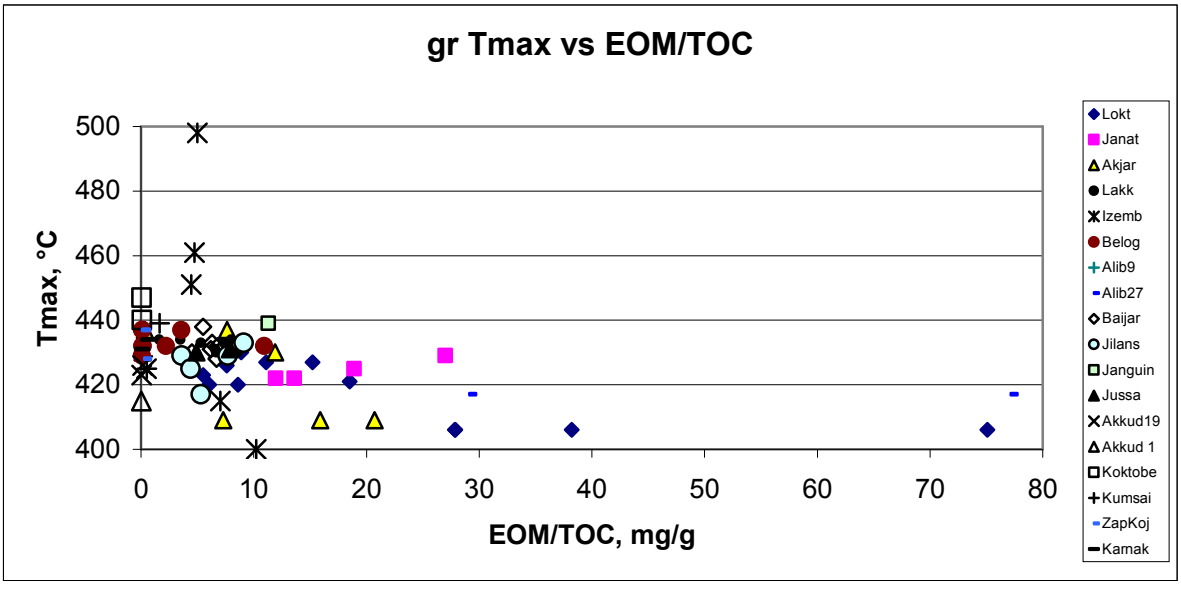


Рис.2. График зависимости температуры, соответствующей максимальному получению связанных углеводородов (Tmax) от EOM/TOC

Существует корреляция между содержанием экстрагируемого органического вещества (EOM) в одном грамме общего органического вещества (TOC) в зависимости от глубины (рис.3). Согласно данного графика большинство образцов, имеющих высокие значения EOM/TOC являются породами из скважин западной или внутренней части востока Прикаспийской синеклизы - 7 образцов скважин Жанатан, Локтыбай, Акжар-Кенкияк, и только 4 образца из скважин бортовой зоны (Западный Кумсай, Кумсай, Аккудук) и 2 образца (Карнак, Белогорская) из скважин восточной окраинной части синеклизы. Данные образцы являются менее преобразованными и менее зрелыми.

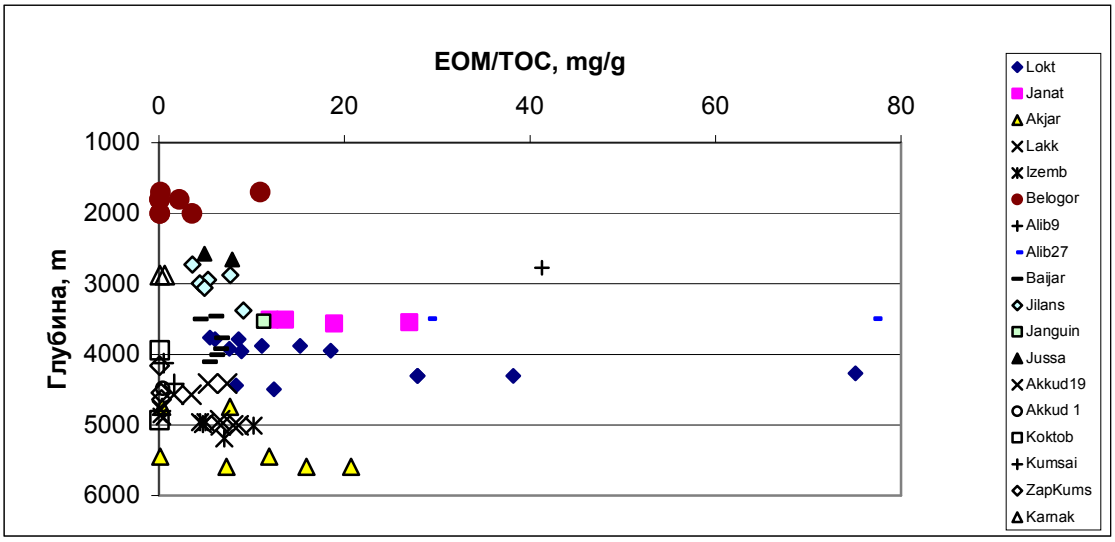


Рис.3. График зависимости глубины от EOM/TOC

Состав экстракта имеет следующий состав: смолы и асфальтены 50-75%, алканы 5-20% и ароматические 10-35%. Помимо них выделяются экстракты пород, в той или иной степени насыщенные нефтью, которые показывают содержание углеводородов более 60% - это часть образцов площадей Локтыбай (C1v2), Акжар-Кенкияк(C2b), Алибек (C2b-m), Лаккарган (C1s), которые связаны преимущественно с породами-коллекторами (рис.4).

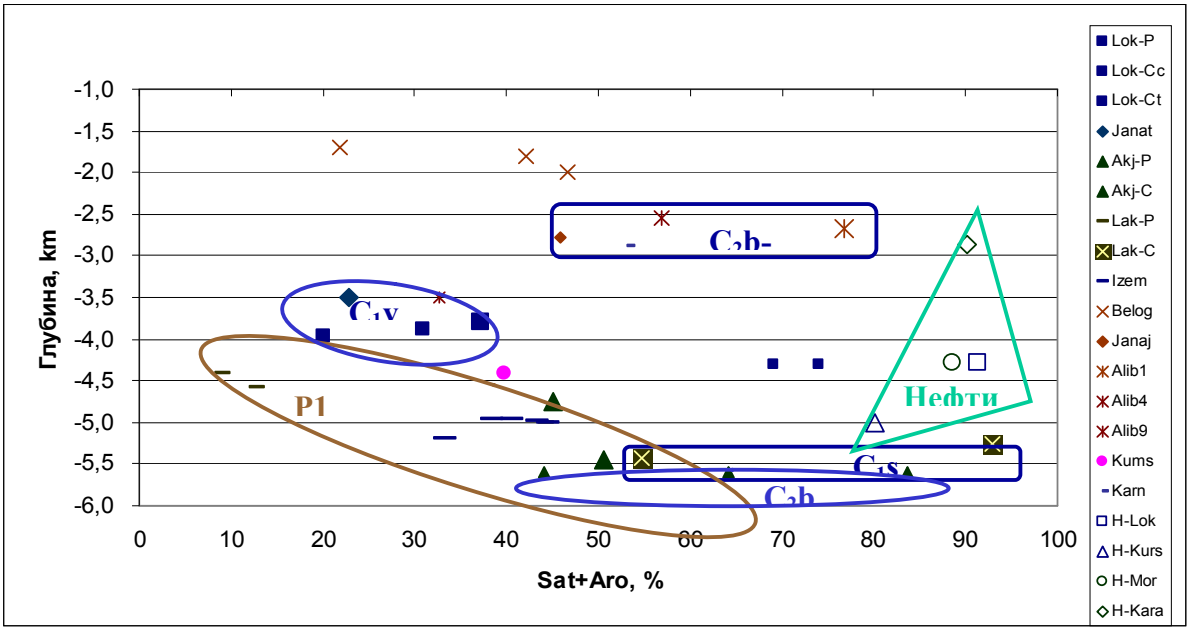


Рис.4. График зависимости суммы алканов и ароматических от глубины

График SAT/ARO – SAT+ARO показывает, что вместе с обогащением экстракта углеводородами (sat+aro) соотношение между насыщенными и ароматическими углеводородами в целом остается неизменным для терригенных пермских отложений восточной части исследуемой территории. В целом, наблюдается увеличение доли алканов по мере возрастания суммы углеводородов (SAT+ARO), что указывает на эволюцию термической зрелости рассматрившаемых пород и нефтей. Высокие значения SAT/ARO образцов скважин Жанажол 64, Алибек 1, Алибек 4П указывают на наличие продуктивных пород-резервуаров.

Индекс продуктивности (IP), определенный по параметрам Рок-Эвал имеет, в основном, значения меньше 0,3, что вместе с низкими значениями Tmax указывает на слабую степень зрелости изученных образцов пород.

Анализы позволяют сделать следующие выводы.

1. Идентифицировано два типа органических веществ:

- ОВ II-го (морского) типа расположены в западной части (внутренняя зона востока Прикаспийского бассейна), как правило, в карбонатных фациях каменноугольного и пермского возрастов.

- ОВ III-го (континентального) типа расположены к востоку (бортовая часть и восточная окраина) и связаны с пермскими терригенными породами.

2. Образцы западной части содержат в основном ОВ, которое имеет более высокий нефтяной потенциал - углеводородный коэффициент (IH) изменяется от 199 до 504 мг УВ/гСорг и, является менее зрелым - Tmax изменяется от 420 до 430^{0}C. Образцы бортовой части и восточной окраины характеризуются, в основном, более высоким индексом продуктивности (IP) и Tmax, низкими значениями углеводородного коэффициента (IH) и являются более преобразованными и зрелыми.

3. Существует позитивная корреляция индекса продуктивности (IP) с глубиной в скважинах Байжарык, Кумсай Зап., Белогорская и частично Лаккарган, Акжар-Кенкияк. Рост данного коэффициента более быстрый по площадям бортовой и восточной зон, нежели по западным (Акжар-Кенкияк).

4. Среди образцов имеющих отношение экстрагируемого органического вещества к общему содержанию органического углерода (EOM/TOC) выше 10%, большинство относится к западной территории (7 образцов площадей Жанатан (3 обр), Локтыбай (2 обр), Акжар-Кенкияк (2 обр)) и соответствуют глубинам от 3500 до 4500 м. Данные образцы имеют преимущественно сапропелевый тип ОВ.

5. Существует зависимость параметра EOM/TOC с глубиной. Начало генезиса нефти может быть связано с глубинами 2200-3000м, максимум генезиса (главная зона нефтеобразования) приходится на глубины 3500-4500м.

ЛИТЕРАТУРА

Ensepbaev T., Izart A.., Cathelineau M., Joltaev G., Vachard D. & Boulekbaev Z. 1998. La bordure Est du bassin Précaspien et la bassin d'avant-pays de l'Oural (Kazakhstan) au Carbonifère et Permien inférieur, *in* Crasquin-Soleau S., Izart A., Vaslet D. & De Wever P. (eds), Peri-Tethys : stratigraphic correlations 2, *Geodiversitas* 20 (4): 687-700.

Резюме

Пиролиз Rock-Eval және газсұйық хроматография әдістерімен жасалған геохимиялық зерттеу бойынша Прикаспий синеклизасының шығыс жағында тұз асты жыныстардың органикалық заттардың негізгі түрлері, жыныстардың пайда болу жағдайы және термиялық жетілу анықталды.

Батыс жағының жыныстарының органикалық заттарының мұнай потенциалы жоғары және термиялық жетілу төмен болып саналады. Борт және шығыс жағының жыныстарының мұнай потенциалы төмен және термиялық жетілу жоғары болғаны анықталды.

Summary

On the basis of geochemical researches by the method of Rock-Eval pyrolisis and gasliquid chromatography determines the essential types of organic matter, sedimentation environments and degree of thermal maturity of organic substance of subsalt sediments of east part of Precaspian basin.

Samples of west part content the organic matter with more high oil potential and are less mature. Samples of board and east part have less oil potential and are more mature.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева
G2R, Nancy University, Нанси, Франция

Поступила 05.02.12 г.

УДК 621.693

Л.С. Мухамеди

ПУЛЬСОМЕТР НА БАЗЕ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ДАТЧИКА ДАВЛЕНИЯ

В настоящее время широкое распространение получили пульсометры, приборы, измеряющие частоту сердечных сокращений. Эти устройства позволяют в режиме реального времени отслеживать состояние организма тренирующегося человека и контролировать нагрузки.

Современные пульсометры различаются по способу передачи данных: на проводные и беспроводные. В проводных пульсометрах передача осуществляется через провод, но он не является удобным и практичным, однако при этом, аппарат устойчиво работает при высокой степени радиопомех. В последнее время большую известность среди пользователей получает беспроводной пульсометр. Данные от датчика передаются по радиоканалу как в аналоговом так и цифровом виде. Недостатком является необходимость смены элементов питания, а также нарушение передачи данных в условиях сильных радиопомех [1].

Цель настоящей работы построить пульсометр на базе пьезолектрического датчика давления. Применение пьезолектрического датчика давления обеспечивает значительное уменьшение габаритов устройства и энергопотребления, повышает надежность изделия [2].

Рассмотрим компоновочную схему устройства, предназначенный для регистрации давления пульсовой волны. На рис.1 представлена компоновочная схема.

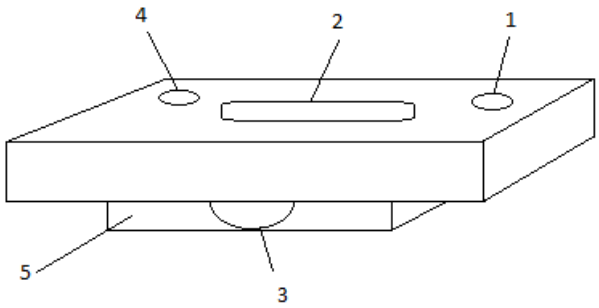


Рис.1. Компоновочная схема пульсометра

Пульсометр содержит корпус-5, пьезоэлемент-3, индикатор-2, интерфейс -4 и -1. Пьезоэлемент выполнен в виде радиально поляризованного цилиндра и жестко соединен с корпусом клеевой прослойкой, толщиной не более 20 мкм. Клеевый шов обеспечивает непрерывность смещений между корпусом и пьезоэлементом.

Внешнее давление действует на торец и боковые поверхности корпуса, деформация которого передается на пьезоэлемент, генерирующий заряд, пропорциональный давлению. Информационный сигнал через кабель поступает в систему обработки.

Принцип действия пульсометра заключается в передаче электронных сигналов работы сердца, которые возникают благодаря его сокращениям или ударам, от датчика к принимающему устройству, который и обрабатывает их. В результате на дисплее появляется значение частоты сердечных сокращений.

Данная функциональная схема демонстрирует измерения частоты сердечных сокращений по пульсации крови в артерии.

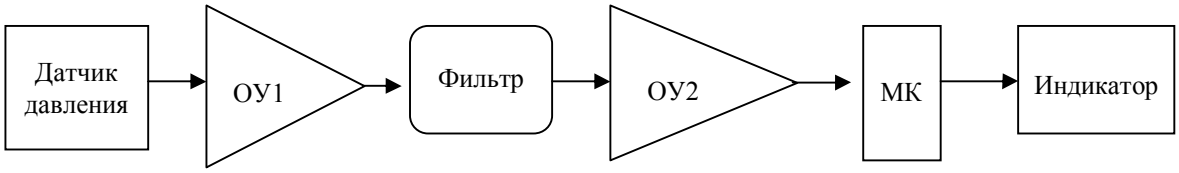


Рис.2. Функциональная схема цифрового пульсометра

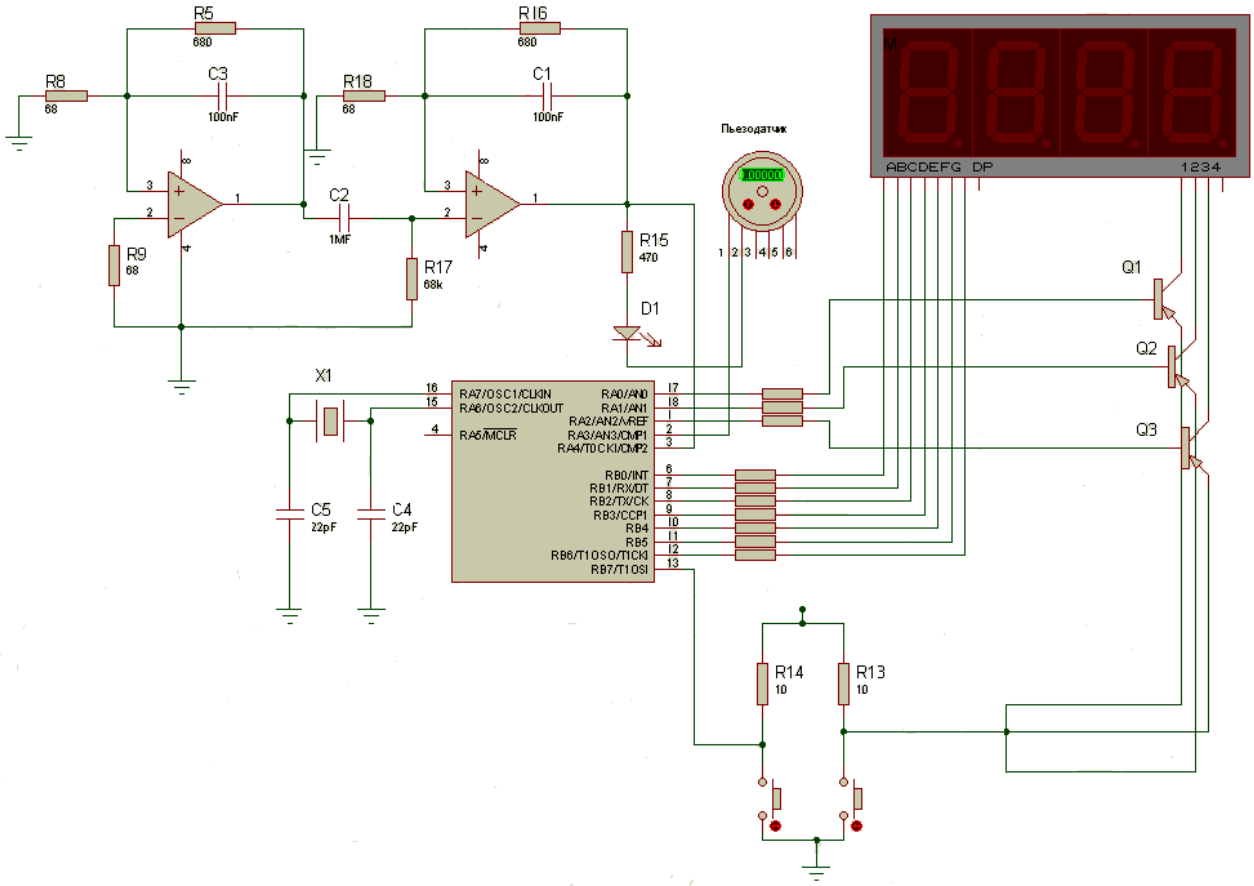


Рис.3. Принципиальная схема цифрового пульсометра

Схема нормализации сигнала состоит из идентичных активных фильтров нижних частот с частотой среза около 2,5Гц. Это означает, что максимальное измеряемое значение пульса составляет 150 ударов в минуту. Операционный усилитель, используемый в схеме – сдвоенный операционный усилитель, работающий от однополярного источника напряжения. Выходной сигнал имеет рахмах равный напряжению питания. Фильтрация сигнала необходима для блокирования высокочастотного шума. Микроконтроллер работает на тактовой частоте 4 МГц, в качестве источника тактовой частоты применен кварцевый резонатор. Микроконтроллер активизирует передачу импульсов. Величина пульса по окончанию измерения отображается на индикаторе [3].

В заключении следует отметить, что применение в пульсометре пьезоэлектрического датчика давления, позволит повысить надежность биометрического прибора. Принципиальная схема (рис.3), созданная для пульсометра в дальнейшем будет объектом моделирования с применением программы Proteus.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Дикунов А*. Строительство датчика пульса. Биологическая обратная связь. – М.: Медицинские приборы, 2002.

2. *Богуш М.В. Гориш А.В.* Исследование технических характеристик пьезоэлектрических датчиков методом конечных элементов. – Информационно-измерительная техника, экология и мониторинг: науч. тр.- Вып.6 – (2003). – М.: РКА, МГУЛ, 2003. – 242с.

3. *Яценков В.С* Микроконтроллеры MICROCHIP. Практическое руководство. – М.: Горячая линия - Телеком, 2002. – 296с.

4. *Грабовски Б.* Краткий справочник по электронике. – М.: ДМК Пресс, 2004. – 416с.

5. *Котюк А.Ф.* Датчики в современных измерениях. – М., 2007. - 96с.

Резюме

Мақалада тамырдың соғуын өлшейтін құрылғы карастырылған. Құрылғыда негізгі өлшегіш элемент ретінде пъезоэлектрлік қысым датчигі қолданылған.

Summary

In this matter is considered the pulse measure instrument. In this instrument the main measure element is pressure piezoelectric sensor.

Ключевые слова: pressure sensor, instrument, pulse, element.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 02.02.12 г.*

М.Е. Ескалиев, А.А. Адилжанова

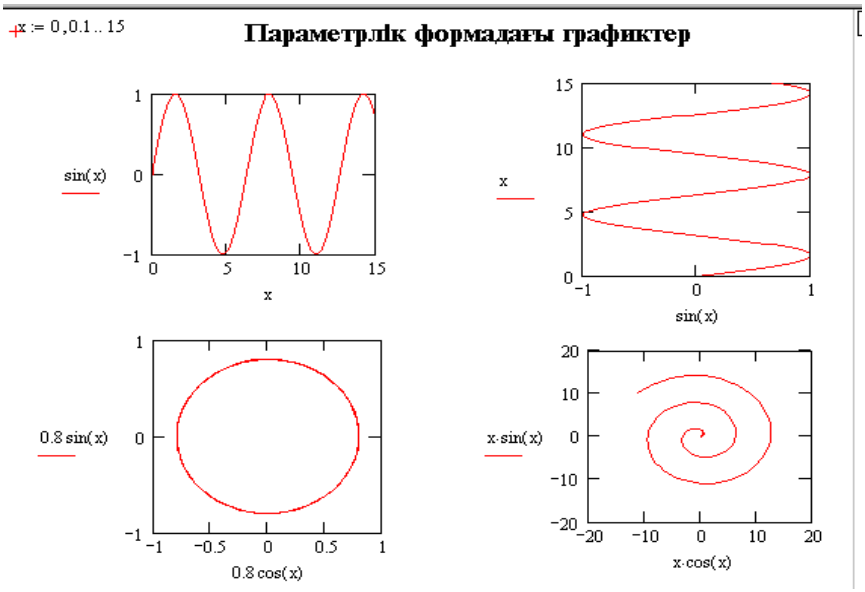
ВОЗМОЖНОСТИ ИЛИ СПОСОБЫ ДЛЯ ПОСТРЕНИЯ ГРАФИКОВ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ФУНКЦИИ В СИСТЕМЕ «MATHCAD»

Суденттер мен оқушылар қарапайым есептеулерді меңгере салысымен, қарапайым функциялардың графиктерін, мысалы синусоида немесе түзу кесіндісін салуға талпынады. Сонымен қатар, бұл мақалада Mathcad жүйесіндегі графиктің ең қызықтырарлық мүмкіндігі – анимация және күрделі математикалық есептерді шығару жолымен танысамыз. Бұл оқушыларға оның мәнін түсінуге, ал педагогтарға тамаша электронды сабақтар мен оқулықтар дайындауға көмек береді. Mathcad-та алуан түрдегі графиктерді құруға болады. Оған есептеудің қажетті нәтижелері көшіріліп түсіріледі. Графикті тұрғызудың қарапайым мысалдарын қарастырайық.

Функцияның параметрлі берілген графиктері

Координат осьтері бойынша функцияның берілген параметрлі екі өлшемді графиктерін құрастыруға рұқсат етіледі. Мұндайда енгізу орындарында бір айнымалы *x*-тің еркін функциясы тұрады. 1-суретте төрт график бейнеленген, көрсетілген екі өлшемді графиктер – бұл координат осьтері бойынша берілген параметрлі функция графигі.]

1- суреттегі алғашқы екі функция X және У осьтері бойынша берілген функция өзгерісінің әсері бейнеленген. Синус функциясының нәтижесінде 90°-қа бұрылған. Үшінші графикте *R·cos(x)* және *R·sin(x)* формулаларымен параметрлі берілген шеңбердің құрылуы көрсетілген (мұнда R=0.8 – шеңбердің радиусы). Соңғы графикте *x·cos(x)* және *x·sin(x)* формулаларымен берілген серіппесін құру көрсетілген (1-сурет).



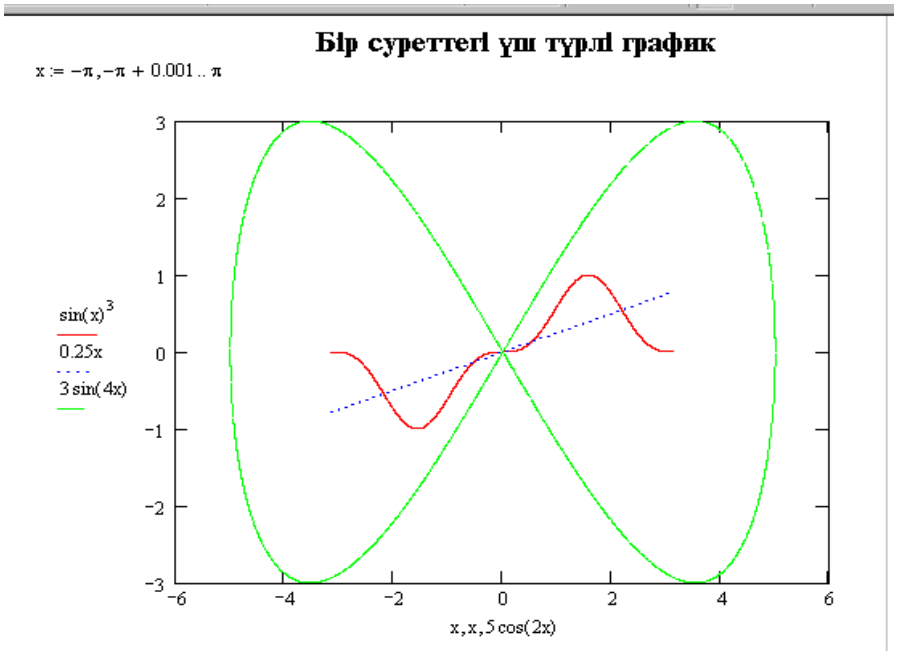
1-сурет. Параметрлі формадағы график

Барлық тізілген графиктер сияқты тәуелсіз айнымалы *x*-тің берілуінен кейін құрылады. Алайда, айнымалы *x*-ті бермеуге де болады. Мұндай жағдайда оның өзгеру диапазоны автоматты түрде –10-нан 10-ға дейінгі интервалды орнатады.

Бір суретте функция қатарының графиктерін құру.

Жоғарыда айтылғандай, үтірмен бөлуді қолданып, У осі бойынша шаблонды енгізу орнына саналуымен функция қатарының графигін құруға рұқсат етіледі. Алайда, тек У осі бойынша ғана емес, Х осі бойынша да түрлі функциялар беріледі.

2-суреттегі параметрлі берілген функция қысқа жиілікпен берілетін Х және У ауытқу пластинкаларының синусоидалық сигналдарын осциллограф экранында бақылайтын Лиссаж фигурасы бейнеленген (біздің жағдайымызда қалдықсыз бөлінгіш еселік 2/4-ке тең және белгі ∞ шексіздік белгісін еске салады).



2-сурет. Бір суретте берілген үш функция графигі

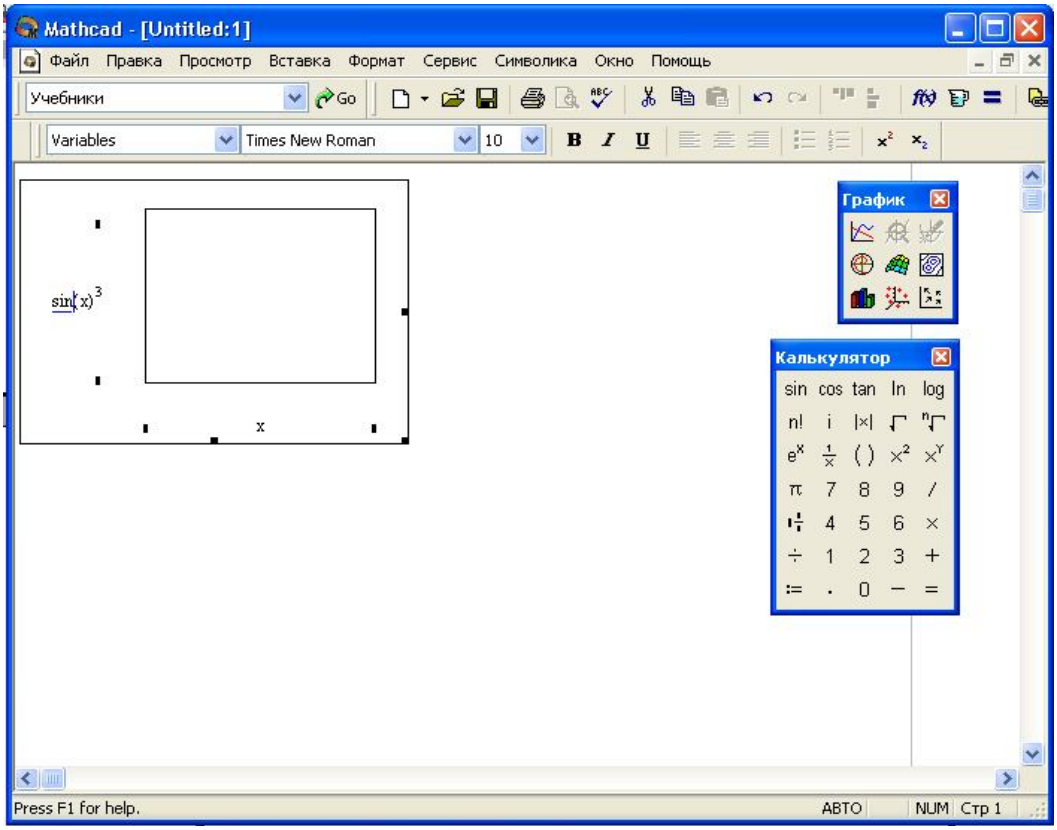
Mathcad әрбір қисық сызықты өзінің стилі мен түсі бойынша автоматты түрде ажыратады.

Графиктерді форматтау жолы бойынша график түрін өзгертуге болады. Тышқанның көмегімен графикті белгілеп, оны үлкейтуте немесе кішірейтуге болады.

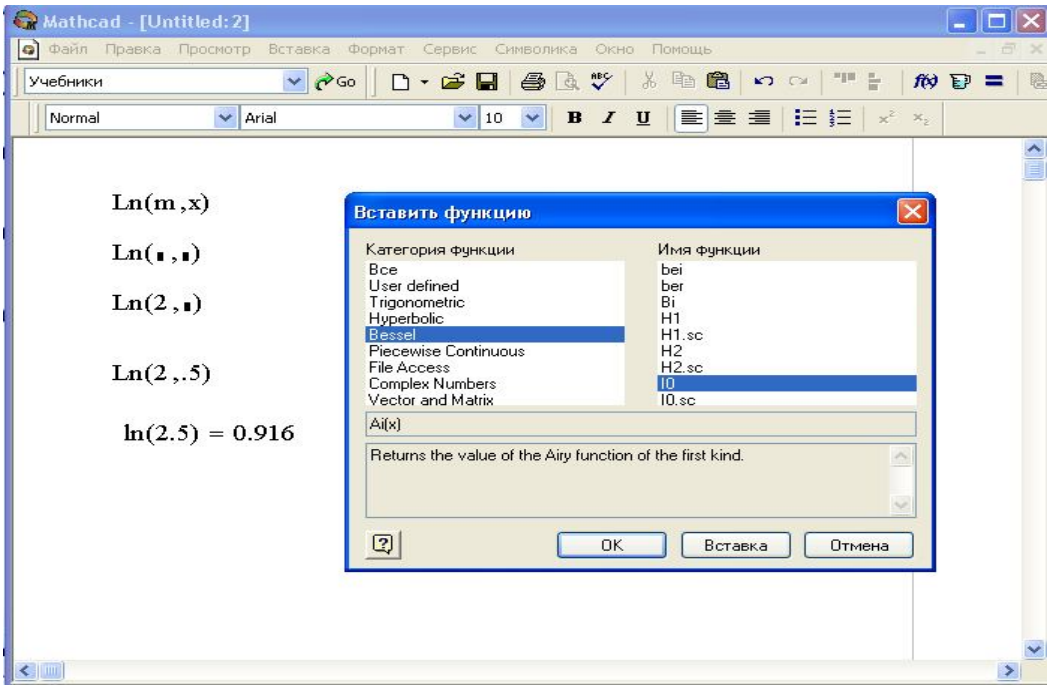
Бір функцияның екі өлшемді графигін құру

Mathcad-та қарапайым функциялардың графиктерін, мысалы синусоида немесе түзу кесіндісін салуға мүмкіндік бар. Сонымен қатар, Mathcad жүйесіндегі графиктің ең қызықтырарлық мүмкіндігі анимациямен және күрделі математикалық есептерді шығару жолын көрсететін видеофильмдермен танысамыз. Бұл мүмкіндіктер педагогтарға тамаша электронды сабақтар мен оқулықтар дайындауға көмек береді. Графикті тұрғызудың қарапайым мысалдарын қарастырайық

Mathcad-та қарапайым есептеулер жылдам орындалады. Мұнда алуан түрдегі графиктерді құруға болады. Оған есептеудің қажетті нәтижелері көшіріліп түсіріледі. 3 дәрежелі *sin(x)* функция графигін көрсетейік.



3-сурет. Екі өлшемді графикті құруға дайындық



4-сурет. Ln(m, x) - Бессель функциясын қолдану

Қолданушылар Mathcad-та asin функциясын математикада қабылданған arcsin түрінде береді де, қате туралы мәлімет алады.

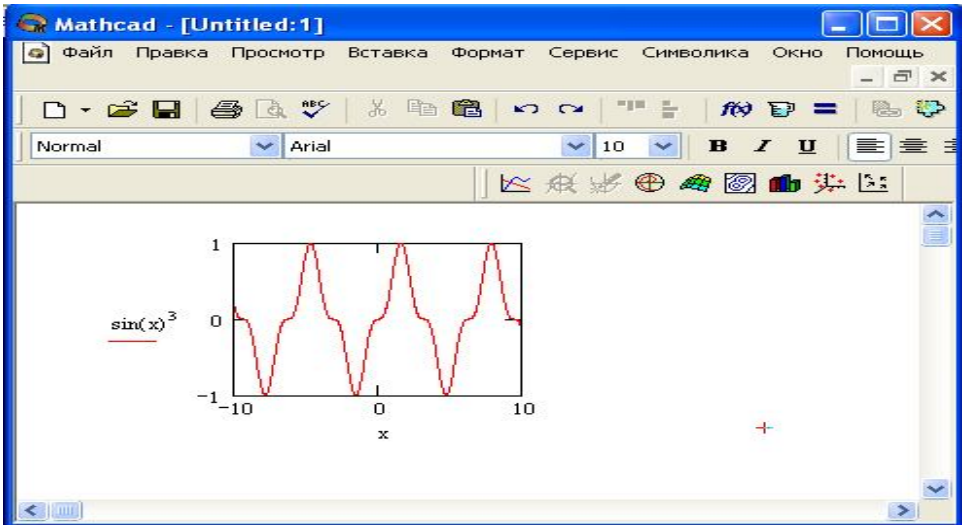
Математикалық формулаларды енгізуді жеңілдету үшін f(x) батырмасы қызмет етеді. 4-суретте таңдау және Ln(m,x) – Бессель функциясын қолдануға мысал келтірілген.

Функция атынан кейін дөңгелек жақша ішінде жазылатын параметрлерден (аргументтерден) тұрады. Функцияда бір параметр (мысалы sin (x) немесе cos(0.5)), екі параметр (мысалы ln (m, x) немесе одан да көп параметрлер болуы мүмкін. Функцияның нәтижені қайтару сияқты қасиеті бар, сондықтан оларды күрделі математикалық функцияларда, мысалы (2+3i)*sin ($3*e^{e-1}$) қолдануға болады. Бұл формуладағы і-жорамал бірлік және көптеген функциялардың комплексті мағыналарды қайтаруға болады.

Ол үшін төмендегідей қарапайым әрекеттерді орындау жеткілікті.

1. sin(x) ^3 функциясын тере отырып, формуланы енгізіңіз.
2. Математикалық белгілер тақтасында график бейнесіндегі батырманы шерткенде, экранда график палитралары шығады.
3. График палитрасында екі өлшемді график бейнесіндегі батырманы басқанда, экранда функцияның У осі бойынша енгізілген график шаблоны /3-сурет/ пайда болады.
4. Енгізу орнына Хосі бойынша тәуелсіз аргумент х-тің атын енгізіңіз.
5. График шекарасынан тыс жерде тышқанның сол жақ батырмасын шерткенде, график құрылады.

Берілген жағдайда функция үшін формуланы түгелімен белгілеудің қажеті жоқ, бірақ енгізу курсоры формулалы блоктың ішінде болу керек.



5-сурет. 3 дәрежелі sin(x) функциясының графигін құру нәтижесі

Графиктің өлшемін өзгерту және орналастыру. Енді графикті үлкейтейік және жылжытайық. Ол үшін мынадай амалдарды орындаймыз:

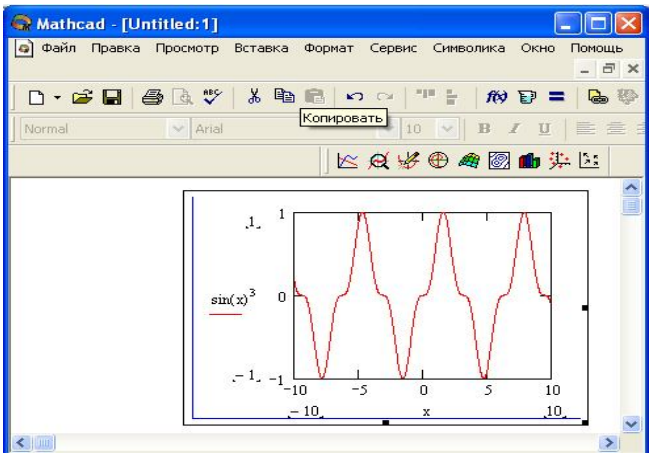
Тышқан көрсеткішін график облысына орналастырып, оның сол жағын шерткенде, график айналасында блок графигін қоршаған қара сызықты рамка шығады.

Тышқан көрсеткішін оң жақ төменгі бұрышындағы кішкентай қара квадратқа алып барғанда, тышқан көрсеткіші екі жақтылы диагональды бағыттауышқа айналу керек.

Тышқанның сол жақ батырмасын баса отырып, графикті диагональ бойынша ұзартыңыз.

Графикті кеңейтуді аяқтау үшін, тышқан батырмасын жіберіңіз. Тышқан көрсеткішін рамканың кез келген жағына (қара квадраттан басқа) алып барғанда, ол қара алақанға айналу керек. Тышқанның сол жағын баса отырып, график блогын экранның қалаған жеріне жылжытуға болады.

Бұл әрекеттердің нәтижесінде кеңейген және экранның басқа жеріне орналастырылған, рамкамен қоршалған графикті көруге болады (6-сурет). Тышқан көрсеткішін графиктен басқа жағына апарып, тышқанның сол жақ батырмасын шерту арқылы рамканы алып тастаға болады.

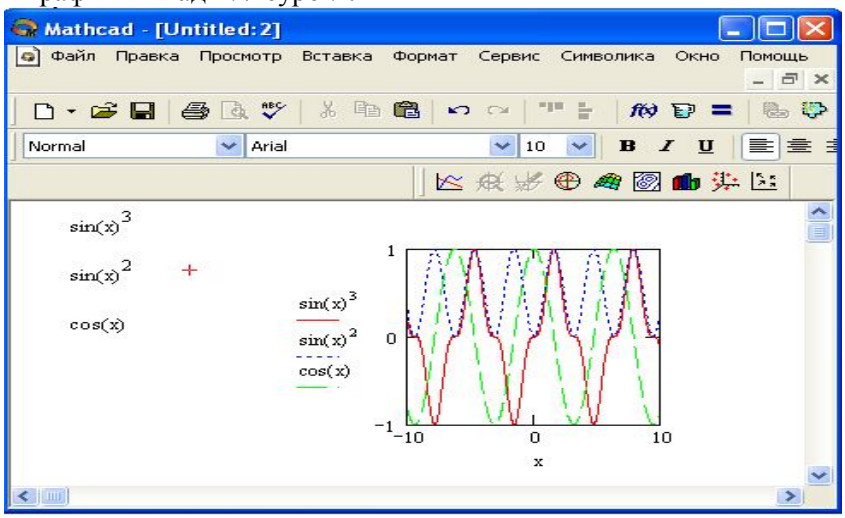


6-сурет. Өлшемін және жылжытуды өзгерткеннен кейінгі функцияның графигі

График рамканың ішінде болған кезде қара бұрышта графиктің Х және У осьтері бойынша масштабтарын көрсететін сандар шығады. Келісім бойынша, Х осі бойынша график х аргументінің -10-нан +10-ға дейінгі өзгеру кесіндісі құрылады. У осі бойынша масштаб автоматты түрде қойылады.

Графикте тағы екі функция, мысалы sin(x)^2 және cos(x)-ті бейнелеуді қарастырайық. Ол үшін бірінші у функциясынан кейін графиктің У осі бойынша функция формулаларын үтірмен ажырату арқылы санап шығу керек. Ол былай жасалады:

1. Тышқан көрсеткішін sin(x) ^3 өрнегінің соңына орнатыңыз.
2. Тышқанның сол жақ батырмасын шерткенде, өрнек соңында көк бұрыш пайда болады (немесе алдында).
3. Курсорды көлденең орналастыру пернелері арқылы бұрышты пробел пернесін баса отырып, өрнек соңына бұрыш бүкіл өрнекті қамтып тұратындай нақты орнатыңыз.
4. Үтір белгісін енгізгенде, бірінші өрнек жоғары шығып, ал оның астында жаңа енгізу орны пайда болады.
5. sin(x) ^2 өрнегін енгізіңіз.
6. Пробел пернесін баса отырып, бұл өрнекті де түгелімен көк бұрышқа қамтыңыз.
7. Үтір белгісін енгізгенде, алғашқы екі өрнек жоғары шығып, олардың астында жаңа енгізу жолы шығады.
8. Оған cos(x) өрнегін енгізіңіз.
9. Тышқан көрсеткішін график шекарасынан алып кетіп, тышқанның сол жағын шерткенде, үш қисық сызықты график шығады /7-сурет/ .



7-сурет. Үш қисықты екі өлшемді график

ӘДЕБИЕТТЕР

1. *М.Херхагер, Х.Партолль* “Mathcad 2000”, перевод с немецкого под редакцией К.Ю.Королькова, BHV, “Ирина”, Киев, 2000.
2. “Microsoft Visual Basic 6.0.”, “ЭКОМ”, Москва, 2000.
3. *Дьяконов В.П., Абраменкова И.В.,* MATHCAD 8 PRO. Москва, «Нолидж», 1999.
4. *Каганов В.И.* компьютерные вычисления в средах Excel и Mathcad. Москва., «Горячая линия-Телеком», 2003.
5. Пилс, Силвина «Mathcad финансы и кредит», Санкт-Петербург, «Питер», 2001.

Резюме

Мақалада кейбір параметрлік функциялардын сәйкесінше мысалдарымен график құру үшін «Mathcad» жүйесін қолдану мүмкіндігі көрсетілген.

Summary

In this article presents the possibility use of «Mathcad» for plotting some of the parametric functions with appropriate examples.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 12.02.12 г.*

УДК 593.3

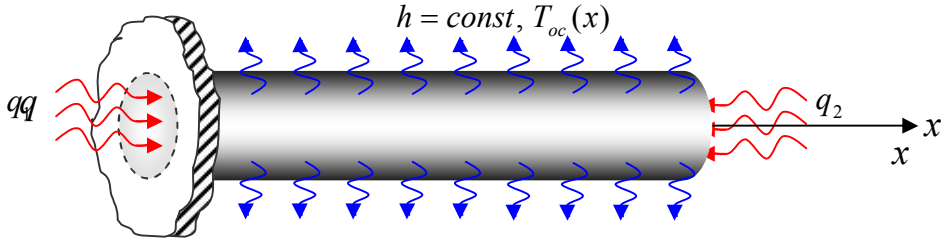
Э.Н. Нұрлыбайтегі, А.К. Сағымбаев

ЖЫЛУ АҒЫНДАРЫНЫҢ СТЕРЖЕНГЕ ӘСЕРІН ЕСЕПТЕУ АЛГОРИТМІН ҚҰР

Жылу көздері әсерінде жұмыс жасайтын көптеген құрылғылардың (газотурбиналық электростанциялар, атом реакторлары, реактивті және сутектік двигательдер, т.б.) кейбір құрылым элементтері күрделі жылу ағындары мен жылу алмасу әсерлерінде жұмыс жасайды. Сол құрылғылардың үздіксіз жұмыс жасауы негізгі құрылым элементтерінің жылу-беріктілігіне тікелей тәуелді болады.

Сондықтанда стратегиялық құрылғылардың әртүрлі күрделі жылу көздері әсерінен негізгі құрылым элементтерінде пайда болатын жылу-механикалық күйін зерттей алатын әмбебаптық сандық әдіс және есептеу алгоритмін жасау өзекті мәселе.

Негізгі әдісті төменде келтірілетін мынадай мысалда қарастырайық. Бізге ұзындығы $L\ (см)$, көлденең қима ауданы $F\ (см^2)$ болған шекті ұзындықтағы стержень көрінісіндегі негізгі құрылым элементі берілген болсын. Оның жылу өткізгіштік коэффициенті $K_{xx}\ (Вт/(см\cdot^\circ C)$ болсын. Берілген горизанталь стерженнің сол шеті мықтап бекітілген, ал оң шеті бос болсын. Стерженнің сол шетінің көлденең қима ауданына $q_1\ (Вт/см^2)$, ал оң шетінің көлденең қыйма ауданына $q_2\ (Вт/см^2)$ жылу ағындары түсіп тұрсын. Стерженнің бүйір бетінің ауданы арқылы, оны қоршап тұрған сыртқы ортамен жылу алмасып тұрсын. Мұнда жылу алмасу коэффициенті $h\ (Вт/(см^2\cdot^\circ C) = const$, ал сыртқы ортаның температурасы $T_{co}(^\circ C)$ болсын. Мұнда $T_{co}(x) = ax^2 + bx + c;\quad a, b, c = const$. Мәселенің есептеу сызбасы 1-суретте көрсетілген.



1-сурет. Мәселенің есептеу сызбасы

Берілген мәселені шешу үшін энергияның сақталу заңына сәйкес сандық әдіс құрастырайық. Бұл үшін зерттеліп жатқан стержень ұзындығы бойынша температураның таралу заңдылығын $T_{co}(x)$ -ке сәйкес екінші дәрежені толық полином көрінісінде іздейік, яғни

$$T(x) = a_1 x^2 + a_2 x + a_3,\ 0 \le x \le \ell,\ a_1,\ a_2,\ a_3 = const \tag{1}$$

Мұнда

$$\left.\begin{aligned} T(x=0) &= a_1 \cdot 0 + a_2 \cdot 0 + a_3 = T_i \\ T\left(x = \frac{L}{2}\right) &= a_1 \cdot \frac{L^2}{4} + a_2 \cdot \frac{L}{2} + a_3 = T_j \\ T(x=L) &= a_1 \cdot L^2 + a_2 \cdot L + a_3 = T_k \end{aligned}\right\} \tag{2}$$

деп белгілесек, онда $T(x)$ -ті мынадай көріністерде жазуға болады /1/.

$$T(x) = a_1 x^2 + a_2 x + a_3 = \varphi_i(x) \cdot T_i + \varphi_j(x) \cdot T_j + \varphi_k(x) \cdot T_k =$$
$$= \frac{L^2 - 3Lx + 2x^2}{L^2} \cdot T_i + \frac{4Lx - 4x^2}{L^2} \cdot T_j + \frac{2Lx - x^2}{L^2} \cdot T_K,\ 0 \le x \le L \tag{3}$$

Мұнда

$$\varphi_i(x) = \frac{L^2 - 3Lx + 2x^2}{L^2};\ \varphi_j(x) = \frac{4Lx - 4x^2}{L^2};\quad \varphi_k(x) = \frac{2Lx - x^2}{L^2};\ 0 \le x \le L, \tag{4}$$

онда (3-4)-ден пайдаланып температураның градиентін табамыз.

$$\frac{\partial T}{\partial x} = \frac{dT}{dx} = \frac{4x - 3L}{L^2} \cdot T_i + \frac{4L - 8x}{L^2} \cdot T_j + \frac{2L - 2x}{L^2} \cdot T_k,\ 0 \le x \le L \tag{5}$$

Енді 1-суретте келтірілген мәселе үшін толық жылу энергияны өрнектейтін функционалды жазамыз /2/

$$J = \int_V \frac{K_{xx}}{2}\left(\frac{\partial T}{\partial x}\right)^2 dV + \int_{S(x=0)} q_1 T(x) dS + \int_{S(x=L)} q_2 T(x) dS + \int_{S_{ББ}} \frac{h}{2}(T(x) - T_{co}(x))^2 dS,\ 0 \le x \le L \tag{6}$$

Мұндағы $S(x=0)$ – стерженнің сол жақ шетіндегі көлденең қима ауданы, ал $S(x=L)$ – оң жақ шетіндегі көлденең қима ауданы; V – стерженнің көлемі; $S_{ББ}$ – стерженнің бүйір бетінің ауданы. Сондай-ақ (6) өрнектегі интегралды $T_{co}(x)$, $\frac{\partial T}{\partial x}$ және $T(x)$ -тардың өрнектерінен пайдаланып интегралдаймыз.

$$J_1 = \int_{S(x=0)} q_1 T(x) dS = F \cdot q_1 \cdot T_i \tag{7}$$

$$J_2 = \int_{S(x=L)} q_2 T(x) dS = F \cdot q_2 \cdot T_k \tag{8}$$

$$J_3 = \int_V \frac{K_{xx}}{2}\left(\frac{\partial T}{\partial x}\right)^2 dV = \frac{K_{xx}\cdot F}{2L^2}\int_0^{\ell}\left[(4x-3L)\cdot T_i + (4L-8x)\cdot T_j + (2L-2x)\cdot T_k\right]^2 dx =$$

$$= \frac{K_{xx}\cdot F}{6L}\left[7T_i^2 - 16T_iT_j + 2T_iT_k - 16T_jT_k + 16T_j^2 + 7T_k^2\right] \quad (9)$$

$$J_4 = \int_{S_{ББ}} \frac{h}{2}\left[T(x) - T_{co}(x)\right]^2 dS = \frac{\mathrm{P}\cdot h}{2}\int_0^{\ell}\left[T(x) - T_{co}(x)\right]^2 dx$$

мұндағы P – көлденең қима периметрі. Сондай-ақ J_4-тің өрнегіне $T(x)$ және $T_{co}(x)$-тердің өрнектерін алып келіп қойсақ, онда J_4-тің көрінісі мынадай болады.

$$J_4 = \frac{\mathrm{P}h}{2}\int_0^{\ell}\left[\frac{L^2-3Lx+2x^2}{L^2}\cdot T_i + \frac{4Lx-4x^2}{L^2}\cdot T_j + \frac{2Lx-x^2}{L^2}\cdot T_K - (ax^2+bx+c)\right]^2 dx =$$

$$= \frac{Ph}{2}\left[\frac{2L}{15}T_i^2 + \frac{2L}{15}T_iT_j - \frac{L}{15}T_iT_k + \left(\frac{aL^3}{30} - \frac{cL}{3}\right)\cdot T_i + \frac{8L}{15}T_j^2 + \frac{2L}{15}T_jT_k + \frac{2L}{15}T_k^2 - \right.$$

$$-\left(\frac{2aL^3}{5} + \frac{2bL^2}{3} + \frac{4cL}{3}\right)\cdot T_j - \left(\frac{3aL^3}{10} + \frac{bL^2}{3} + \frac{cL}{3}\right)\cdot T_k +$$

$$\left. + \left(\frac{a^2L^5}{5} + \frac{abL^4}{2} + \frac{2acL^3}{3} + \frac{b^2L^3}{3} + bcL^2 + c^2L\right)\right] \quad (10)$$

Енді (7-11) өрнектерді пайдаланып $J = J_1 + J_2 + J_3 + J_4$ функционалды құрамыз.

$$J = \frac{K_{xx}\cdot F}{6L}\left[7T_i^2 - 16T_iT_j + 2T_iT_k - 16T_jT_k + 16T_j^2 + 7T_k^2\right] + F\cdot q_1\cdot T_i + F\cdot q_2\cdot T_k +$$

$$+ \frac{Ph}{2}\left[\frac{2L}{15}T_i^2 + \frac{2L}{15}T_iT_j - \frac{L}{15}T_iT_k + \left(\frac{aL^3}{30} - \frac{cL}{3}\right)\cdot T_i + \frac{8L}{15}T_j^2 + \frac{2L}{15}T_jT_k + \frac{2L}{15}T_k^2 - \right.$$

$$-\left(\frac{2aL^3}{5} + \frac{2bL^2}{3} + \frac{4cL}{3}\right)\cdot T_j - \left(\frac{3aL^3}{10} + \frac{bL^2}{3} + \frac{cL}{3}\right)\cdot T_k +$$

$$\left. + \left(\frac{a^2L^5}{5} + \frac{abL^4}{2} + \frac{2acL^3}{3} + \frac{b^2L^3}{3} + bcL^2 + c^2L\right)\right] \quad (11)$$

Енді J-функционалды T_i, T_j, T_k-түйін нүктелердегі температуралардың мәндері бойынша минимизациялап негізгі шешуші теңдеулер жүйесін құрамыз. Бұл жүйе төмендегідей сызықты теңдеулер жүйесі болады.

$$\left.\begin{aligned}
&\frac{\partial J}{\partial T_i} = 0; \Rightarrow Fq_1 + \frac{K_{xx}F}{6L}(14T_i - 16T_j + 2T_k) + \frac{\mathrm{P}h}{2}\left[\frac{4L}{15}T_i + \frac{2L}{15}T_j - \frac{L}{15}T_k + \left(\frac{a\cdot L^3}{30} - \frac{cL}{3}\right)\right] = 0;\\
&\frac{\partial J}{\partial T_j} = 0; \Rightarrow \frac{K_{xx}F}{6L}(-16T_i + 16T_k - 32T_j) + \frac{Ph}{2}\left[\frac{2L}{15}T_i + \frac{16L}{15}T_j + \frac{2L}{15}T_k - \left(\frac{2aL^3}{5} + \frac{2bL^2}{3} + \frac{4cL}{3}\right)\right] = 0;\\
&\frac{\partial J}{\partial T_k} = 0; \Rightarrow Fq_2 + \frac{K_{xx}F}{6L}(2T_i - 16T_j + 14T_k) + \frac{Ph}{2}\left[-\frac{L}{15}T_i + \frac{2L}{15}T_j + \frac{4L}{15}T_k - \left(\frac{3aL^3}{10} + \frac{bL^2}{3} + \frac{cL}{3}\right)\right] = 0;
\end{aligned}\right\} \quad (12)$$

Бұл теңдеулер жүйесін шешімі $T_i = T(x=0)$; $T_j = T\left(x=\frac{L}{2}\right)$ және $T_k = T(x=L)$-дің мәндерін анықтаймыз. Табылған T_i, T_j және T_k-лардың мәндерін (3)-ке алып барып қойып, зерттеліп жатқан стерженнің ұзындығы бойынша температураның таралу заңдылығын табамыз, яғни

$$T = T(F, q_1, q_2, L, P, a, b, c, x) \tag{13}$$

Енді мәселенің сандық шешімін табу үшін алдымен қажетті параметрлердің мәндерін беру қажет. Ол мәндерді төмдегідей етіп алайық

$$T_{co} = ax^2 + bx + c = \frac{3}{10}x^2 - 6x + 40$$

Бұл сыртқы орта температурасының мәні стержень ұзындығына тәуелділік формасы. $T_{co}(x)$-тің графикалық көрінісі 2-суретте келтірілген.



2-сурет. $T_{co}(x)$-тің графикалық көрінісі

$T_{co}(x)$-тің өрнегінен $a = \frac{3}{10}$; $b = -6$; $c = 40$ екендігі көрінеді. Сондай-ақ стерженнің көлденең қимасының пішімін шеңбер болғандықтан оның радиусын $r = 1$ см деп алайық. Стержень ұзындығы $L = 20$ см-ге тең болсын. Онда стерженнің көлденең қима ауданы $F = \pi r^2 = \pi\, см^2$ болады. Стержень материалының жылу өткізгіштік коэффициенті $K_{xx} = 100(Bm/(см\cdot{}^\circ C))$ болсын. Стерженнің бүйір беті арқылы сыртқы ортамен жылу алмасуының коэффициенті $h = 10$ $(Bm/(см^2\cdot{}^\circ C))$ болсын. Жылу ағынының бастапқы мәні $q_1 = q_2 = -500$ $(Bm/см^2)$ болсын. Берілген параметрлердің бұл мәндерінде (12) шешуші теңдеулер жүйесінің көрінісі төмендегідей болады.

$$\left.\begin{aligned} 39\cdot T_i + 8T_j - 7T_k &= 1420 \\ T_i + 18T_j + T_k &= 320 \\ -7T_i + 8T_j + 39T_k &= 1420 \end{aligned}\right\} \tag{14}$$

Бұл теңдеулер жүйесін шешіп T_i, T_j және T_k-лардың мәндерін табамыз. Олар мынадай болады

$$T_i = T_k = 41{,}1(^\circ C);\ T_j = 13{,}21(^\circ C) \tag{15}$$

Мұндағы $q_1 = q_2$ және $T_{co}(x)$-тің көрініс симметриялық парабола болғандықтан, алынған шешімдерде симметриялық болады. Сондай-ақ $T_{co}\left(x = \frac{L}{2}\right) = 10(^\circ C)$ болғандықтан $T_j = T\left(x = \frac{L}{2}\right) = 13{,}21(^\circ C)$ болды. Мұнда $T_j < (T_i = T_k)$. Енді (15) және (3-4)-тен пайдаланып, стерженнің ұзындығы бойынша жылу таралу заңдылығын табамыз.

$$T(x)\frac{L^2 - 3Lx + 2x^2}{L^2} \cdot 41{,}1 + \frac{4Lx - 4x^2}{L^2} \cdot 13{,}21 + \frac{2Lx - x^2}{L^2} \cdot 41.1,\ 0 \le x \le L \tag{16}$$

Стерженнің ұзындығы бойынша жылу таралу заңдылығының графикалық көрінісі 3-суретте көрсетілген.



3-сурет. Стержень ұзындығы бойынша жылу таралу заңдылығы

Сонымен энергияның сақталу заңдылығына негізделіп жасалған сандық әдіс тұрақталған жылу өткізгіштік мәселесінің кез келген күрделі сызықсыз жылу көздері әсерінде де шешуге мүмкіндік береді екен. Ал енді (16) жылу өрісі әсерінен стерженнің ұзаруын (2)-ге сәйкес табамыз.

Сонымен энергияның сақталу заңына негізделіп жасалған жаңа сандық әдіс – әмбебап әдіс болып күрделі жылу көздері әсеріндегі негізі құрылым элементтерінің жылу-механикалық күйлерінің берілген 10-параметрлерге (яғни F, q_1, q_2, L, P, α, a, b, c, x) тәуелділігін терең зерттеуге мүмкіншілік береді. Алынған нәтижелер өндірістегі инженер-мамандар үшін өте қажетті мәліметтер болатыны анық. Әрине бұл әдісті қазіргі заман компьютерімен бірге қолдана отырып, үлкен жетістіктерге жетуге болады. Себебі мұндай жағдайда алынатын сандық нәтижелердің дәлдіктері өте жоғары болады.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. *Ноздрев В.Ф.* Курс термодинамики. – М.: Мир, - 1967. – 247с.
2. *Сегерлинд Л.,* Применение метода конечных элементов, Мир: М., 1979, 392с.

Резюме

Рассматривается вопрос разработки вычислительного алгоритма, соответствующего информационной системе позволяющий численно исследовать термо-механическое состояние несущего элемента конструкций в виде стержня ограниченной длины при одновременном наличии теплообмена. При этом используется метод минимизации функционала, характеризующий полную тепловую энергию.

Summary

The article discusses the development of a computational algorithm and the corresponding information system allows to investigate numerically the thermo-mechanical state of the carrier structures due to the limited length of the rod, while the presence of heat. It uses a method of minimizing the functional characterizing the dipole thermal energy.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 05.02.12 г.*

УДК 004.94

А.А. Букашев, К.М. Скаков

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ЗАДАЧ МОДЕЛИРОВАНИЯ КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Характеристики задачи управления КИС

В статье устанавливаются особенности поставленной задачи и предлагается метод ее решения.

Методологией компьютерного моделирования является системный анализ (направление кибернетики, общая теория систем). Поэтому в освоении этого метода доминирующая роль отводится системным аналитикам. Сравним с моделированием на ЭВМ (например, математическим). Методологической основой здесь чаще всего являются: исследование операций, теория математических моделей, теория принятия решений, теория игр и многие другие.

Центральной процедурой системного анализа является построение обобщенной модели, отражающей все факторы и взаимосвязи реальной системы. Предметом компьютерного моделирования может быть любая сложная система, любой объект или процесс. Категории целей при этом могут быть самыми различными. Компьютерная модель должна отражать все свойства, основные факторы и взаимосвязи реальной сложной системы, критерии, ограничения.

Компьютерное моделирование сегодня предлагает совокупность методологических подходов и развитых технологических средств, используемых для подготовки и принятия решений экономического, организационного и социального или технического характера.

Очень важно правильно обозначить и сформулировать проблему, четко задать **цель** исследования, проводимого с помощью моделирования. Допустим, решено, что для решения поставленной задачи необходимо использовать моделирование.

Моделирование успешно используется при решении большого круга **задач:** обучение, описание, сжатие, измерение, оценивание, прогнозирование, планирование, управление, синтез, идентификация, познание и др. Моделирование становится мощным средством в задачах анализа и синтеза сложных технических и экономических систем, или поиска эффективных решений (сложные разработки, проекты, новые программы).

Сложные системы необязательно требуют сложных моделей. Надо стремиться создавать простые модели, они более качественные.

Мышление исследователя, разработчика в зависимости от цели моделирования либо формирует модели реально существующих объектов в познавательной деятельности, либо создает идеальные модели еще не существующих систем в задачах проектирования. В тех и других случаях модели должны быть пригодны для решения поставленных задач.

Таким образом, в конце процесса проектирования и/или конструирования, а также создания (приобретения и изготовления компонентов, монтажа КИС из этих компонентов, далее наладки и настройки, отладки) должны получить такую КИС, функционирование которой должно соответствовать модели, отражающей желаемое поведение КИС.

Поэтому модель должна отражать качественные аспекты функционирования создаваемой КИС. Для этого следует определить функционал и/или целевые функции, которые будут характеризовать качества функционирования КИС при различных режимах (задачах) и ситуациях ее функционирования и эксплуатации. Далее требования на основе модели функционирования и целевых функции (функционалов) необходимо сформулировать в виде задачи (либо модели задачи) управления функционированием КИС.

При решении этих сформулированных задач, КИС должна показать высокую эффективность (оптимальность более строгое требование, чем эффективность).

Абстрактно функционирование (в режиме эксплуатации) во всем жизненном цикле состоит из двух видов отрезков:

– функционирование в определенном состоянии с определенной длительностью времени;

– переходов из состояния в состояние (всевозможные изменения режима/состояния функционирования: изменение, маневрирования).

Качество функционирования КИС в этих режимах функционирования характеризуется множеством показателей.

Таким образом, эффективность функционирования КИС складывается из эффективности функционирования КИС в определенном состоянии и эффективности перехода из состояния в состояние.

На основе модели функционирования и показателей эффективности сформулируем задачи функционирования или управления КИС в различных вариантах.

Необходимость в изменении состояния возникает тогда, когда по заданию надсистемы или тогда, когда на объекте возникает ситуация для которой выполняется условие, формулировка которой следующая.

В таких случаях требуется или возникает необходимость в управлении состоянием объекта (КИС).

Пусть $S_t^{Ц}$ - текущая целевая ситуация, соответствующая текущему состоянию функционированию объекта (КИС) $S_t^{Ц} \in S^{Ц}$. Тогда при возникновении задания на изменение $S_t^{Ц}$ или возникновения ситуации $S(t)$ по причине отказа, для которой выполняется условие

$$S(t) \not\subset \quad S_t^{Ц}, \tag{1}$$

необходимо управлять состоянием объекта.

Ситуация объекта управления, при котором возникла необходимость в управлении его состоянием назовем «ситуация-управления».

Эта задача соответствует первой фазе цикла управления ситуационного управления.

Тогда известные из классической теории управления задачи управления Майера, Лагранжа, Больца на языке ситуаций формулируются таким образом.

Задача Майера для ситуационного управления КИС - задача определение состояния эффективного функционирования КИС.

Пусть на объекте возникла ситуация-управление S(t). Полную ситуацию-управление представим таким образом: <S(t)>.

Тогда необходимо определить состояния эффективного функционирования, исходя из уровня показателей эффективности состояние функционирования КИС, таким образом.

1. Выбрать такую целевую ситуацию – работоспособное состояние ОУ (КИС) $S_j^{Ц} \in S^{Ц}$, которая

– достижима,

– удовлетворяет требованиям критерия W_{11} среди $S_l^{Ц} \in S^{Ц}$, т.е.

2. Принять такое управляющее решение (сценарии-решения восстановления состояния ОУ (КИС) после отказа) $U_i \in U$, обеспечивающее

– перевод состояния ОУ (КИС) из $S(t)$ в $S_j^{Ц}$ и

– удовлетворяющее требованиям критерия W_2 среди $\forall U_h \in U$, т.е.

$$W_{12}(U_i) = \max_{U_h \in U} W_{12}(U_h), \quad (3)$$

Данная задача решается во второй фазе.

$$W_{11}(S_j^{Ц}) = \max_{S_l^{Ц} \in S^{Ц}} W_{11}(S_l^{Ц}), \quad (2)$$

Этот процесс на уровне параметров состояния КИС представляется таким образом

$$J1(x_i) = \max (J1(x_i) \in X), \quad (4)$$

где $J1 = (j_{11}, j_{12}, j_{13}, \ldots, j_{1i}, \ldots, j_{1n})$ – совокупность частных показателей или требования качества, предъявляемых со стороны пользователей и населения, персонал, собственников (акционеров, учредителей), органов власти.

Функционал J1 является обобщением всевозможных показателей качества функционирования КИС в определенном состоянии/режиме, т.е. соответствует итоговому результату всех отдельных критериев, требований, предъявляемые к КИС.

При этом, чем большее количество требований на качество КИС будет выполнены/удовлетворены, причем каждое из этих требований будет максимально выполнено, тем КИС будет функционировать эффективнее.

Существует два подхода удовлетворения $J1(x_i) = \max (J1(x_i) \in X)$, т.е. учет частных критериев осуществляется двояким путем:

1) все требования должны выполняться в ходе решения задачи оптимизации;

2) часть требований перенести в состав ограничений, тогда требуется выполнение оптимальности только части, для ограниченного количества требований, которые оставлены в составе J11(.).

Во втором варианте на этапе проектирования достигается выполнение J11(.).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Шукаев Д.Н.* Имитационное моделирование на ЭВМ: Учеб. пособие. Алматы: КазНТУ, 1995.
2. *Нейлор Т.* Машинные имитационные эксперименты с моделями экономических систем. М.: Мир, 1975.
3. *Шукаев Д.Н.* Моделирование случайных закономерностей на ЭВМ: Алматы: Мектеп, 1991.
4. *Коблев Н.Б.* Основы имитационного моделирования сложных экономических систем. – М.: Дело, 2003.
5. Технология системного моделирования./Под общей редакцией Емельянова С.В. – М.: Машиностроение, 1998.

Резюме

Бұл мақалада басқару міндеттері сипаттамасы ұсынылған және корпоративтік ақпараттық жүйе (КАЖ) басқару міндеттері қойылған, сондай-ақ оны шешу әдісі қарастырылған. Жобалау және/немесе құрастыру, сондай-ақ жасау үрдісінің соңында КАЖ жасалады, оның жұмыс істеуі КАЖ сипатын көрсететін модельге сәйкес келетін функцияға ие. Осылайша КАЖ-дың жұмыс істеу тиімділігі КАЖ-дың белгілі бір жағдайда жұмыс істеуінің және бірқалыптан екінші қалыпқа өту тиімділігіне байланысты.

Summary

In given abstract is presented feature of the control problem and assigned problem of corporate information system (CIS) control as well as solution method. At the end of the engineering process and/or construction and also creation must get such CIS, which operation ought to correspond with the model, reflecting desired behavior of the CIS. Thus, operating benefits of the CIS forms from operating benefits of the CIS in definite state and efficiency of the transition from condition to condition.

Key words: information system, corporate information system, system analysis, solution method, modeling.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 10.02.12 г.*

УДК 655.224

М.А. Айтбаева

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА КАЧЕСТВО ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФОРМ ГЛУБОКОЙ ПЕЧАТИ

Основным требованием качественного изготовления форм является методика определения основных параметров:

- определение технологических режимов;
- контроль формы;
- устранение технических дефектов;
- повышение тиражестойкости.

Все основные параметры можно отнести к технологическим.

Для изготовления форм по цифровой технологии гравированием входят следующие процессы:

- ввод данных;
- обработка данных;
- цифровое архивирование с созданием электронной версии печатной формы (макета цилиндра);
- контроль с проверкой макета;
- вывод данных на устройство гравирования.

Время гравирования форм изменяется в широких пределах и зависит:

- от размера цилиндра;
- количества гравирующих головок;
- линиатуры растра;
- скорости гравирования.

Скорость гравирования определяется частотой колебаний вибратора и глубиной ячеек (обычно от 6 до 36 мм).

Глубина погружения резца зависит от угла его заточки (120-130º).

Технические режимы должны способствовать увеличению срока службы резца, который имеет ресурс времени работы примерно 150 ч.

Выбор растровой структуры проводится на основании базового набора, рекомендованного производителем гравировального оборудования.

Определение углов поворота растровых структур связано с условием максимального различия углов поворота этих структур на формах, в которых краски нанесены последовательно.

Соотношение линиатуры и угла поворота при гравировании форм для 4-х красочной репродукции:

- черная краска – L=90 лин/см , α=37º (или 40º);
- пурпурная - L=70 лин /см , α =60º;
- голубая - L=70 лин /см , α =37º;
- желтая - L=54 лин /см , α =48º.

Если гравирование форм для каждой краски проводится на определенном электронно-механическом гравировании автомате ЭМГА, то это позволяет избежать дополнительных настроек системы.

Определение линиатуры гравирования формы зависит от типа используемых печатных красок, цвета печатной краски.

Большая линиатура растра выбирается при большей продолжительностью высыхания краски на оттиске (применение водорастворах красок в процессе печатания). При более высокой линиатуре количество переносимой краски меньше, но наряду с этим, увеличивается износ печатной формы.

Количество самой светлой желтой краски на оттиске больше, что обеспечивается более низкой линиатурой. Гравирование форм для черной краски проводится при более высокой линиатуре для достижения краевой резкости и лучшего воспроизведения мелких деталей изображения. Методом повышения краевой резкости служит гравирование по краю штриха дополнительных ячеек различных размеров.

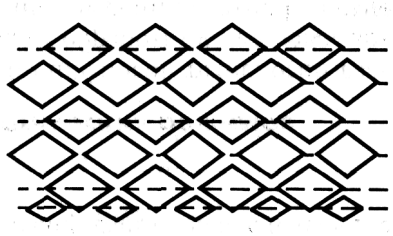


Рис. 1. Повышение краевой резкости за счет гравирования дополнительных ячеек

За счет изменения фазы синусоидального сигнала, определяющего положение ячеек, дополнительные ячейки сдвигаются таким образом, чтобы снизить заметность пилообразного края штриха (рис.1). Гравирования осуществляющие с использованием специальных программ используют метод гравирования по краю штриха структуры, состоящей из печатающих элементов, разделенных перегородками, которые не только служат опорой ракелю, но и направляют поток краски по окружности цилиндра.

Нелинейное соотношение между размером красочной ячейки на форме и достижимой оптической плотностью на оттиске, связанное с выходом краски из ячейки, учитывается корректирующей градационной кривой.

Корректирующие таблицы, использующие данные формного и печатного процесса (такие как форма ячейки, запечатываемый материал и многие другие), применяются для выбора режима гравирования.

Для градационной коррекции в цифровой технологии гравирования используются корректирующие таблицы в виде файла, в файле также должны быть внесены данные о пуске полос, расположение управляющих меток, параметры ячейки, тоновые градации для последующей обработки с которыми будет проводиться гравирование.

Контроль формы осуществляется путем измерения размеров выгравированных ячеек с высокой точностью (±1%) с помощью приборов. (Например, Dot-Check, Checkmaster II), при этом автоматически измеряются продольная и поперечная диагонали ячейки;

- размер перегородки между двумя соседними ячейками;
- площадь и глубина ячейки;
- проводится определение линиатуры растра и угла поворота растровой структуры;
- объема ячейки;
- угла заточки резца.

В ЭМГА имеются несколько гравирующих головок, для устранения различия в работе их нужно периодически устанавливать в ЭМГА и гравировать тест-цилиндр, калибруя всю систему при стандартном режиме работы усилителя.

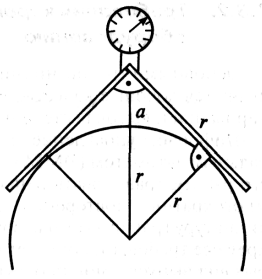


Рис.2. Методика измерения длины окружности и диаметра формного цилиндра

Определение длины окружности и диаметра цилиндра проводится с точностью ±0,5 мкм при помощи прибора (например, Digimess-*P*), устанавливаемого на поверхности цилиндра (рис.2).

Длина окружности и диаметра цилиндра являются определяющими для обеспечения заданного натяжения бумажного полотна между печатными секциями рулонной машины глубокой печати. Это обеспечивается необходимой ступенчатостью диаметров в комплекте цилиндров для многокрасочной печати. Длина окружности рассчитывается по формуле:

$$V = 2\pi r = 2\pi \frac{d}{0{,}414}, \tag{1,1}$$

А радиус r определяется из соотношения:

$$(a + r)^2 = r^2 + r^2 \tag{1.2}$$

$$r = \frac{a}{\sqrt{2} - 1} = \frac{a}{0{,}414} \tag{1.3}$$

Твердость и пластичность медного покрытия являются определяющими факторами качества электронно-механического гравирования. Необходимая твердость медного покрытия лежит в пределах *HV 200–220.*

Меньшая твердость приводит к гравированию ячеек с неровными краями. Излишне твердая медь вызывает преждевременный износ или повреждение алмазного резца.

Отклонения показателя твердости между цилиндрами не должны превышать *HV 10*, а на различных участках одного цилиндра выходит за пределы *± (2–4) HV.*

Твердость поверхности формного цилиндра измеряется с высокой точностью (±1%) с помощью приборов (например, *MI-C1*) методом вдавливания пирамиды Виккерса с электронно-акустическим преобразованием величины давления.

Шероховатость поверхности формы зависит от микрометрии омедненного формного цилиндра, толщина хромого покрытия на форме составляет 5–7 мкм.

Значение шероховатости поверхности формного цилиндра составляет 0,4–0,5 мкм. Измеряется усредненная глубина микронеровностей на поверхности цилиндра с помощью прибора (например, MI или Mitutoyo) путем ощупывания поверхности алмазной иглой.

Устранение технических дефектов формы проводят применяя минус «-» и плюс «+» – корректуру.

Способы минус-корректуры разделяются на гальванические и корректуру с нанесением лака. Лак, наносимый посредством ручного ракеля, заполняет выгравированные ячейки, уменьшая их объем вплоть до полного удаления печатающих элементов с формы. Мелкие детали изображения можно удалить на нехромированной форме ручным шлифованием.

Гальванической минус-корректурой возможно уменьшить объем ячеек, осаждая в них медь на хромированной поверхности с помощью переносного источника постоянного тока и никелевого электролита проводится местный электрохимический процесс. После получения осадка на корректируемую поверхность осаждается слой меди необходимой толщины (вплоть до полного заполнения ячеек).

Плюс-корректура включает способы дополнения недостающих печатающих элементов и углубления имеющихся печатающих элементов с целью достижения большей оптической плотности оттиска. Ручное корректурное гравирование штихелями можно выполнять на не хромированной и хромированной форме. Гравируемые печатающие элементы могут иметь форму отдельно стоящих точек или проходящих рядом друг с другом линий. Необходимо, чтобы между откорректированными элементами оставались опорные линии для ракеля и чтобы направления выгравированных линий не совпадало с осью цилиндра.

Хромирование печатной формы для повышения ее тиражестойкости осуществляется гальваническим способом в электролите, содержащем хромовый ангидрид, серную кислоту в качестве катализатора и ПАВ для понижения поверхностного натяжения.

Структура хромового покрытия влияет на печатно-технические характеристики формы. При печатании водными красками используются хромовые осадки с микротрещинами в количестве более 800 (приходящихся на 1 лин/см), при использовании красок на основе органических растворителей: 200–300 на 1 см. Такая структура хромового покрытия достигается составом электролита и режимом электролиза.

Объем растрового печатающего элемента в результате хромирования по сравнению с объемом нехромированной ячейки остается толщина до 7 мкм практически неизменной. Это является важным для оценки репродукционно-графических характеристик печатной формы на стадиях гравирования, а также для определения режима хромирования.

Технология Digilas (Daetwyler) изготовление форм лазерной записью на термочувствительный слой с последующим травлением. В технологии лаковый слой на основе полимера с сажевым наполнителем используется в качестве защитного масочного слоя.

К подготовке формного цилиндра относится: декапирование поверхности меди в растворе, содержащем хлористоводородную кислоту; промывка повер–хности водой; ополаскивание; обработка спиртом; сушка.

Нанесение термочувствительного слоя, обладающим абляционными термочувствительными свойствами.

Основные методы нанесения:

– экструзионным методом;

– способ набрызгивания.

Наносится слой (толщиной 3-4 мкм) в виде мелких капель; сушка слоя; экспонирование YAG-лазером с двух лучевой системой (мощностью 100 Вт, диаметр пучка 20 или 10 мкм; запись информации; получение маски; травление формы (метод набрызгивания травящего раствора, регулируется скоростью вращения цилиндра и временем травления); промывка, удаление защитного слоя, очистка и обезжиривание поверхности формы; нанесение хромового покрытия.

При хромировании формы на толщину 6-8 мкм повышается тиражестойкость, благодаря чему ее поверхность приобретает высокую твердость ($HV_{Cr}1100$) и хорошие структурно-механические характеристики. Покрытие обладает необходимой гладкостью, не содержит посторонних включений, имеет большое количество микротрещин. С их помощью снимается внутренние напряжения и как следствие повышается износостойкость. Хромированную поверхность нужно подвергать полировке.

ЛИТЕРАТУРА

Байсвенгер З. Способы гравирования цилиндров глубокой печати // Флексо Плюс. 1999. № 4. С. 42-44.

Васин Г. И., Надирова Е. Б., Артюшина И. Л. Методы нормализации фоторепродукционных процессов и применение лазерной технологии для изготовления печатных форм. М.: Изд-во МПИ, 1989.

Самарин Ю. Н. Допечатное оборудование: Конструкции и расчет: Учебник для вузов. М.: МГУП, 2002.

Современная глубокая печать / пер.с нем.; под ред. А.Г. Эмдина. М.: Книга, 1980.

Сорин Л.А., Плясунова Т. С., Шахматова В.И., Садикова М.С. Применение лазеров для изготовления печатных форм // Полиграфическая промышленность: Обзорная информация / Информ-печать. М., 1982.

Тараненко Д. Современное электромеханическое гравирование // Флексо Плюс. 2003. № 2. С. 42-46.

Технология изготовления печатных форм: Учеб.пособие / Под общ. Ред. Д.т.н., проф. В.Н. Шеберстова.- М.: Книга, 1990.

Филин В.Н. Путеводитель в мире специальных видов печати. М.: УНИСЕРВ, 2003.

Шибанов В. Минимумы или очерки о фотополимеризующихся материалах. Киев: УФТА, 2002.

Энциклопедия по печатным средствам информации. Технологии и способы производства / Гельмут Киппхан; пер.с нем. М.: МГУП, 2003.

Резюме

Қазақстанда негізгі өнімдер азық-түлік, сүт өнімдері, шай орамалауға арналған иілгіш орамалау материалдар және т.б. ойынқы басылыммен басылады.

Ойынқы басылымның қалып процесіне санды технологиялардың өндірілуі дәстүрлі әдіспен салыстырғанда едәуір мол мүмкіндіктер береді. Басу қалыптарының сапасының жоғарылауы, оларды дайындауға кететін уақыттың азаюы, басуға дейінгі процестердің автоматтандырылуының жоғарылауы. Мақалада ойынқы басылымның қалыптарын дайындау сапасына негізгі көрсеткіштердің әсерін бағалаудың әдістемесі қарастырылған.

Электронды-механикалық оймалау (ЭМО) ойынқы басылым қалыптарын қышқылдандырумен салыстырғанда едәуір дамыған технология болып табылады. Ол аз процесті, тұрақтылықпен, жоғары өнімділікпен, материалдардың аз шығындалуымен, жақсы еңбек шарттарымен сипатталады. Бірақ сонымен қатар қымбат және күрделі жабдықтардың, цилиндрдің жоғары дәлдік класының геометриялық формасының және мыс қабатының жақсарған сапасының қолданылуын талап етеді.

Summary

In Kazakhstan, the bulk of the production method of intaglio printed accounts for flexible packaging for food, dairy products, tea packaging, etc.

The introduction of digital technologies in the plate intaglio printing process offers advantages compared to analog. – improving the quality of printed forms, reducing the time of their training and increase the automation of prepress processes. In this article the method of assessing the impact of key parameters on the quality of manufacturing gravure printing forms.

Electronic-mechanical engraving is more advanced technology compared to the etching of gravure printing forms. Characterized with smaller operations, stability, high efficiency, lower consumption of materials, better working conditions. But it requires expensive and complex equipment, high-class precision geometric shape of the cylinder and improved quality of the copper layer.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 02.02.12 г.*

УДК 625.711.00.25

К.А. Омаров, Д. Алиакбаркызы, А.А. Сейлова, У.Т. Касымов

АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОБСЛУЖИВАНИЯ КОНТЕЙНЕРНЫМИ ГРУЗОВЫМИ ПЕРЕВОЗКАМИ

В обслуживающей системе – контейнерные грузовые перевозки – необходимо выделить обслуживаемый объект (автопоезд с контейнерами, накопитель и т.д.) и обслуживающий объект(грузоподъемный кран, погрузчик и т.д.). Последовательность событий в рассматриваемой системе представляет собой поток. Входящий поток – требования (автомобили с контейнерами), поступающие на обслуживание(погрузку или разгрузку); выходящий поток – требования (автомобили с контейнерами), покидающие систему. На практике виды входящих и выходящих потоков разнообразны, различны также виды организации обслуживаемых систем.

Главной характеристикой потоков контейнерных грузовых перевозок является их интенсивность, т.е. число событий в единицу времени.

Поток контейнерных перевозок, обладающий свойствами стационарности, ординарности и отсутствием последействия, необходимо отнести к простейшим. Потоки автопоездов с контейнерами одного типа относятся к однородным (из одинаковых событий) потокам, а прибытие автопоездов а контейнерами различного типа – к неоднородным (из событий различных) потокам.

Вероятность наступления k интенсивностью λ за время t распределена по закону Пуассона:

$$P_k = (\lambda t)^k e^{-\lambda t} / k! \quad (1)$$

из этого следует, что вероятность того, что за время t не произойдет ни одного события ($k=0$), равна

$$P_{k=0}(t) = e^{-\lambda t}, \quad (2)$$

а вероятность того, что промежуток времени между соседними событиями будет равен t , имеет показательное распределение:

$$P(t) = 1 - e^{-\lambda t}, \quad (3)$$

Для анализа автопоездов с контейнерами наибольшее значение имеют рассматриваемые в теории массового обслуживая системы с дискретными случайными состояниями. Следует отметить, процесс изменения состояний таких систем целесообразно анализировать, имея их графические схемы (графы) состояний с указаниями стрелками возможных переходов из состояния в состояние. Графы облегчают составление дифференциальных уравнений состояний систем, которые являются основой построения зависимостей между параметрами системы контейнерных грузовых перевозок.

Рассмотрим методику составления уравнений состояния систем: контейнерных грузовых перевозок по их графам.

Принимаем, что на погрузочном пункте контейнеров работает погрузчик с интенсивностью μ автопоездов с контейнерами в 1*ч*. Допустим, что автопоезда прибывают на погрузочный пункт с интенсивностью λ автопоездов в 1*ч*. Если автопоезд застает автопогрузчик свободным, он встает под погрузку, если погрузчик занят, то автопоезд проезжает дальше и уже не возвращается. Система (погрузчик с автопоездами на погрузочном пункте контейнеров) находится только в двух состояниях: погрузчик контейнеров свободен (состояние x_0) или он загрузит автопоезд контейнерами (состояние x_1). Граф данной системы (рис. 1) представляет собой два прямоугольника, соединенных стрелками. Причем, первая с выходом из x_0 *и* входом в x_1 означает, что система может переходить из состояния x_0 в x_1 под воздействием потока интенсивностью λ ; вторая с выходом из x_1 и входом в x_0 означает возможность перехода из состояния x_1 в x_0 под воздействием интенсивности погрузки μ (выходящий поток). Составим дифференциальные уравнения вероятностей пребывания системы контейнерных грузовых перевозок в состоянии x и в состоянии x_1 последующему правилу [1]: производная вероятности i-го состояния системы x_i, имеющая вид dP_i/dt, алгебраической сумме слагаемых, число которых равно числу стрелок, входящих и выходящих в квадрат графа соответствующего состояния x_i .Если стрелка направлена в состояние x_i, то слагаемое берется со знаком плюс, если из состояния x_i, то со знаком минус. Следует отметить, что каждое из слагаемых равно произведению вероятности состояния, из которого выходит стрелка, на интенсивность потока событий, переводящего систему из того же состояния

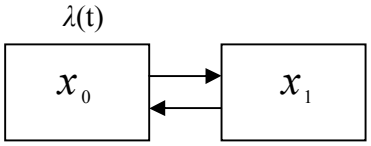


Рис.1. Граф системы массового обслуживания контейнерных грузовых перевозок с двумя состояниями.

В соответствии с этим правилом уравнения вероятностей состояния рассматриваемой системы контейнерных грузовых перевозок, граф которой изображен на рис. 1, имеют следующий вид (данные уравнения называются уравнениями Колмогорова):

$$\left.\begin{aligned} dP_0(t)/dt &= -\lambda(t)P_0(t) + \mu(t)P_1(t), \\ dP_1(t)/dt &= -\mu(t)P_1(t) + \lambda(t)P_0(t) \end{aligned}\right\} \quad (4)$$

Рассмотрим более сложные системы контейнерных грузовых перевозок с использованием теории массового обслуживания на примере грузоподъемных машин (ГПМ), обслуживающих контейнерные грузовые перевозки.

Однотипные ГПМ обслуживают поток однородных контейнерных перевозок, причем этот поток простейший (ординарный, стационарный и без последействия), у которого число прибытий имеет пуассоновское распределение, и время обслуживания автопоездов с контейнерами данного потока показательное.

Схема работы ГПМ следующая (рис. 2): на погрузочный (разгрузочный) пункт контейнеров с интенсивностью λ прибывают однородные объекты (автопоезда); их обслуживанием с интенсивностью μ заняты ГПМ. Если к моменту прибытия автопоезда ГПМ заняты, то он встает «в очередь». Принцип очереди:« кто раньше прибыл, тот раньше обслуживается».

Введем обозначения состояния системы контейнерных перевозок: x_0 - объектов обслуживания нет, т.е. все ГПМ свободны; x_1 - на контейнерном пункте один автопоезд и он обслуживается; x_k - на контейнерной площадке k автопоездов и все они обслуживаются(k=0,1,2,…,n), x_{n+r} - на контейнерной площадке $n+r$ автопоездов, где n на обслуживании, а r ждет своей очереди; x_m - на контейнерном пункте все m автопоездов: из них n на обслуживании, m-n в очереди

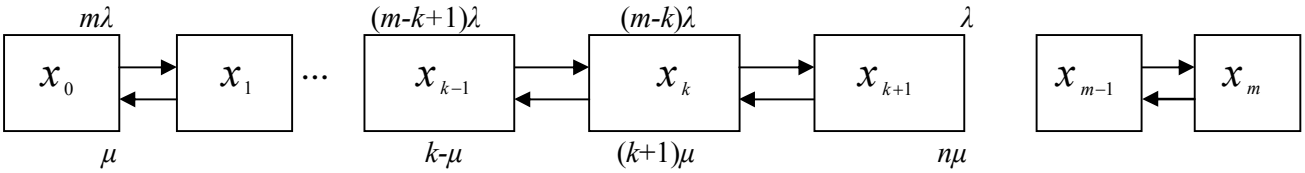


Рис. 2. Графическая модель системы массового обслуживания контейнерных грузовых перевозок.

При простейших потоках для рассматриваемой замкнутой системы контейнерных грузовых перевозок на основе теории массового обслуживания необходимо разработать аналитические методы определения характеристик функционирования данной системы, получаемые из систем дифференциальных уравнений вероятностей состояния:

$$\left.\begin{aligned}
&dP_0(t)/dt = -m\lambda P_0(t) + \mu P_1(t);\\
&\text{– – – – – – – – – – – – – – – – – – –}\\
&dP_k(t)/dt = -[\lambda(m-k) + k\mu]P_k(t) + \lambda(m-k+1)P_{k-1}(t) + (k+1)\mu P_{k+1}(t)\\
&\qquad\qquad (k = 1,2,...,n-1);\\
&\text{– –}\\
&dP_{m+\kappa}(t)/dt = -[(m-n-r)\lambda + n\mu]P_{n+r}(t) + (m-n+r+1)\lambda P_{n+r+1}(t) +\\
&\qquad + n\mu P_{n+r+1}(t);\ (r = 1,2,...,m-n);\\
&\text{– –}\\
&dP_n(t)/dt = -[(m-n)\lambda + n\mu]P_n(t) + (m-n+1)\lambda P_{n-1}(t) + n\mu P_{n+1}(t);\\
&\text{– –}\\
&dP_m(t)/dt = -n\mu P_m(t) + \lambda P_{m-1}(t)
\end{aligned}\right\} \quad (5)$$

В реальных системах λ и μ являются некоторыми отрицательными функциями времени, а t ограничено. В первом приближении рассмотрим более простой случай, а именно: λ=*const*, μ=*const*, $t\to\infty$. Для начального состояния следует считать все производные равными нулю и систему дифференциальных уравнений свести к системе алгебраических уравнений, решая которую получают выражения для определения следующих показателей функционирования системы контейнерных перевозок:

- вероятность того, что на контейнерном пункте k обслуживаемых автопоездов

$$P_k = \frac{m!}{k!(m-k)!}\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k P_0;\quad (1\le k\le n), \qquad (6)$$

$$P_k = \frac{m!}{n^{k-n}n!(m-n)!}\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k P_0;\quad (n\le k\le m);$$

- вероятность того что все ГПМ свободны

$$P_0 = \left[\sum_{k=0}^{m}\frac{m!}{k!(m-k)!}\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k + \sum_{k=n+1}^{m}\frac{m!}{n^{k-n}(m-n)!}\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k\right]^{-1}; \qquad (7)$$

-среднее число автопоездов, ожидающих начало обслуживания,

$$m_0 = \sum_{k=n+1}^{m} \frac{(k-n)m!}{n^{k-n}n!(m-k)!}\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k P_0; \quad (8)$$

- среднее число автопоездов, находящихся в обслуживающей системе,

$$m_c = \left[\sum_{k=1}^{n} \frac{m!}{(k-1)!(m-k)!}\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k + \sum_{k=n+1}^{m} \frac{km!}{n^{k-n}n!(m-k)!}\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k\right]P_0, \quad (9)$$

- коэффициент простоя ГПМ

$$k_B = \sum_{k=0}^{n-1} P_k - \frac{1}{n}\sum_{k=0}^{n-1} kP_k; \quad (10)$$

-коэффициент простоя автопоездов в ожидании обслуживания

$$k_a = \frac{m_0}{m} = \frac{(m-1)!}{n!}\sum_{k=n+1}^{m} \frac{k-n}{n^{k-n}(m-k)!}\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k P_0 \quad (11)$$

Анализ систем функционирования ГПМ можно упростить, если при составлении уравнения состояния системы контейнерных перевозок не ограничивать число требований, одновременно находящихся в системе, т.е. считать систему разомкнутой, следует указать, что интенсивность входящего потока характеризует общее число требований, поступающих в систему (рис. 3).

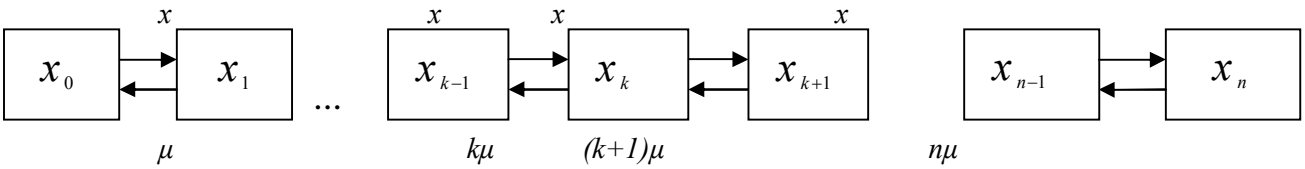


Рис. 3. Графическая модель системы массового обслуживания контейнерных перевозок

В рассматриваемом случае для характеристик системы контейнерных грузовых перевозок будут следующими[1]:

$$P_0 = \left[\sum_{k=0}^{n-1} \frac{1}{k!}\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k + \frac{\mu}{(n-1)!(n\mu-\lambda)}\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n\right]^{-1}; \quad (12)$$

- вероятность того, что в системе k требований

$$P_k = \frac{1}{k!}\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k P_0, \quad (\text{при } 1 \le k \le n); \quad (13)$$

$$P_k = \frac{1}{n!n^{k-n}}\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k P_0, \quad (\text{при } k \ge n); \quad (14)$$

- вероятность того, что все ГПМ заняты

$$P_n = \frac{\mu P_0}{(n-1)!(n\mu-\lambda)}\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n, \quad (\text{при}\frac{\lambda}{n\mu}<1); \tag{15}$$

- среднее время ожидания начала обслуживания

$$t_0 = \frac{\mu P_0}{(n-1)!(n\mu-\lambda)^2}\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n, \quad (\text{при}\frac{\lambda}{n\mu}<1); \tag{16}$$

- среднее число автопоездов, ожидающих обслуживания,

$$m_0 = \frac{P_n\lambda}{n\mu(1-\frac{\lambda}{n\mu})^2};$$

- среднее число автопоездов, находящихся в системе на обслуживании и в очереди,

$$m_c = m_0 + \frac{nP_n}{1-\frac{\lambda}{n\mu}} + P_0\sum_{k=1}^{n-1}\frac{1}{(k-1)!}\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n; \tag{17}$$

- среднее число свободных ГПМ

$$n_0 = \sum_{k=0}^{n-1}\frac{n-k}{k!}\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k P_0; \tag{18}$$

Выводы

Главной характеристикой потоков контейнерных грузовых перевозок являются их интенсивность, т.е. число событий в единицу времени. Разработана методика составления уравнений состояния контейнерных грузовых перевозок по их графам. Рассмотрена более сложная система контейнерных грузовых перевозок с использованием теории массового обслуживания на примере грузоподъемных машин (ГПМ), обслуживающих контейнерные грузовые перевозки.

Полученные уравнения дают возможность найти все характеристики функционирования рассмотренной системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Овчаров Л.А.* Прикладные задачи теории массового обслуживания.- М.: Машиностроение, 1999 - 324с
2. *Бусленко Н.П.* Моделирование сложных систем. – М.: Наука, 1988 – 356с

Резюме

Контейнерлік жүк тасмалдарының ағымының басты сипаттамасы анықталған. Контейнерлік жүк тасымалдар жағдайының теңдік құру үлгісі өңделген. Контейнерлік жүк ағымының жаппай қызмет көрсету теориясын қолданумен күрделендірілген жүйесі қарастырылған. Қарастырылған жүйенің жұмыс істеу сипаттамасының барлық анықтамасына аналитикалық тәуелділік алынған.

Summary

Defined characteristic of container freight traffic flows. Developed methods for equation of State freight container.Considered a more complicated system of container freight traffic using the theory of mass services. Analytical dependences for determination of all the features of this system.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева
КазАТК им. М. Тынышпаева
АГТУ

Поступила 10.02.12 г.

УДК 625.711.00.25

К.А. Омаров, Д. Алиакбаркызы, А.А. Сейлова, У.Т. Касымов

АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОБСЛУЖИВАНИЯ ПОТОКОВ НЕОДНОРОДНЫХ КОНТЕЙНЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК

Определение функциональных зависимостей величин параметров, оценивающих эффективность системы неоднородных контейнерных грузовых перевозок, от характеристик потока и параметров, определяющих возможности обслуживающих погрузочно-разгрузочных машин и от способов управления системой является актуальной научно-прикладной задачей.

Составим дифференциальные уравнения состояния системы контейнерных грузовых перевозок, в которой функционирует одна грузоподъемная машина в соответствии с графом, показанном на рис. 1.

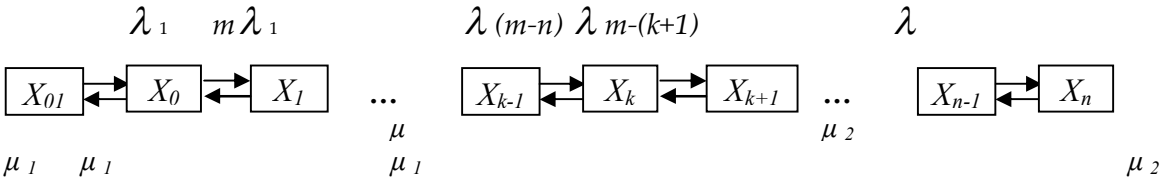


Рис. 1. Графическая модель системы массового обслуживаниия неоднородных контейнерных перевозок

На графе приняты следующие обозначения: λ – интенсивность первого входящего потока требований; $\lambda_1=\beta\lambda_m$ – интенсивность второго потока требований; μ_1 – интенсивность обслуживания контейнерных автопоездов первого потока; μ_2 – интенсивность обслуживания контейнерных автопоездов второго потока.

Состояния системы: x_0 – грузоподъемная машина свободна; x_{01} – грузоподъемная машина обслуживает контейнерный автопоезд второго потока; x_1 – на контейнерной базе (площадке) один обслуживаемый автопоезд первого потока; x_2 – на контейнерной базе (площадке) два обслуживаемых автопоезда первого потока (один обслуживается, другой ждет своей очереди); x_k – на контейнерной базе (площадке) k обслуживаемых автопоездов первого потока (один обслуживается, k-1 ждет своей очереди).

Автопоезда первого потока имеют приоритет в обслуживании. В соответствии с графом состояния составим систему дифференциальных уравнений вероятностей для потоков контейнерных перевозок:

$$\left.\begin{aligned}
&dP_0(t)/dt=-(\lambda_1+m\lambda)P_0(t)+\mu_{1,2}P_{1,01}(t);\\
&dP_{01}(t)/dt=-\mu_2P_{01}(t)+\beta\lambda_mP_0(t);\\
&dP_1(t)/dt=-[\lambda(m-1)+\mu_1]P_1(t)+\lambda mP_0(t)+\mu_1P_2(t);\\
&dP_2(t)/dt=-[\lambda(m-1)+\mu_1]P_2(t)+\lambda(m-1)P_1(t)+\mu_1P_3(t);\\
&\text{----------}\\
&dP_m(t)/dt=-\mu_1P_m(t)+\beta\lambda_{m-1}(t)
\end{aligned}\right\} \qquad (1)$$

В стационарном режиме $\lambda=const$, $\mu=const$ и $t\to\infty$ из рассматриваемой системы получим алгебраические уравнения

$$\left.\begin{array}{l}\beta\lambda m P_0 - \mu_2 P_{01} = 0;\\ \mu_2 P_{01} + \mu_1 P_1 - (m\lambda + \beta\lambda m)P_0 = 0;\\ \mu_1 P_2 + \lambda m P_0 - [\lambda(m-1) + \mu_1]P_1 = 0;\\ \mu_1 P_3 + \lambda(m-1)P_1 - [\lambda(m-2) + \mu_2]P_2 = 0;\\ ----------\\ \mu_1 P_m - \lambda P_{m-1} = 0\end{array}\right\} \quad (2)$$

После преобразования данные уравнения имеют следующий вид:

$$\left.\begin{array}{l}P_{01} = \beta\lambda m P_0 / \mu_2;\\ P_1 = m\lambda[1 + \beta(1 - 1/\mu_2)]P_0 / \mu_1;\\ ----------\\ P_m = \lambda P_{m-1} / \mu_1 = 0\end{array}\right\} \quad (3)$$

Полученные выражения позволяют определить все характеристики функционирования системы неоднородных контейнерных перевозок. При k>4 необходимо применение персонального компьютера (ПК).

Рассмотрим задачу, когда разнотипные грузоподъемные машины обслуживают неоднородные неординарные контейнерные потоки. В общем случае потоки не пуассоновские, а так же входящие потоки обладают последействием, а обслуживающие каналы частичной взаимопомощью. Аналитические методы определения характеристик таких систем отсутствуют. Имеются весьма сложные способы для анализа систем, обладающих лишь некоторыми из перечисленных свойств. Некоторыми исследователями разработаны методы анализа систем с взаимопомощью между обслуживающими каналами и отдельно для потоков в приоритетом на обслуживание, а так же системы [1, 2] с групповым поступлением требований и произвольным временем обслуживания. Упрощение математического описания систем не обеспечивает достижения точности и простоты решения задач.

Рассмотрим такую систему. К n обслуживающим грузоподъемным машинам поступают четыре потока требований: первый от группового потока вагонов с интенсивностью λ_1 с m_1 вагонов за одну подачу, второй с интенсивностью λ_2 от m_2 накопителей контейнеров; третий интенсивностью λ_3 от m_3 потребителей; четвертый интенсивностью λ_4 от m_4 автопоездов. Интенсивность обслуживания автопоездов входящих потоков соответственно $\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4$. Первый поток имеет приоритет перед третьим и четвертым потоками

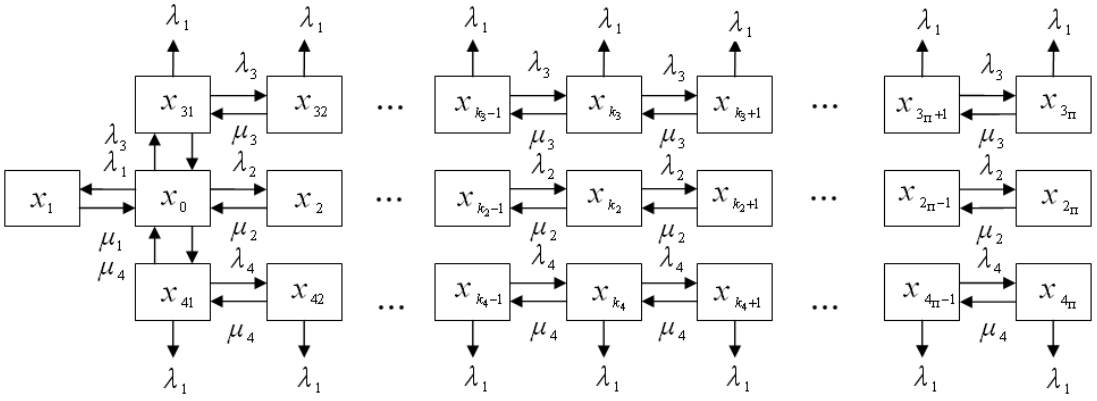


Рис. 2. Графическая модель системы массового обслуживания неоднородных неординарных потоков контейнерных перевозок

Граф состояния системы массового обслуживания неоднородных неординарных потоков грузовых перевозок показан на рис. 2.

Система дифференциальных уравнений составленная для данной графической модели, анализ и решение которых относительно вероятностей состояний функционирования грузоподъемных машин является весьма трудными и очень громоздкими даже при стационарном режиме, т.е. при λ_i = const, μ_i = const, m_i = const, $t \to \infty$. Следовательно, для анализа определения показателей функционирования таких систем удобнее использовать имитационные модели.

Использование статических имитационных моделей для анализа сложных систем массового обслуживания контейнерных перевозок весьма эффективно, но для реализаций возможностей таких моделей необходима значительная работа по составлению алгоритмов, отладке машинных программ, наличие ЭВМ и персональных компьютеров (ПК). Практика проектирования для оптимизации параметров контейнеров автопоездов и организация их работы требует более быстрого анализа системы. При этом не предъявляется требование высокой точности к определяемым показателям. Основными, наиболее часто определяемыми являются показатели, характеризующие загрузку и простои грузоподъемных машин и обслуживаемых ими автопоездов. В отношении грузоподъемных машин таким показателями необходимо считать коэффициент загрузки $К_{загр}$, по величине которого следует вычислить и коэффициент простоя или вероятность незанятого состояния грузоподъемных машин P_0 = 1- $K_{загр}$, а по отношению к обслуживаемым автопоездам важным показателем принято считать среднее их число, простаивающее в процессе и в ожидании обслуживания m_c. Коэффициент загрузки обслуживаемых автопоездов через это число необходимо выразить как $K_{загр.0} = m_c/m$. Величины $K_{загр}$ и m_c для системы с общим потоком m однородных автопоездов и однотипными грузоподъемными машинами необходимо определить по составленной для этого номограмме (рис. 3).

V_p – рейсовая нагрузка автопоезда, T; $V_{Г1}$ – годовой объем работ (500 рабочих смен); $V_{Г2}$ - годовой объем работ (250 рабочих смен); $V_{см}$ - сменный объем работ, T; m – число функционирующих транспортных средств; n – число грузоподъемных машин; λ – интенсивность потока одного контейнерного автопоезда (λ – прибытий в 1ч.); μ – интенсивность обслуживания (μ – единиц в 1ч.)

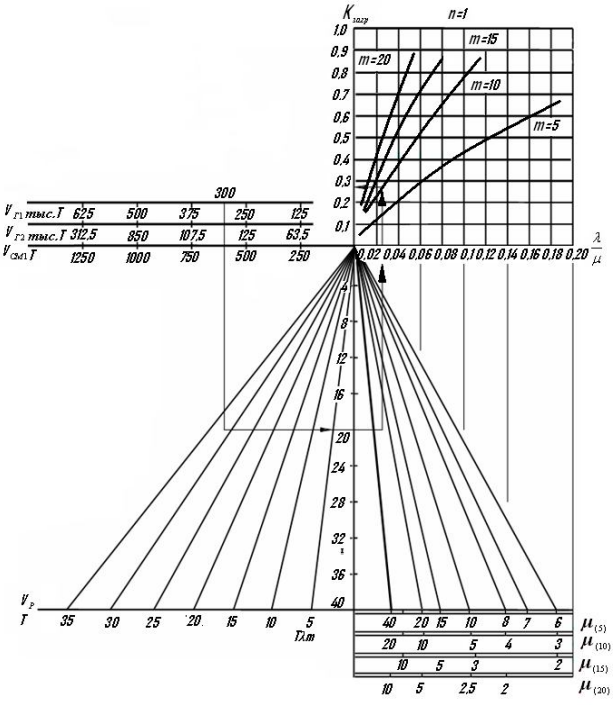


Рис. 3. Номограмма для определения показателей функционирования грузоподъемных машин и обслуживаемых или контейнерных автопоездов

При определении $K_{загр}$ и m_c для системы контейнерных перевозок с несколькими потоками разнородных автопоездов и с несколькими разнотипными автопоездами, то данную рассматриваемую систему необходимо привести к первой следующим образом. К *n* грузоподъемным машинам поступает один поток заявок с приведенной интенсивностью λ_n от m_n приведенного числа автопоездов обслуживания; интенсивность обслуживания составляет приведенную величину μ_n. При проведении анализа считаем, что приведенные потоки пуассоновские с показательным распределением продолжительности обслуживания. Определив приведенные величины, получим замкнутую одноканальную систему массового обслуживания с ожиданием. Приведенную интенсивность обслуживания контейнерных автопоездов необходимо определить как средневзвешенную величину:

$$\mu_n = \frac{Z_1 + Z_2 + ... + Z_i + ... + Z_S}{t_1 Z_1 + t_2 Z_2 + ... + t_i Z_i + ... t_S Z_S}, \tag{4}$$

где t_i - продолжительность цикла обслуживания *i* – го типа автопоездов; Z_i - число циклов обслуживания *i* - го типа автопоездов.

Приведенная интенсивность потоков заявок определяется следующим образом:

$$\lambda_{np} = \sum_{i=1}^{S} \lambda_i, \tag{5}$$

а приведенное число обслуживаемых автопоездов вычисляется по следующей зависимости:

$$m_{np} = \sum_{i=1}^{S} m_i \lambda_i / \lambda_{np} \tag{6}$$

Из данного выражения необходимо определить вероятности нахождения отдельных автопоездов в общем числе обслуживаемых или ожидающих обслуживания. Приняв, что $m_o = \sum_{i=1}^{S} m_i$, получим

$$P_{01} = m_1 / m_o, \; P_{02} = m_2 / m_o, ..., P_{0S} = m_s / m_o \tag{7}$$

Анализ занятости грузоподъемных машин по вариантам их использования, которые приводятся к системам массового обслуживания с ожиданием и ограниченным числом контейнерных автопоездов обслуживания (требований), необходимо использовать номограмму (рис. 3).

Выводы.

Разработана графическая модель системы массового обслуживания неоднородных контейнерных перевозок. В соответствии с графом состояния была составлена система дифференциальных уравнений вероятностей для потоков неоднородных контейнерных перевозок. Рассмотрена задача обслуживания разнотипными грузоподъемными машинами неоднородных контейнерных грузопотоков. Составлена номограмма для определения показателей функционирования грузоподъемных машин и обслуживаемых ими контейнерных автопоездов. Получены выражения позволяющие определить все характеристики функционирования системы неоднородных контейнерных перевозок.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Овчаров Л. А.* Прикладные задачи теории массового теории массового обслуживания. - М.: Машиностроение, 1999 – 324 с

2. *Бусленко Н. П,* Моделирование сложных систем. – М.: Наука, 1988 – 356с

Резюме

Біртекті емес контейнерлік тасымалдарға жаппай қызмет көрсету жүйесінің графикалық үлгісі қарастырылған және контейнерлік жүк тасымал жүйесінің теңдеік жағдайының дифференциясы құрастырылған. Дифференциалдық теңдікті шешу қорытындысында тәуелділік алынды және жұмыс істеу көрсеткіштерін анықтау үшін наморамма құрылған.

Summary

Reviewed by queueing system graphical model of heterogeneous containers and are differential equations system status container freight services. As a result of the differential equations were derived based on and built namogramma to determine the performance of the GMP and serviced by them of container trucks.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева
КазАТК им. М. Тынышпаева
АГТУ

Поступила 10.02.12 г.

УДК 621.39

Л.Б. Есентураева

МЕХАНИЗМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЯХ

В современных сетях передачи данных большое значение имеют службы реального времени (телефония, трансляция видео), предъявляющие повышенные требования к транспортной сети, параметры качества которой прямо влияют на степень удовлетворенности пользователей этими службами, и нередко определяют саму возможность предоставления служб реального времени со стороны операторов связи [1].

Поэтому операторы сети передачи данных стремятся использовать такие технические средства и организационные приемы для построения и обслуживания своей сетевой инфраструктуры, которые позволяют обеспечить и поддерживать адекватный уровень качества работы транспортной сети, как в текущий момент, так и в обозримой перспективе.

Существует несколько способов обеспечения QoS. Самый простой из них - увеличение пропускной способности сети за счет аппаратных возможностей. Очевидно, этот способ не гибок и может быть дорогостоящим при обновлении крупных сетей. Наиболее распространенные проводные сети, типа Ethernet, изначально не реализуют QoS, но существуют другие типы проводных сетей, такие как ATM [2], Frame relay, и др., и которые поддерживают QoS. Таким образом, одним из способов по обеспечению QoS является переход на использование сетей такого типа.

Для наиболее полноценного обеспечения QoS используется комбинированный подход, который, помимо простого увеличения пропускной способности включает «интеллектуальные» методы по уменьшению нагрузки на сеть. Задание приоритетов заключается в разделении трафика на классы. Классификация трафика представляет собой отдельную задачу. Пакеты могут разбиваться на приоритетные классы в зависимости от настроек узла связи, приложения, генерирующего трафик, и др.

После выполнения установки приоритетов однотипные по приоритету пакеты собираются в очереди для дальнейшей обработки. Фактически очередь представляет собой некий участок памяти маршрутизатора или коммутатора, в котором организуются для обработки пакеты одного класса

Обеспечения качества обслуживания в сетях WiMAX (стандарт 802.16) [1, 4, 5] определяет несколько принципов:

– планирование параметров QoS сервисного потока [3];

– динамическое установление сервиса;

– двухфазная модель активации.

Различные механизмы протокола 802.16 могут использоваться для поддержки QoS. Требования QoS включают в себя следующее:

– Функции конфигурирования и регистрации для предварительного конфигурирования параметров QoS сервисного потока и параметров трафика [78] на АС.

– Функцию сигнализации для динамической установки QoS сервисного потока и параметров трафика.

– Применение MAC-планирования и QoS-параметров трафика для потоков UL.

– Применение QoS-параметров трафика для потоков DL.

– Группировку свойств сервисного потока в именованный класс сервиса (Service Class), так что объекты верхних уровней и внешние приложения (БС и АС) могли запросить сервисный поток с желаемыми параметрами QoS.

Принципиальный механизм обеспечения QoS – привязка пакетов, проходящих через MAC-интерфейс, к потоку сервиса посредством CID [20]. Основная цель QoS состоит в упорядочивании передачи и планировании использования радиоинтерфейса [6]. Потоки сервиса существуют как в прямом, так и в обратном направлении и могут существовать, не будучи активированными, для переноса трафика. Каждый сервисный поток имеет 32-битный SFID, утвержденные и активированные потоки имеют 16-битный CID.

Поток сервиса характеризуется набором параметров QoS [4], таких как задержка, дрожание, гарантированная пропускная способность.'

Поток сервиса частично характеризуется следующими атрибутами:

1. Service Flow ID (SFID) - идентификатор, который обязательно присваивается каждому потоку сервиса.

2. C1D: отображение соединения в SFID, которое существует только для утвержденных или активных потоков.

3. ProvisionedQoSParamSet: набор возможных параметров устанавливается средствами за пределами стандарта, такими как система управления сетью.

4. AdmittedQoSParamSet: набор утвержденных параметров для которых БС (и возможно АС) резервируют ресурсы. Основнымы ресурсами.-являются полоса пропускания, память, время и т.п.

5. ActiveQoSParamSet: набор активных параметров, определяющих действующий сервис.

6. Authorization Module: модуль авторизации - логическая функция в БС, которая утверждает или отказывает в изменении QoS параметров и классификаторов, ассоциированных с потоком сервиса. Она ограничивает возможные значения параметров AdmittedQoSParamSet и ActiveQoSParamSet.

Соотношение между наборами параметров показано на рис. 1. Набор активных параметров всегда является подмножеством (требует меньшего количества ресурсов) набора утвержденных параметров, который, в свою очередь, есть подмножество авторизированной оболочки. При динамической авторизации эта оболочка определяется с помощью модуля авторизации. В случае статической авторизации оболочка определяется набором возможных параметров[7].

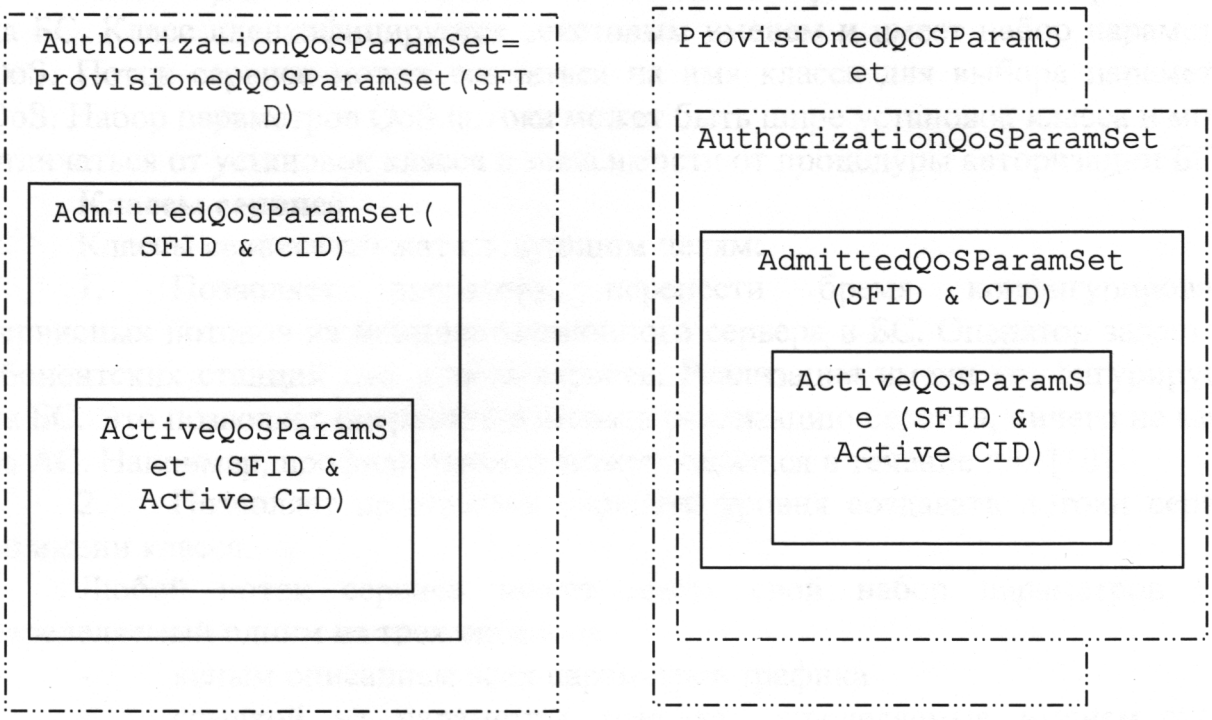


Рис. 1. Модель авторизированной оболочки:
а) статическая авторизация; б) динамическая авторизация.

Объектная модель Ров представлена на рис. 2. Поток сервиса - ключевое понятие MAC-протокола. Поток сервиса идентифицируется уникальным 32-битным идентификатором SFID Поток может быть прямым или обратным. Утвержденные и активные потоки отображаются на 16- битные его.

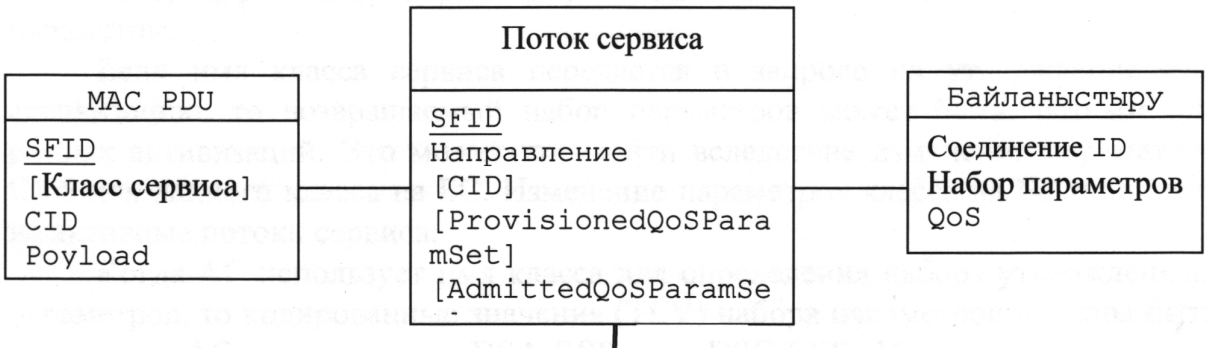


Рис. 1.2. Объектная модель QoS

Класс сервиса - необязательный объект, который может быть реализован на БС. Класс идентифицируется текстовым именем и имеет набор параметров QoS. Поток сервиса может ссылаться на имя класса для выбора параметров QoS. Набор параметров QoS потока может быть шире установок класса и может отличаться от установок класса в зависимости от процедуры авторизации БС.

Классы сервиса

Классы сервиса служат следующим целям:

1. Позволяет оператору перенести бремя конфигурирования сервисных потоков из инициапизационного сервера в БС. Оператор задает для абонентских станций имя класса сервиса. Реализация имени конфигурируется на БС. Это позволяет оператору изменять реализацию сервиса, ничего не меняя на АС. Например, профиль сервиса может меняться в течение дня [10].

2. Позволяет протоколам верхнего уровня создавать потоки сервиса по имени класса.

Любой поток сервиса может иметь свой набор параметров QoS, определяемый одним из трех способов.

– явным описанием всех параметров трафика

– ссылкой на параметры трафика, определяемые именем класса сервиса

– ссылкой на имя класса сервиса и модификацией отдельных параметров.

Имя класса сервиса «расширяется» набором параметров в то время, когда БС успешно утверждает поток сервиса. Параметры передаются со стороны БС в сообщениях DSA-REQ, DSC-REQ, DSA-RSP, DSC-RSP. Во всех случаях БС должна включает в сообщение имя класса сервиса и набор параметров данного класса. Если со стороны АС приходит запрос, содержащий дополнительные или модифицированные параметры, то ответ должен включать в себя эти параметры.

Если имя класса сервиса передается в запросе на утверждение или активизацию, то возвращаемый набор параметров может быть, разным для разных активизаций. Это может произойти вследствие изменения параметров Q_0S для данного класса на БС. Изменение параметров класса на БС не влияет на активные потоки сервиса.

Когда АС использует имя класса для определения набора утвержденных параметров, то кодированные значения (TLV) набора параметров должны быть возвращен АС в ответах на DSA-RSP или DSC-RSP. Использование имени класса при последующей активизации может привести к отказу, если определение класса изменилось [11]. Поэтому АС для активации должна явно использовать набор параметров, который был получен ранее в ответах.

Каждое изменение параметров Q_0S потока сервиса должно быть подтверждено модулем авторизации. Это относится каждому DSA-REQ сообщению для создания нового сервиса и к каждому DSC-REQ сообщению для изменения параметров сервиса. Эти изменения требуют запроса управляющего решения и запроса активизации потока. Запросы на сокращение утвержденных и активизированных ресурсов также должны проверяться модулем авторизации.

В случае статической модели авторизации модуль авторизации хранит возможные значения параметров для всех «отложенных» потоков. Запросы на утверждение и активизацию потоков сервиса должны быть подтверждены, поскольку запросы на изменение набора возможных параметров должны отклоняться, так же как и запросы на создание новых динамических потоков сервиса. Эти правила определяют статическую систему, в которой все возможные сервиса определены в начальной конфигурации АС [9].

При динамической авторизации модуль авторизации взаимодействует через отдельный интерфейс с независимым сервером политики. Этот сервер может сообщить модулю авторизации необходимую информацию (допустимый набор параметров) для принятия решения на запросы утверждения и активизации. Запрашиваемые параметры должны быть подмножеством набора параметров, полученных от сервера политики.

До начала процедуры установления соединения БС должна извлечь набор возможных параметров для АС. БС должна быть способна использовать эту информацию для динамической авторизации потоков. В БС должен быть реализован механизм аннулирования процесса автоматического подтверждения. Например, данный механизм может

– отвергать все запросы, вне зависимости от того, как они были сконфигурированы;

– определять внутреннюю таблицу с более широким механизмом политики, но на основе набора возможных параметров;

– перенаправлять все запросы к серверу внешней политики.

Поток сервиса кодируется либо полным определением набора параметров или именем класса сервиса. Имя класса сервиса - это строка, известная на БС и неявно определяющая набор параметров QoS.

Возможность управления каждым специфичным параметром потока сервиса является опциональной.

Динамическое создание потока сервиса инициируется БС (обязательная возможность) или АС (опциональная возможность). Создание потока сервиса по инициативе АС показано на рис. 3. Запрос DSA-REQ от АС содержит ссылку на поток сервиса и набор параметров QoS. БС отвечает сообщением DSA-RSP, принимая или отвергая запрос. Если запрос отвергается, то в ответе может содержаться параметр, по которому произошел отказ. DSA-REQ от БС содержит SFID для прямого или обратного потока сервиса, возможно CID, и набор активных или утвержденных параметров. АС отвечает сообщением DSA-RSP, принимая или отвергая запрос. Если запрос отвергается, то в ответе может содержаться параметр, по которому произошел отказ [8].

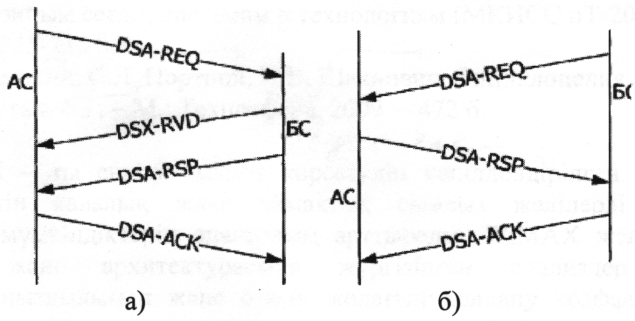


Рис. 3. Поток сообщения а) инициировано АС; б) инициировано БС

Сегодня беспроводные сети позволяют предоставить подключение пользователей там, где затруднено кабельное подключение или необходима полная мобильность. При этом беспроводные сети взаимодействуют с проводными сетями. На основе анализа существующих алгоритмов управления качеством обслуживания поставлена задача: разработать алгоритм планирования и управления доступом.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Вишневский В.М.* Теоретические основы проектирования компьютерных сетей // Москва: Техносфера, 2003. - 512с

2. *Alvarion Ltd.* Introducing WiMAX-The next broadband wireless revolution // Alvarion Ltd, 2004.

3. *Вишневский В.М., Ляхов А.И., Портной С.Л., Шахнович И.В.* Широкополосные беспроводные сети передачи информации // Москва: Техносфера, 2005 - 592 с.

4. *Семенов Ю.А.* (ГНЦ ИТЭФ), Качество обслуживание (QoS) в локальных сетях и не только // http://book.itep.ru/4/44/qos lan.htm

5. *Семенов Ю.А.* (ГНЦ ИТЭФ). Стандарт широкополосной беспроводной связи IEEE 802. 16 // book.itep.ru

6. IEEE 802.16-2004. IEEE standard for Local and Metropolitan Area Networks Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems // Oct. 2004.

7. *Бураков М.В.* Механизм адаптации нечёткого регулятора. – Известия академии наук // Теория и системы управления №1, 1998, 84-87 - б.

8. IEEE 802.16 Working Group on Broadband Wireless Access // http://vvirelessman.org

9. *Столингс В.* Современные компьютерные сети. 2-е изд. - СПб: Изд-во «Питер», 2003.-783 б.

10. *Ляхов А.И., Мациев Д.Н., Лаконцев Д.В., Шелихов О.Н.* Сбор и анализ характеристик функционирования действующей беспроводной сети на основе протокола IEEE 802.11// VIII международная конференция по информационным сетям, системам и технологиям (МКИСС иТ-2007). -СПб.:2007. 225-235 б.

11. *Вишневскии В.М., Портной С.Л., Шахнович И.В.* Энциклопедия WiMAX. Путь к 4G. –М.: Техносфера, 2009. - 472 б.

Резюме

Wi-MAX-ты енгізу қызмет көрсетудің кепілдендірілген сапасын қамтамасыз ететін қалалық және аймақтық сымсыз желілерді құруда операторлардың мүмкіндіктерін анағұрлым арттырады. WiMAX желілерінің технологиялары және архитектурасына жүргізілген анализдер өңдеу мәселелерінің маңыздылығын және өткізу жолағын қолдану коэффициентін арттыратын, абоненттік станциялардың сұраныстарына негізгі станцияның әсер ету уақытын қысқартатын жаңа алгоритмдерді зерттеу жұмыстарына бағыттайды.

Summary

The introduction of WiMAX will further expand the capabilities of operators to create urban and regional wireless networks, providing a guaranteed quality of service. The analysis of technology and architecture of WiMAX indicates the urgency of the problem of research and development of new algorithms that improve bandwidth utilization, response time to reduce the base station to subscriber station requests.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 10.01.12 г.*

• ХИМИКО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 669.778

Е.С. Бугенов, А.Е.Бугенов, А.Т. Жолдыбалин

ОЧИСТКА КИСЛЫХ РАСТВОРОВ АНТИМОНАТА НАТРИЯ ОТ РАСТВОРИМЫХ ПРИМЕСЕЙ

Антимонат натрия (Na_3SbO_4, $2NaSbO_3 \cdot 7H_2O \cdot Sb_2O_3 \cdot 3Na_2O$) - продукт щелочного рафинирования чернового свинца, содержит 40-60% Sb, примеси мышьяка (около 1% As), тяжелых металлов, серы, редких металлов, микропримеси других элементов и 14-15% Na_2O. Годовой выпуск антимоната натрия на свинцовых заводах производительностью 100 тыс.т чернового свинца в год составляет при среднем содержании сурьмы в черновом свинце 0,97% и среднем содержании сурьмы в антимонате натрия 50 %

$$\frac{100000 \cdot 0.97}{50} = 2000 \text{ т.}$$

Исследован процесс переработки антимоната натрия и возгонов, содержащих сурьму, в солянокислых растворах и в растворах серной кислоты с добавкой NaCl [1-3]. В обоих случаях получены хорошие результаты. Так, при использовании серной кислоты и NaC1 за 1 ч контакта антимоната натрия перешло в раствор при t=75°C и Т:Ж=1:3 99% сурьмы. Выход кека после выщелачивания, составил всего 2-3% от массы загруженного на опыт антимоната натрия. Процесс протекает по реакции:

$$3H_2SO_4 + 6NaCl + 8Sb_2O_3 = 2SbC1_3 + 3Na_2SO_4 + 3H_2O$$

Выявлены оптимальные условия разложения антимоната натрия соляной кислотой: концентрация соляной кислоты 34-36 %, Т:Ж=1:3, температура разложения 60-70 ^{0}C, продолжительность разложения 55-60 мин.

При этих условиях получены достаточно концентрированные растворы сурьмы 140 г/дм^3.

Исследован новый метод получения порошковой сурьмы из этих растворов восстановлением гипофосфитом натрия и продуктами разложения фосфорных шламов - отходов фосфорной промышленности [4-5].

Из кислых растворов сурьмы при их обработке гипофосфитом натрия выделяется сурьма в виде тонкодиспсрсного порошка даже при температуре 70-80^0 С. Степень извлечения сурьмы из раствора в порошковый металл составляет 95-100%. С целью снижения расхода гипофосфита натрия, предотвращения выделения газообразных соединений сурьмы из раствора и получения крупнодисперсных порошков сурьмы предложено нейтрализовать солянокислый раствор сурьмы до pH=5-6 и вести восстановление в гидротермальных условиях в автоклаве при 180-190^0 С. При этом расход восстановителя сократился до 2г/г сурьмы, выпал крупнодисперсный осадок сурьмы. За 1,5-2 ч контакта извлечение сурьмы из раствора в металл составило 95-100%. Нейтрализацию солянокислого раствора сурьмы проводим щелочными растворами гипофосфита натрия, полученными при гидролизе фосфорного шлама (отхода фосфорной промышленности) 1-2н раствором щелочи. При этом происходит одновременно нейтрализация раствора и восстановление сурьмы до порошка металла, образующимся раствором гипофосфита натрия по реакции:

$$P_4 + 4NaOH + 3H_2O \rightarrow 2NaH_2PO_2 + Na_2HPO_3 + PH_3 + H_2$$

Процесс восстановления сурьмы раствором гипофосфита натрия протекает по уравнению

$$4SbO_3^{3-} + 3H_2PO_2 = 4Sb + 3PO_4^{3-} + 6OH^-.$$

Маточные растворы после отделения порошковой сурьмы можно использовать для производства технических фосфатов или фосфорных удобрений.

Для получения более чистой продукции очищенный раствор направляют на гидролиз при t=50-60°С подкисленной водой, содержащей 16-18 г/л HC1. Осадок Sb_2O_3 фильтруется, промывается HC1 18 г/л и растворяется в 1,5н растворе HNO_3 при t=80^{0}C. При этом в раствор переходят примеси As, Se, Te и S, а в осадке остается чистая Sb_2O_3. Это происходит следующим образом: сначала происходит образование основного нитрата сурьмы по реакции

$$Sb_2O_3 + H_2O + 2HNO_3 \rightarrow 2Sb(OH)_2NO_3$$

который разлагается при дальнейшем нагревании на метасурьмяную и азотную кислоты

$$Sb(OH)_2NO_3 \rightarrow HSbO_2 + HNO_3$$

Образующаяся метасурьмянная кислота в свою очередь дегидратируется и превращается снова в Sb_2O_3 по реакции

$$2HSbO_2 \rightarrow Sb_2O_3 + H_2O.$$

В табл. 1-3 представлены данные опытов по очистке триоксида сурьмы азотной кислотой.

Таблица 1. **Влияние концентрации азотной кислоты на извлечение мышьяка из триоксида сурьмы. Условия опыта: t= 80^{0}C; Ж:Т=25:1; τ =60 мин. Исходное содержание As в Sb_2O_3 = 3-10^{-2} %**

Концентр. HNO_3, н	0,0	0,5;	1,0	1,5	2,0	2,5	5,0
Остат.содерж. As-10^2,%	3,0	1,932	0,276	0,015	0,066	0,288	0,576
Степень очистки от As, %	0,0	35,6	90,8	99,5	97,8	90,4	80,8

Согласно данных табл. 1 за оптимальную концентрацию азотной кислоты следует принять 1,5 н. HNO_3. С увеличением концентрации азотной кислоты степень очистки Sb_2O_3 от мышьяка уменьшается, что очевидно можно объяснить образованием на поверхности частицы триоксида сурьмы плотного кристаллического осадка основного нитрата сурьмы, который препятствует дальнейшему растворению мышьяка из триоксида сурьмы.

Таблица 2. **Влияние температуры на очистку триоксида сурьмы от мышьяка. Условия опыта: C_{HNO3}=1,5 н; Ж:Т=25:1; τ-60 мин., C_{As}=3·10^{-2} %**

t, ^{0}C	60	70	80	90	100
Остат.содерж. As-10^2,%	0,432	0,225	0,03	0,009	0,009
Степень очистки от As, %	85,6	92,5	99,0	99,7	99,7

Из представленных данных за оптимальную температуру следует принять t = 80-85^{0}C.

Таблица 3. **Влияние отношения Ж:Т на степень очистки триоксида сурьмы от мышьяка. Условия опыта: t=85 ^{0}C, C_{HNO3}=1.5 н ; τ =60 мин, C_{As}=3·10^{-2} %**

Отношение Ж:Т	10:1	15:1	20:1	25:1	30:1	35:1
Остат.содерж. As·10^2,%	1,554	1,032	0,231	0,006	0,0	0,0
Степень очистки от As, %	48,2	65,6	92,3	99,8	100,0	100,0

За оптимальное Ж:Т следует брать 25:1.

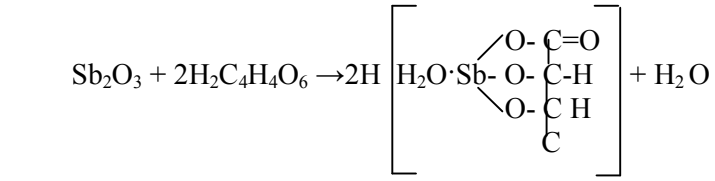
Таким образом, оптимальными условиями очистки Sb_2O_3 от As являются: t=80-85°С,Ж:Т-25:1, C_{HNO3} = 1,5 н; τ = 1 час.

Содержание селена, теллура и серы в исходном триоксиде сурьмы составляет: 9,8· 10^{-3} % Se; 7,5·10^{-2} % Te и 6,3·10^{-3} % S.

Содержание селена в исходном и очищенном триоксиде сурьмы определяли калориметрическим методом 3,3-диаминобензидином, содержание теллура - диэтилдитиокарбоматом натрия в CCl_4, а содержание серы - фотометрически в виде сульфида свинца.

Очистку от Se, Te и S проводим 1,5н HNO_3 при тех же условиях, что и очистка от As, т.е. t=80-85^{0}C, Ж:Т = 25:1, C_{HNO3} = 1,5 н; τ = 1 ч. При этих условиях степень извлечения Se, Te и S соответственно составило 98,5; 97,3 и 99,8 %, т.е. степень очистки достаточно полная.

Для полной очистки Sb_2O_3 от катионов ее растворяют в 30%-ной винной кислоте, в которой сурьма образует прочный анионный комплекс, хорошо сорбируемый на анионитах, но совершенно не сорбируемый на катионитах.



Примеси металлов, содержащихся в Sb_2O_3, находятся в катионной форме, поэтому они будут хорошо сорбироваться на катионите КУ-2 в Н-форме по реакции

$$\mathbf{R\text{-}H + Me \rightarrow R\text{ - }Me + H^+,}$$

где RH - катионит КУ-2 в Н-форме.

Растворение Sb_2O_3 в винной кислоте происходит при t =97 ^{0}C. Раствор сурьмы проходит через колонку с катионитом КУ-2 в Н-форме, очищается от всех катионов-примесей и направляется на гидролиз раствором HC1 концентрации 16 г/л. Выпадающий при этом осадок чистой Sb_2O_3 промывается, сушится при t=150°C и направляется на восстановление очищенным водородом при t=585-595°C. Полученный при этом порошок сурьмы сплавляется в инертной атмосфере при t=750-800 ^{0}C и является особо чистым продуктом. Если требуется получать особо чистую сурьму СУ-экстра, то полученный сплав сурьмы подвергают зонной плавке и получают сурьму ОСЧ экстра, содержащую 99,99999% Sb.

Маточный виннокислый раствор после осаждения Sb_2O_3 (после гидролиза) направляется на регенерацию винной кислоты. Регенерация протекает растворов $Ba(OH)_2$ с последующей обработкой полученного осадка серной кислотой. Для этого маточный раствор винной кислоты после отделения продуктов гидролиза нейтрализуют 10%-ным раствором NaOH до pH=6-8, затем при нагревании до t=70-80°C добавляют насыщенный раствор $Ba(OH)_2$. Раствор нагревают еще 15-20 мин. и оставляют на ночь. При этом осаждается до 95% винной кислоты, содержащейся, в растворе по реакции:

$$\mathbf{Ba(OH)_2 + H_2C_4H_4O_6 \rightarrow BaC_4H_4O_6 + 2H_2O}$$

Осадок виннокислого бария отфильтровывают, промывают 4-5 раз водой и обрабатывают серной кислотой по реакции:

$$\mathbf{BaC_4H_4O_6 + H_2SO_4 = BaSO_4 + H_2C_4H_4O_6}$$

Полученную винную кислоту подвергают очистке от катионов и анионов с помощью катионита КУ-2 и анионита ЭДЭ-10П. После такой очистки винную кислоту можно использовать для растворения технической Sb_2O_3.

ЛИТЕРАТУРА

1.*Шиянов А.Г.* Производство сурьмы.- М.: Металлургиздат, 1961.-176 с.

2.Сурьма /Под ред. *Мельникова С.М.* - М.: Металлургия, 1977. – 536 с.

3.*Столярова Е.И.* Получение металлической сурьмы из отходов свинцовых производств. – Алма-Ата: изд-во КазГМИ – 1948. 57 с.

4.*Бугенов Е.С., Мусаева Г.Т.* предпатент РК № 41597 от 17.01.2003г.

5. *Пономарев В.Д., Коноплицкий С.П.* //Сборник трудов КазГМИ, №6, Алма-Ата, 1946 г.

Резюме

Натрийдың Антимонаты 95-98% шығаруымен t=75-95-тің жанында HCl немесе H_2SO_4+NaCl-дің ерітінділеріндегі шаймалайды. Алған ерітіндісі Sb_2O_3 гидролизына алған бұл тұнбада душар болады 1, 5% HNO_3 t=80-85-тің жанында As, Se, Te және S тазартуға душар болады; τ=25 сағаты 1 Sb_2O_3 30% ашып тастауға тазаланған т=1 шарап қышқылына тасы және КУ-ші катионитте ауыр металдардан тазартуға, сорумен душар

болады. Сүрменің тазалалған ерітіндісі сонымен бірге t=100-180-нің жанында натрийдың гипофосфиті қалпына келтіруге душар болады 99-100%-ші шығаруы бар ұнтақ сүрме пайда болады.

Summary

Antimonat sodium agitation leaching in solutions HCl or H_2SO_4+NaCl at t=75-95C with extraction of 95-98 %. The received solution is exposed to hydrolysis the deposit Sb_2O_3 received thus exposed clearing from As, Se, Te and S in 1,5 % HNO_3 at t=80-85C, ж:т=25:1, τ=1 hour. Cleared Sb_2O_3 it is dissolved in 30 %-s' wine acid and is exposed to clearing of heavy metals, Sorption on kationite КУ-2. The cleared solution of antimony is exposed to restoration gipofosfitom sodium at t=100-180 C. Powder antimony with extraction of 99-100 % thus turns out.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 10.01.12 г.*

УДК 669.182

С.М. Тлеугабулов, С.С. Тлеугабулова, С.Б Абиков,
Г.М. Койшина, А.Ш. Досмаганбетов, М.Н. Какеева

ОБЛАГОРАЖИВАНИЕ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МАТЕРИАЛОВ В РЕЦИРКУЛЯЦИОННОМ РЕЖИМЕ

Решение экономической проблемы Казахстана в значительной степени зависит от интенсивности перехода от сырьевого характера производства к индустриализации производственных комплексов. В этом переходном периоде важная роль принадлежит разработке процессов облагораживания сырья, в частности железорудного сырья и его ориентации в производстве конструкционных сталей [1,2].



Рис. 1. Исходная железная руда после дробления и измельчения до фракции 0– 5 мм

Основным и наиболее эффективным способом производства железорудного концентрата была и остается магнитная сепарация. Реализация процесса основана на магнитной проницаемости железорудного сырья, т.е. содержании магнетитовых оксидов железа. Однако значительная часть ископаемого железорудного сырья не является магнетитовыми. В связи с этим в промышленных масштабах отработана технология магнетизирующего обжига немагнитных железных руд.

В Казахстане имеются довольно большие месторождения железных руд, относящихся к бурым, гематитовым и гидрогетитовым породам, в частности значительное месторождение гидрогетитов расположено в Южно-Казахстанской области (ЮКО). Образец исходной измельченной руды фракции 0-5 мм показан на рис. 1 и представляет собой дисперсный сыпучий материал желтого цвета. Химический анализ двух проб материала представлен в табл. 1.

Таблица 1. **Химический анализ двух проб материала**

Материал	Химический состав, %							
	Fe_2O_3	MnO	SiO_2	CaO	MgO	Al_2O_3	SO_3	P_2O_5
Гетитовая руда 1	71,5	1,25	8,82	1,85	1,62	1,32	0,08	0,50
Гетитовая руда 2	70,8	2,05	9,31	2,25	1,58	1,36	0,07	0,48

Одновременно пробы из этой кучи материалов были исследованы на минералогический состав. Рентгенофазовый анализ на аппарате ДРОН-3 показал, что руда в основном состоит из гидрооксидов железа на гематитовый основе, т.е. минерал состоит из $Fe_2O_3 \cdot 2H_2O$, представляет собой гидрогетит. В составе рудных минералов обнаружено также небольшое содержание минерала сидерита $Fe_3(CO_3)_2$ – $3FeO \cdot 2CO_3$.

Гетитовая руда не обладает магнитными свойствами, поэтому не может быть обогащена посредством магнитной сепарации.

Для обогащения руды и получения концентрата, прежде всего, необходимо произвести магнетизирующий обжиг.

Предварительными расчетами были определены тепловые затраты на разложение гидратов, карбонатов и преобразование гематита в магнитное состояние. При обжиге последовательно протекает процесс разложения

$$Fe_2O_3 \cdot 2H_2O \xrightarrow{нагрев} Fe_2O_3 + 2H_2O\uparrow \quad (1)$$

$$Fe_3(CO_3)_2 \rightarrow 3FeO + 2CO_3 \quad (2)$$

$$6Fe_2O_3 \rightarrow 4Fe_3O_4 + O_2\uparrow \quad (3)$$

$$Fe_2O_3 + FeO \rightarrow Fe_3O_4 \quad (4)$$

Для обжига руды была подготовлена лабораторная установка – вертикальная трубчатая электропечь, лабораторная герметическая ячейка с подводами и отводами газов. Герметическая ячейка была изготовлена из кварцевой трубки емкостью 2,0 кг руды. Из исходной руды фракции 0-5 мм массой по 2 кг была подготовлена шихта для обжига с добавками углеродсодержащих компонентов. Подготовленную шихту загружали в лабораторную ячейку, которую далее вводили в вертикальную трубчатую печь. Ячейка после соответствующей герметизации была соединена с измерительной аппаратурой и отводящими шлангами для выжигания. Лабораторная установка представлена на рис. 2.

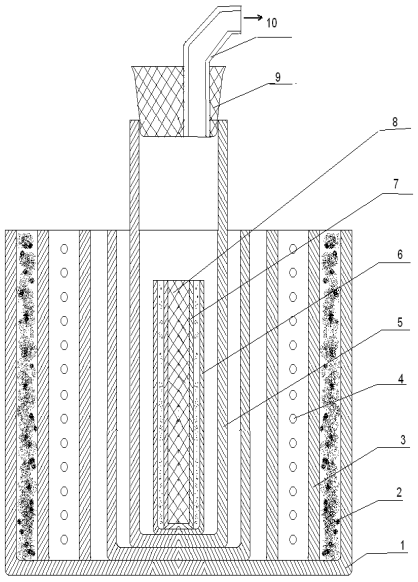


Рис. 2. Опытно-экспериментальный модуль:
1 – корпус нагревательной печи;
2 – теплоизоляция; 3 – экран нагревателя;
4 – нагревательный элемент;
5 – герметическая ячейка; 6 – огнеупорный стакан; 7 – шихта; 8 – графитовый стрежень;
9 – герметическая пробка; 10 – газоотвод

После установления ячейки в вертикальную трубчатую печь систему нагревали со скоростью 15-20 °С/мин. При достижении температуры 450 °С наблюдали выделение газа, далее с повышением температуры интенсивность выделения газа усиливалась. Печь набирала необходимую температуру обжига за 45-55 мин. Температура обжига установлена на уровне 850-900 °С. После достижения заданного уровня температуры выдерживали систему в течении времени до прекращения выделения газа, что свидетельствовало о завершении процесса преобразования минералов. Продолжительность выдержки системы при постоянной температуре поддерживалась в пределах 20-30 мин в зависимости от массы загруженной в ячейку шихты. Материалы в ячейке охлаждали в герметическом состоянии до атмосферной температуры и только после этого их извлекали из ячейки.

Извлеченный из ячейки рудный материал имел черный цвет и сразу подвергался взвешиванию. Потери массы загруженной руды колебались в пределах 15,5-16,5 % от исходной. Обожженный рудный материал представлен на рис. 3. Переход от желтого в черный цвет означает завершение процессов разложения реакцией перехода гематита в магнетит.

Обожженный и охлажденный рудный материал фракции 0-5 мм далее подвергли химическому и минеральному анализу и исследованию физико-химических характеристик.



Рис. 3. Образец железной руды, полученный после магнетизирующего обжига

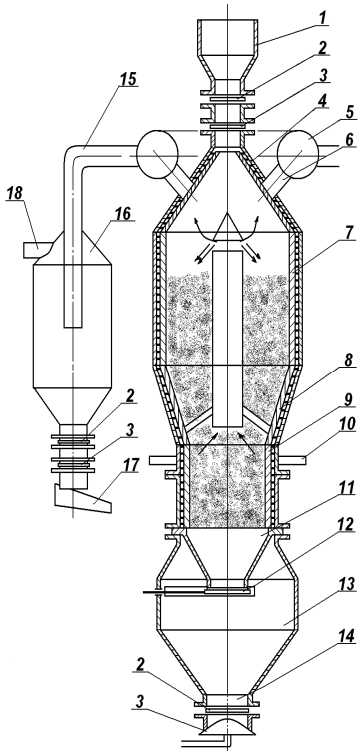


Рис. 4. Шахтная печь для обжига шихты
1 – приемная воронка; 2,3 – шихтовые затворы; 4 – купол; 5 – кольцевой газоотвод; 6 – прямые газоотводы; 7 – шахта; 8 – заплечики; 9 – цилиндрическая часть-область циркуляционной зоны; 10 – сопла для подачи горячих газов; 11 – дизирующия выгрузочная емкость; 12 – шихтовый клапан; 13 – накопительный бункер; 14 – выпускное отверстие; 15 – газоотвод грязного газа; 16 – пылеуловитель; 17 – лоток для выпуска пыли

Обжиг руды такой фракции в производственных условиях может быть осуществлен во вращающейся печи или в специально разработанной шахтной обжиговой печи, эффективность работы которой значительно превосходит вращающейся печи.

Конструкция разработанной новой шахтной печи представлена на рис. 4.

При закрытом положении шихтового клапана 12 через приемную воронку 1 загружают руду (шихту), открывают клапан 3 и шихтовый затвор 2. Руда поступает в печь, растекаясь по конусу над центральным стояком. После заполнения рабочего пространства печи через сопла 10 в печь подают поток горячего газа под давлением. Перед соплами образуется циркуляционная зона. Увеличивают расход газового потока, соответствующем скорости потока в центральном стояке до уровня второй критической скорости

$$V_г=60\frac{\pi D^2}{4}\omega_{K2}, \qquad (5)$$

где D – диаметр центрального стояка, м;

ω_{K2} – вторая критическая скорость, т.е. скорость пневмотранспорта, м/с.

Значения второй критической скорости потока для железорудных материалов фракции 0-5 мм соответствует 3-5 м/с. При достижении этой скорости происходит пневмотранспорт и обработка рудных частиц в центральном аэродинамическом канале. На выходе из канала поток смеси шихты и газа мгновенно расширяется, теряет скорость, при которой происходит разделение: твердые частицы падают вниз, а газовый поток поднимается вверх в газоотводы. Процесс повторяется бесконечно. В аэродинамическом канале практически происходит рециркуляция слоя железорудных материалов. Рециркуляционный поток характеризуется нагрузкой рудных материалов на 1 м^3 газа Р. Практически она колеблется в пределах 250–300 кг/м^3 при насыпной массе руды 2000 кг/м^3.

При высоте аэродинамического канала Н время пребывания материала в нем определяется по уравнению $\tau=\frac{H}{\omega_{K2}}$, с, а масса обрабатываемого за это время материала

$$m_T = p\cdot\frac{\pi D^2}{4}H, \text{ кг} \qquad (6)$$

В полезном объеме шахтной печи $V_{ПП}$ находится масса шихты

$$M_T=\gamma_{íàñ}\cdot V_{ÏÏ}, \text{ кг.} \qquad (7)$$

Тогда возобновление одного оборота всей массы шихты начинается через количество оборотов в аэродинамическом стояке $n = \frac{M_T}{m_T} = \frac{4 \cdot \gamma_{íàñ} \cdot V_{ÏÏ}}{\pi D^2 \cdot P \cdot H}$, т.е. через время

$$\tau_n = \tau \cdot n = \frac{4 \cdot \gamma_{íàñ} \cdot V_{ÏÏ}}{\pi D^2 \cdot P \cdot \omega_{K2}}. \quad (8)$$

Число оборотов всего количества материала в одном полезном объеме печи - N может быть задано, исходя из условий обработки шихты газовым потоком. Тогда часовая производительность печи может быть определена по уравнению

$$Ï = 3{,}6 \cdot Ê \frac{\pi D^2 \cdot P \cdot \omega_{K2}}{4N}, \text{ т/ч}, \quad (9)$$

где $Ê$ – коэффициент выхода продукции ($Ê$ <1,0);

Для обжига железорудного материала значение N может быть выбрано в пределах 500-550 [3].

После выдержки заданного оборота обожженную руду выпускали в накопительный бункер, в котором она охлаждалась до 100 ºС и выдавалась на дальнейшую обработку.

Из обожженной и измельченной руды отбирали пробы материалов для определения химического и минералогического составов. Полученные результаты анализа представлены в табл. 2.

Таблица 2. **Химический состав обожженной руды**

	Наименование материала	Химический состав, %						
		$Fe_{общ}$	FeO	MnO	SiO_2	CaO	S	P
1	Обожженная руда	58,33	11,21	2,31	9,75	2,12	0,052	0,08
2	Обожженная руда	58,63	10,82	2,23	9,68	2,18	0,050	0,075

Как видно из данных таблицы, содержание $Fe_{общ}$ и FeO существенно повысилось по сравнению с исходным составом руды, который представлен в табл. 1. Это происходило в основном за счет удаления летучих в виде H_2O и CO_2. Зафиксированное в таблице 2 повышение концентрации FeO происходило за счет диссоциации гематита. Поэтому смесь FeO и Fe_2O_3 представляет собой магнетит

$$Fe_2O_3 + FeO \rightarrow Fe_3O_4 \quad (10)$$

который обладает магнитными свойствами.

Образование Fe_3O_4 происходило за счет слияния массовых долей 0,69 Fe_2O_3; 0,3 FeO. На 1% FeO приходится 2,3 % Fe_2O_3 или 3,23% Fe_3O_4. в общей сложности содержание магнетита в обожженной руде колебалось в пределах 22-25%. В условиях его равномерного распределения в массе руды создается довольно хорошая магнитная проницаемость.

Рентгенофазовый анализ на аппарате ДРОН-3 показал отсутствие гидратов и сидерита. Вместо них на фоне появился магнетит. Апробация порошков на постоянном магните показала хорошую прилипаемость порошка. Таким образом, в результате магнетизирующего обжига получен магнитный рудный материал. Разложение гидрогеттита с испарением гидратной влаги происходило по реакции

$$Fe_2O_3 \cdot 2H_2O \xrightarrow{нагрев} Fe_2O_3 + 2H_2O_{(г)}\uparrow \quad (11)$$

и сопровождается поглощением тепла на уровне Δi=4600 кДж/кг H_2O. С учетом этого теплового эффекта расход тепла на магнетизирующий обжиг 1 кг руды составляет.

$$Q_p = c_p \cdot t_p + \Delta i; \text{ кДж/кг руды} \quad (12)$$

где c_p – теплоемкость руды = 1,25 кДж/кг·град;

t_p – температура обжига = 900 °С.

Подставляя значения соответствующих величин в уравнение, получим.

$$Q_p = 1{,}25 \cdot 900 + 4600 = 1125 + 4600 = 5725 \text{ кДж/кг}$$

Для обеспечения этого теплового расхода потребуется расход газа – теплоносителя

$$V_г = \frac{Q_р}{\eta_{тг} \cdot c_г \cdot t_г},\ м^3/кг \qquad (13)$$

где $\eta_{тг}$ – коэффициент использования тепла газа = 0,7;

$c_г$, $t_г$ – теплоемкость (кДж/м^3·град) и температура газа (°С).

Подставляя примерные значения величин $\eta_{тг}$ = 0,7; $c_г$ = 1,6 и $t_г$ =1050°С получим

$$V_г = \frac{5725}{0,7 \cdot 1,6 \cdot 1050} = \frac{5725}{1176} = 4,87\ м^3/кг$$

В перечете на 1 т руды расход газа-теплоносителя составит 4870 м^3/т руды.

Процесс магнитной сепарации проводили на лабораторном магнитном сепараторе. В процессе сепарации регулировали ток подвода в пределах 3,5-5 А. Всего проведено 4 опыта по 2 кг. Результаты разделения руды сильно не отличались по опытам и находились в пределах 78-82 % магнитного материала и 18-22 % немагнитного материала. В целом выход концентрата составлял 80 %, от массы обожженной руды на входе. Полученный магнитный концентрат представлен на рис. 1. Были определены насыпные массы концентрата и хвостов обогащения. Результаты измерения представлены в табл. 3.

Таблица 3. **Насыпная масса образцов концентрата, и хвостов**

Образцы материалов	Насыпная масса, кг/м^3
Концентрат 1	3,12
Концентрат 2	3,10
Хвосты 1	2,62
Хвосты 2	2,65

Как видно, насыпная масса магнитного концентрата выше, чем обожженной руды, что связано с выделением немагнитного материала, содержащего большую часть пустой породы шлакообразующих.

Результаты химических анализов представлены в табл. 4.

Таблица 4. **Химический состав концентрата**

Наименование материалов	Химический состав, %						
	$Fe_{общ}$	FeO	MnO	SiO_2	CaO	S	P
Концентрат 1	61,0	7,31	1,53	3,28	0,61	0,05	0,07
Концентрат 2	62,01	8,52	1,48	3,22	0,52	0,02	0,05

На основе проведенных экспериментальных исследований и разработанного режима обжига получены качественные концентраты, которые могут быть перенесены на промышленные установки и агрегаты с получением аналогичных показателей материала.

Проведены теоретические и экспериментальные исследования по определению металлургических характеристик железорудного сырья Абаилского месторождения. Полный химический и минералогический анализ железной руды позволил установить исходное качество руды, как немагнитный гетитовый материал. Выполнены работы по последовательным подготовкам и обработке руды по схеме: магнетизирующий обжиг – охлаждение – измельчение – магнитная сепарация – получение концентрата.

Получены высококачественные железорудные концентраты, которые представляют собой исходное сырье для получения природнолегированного металла.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Тлеугабулов С.М.* Теоретические основы получения металлов, сплавов и перспективных материалов. Алматы: РИК. 2001 г. 332 с.

2. *Тлеугабулов С.М., Киекбаев Е., Койшина Г.М., Алдангарова Е.М.* Прямая редукция металлов ведёт к высокой технологии производства //Международный научно-технический и производственный журнал Сталь. №2. 2010 г. С 4-8.

3. *Тлеугабулов С.М.* Теория и технология твердофазного восстановления железа углеродом. Алматы: Гылым, 1992. 311 с.

Резюме

ОҚО теміркендік концентратын магниттік сепарация мен магнетиттеп күйдіруге дайындау бойынша тәжірибелік жұмыстар жүргізілді. Шикізаттың алғашқы және аралық химиялық және минералогиялық құрамдары көрсетілген. Соңында құрамы 61,0-62,0% темір; күкірт пен фосфора 0,03%-дан аспайды және де жаңа металлургиялық процестердің техникалық талаптарын қанағаттандырады.

Алынған теміркендік концентратының металлургиялық сипаттамалары анықталды.

Summary

Experiments were carried out for preparation of iron ore of South-Kazakhstan oblast for reduction firing (magnetizability) and further magnetic separation. Initial, intermediate chemical and mineralogy compositions of materials are defined during processing. At the end iron ore concentrate with 61.0-62.0% iron has been obtained; sulfur and phosphorus content at the level of 0.03%, which conforms to technical requirements of new metallurgical processes.

Metallurgical properties of produced iron ore concentrate are defined.

Keywords: recirculation condition, ore, iron, concentrate, hematite, magnetite, goethite, hydrate, carbonate, reduction firing, temperature, furnace, technology.

Поступила 29.02.12 г.

УДК 628. 517.2:669

Е.Б. Утепов, М.К. Малгаждарова, А.Т. Мадижанова, Ш.Б. Егемова

ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ И ДЕМПФИРУЮЩИХ СВОЙСТВ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ МАРГАНЕЦ

Уровни шума транспортного оборудования стали большой проблемой для общества. Шум достиг значений 100-120дБА, что на 20-40дБА выше санитарной нормы (80дБА). Известные методы снижения шума неэффективны или дорогостоящи (звукоизоляция, звукопоглощение, использование средств индивидуальной защиты).

Крайне редко используются демпфирующие сплавы для деталей транспортного оборудования для снижения шума и вибрации, хотя это один из современных и перспективных способов снижения шума транспортного оборудования. В транспортном оборудовании достаточно деталей и узлов, работающих в режиме соударений (поршень, цилиндр, коленчатый вал, газораспределительный механизм и др.). Анализ литературы не выявил работ, посвященных использованию демпфирующих сплавов в транспортном оборудовании, хотя применение демпфирующих сплавов общеизвестно и они используются в металлургии, машиностроении, горной технике (работы Бринзы В.Н., Заборова В.Н., Злобинского Б.М., Клячко Л.Н., Парфенова А.А., Сулеева Д.К., Утепова Е.Б. и др.).

Для исследования акустических свойств образцов из сталей 35Г, 30Г и ММК-5 (0,33 % - C; 0,55 % - Si; 0,62 %-Mn; 0,91 %-Cr; 0,55 %-Ni; остальное - железо) использовали методику Казахского национального технического университета имени К.И. Сатпаева [1].

Звуковой импульс от соударения исследуемого образца с шаром-ударником фиксировали не только шумомером, но и регистрировали с помощью запоминающего осциллографа. Зафиксированный сигнал фотографировали и далее определяли характеристики демпфирования: логарифмический декремент, скорость затухания звука. Относительное рассеяние и внутреннее трение определяли расчетным путем.

Логарифмический декремент этого сплава определяли по формуле [2] и составляет:

$$\delta = \frac{l}{n}\ln\frac{A_0}{A_n}\frac{1}{57}\ln\frac{91}{12} = 0{,}0355 \quad (1)$$

где A_o – начальная, максимальная амплитуда звукового импульса;

$A_п$ – конечная, минимальная амплитуда звукового импульса;

n – число импульсов на экране осциллографа.

Относительное рассеяние:

$$\psi = 2\delta = 0{,}0710 \quad (2)$$

Внутреннее трение:

$$Q^{-1} = \frac{\delta}{\pi} = \frac{\psi}{2\pi} = \frac{0{,}0710}{2\pi} = 0{,}0113 \quad (3)$$

Временной интервал экрана осциллографа составляет 0,005 секунды. Весь интервал делится на 9x5=45 подинтервалов. Таким образом, цена деления временного интервала осциллографа составляет 0,00011 с.

Внутреннее трение определяли не только расчетным методом. Учитывая то, что в пластине при ударе возбуждаются в основном изгибные волны, внутреннее трение разработанных сплавов исследовали методом изгибных колебаний.

Использовали автоматический прибор для непрерывной регистрации внутреннего трения при изгибных колебаниях стержней с электромагнитным возбуждением в диапазоне высоких частот (950–1000 Гц), амплитуд 10^4 и температур 20–600 °С.

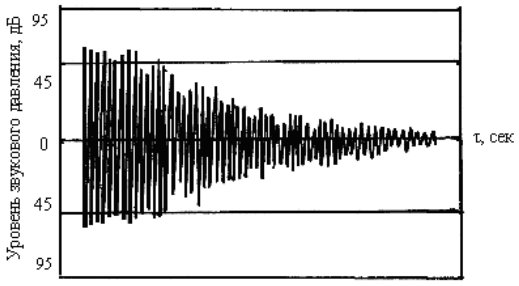


Рис. 1. Осциллограмма затухания звукового импульса от соударения образца ММК − 1 и шара-ударника

Измерения внутреннего трения проводили с помощью дискриминатора и счетчика импульсов, рассчитывая по формуле [2]:

$$\boldsymbol{Q}^{-1} = \frac{\delta}{\pi} = \frac{1}{\pi \cdot \boldsymbol{n}}\ln\frac{\boldsymbol{V}}{\boldsymbol{V_n}}, \quad (4)$$

где δ – логарифмический декремент;

V – начальная амплитуда;

V_n – конечная амплитуда;

n – число колебаний, совершенных образцом в диапазоне от начальной до конечной амплитуды.

Аппаратурные потери определяли с помощью кварцевого стержня, устанавливаемого вместо образца. Такие измерения позволили оценить величину фона установки, которая значительно меньше 10^{-5}, что на порядок ниже минимальных значений затухания испытуемых образцов. Более подробно методика исследования изложена в работе [3]. Характеристики внутреннего трения исследовали на образцах размерами 1,5x1,5x100 мм после горячей прокатки в диапазоне частот 950–1000 Гц при комнатной температуре 20 °С. На каждом образце проводили пять замеров.

Одной из важнейших физических характеристик, оказывающих влияние на демпфирующие свойства исследуемых сталей и сплавов, является модуль упругости. Значение модуля нормальной упругости находили из соотношения [4]:

$$E = 2G(1+\mu) \quad (5)$$

где G – модуль сдвига;

μ – коэффициент Пуассона.

Определение модуля сдвига G осуществляли по методу крутильных колебаний, который сводится к определению частоты собственных колебаний образца:

$$G = 2{,}4\frac{L_M}{d^4}\cdot f^2, \tag{6}$$

$$E = 2\cdot 2{,}4\frac{L_M}{d^4}(1+\mu)\cdot f^2 = \frac{K}{T^2} \tag{7}$$

где $K = 4{,}8\frac{L_M}{d^4}(1+\mu)$ – постоянная величина;

$L_м$ – длина образца, м;

d – диаметр образца, м;

T – период собственных колебаний образца, с.

Жесткость образцов (пластины 50х50х5 мм) определяли по формуле [4]:

$$D = \frac{E\cdot h^3}{12(1-\mu^2)} = A\cdot E = 10{,}998\cdot E, \tag{8}$$

где h – толщина, мм;

E – модуль Юнга, кгс/мм;

μ – коэффициент Пуассона.

$$A = \frac{h^3}{12(1-\mu^2)} = 10{,}998 мм^3 \tag{9}$$

Измерение модуля сдвига производили на установке, принципиальная схема которой показана на рис. 2.

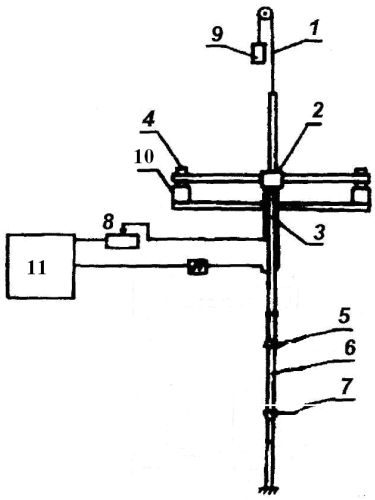


Рис. 2. Схема прибора для измерения модуля сдвига и внутреннего трения при свободных и вынужденных колебаниях [4]
1 – капроновая нить; 2 – рамка; 3 – стержень; 4 – электромагниты; 5,7 – цанговые зажимы; 6 – образец; 8 – реостат; 9 – груз; 10 – оптическая система; 11 – генератор

Определение механических характеристик разработанных сплавов проводили стандартными методами [5].

Измерение твердости осуществляли на приборах Бринелля и Роквелла. Металлографическое изучение микроструктуры производили при 300-кратном увеличении.

Размер зерна определяли согласно ГОСТ 5639-65. Определение неметаллических включений проводили методом Л (варианты Л1 Л2) – линейным подсчетом включений согласно ГОСТ 177870 [5]. Для некоторых сплавов механические характеристики (Ств) определяли расчетным способом.

В табл. 1 и рис. 3 (а, б) показаны средние значения уровней звука (L_A) и уровней звукового давления (УЗД) исследованных сталей после отжига.

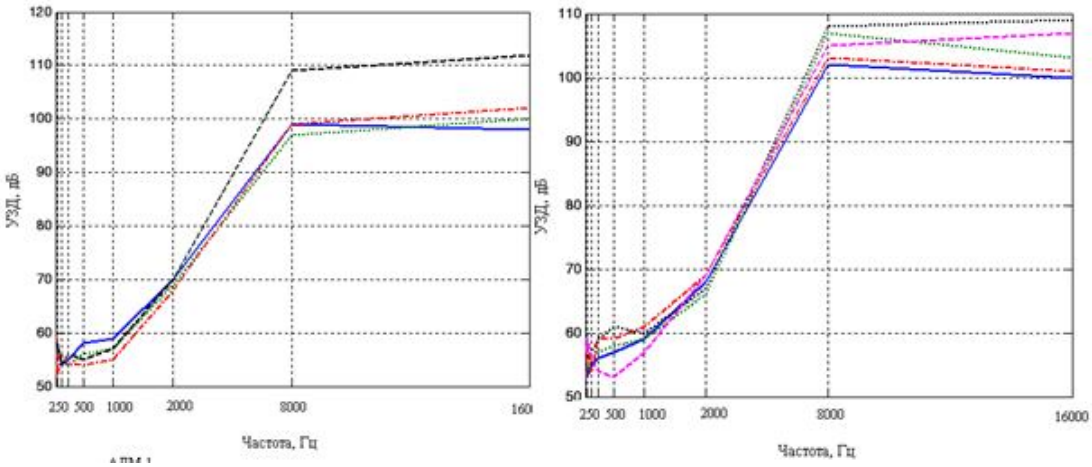
Результаты изучения акустических свойств сталей после отжига показал, что УЗД исследованных материалов изменяются в диапазоне 52-112 дБ на частотах 63-16000 Гц. Пики УЗД приходятся на частоты 8000 и 16000 Гц. Уровни звука сталей изменяются в диапазоне 92-102 дБА. По частотам максимумы зафиксированы на частоте 63 Гц – у сталей 35Г (56 дБ); 125 Гц – у стали ММК-5 (59 дБ); 250 Гц – 35Г (58 дБ); 500 Гц – 35Г (59 дБ); 1000 Гц – 30Г (58 дБ); 2000 Гц – ММК-5 (58 дБ); 4000 Гц – ММК-5 (71 дБ); 8000 Гц – 35Г (100); 16000 Гц – 35Г (101 дБ).

Среди стандартных сталей после отжига пониженным звукоизлучением характеризуются сталь 30Г (96 дБА). Повышенным L_A характеризуются сталь 35Г (101дБА).

Из разработанных сталей пониженное звукоизлучение характерно для сталей ММК-6 (91 дБА). Сталь ММК-5 характеризуется уровнем звука в 92дБА.

Таблица 1. **Средние значения уровней звука и уровней звукового давления, исследованных сталей после отжига**

Маркировка стали	Уровень звукового давления, дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровень звука, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	
30Г	54	52	56	54	58	57	67	95	94	96
35Г	56	55	58	59	56	56	68	100	101	101
ММК-5	54	59	53	56	57	58	71	90	90	92
ММК-6	55	58	55	55	57	56	68	89	90	91



а) б)

Рис. 3. Уровни звука и уровни звукового давления исследованных сталей после отжига

Средние значения уровней звука (L_A) и уровней звукового давления (УЗД) исследованных сталей после нормализации представлены в таблице 2 и рис. 4.

Анализ акустических свойств, сталей после нормализации показал, что УЗД исследованных материалов изменяются в диапазоне 52–101 дБ в диапазоне частот 63–16000 Гц. Пики УЗД приходятся на частоты 8000 и 16000 Гц. Уровни звука сталей изменяются в диапазоне 96–101 дБА. По частотам максимумы зафиксированы на частотах 63 Гц – у стали 35Г (58 дБ); 125 Гц – у стали 35Г (58 дБ); 250 Гц – 30Г (58 дБ); 500 Гц – 30Г (59 дБ); 1000 Гц – 35Г (59 дБ); 2000 Гц – 35Г (63 дБ); 4000 Гц – 35Г (73 дБ); 8000 Гц – 35Г (100 дБ); 16000 Гц – 35Г (101 дБ).

Из стандартных сталей после нормализации пониженным звукоизлучением характеризуются сталь 40 (98 дБА). Повышенным L_A характеризуются стали 35Г (101 дБА).

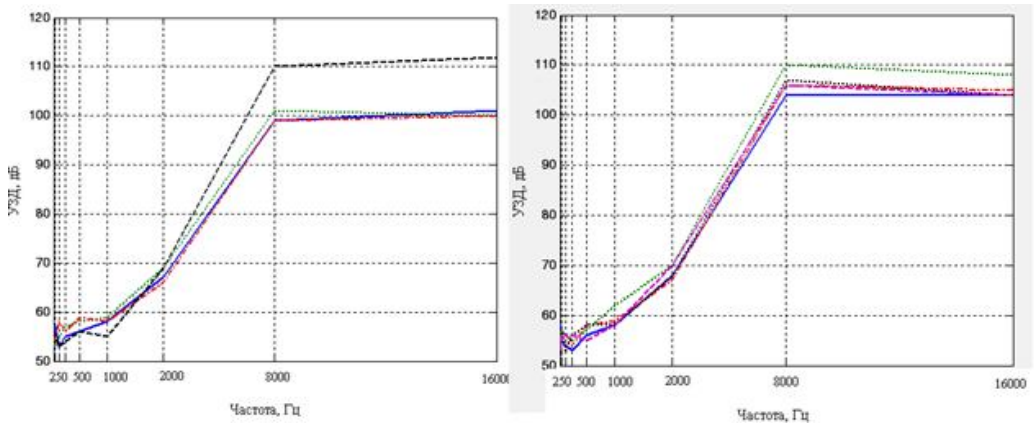
Из разработанных сталей после нормализации пониженное звукоизлучение характерно для стали ММК-6 (90 дБА). Сталь ММК-5 характеризуется повышенным уровнем звука в 93 дБА.

Значения упругих свойств исследованных сталей представлены в таблице 34. Модули Юнга исследованных сталей изменяются в диапазоне ($18{,}0106\cdot10^{10}$-$22{,}6677\cdot10^{10}$) Па. Модули сдвига этих же сталей характеризуются значениями ($7{,}3214\cdot10^{10}$-$9{,}2145\cdot10^{10}$) Па.

Зависимость уровней звука исследованных сталей после ковки от значений удельного электросопротивления представлены в таблице 35. Характеристики удельного электросопротивления исследованных сталей изменяются в диапазоне ($5{,}71\cdot10^{6}$-$10{,}22\cdot^{6}$) Ом.м.

Таблица 2. **Средние значения уровней звука и уровней звукового давления исследованных сталей после нормализации**

Маркировка стали	Уровень звукового давления, дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровень звука, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	
30Г	56	57	58	59	57	54	69	96	96	97
35Г	58	58	52	58	59	63	73	100	101	101
ММК-5	55	54	54	56	52	55	65	91	92	93
ММК-6	52	55	54	54	54	54	62	89	87	90



а) б)

Рис. 3. Уровни звука и уровни звукового давления исследованных сталей после нормализации

Повышенные значения удельного электросопротивления характерны для сталей ММК-5 ($10{,}22\cdot10^{6}$ Ом.м); ММК-6. Пониженные значения удельного электросопротивления характерны для стали 35Г ($5{,}71\cdot10^{6}$ Ом.м). Следует заметить, что стали с высоким значением удельного электросопротивления характеризуются повышенными демпфирующими свойствами (стали ММК-5, ММК-6).

Таблица 3. **Значения упругих свойств исследованных сталей после ковки**

Марка стали	Период колебания, т.с.	T^2, c^2	Модуль сдвига, 10^{10} Па	Модуль Юнга, 10^{10}Па	Уровень звука после нормализации, дБА
30Г	0,0455	0,0021	7,7566	19,0812	97
35Г	0,0378	0,0014	7,8034	19,1964	101
ММК-5	0,0388	0,0015	7,5341	18,5339	93
ММК-6	0,0399	0,0016	7,3214	18,0106	90

Значения пластической деформации (глубина отпечатка ударника-шара на поверхности образца-пластины) представлены в табл. 5.

Ударник-шар падал на поверхность образца-пластины с высоты 30 см и 45 см. При этом фиксировали с помощью профилографа-профилометра модели 201 глубину вмятины и диаметр отпечатка. Глубина отпечатка изменялась от 1,33 мм до 1,7 мм.

Анализ таблицы 5 показал, что уровень звука при соударении неадекватно зависит от величины пластической деформации, что требует новых исследований.

Таблица 4**. Зависимость уровня звука от удельного электросопротивления исследованных сталей после ковки**

Марка стали	Удельное электросопротивление, ρ, Ом·м·10^6	Дисперсия опыта, S^2	Средне квадратичное отклонение, S,	Уровень звука, дБА
30Г	6,84	0,224	0,473	97
35Г	5,71	0,666	0,816	101
ММК-5	7,11	0,223	0,472	93
ММК-6	6,49	0,321	0,567	90

Таблица 5. **Зависимость величины пластической деформации (глубина отпечатка) от значения потенциальной энергии ударника (высоты падения шара)**

Марка стали	Твердость образца, НВ	$d_{ш,\ мм}$	$h_{ш,\ см}$	Уровень звука, дБА	$d_{л}$, мм
30Г	98	6,0	30/45	97/104	1,6/1,7
35Г	100	6,0	30/45	101/110	1,5/1,7
ММК-5	104	6,0	30/45	93/96	1,40/1,48
ММК-6	104	6,0	30/45	90/94	1,38/1,40

Заключение. Исследованы акустические и демпфирующие свойства углеродистых сталей, содержащих марганец (до 1 %). Экспериментальные стали ММК-5 и ММК-6 рекомендуются для деталей, работающих в режиме соударений, так как при работе генерируют шум пониженного уровня.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Утепов Е.Б., Актаев Б.Г., Актаева Д.У., Утепов Т.Е.* Применение «тихих» сплавов в технике борьбы с шумом: / -Алматы, 1998, 78с.

2. *Кришталл М.А., Головин С.А.* Внутреннее трение и структура металлов.– М.: Металлургия, 1976. 376 с.

3. Испытание материалов. Справочник Х. Блюменауэр, Х. Ворх, И.Гарц и др. Под ред. Х. Блюменауэра, пер. с нем. – М.: Металлургия, 1979, 448с.

4. Общетехнический справочник /Е.А. Скороходов, В.П. Законников, А.Б. Пакнис и др. Под общ. ред. Е.А. Скороходова – 3-е изд. Перераб. и доп.– М.: Машиностроение, 1989. 512 с.

5. ГОСТ 1778-70. Сталь. Металлографические методы определения неметаллических включений. – М.: Госстандарт, 1970. 16 с.

Summary

Sound pulse from the collision of a sample with a ball-striker was fixed sound level meters, and recorded on a storage oscilloscope. The internal friction was determined by the calculation method. Determination of the mechanical properties of alloys were developed using standard methods. Hardness measurements were carried out on the instruments of Brinell and Rockwell. Metallographic study of the microstructure produced at 300× magnification. Were investigated acoustic and damping properties of carbon steels containing up to 1 % manganese.

КазНТУ имени К.И. Сатпаева *Поступила 2.02 .12 г.*

УДК 669.162.28.

С.М. Тлеугабулов, Г.И. Султамурат, А.М. Достаева, Г.М.Койшина

УТИЛИЗАЦИЯ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ

В настоящее время металлургические шлаки сталеплавильного производства и железосодержащие дисперсные промышленны отходы являются вторичным сырьевым ресурсом для металлургической переработки и извлечения металлов. Они могут быть использованы в различных направлениях как железофлюс в агломерационном, доменном и сталеплавильном производствах; гранулированный доменный шлак и щебень из доменного шлака находят применение в производстве строительных материалов; молотый гранулированный шлак при производстве экзотермических шлакообразующих смесей; шлаковое и шлакокаменное литье для футеровки шламопроводов; флюсующие добавки высокоосновных шлаков при производстве железо- и углеродсодержащих брикетов, а также при строительстве дорог, гидротехническом сооружении, производстве строительных материалов и других отраслях промышленности [1].

При обработке металлсодержащих промышленных отходов может быть получен металлический концентрат, который может быть представлен корольками металла округлой или каплевидной формы. Особый интерес представляет конвертерный шлак, в котором остаются мелковкрапленные корольки металла диаметром частиц 2 ÷ 4 мм. В мелкой фракции шлака установлено содержание 10 - 15% частиц металла диаметр 0,1÷1 мм (рис. 1). Интересно отметить, что в металлоконцентрате, полученном из ферросплавных шлаков присутствует достаточно большое количество (до 5 % по массе) частиц раздробленных ферросплавов - феррохрома, ферромолибдена, ферровольфрама, ферромарганца, ферросилиция и др. Форма этих частиц обычно представлена осколочная.



Рис. 1. Вид частиц металла в металлоконцентрате после сепарации тонкоизмельченного шлака

Анализ состояния переработки и использования отвальных металлургических шлаков показал, что с 1991 по 1999 г. был полностью переработан шлаковый отвал завода "Электросталь". При этом извлечено 145 тыс. т металлической составляющей. Качество металлоконцентратов оценивали по ошлакованности корольков металла. Скрап в больших кусках размером от 200 до 1200 мм имел низкую степень ошлакованности (5 - 20%). Для снижения ошлакованности металла был использован гидромолот. С помощью переносных стилоскопов отбирали скрапины с высоким содержанием никеля, хрома, ванадия, молибдена. Скрапины соответствующим образом маркировали и отправляли для целенаправленного переплава в паспортную шихтовую рафинировочную заготовку (ПШРЗ).

Куски металлического скрапа размером 70 ÷120 мм, полученные после щековой дробилки крупного дробления, были сильно ошлакованы (до 30 %), и оказалось, что их невозможно рассортировать по группам марок. Точно так же и металлоконцентрат, имевший сравнительно низкую степень ошлакованности (~5 %), невозможно было идентифицировать по составу [2, 3].

Средний по размерам скрап и металлоконцентрат переплавляли методом сплавления в 5- и 20-т дуговых печах. Металл разливали на слитки массой 700 кг без прибыльных надставок. После экспресс анализа расплава, разлитые слитки использовали либо как ПШРЗ, либо как товарную заготовку известного состава для продажи на рынке металлопродукции. Минимум 40 % извлеченного скрапа использовали как ПШРЗ для последующей выплавки коррозионно-стойких и жаропрочных сталей и сплавов в ОАО "Электросталь".

На пневматическом сепараторе поступающий от дробилки фирмы "Parker" материал был разделен по плотности на металлоконцентрат, шлаковый песок фракций 0 ÷ 5 мм и шлаковый щебень фракций 5÷10 мм. Шлаковый песок и щебень были успешно использованы при производстве шлакобетонных изделий с применением производственной линии модели "Profit" по изготовлению строительных материалов методом сухого прессования. Указанная линия соответствует лучшим зарубежным аналогам и позволяет получать фундаментные блоки, стеновые камни, тротуарную плитку и бордюрный камень. Среднегодовая производительность линии составляет 12000 м^3 изделий при расходе шлакового песка 230 тыс. т и шлакового щебня 57 тыс. т. Шлаковый песок и щебень отвечают также требованиям стандартов на материалы, применяемые в дорожном строительстве и производстве строительных бетонов.

Технологическая линия по переработке отвальных шлаков отвечает всем экологическим требованиям по выбросам вредных веществ в атмосферу и стокам поверхностных грунтовых вод. От шлака была освобождена территория площадью около 50 тыс. м^2 [4].

В АО «ArcelorMittal Темиртау» накоплено более 33 млн т сталеплавильных шлаков и ежегодно добавляется еще до 600 тыс. т шлака текущего производства. При этом теряется часть металла в виде металлического и оксидного железа. По оценке потери железа с отвальным шлаком в среднем составляют до 15%. Характерная особенность сталеплавильных шлаков АО «ArcelorMittal Темиртау» – это высокое содержание до 3,7% P_2O_5, что обусловлено использованием в шихте комбината фосфористого железорудного сырья. Высокое содержание фосфора в сталеплавильном шлаке не позволяет даже его частичный возврат в металлургический передел. Поэтому сегодня переработка шлаков комбината может быть организована по направлению извлечения корольков железа. Проведенными исследованиями установлено, что отвальные сталеплавильные шлаки представляют магнитный материал. Содержание магнитных продуктов достигает 8% (см. табл. 1).

Таблица 1. **Характеристика отвальных шлаков и выход магнитного продукта**

Состав отвальных шлаков	Масса	
	т	%
Исследованная проба,	257,6	100
в том числе: шлак металлолом крупногабаритный	 237,4 0,218	 92,16 0,08
Скрап чистый от шлака		
фракцией 400÷1500 мм фракцией 80÷400 мм	2,0 0,572	0,78 0,22
Скрап зашлакованный		
фракцией 80÷400 мм фракцией 0÷80 мм	1,8 15,61	0,70 6,06
Всего магнитного продукта	20,2	7,84

Первая стадия отработки отвальных шлаков осуществляется сначала отгрузкой шлака экскаватором к месту переработки и дроблении его в конусной дробилке с визуальным определением и ручной выборкой крупногабаритного металла. Как показала практика, только на этой стадии переработки возвращается в производство ежегодно от 35 до 50 тыс. т скрапа для конвертерного производства [5].

Для извлечения скрапа из шлака в 2003 г. на сталеплавильном отвале была введена в строй установка по переработке шлаков, схема которой показана на рис. 2. Производительность установки 120 т/ч отвального шлака исходной крупностью до 700 мм. Изготовитель установки - ОАО «Дробмаш».

Для извлечения скрапа шлак поступает в агрегат загрузки 1, сортируется на агрегате предварительной сортировки 2 с разделением на фракции 0 ÷ 60 и более 60 мм. Затем шлак крупностью более 60 мм проходит обработку в галтовочном барабане 3 с целью очистки скрапа от шлака и образования двух продуктов – скрапа крупностью 350÷700 мм и шлака крупностью 0÷350 мм.

После галтовочного барабана шлак передается в магнитный сепаратор 4. Выделенный сепаратором магнитный продукт и скрап из галтовочного барабана объединяются и отправляются в копровый цех сталеплавильного производства. После извлечения скрапа шлак дробится в щековой дробилке 5 до крупности 0÷150 мм. При дроблении происходит вскрытие небольших настылей и корольков железа, сконцентрированных в затвердевшем шлаке. Вновь образованный продукт объединяется с подрешетным продуктом предварительного грохочения и поступает на грохот 6, на

котором выделяются три класса крупностью 0÷15, 15÷60 и 60÷150 мм. Продукт каждого класса снова подвергается сепарации в барабанном магнитном сепараторе 7 с отделением магнитных фракций и шлака. Полученные магнитные продукты используются в агломерационном, доменном и сталеплавильном производствах [6,7]. Опыт эксплуатации установки показал, что извлечение железа из шлаков в магнитные продукты составляет приблизительно 80%, а около 20% железа теряется с попутно полученным материалом - фракционированным щебнем. В табл. 2 приведен выход продуктов переработки шлаков на установке.

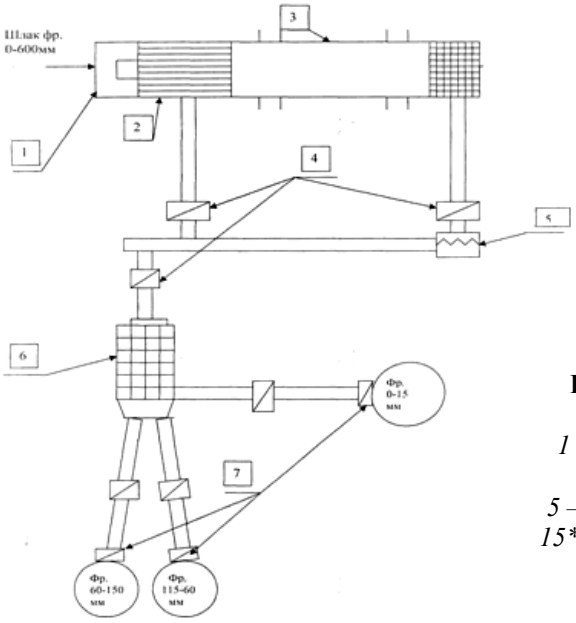


Рис. 2. Схема цепи аппаратов установки по переработке сталеплавильных шлаков ТОО "Лира"
*1 - вибропитатель; 2 - грохот с ячейками сита 60*60 мм; 3 - галтовочный барабан; 4 – железоотделитель; 5 – дробилка крупного дробления; 6 – грохот с ячейками сит 15*15мм и 60*60 мм; 7 – барабанный магнитный сепаратор*

Таблица 2. **Выход продуктов переработки шлаков на установке**

Скрап для сталеплавильного производства:	Масса,%
негабаритный фракцией > 350 мм	1,02
фракцией 150 ÷ 350 мм	0,69
фракцией 60 ÷ 150 мм	0,70
Итого	2,41
Скрап для доменного цеха фракцией 15 ÷ 60 мм	3,49
Скрап для аглопроизводства фракцией 0 ÷15 мм	11,07
Всего извлечено магнитных продуктов	17,15
Фракционированный щебень	82,85
Всего переработано шлака	100

Выход собственно скрапа, пригодного для использования в сталеплавильном производстве, составляет 2,41% от количества перерабатываемого шлака. Следует отметить, что часть скрапа (негабаритного — 1,02%) имеет относительно высокую зашлакованность и требует дополнительной обработки перед его дальнейшим использованием. В целом зашлакованность скрапа составляет 15,6%.

Наибольший выход шлака из скрапа достигает 11%, который можно использовать в составе агломерационной шихты. По существу, этот продукт представляет собой обогащенный по железу

шлак. Содержание общего железа составляет в среднем 43,97%. Несмотря на высокий выход данного продукта и его комплексный химический состав, использование его в агломерационной шихте ограничено высоким (до 1,7%) содержанием фосфора.

При переработке на установке 30 тыс. т в месяц отвальных шлаков извлечение скрапа составляет, т/мес.: для конвертерной плавки - 400; для доменного цеха - 1200; для аглопроизводства - 4500.

Для определения влияния использования скрапа на технико-экономические показатели аглопроцесса и химический состав агломерата и чугуна были выполнены расчеты и проведен их сравнительный анализ с фактическими данными. Установлено, что с увеличением количества скрапа в составе аглошихты снижается расход концентрата, крупнокусковых руд и доломита, но повышается расход известняка. Содержание фосфора в агломерате увеличивается на 0,004-0,008% [8].

При использовании скрапа в доменном цехе в количестве 2 т в подачу шихты значительных изменений в работе доменных печей не наблюдалось. Качество чугуна соответствовало заданному уровню, за исключением содержания фосфора, которое возросло с 0,38-0,40 до 0,44-0,45%.

В результате извлечения из сталеплавильных шлаков указанных железосодержащих продуктов и вовлечения их в повторное производство обеспечено снижение потерь железа на 30% в целом по металлургическому переделу.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Голов Г.В., Ситников С.М., Калимулина Е.Г.* /Технология извлечения металла из отвальных шлаков//. Сталь, №10, 2001. – С.83.

2. *Курбацкий М.Н., Гибадулин М.Ф.* /Переработка и использование металлургических шлаков ОАО «ММК»//. Металлург, №1, 2002. – С.47-48.

3. *Тарабрина Л.А., Курган Т.А., Игнатьева Н.С.* /Переработка сталеплавильных шлаков ОАО «ММК»//. Металлург, №9, 2000. - С.26-27.

4. *Ларионов В.С., Еланский Г.Н.* /Переработка шлакового отвала завода «Электросталь»//. Сталь, № 11, 2001. – С.88-91.

5. *Дьяков А.В., Вернер И.А.* Методическое руководство. /Определение содержания железа в промпродукте марки А//. МР–ЦЗЛ. 2009 г. 9 с.

6. *Климушкин А.Н., Кабанов Ю.А., Столярский О.А., Агапеев Е.Н.* Отчет по теме: / «Разработка и освоение новых технологических схем утилизации отходов металлургического передела ОАО «АМТ»//.2004 г.45 с.

7. *Дьяков А.В., Вернер И.А.* /Методика выполнения измерений. Определение содержания железа подготовленного к использованию скрапа методом основанном на разности плотностей металлических корольков и шлака//. МВИ–ЦЗЛ. 2009 г.10 с.

8. *Кабанов Ю.А., Столярский О.А., Агапеев Е.Н.* /Извлечение и подготовка к использованию скрапа из отвальных сталеплавильных шлаков//. Металлург, № 1, 2006. – С.80.

Резюме

Бұл мақалада ұсақ дисперсті техногенді қалдықтарды пайдаға асыру бойынша мәселелер қарастырылған. Қазіргі таңда металлургиялық шлактар және оларды қайта өңдеу өнімдері металлургияда кеңінен қолданылады. Бұл мәселе «ArcelorMittal Теміртау» АҚ жағдайында қарастырылған. Жүргізілген зерттеулердің нәтижесінде болат балқытудан алынған шлактар қалдығында 8%-ға дейін магниттік өнім бар екені дәлелденді. Болат балқытудан алынған шлактардан көрсетілген құрамында темір мөлшері болатын өнімдерді алып шығу және оларды қайта өңдіріске жіберу нәтижесінде металлургиялық қайта балқытуда тұтастай 30%-ға темір шығынын азайтуды қамтамасыз етілді.

Summary

In article it is considered problems on recycling finely divided a technogenic waste. Now metallurgical slags and products of their processing are widely used in metallurgy. The given problem it is considered in the conditions of joint-stock company «ArcelorMittal Temirtau». By the spent researches it is established that отвальные steel-smelting slags contain to 8 % of a magnetic product. As a result of extraction from steel-smelting slags of the specified ferriferous products and their involving in repeated manufacture decrease in losses of iron on 30 % as a whole on metallurgical repartition is provided.

Keywords: recycling, a technogenic withdrawal, slag, scrap material, metal reguluses.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 2.02 .12 г.*

УДК 628. 517

А.Б. Телешева, Е.В.Чумаков

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СКОРОСТЕЙ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ОБРАЗЦОВ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА АД31 НА КРАТКОВРЕМЕННЫЕ МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Деформируемый алюминиевый сплав АД31 используется в качестве конструкционного для производства изделий различного назначения. В технологии производства значительное место занимает обработка давлением.

Заготовки получают методом полунепрерывного литья в кристаллизаторе. Этот метод относится к числу одного из наиболее производительных для получения заготовок. Но, он имеет один существенный недостаток, заключающийся в том, что кристаллизация сплава происходит в неравновесных условиях, при высоких скоростях охлаждения и больших градиентах температур по объему. Естественное старение этого материала протекает с зарождением и эволюцией зон и тройной фазы алюминий-железо-кремний. Это приводит к росту прочностных характеристик и снижению пластичности.

Другим важным явлением, наблюдаемым в алюминиевых сплавах данного класса, является деформационное упрочнение, выражающееся, как и при естественном старении, в росте прочностных характеристик и снижении пластичности.

Известно, что скорость деформирования оказывает заметное влияние на кратковременные и длительные механические свойства конструкционных материалов. По этой причине возникла необходимость оценки влияния скоростей деформирования на указанные характеристики.

Образцы из алюминиевого сплава испытывались в условиях одноосного сжатия при скоростях 0,1; 0,5; 1,5; 5 мм/мин. Исследования показали, что после естественного старения материал имеет достаточно высокие прочностные характеристики, но низкую пластичность. Гомогенизация, основной целью которой является снижение прочности и увеличение пластичности, в производственных условиях производится при температуре 490 ^{0}С. Следуя производственному технологическому процессу, образцы для исследований были термообработаны. При этом прочностные характеристики (предел текучести и временное сопротивление) были снижены, а запас пластичности значительно увеличен.

Результаты испытаний, при разных скоростях деформирования приведены ниже. На рис. 1 показан график зависимости предела текучести алюминиевого сплава АД31 от скорости прессования. График построен в простых декартовых координатах. Он не линеен, имеет вид кривой насыщения. С ростом скорости деформирования величина предела текучести возрастает, но наибольший эффект наблюдается в области малых скоростей.

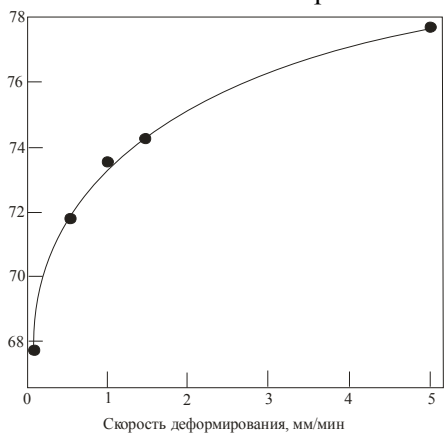


Рис. 1. Зависимость предела текучести алюминиевого сплава АД31 от скорости деформирования

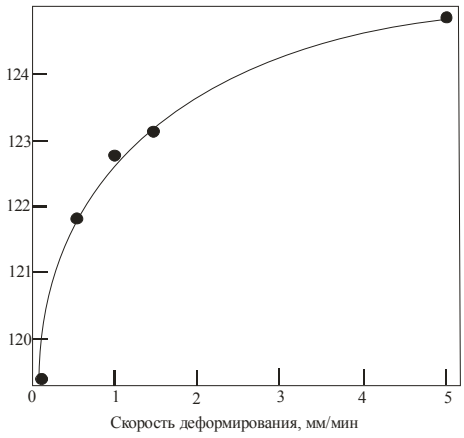


Рис. 2. Зависимость временного сопротивления алюминиевого сплава АД31 от скорости деформирования

Аналогичен график зависимости временного сопротивления от скорости деформирования. Он имеет вид монотонно возрастающей кривой. Причем, как и в случае предела текучести наибольший эффект наблюдается в области малых скоростей. Вместе с ростом прочностных характеристик падает запас пластичности, о чем свидетельствует график, приведенный на рис. 3. Здесь, как и в предыдущих случаях, наибольшие изменения наблюдаются в интервале малых скоростей. Например, общее изменение запаса пластичности составляет 21%, Из них в интервале скоростей от 0,1 мм/мин до 1,0 мм/мин запас пластичности изменяется на 13,6%. Общее увеличение предела текучести составляет 14,8 %. На долю интервала скоростей от 0,1 мм/мин до 1 мм/мин приходится 8,6%. Для временного сопротивления эти цифры составляют 4.8% и 3,0%.

Из приведенных цифр следует, что наибольшей чувствительностью к скорости деформирования обладает пластичность, которая в исследованном интервале изменяется на 21%. Наименее чувствительным к скоростным изменениям является временное сопротивление. Этот факт нельзя отнести к положительным явлениям, поскольку запас пластичности является важной эксплуатационной характеристикой. В практике желательно не использовать материалы с малым запасом пластичности.

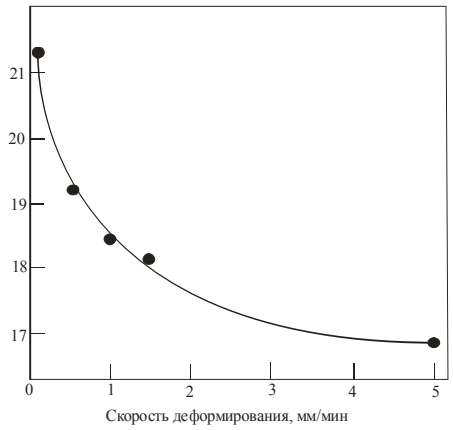


Рис. 3. Зависимость запаса пластичности алюминиевого сплава АД31 от скорости деформирования

Целью каждой исследовательской работы является установление взаимосвязи между исследуемыми параметрами. Математическая обработка экспериментальных результатов, представленных в графическом виде наиболее удобна в том случае, когда графики имеют вид прямых линий.

Поиск наиболее удобного для обработки вида представления графиков потребовал их перестроения. Оказалось, что в полулогарифмических координатах зависимости предела текучести, временного сопротивления и запаса пластичности от скорости деформирования наиболее точно соответствуют прямой линии. Это подтверждают, приведенные далее рисунки.

Как следует из рис. 4, 5 и 6, экспериментальные точки, полученные при пяти уровнях скоростей деформирования, очень хорошо укладываются на прямую линию.

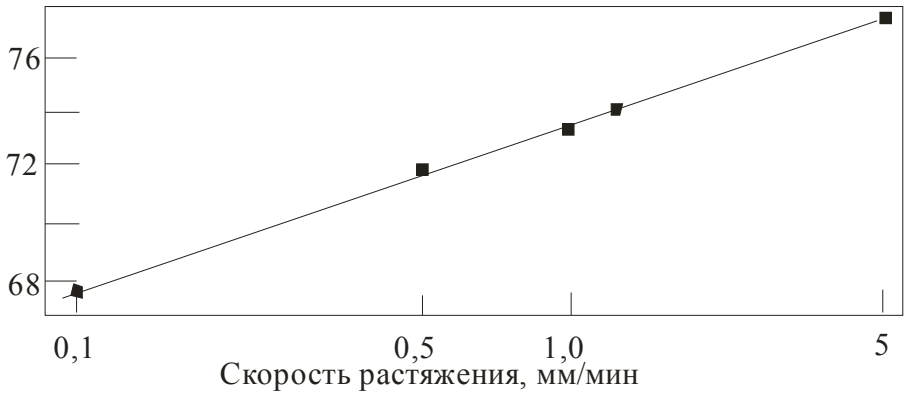


Рис. 4. Зависимость предела текучести алюминиевого сплава АД31 от скорости деформирования в полулогарифмических координатах

Полученные на рис. 4-6 графики говорят о том, что все три зависимости подчиняются экспоненциальному закону. Тогда для предела текучести можно записать

$$\sigma_{02} = \alpha \exp \varphi V \qquad (1)$$

где α и φ –коэффициенты, V- скорость деформирования.

Временное сопротивление будет определяться выражением

$$\sigma_в = \beta \exp \chi V \quad (2)$$

где β и χ –коэффициенты.

Для запаса пластичности можно записать уравнение

$$\varepsilon = \gamma \exp \mu V \quad (3)$$

где γ и μ – коэффициенты.

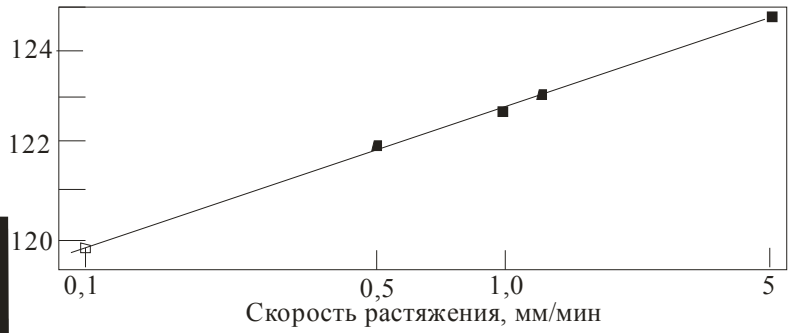


Рис. 5. Зависимость временного сопротивления алюминиевого сплава АД31 от скорости деформирования в полулогарифмических координатах

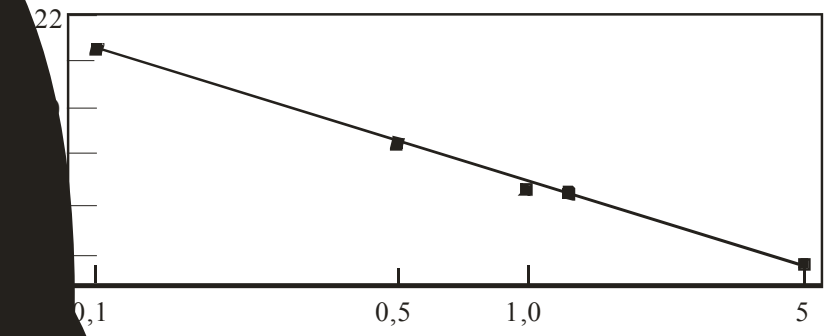


Рис. 6. Зависимость запаса пластичности алюминиевого сплава АД31 от скорости деформирования в полулогарифмических координатах

Величины коэффициентов α, β и γ определяются точками пересечения с осью ординат прямолинейных графиков при их экстраполяции при V=0. Численные значения коэффициентов φ, χ и μ определяются углом наклона прямолинейных графиков к оси абсцисс.

Полученные экспериментальные результаты и их анализ позволяют сделать основное заключение о том, что цель, поставленная в работе достигнута.

Выводы

Проведенные экспериментальные исследования показали:

1. Прочностные и пластические характеристики алюминиевого сплава чувствительны к скорости деформирования. В исследованном интервале установлено, что наиболее ярко эффект проявляется в области скоростей от 0,1 мм/мин до 1,0 мм/мин
2. Зависимости предела текучести, временного сопротивления и пластичности от скорости деформирования в полулогарифмических координатах имеют вид прямых линий.
3. Для описания зависимостей предела текучести, временного сопротивления и пластичности от скорости деформирования применимы экспоненциальные уравнения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Телешов В.В.* К вопрсу о расчете режимов гомогенизации алюминиевых сплавов//Металловедение и термическая обработка металлов, №06 2007 – С.

2. *Телешов В.В., Андреев Д.А., Головлева А.П.* Влияние химического состава на прочность сплавов системы Al-Cu-Mg-Ag после нагрева при 180-210 ^{0}С//Металловедение и термическая обработка металлов, №03, 2006. – С.

3. *Телешов В.В., Капуткин Е.Я., Головлева А.П., Космачева Н.П.* Температурные интервалы фазовых превращений и механические свойства сплавов системы Al-Cu-Mg-Ag с различным отношением Cu/Mg// Металловедение и термическая обработка металлов, №04, 2005. – С.

4. *Вайнблат Ю.М., Хаюров С.С.* Субструктурное упрочнение горячедеформированного алюминия// Физика и химия обработки металлов.1973.№1

5. *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, 20010. – С.293-297.

6. *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, 20010. – С.290-293.

7. *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, 20010. – С.300-304.

Резюме

Мақала илемдеудегі деформация ерекшеліктерін зерттеуге арналған. Деформация ошағының талдауы жасалған, ілу бұрыштарының мүмкін мәндерінің интервалы анықталған. Илемдеудегі деформация процесі айнымалы жылдамдықтар шартында өтеді. Сонымен қатар, жылдамдықтың баяулауы илемделуші материал іліну моментінен бастап, біліктерден шыққанша жүреді.

Summary

The paper is sacred to research of features of deformation at rolling. The analysis of hearth of deformation is condducted, the interval of legitimate values of corners of capture is certain. The process of deformation at rolling flows in the conditions of inconstancy of speeds. Thus speed diminishes from a moment a capture, rolled material to his exit from the working pair of rollers. The article is recommended to the publication in the open printing.

Ключевые слова: Aluminum, alloy AD31 deformation, mechanical properties, the diagram of a stretching, proskating rink, structure.

Поступила 12.02.12 г.

УДК 536. 248.2

А.А. Генбач, К.С.Олжабаева

МАСЛООХЛАДИТЕЛИ НА ПОРИСТЫХ ЭЛЕМЕНТАХ

Серьезной проблемой на тепловых электростанциях (ТЭС) является загрязнение воды и почвы нефте – и маслопродуктами. Не менее опасны на ТЭС “тепловые загрязнения” [1-2]. Требуется разработка и исследование устройства для охлаждения масла в турбоустановках с использованием пористых элементов [3-4].

Такое техническое решение должно обеспечить высокие теплотехнические показатели и, что самое главное, исключить загрязнение водного бассейна нефте – и маслопродуктами и попадание воды в масло. Наличие воды в масле резко снижает его технические качества и создает опасность возникновения аварийных ситуаций, так как эмульгированное масло обладает низкими смазочными

свойствами и повышенной способностью к поглощению кислорода. Поэтому согласно правилам техники безопасности давление масла в системе должно превышать давление охлаждающей воды [1].

Маслоохладители паровых турбин по конструктивным признакам подразделяются на кожухотрубные (гладкотрубные), ребристо-трубные, с турбулизаторами, пластинчатые и специальные (змеевиковые, витые и др.). Наиболее широкое распространение получили кожухотрубные многоходовые маслоохладители. Охлаждающая вода в них протекает в трубных секциях, состоящих из латунных трубок, а масло, охлаждаясь, многократно обтекает трубную систему за счет направляющих перегородок.

Существующая проточная схема охлаждения масла в турбоустановках не обеспечивает достаточной герметизации вальцовочных соединений. За счет утечек масла через неплотности происходит загрязнение нефтепродуктами источников технического водоснабжения.

К сожалению, на современных тепловых электростанциях сбрасывается значительный объем воды (около 1,5 кг/с на один турбоагрегат и столько же от механизмов вспомогательных устройств), содержащей порядка 100 мл/л нефтепродуктов. С целью снижения загрязнения сточных вод вынуждены выделять маслоохладители в замкнутый контур охлаждения. И все же следует признать, что проточная водяная система охлаждения масла не может удовлетворять возрастающим требованиям к охране водного бассейна.

Предлагаемая нами капиллярно-пористая система охлаждения исключает попадание нефтепродуктов в источник водоснабжения, а охлаждающей жидкости – в систему маслоснабжения. При этом сохраняется высокий коэффициент теплоотдачи со стороны хладагента и увеличивается – со стороны теплоносителя (масла). Равномерность температурного поля позволит стабилизировать температуру масла. Значительно сокращается объем оборотного хладагента (в 60 – 70 раз). Техническое решение обеспечивает простоту, надежность конструкции, ее унификацию.

Испарители пористых элементов активно отбирают тепло горячего масла и по транспортной зоне передают его в конденсационную часть, где происходит передача теплоты охлаждающей воде. Тепло, переданное воде, может утилизироваться.

Таким образом, описанная схема позволяет решать проблему охраны окружающей среды в двух аспектах: очистка сточных вод и почвы от загрязнения маслопродуктами и использование низкопотенциального тепла.

Представляет интерес разработать экологически чистый маслоохладитель, который явится дальнейшим развитием теплообменников трубчато – ребристого типа, которые широко применяются в различных отраслях техники, например, в системе смазки паровых и газовых турбин [3,4].

Известны трубчато – ребристые теплообменные элементы с наружным проволочным оребрением. Вода движется внутри трубок, масло – в продольных каналах, образованных специальными вставками, закрывающими промежутки между соседними оребренными трубками. Оребрение трубок выполняется с помощью волнистой стальной ленты и медной проволоки в виде низких спиральных ребер. При прочих равных условиях, по сравнению с гладкими трубами, такие маслоохладители имеют почти в 5 раз меньшие габариты и в 2,7 раза меньшие расходы цветного металла.

Описанные трубчато – ребристые теплообменные элементы компонуются в кожухотрубных маслоохладителях, в которых для компенсации удлинения трубок верхняя трубная доска выполняется подвижной. Для уплотнения трубной доски применяется мембранное уплотнение кольцевого типа. Однако даже эти наиболее совершенные маслоохладители характеризуются сложностью конструкции, трудностью в достижении надлежащей герметичности и нередким ее нарушением.

Обычно давление масла в охладителях поддерживается выше давления охлаждающей воды. В случае разгерметизации масло попадает в воду и загрязняет водный бассейн и почву, велики расходы охлаждающей воды, тепло которой не используется и является “тепловым загрязнением” природы. Следует отметить, что коэффициент теплопередачи в гладкотрубных охладителях обычно равен (150-180) Вт/м^{2}К, а гидравлическое сопротивление по маслу – (1÷ 4)* 10^4 Па и по воде – менее 10^4 Па. Особо подчеркнем, что в гладкотрубных маслоохладителях коэффициент теплоотдачи со стороны масла в (10-20) раз меньше, чем с водяной стороны и это предопределяет их большие габариты и металлоемкость [1].

В теплообменниках, работающих в условиях избыточного давления вязкой среды (например, турбинного масла) в качестве теплообменного элемента используются трубы с односторонним внутренним оребрением, однако в этом случае велико гидравлическое сопротивление внутреннего оребрения элемента, а также существенно различаются величины коэффициентов теплоотдачи с обеих сторон.

Наиболее близким техническим решением является теплообменный элемент [2], включающий входной и выходной патрубки, прямую круглую трубу, оребренную внутри гофрированной лентой, между гофрами который размещена гофрированная проставка с гофрами меньшей высоты.

Это позволяет получить каналы, имеющие одинаковый гидравлический диаметр. Такой теплообменный элемент обладает устойчивым геометрическим расположением гофрированной ленты в трубе и, следовательно, обеспечивает стабильные тепловые и гидравлические характеристики.

Однако он обладает и рядом существенных недостатков. К ним следует отнести сложность конструкции и технологии изготовления, жесткость системы, исключающую получение гнутых (змеевидных) форм трубы, неразборность, что затрудняет ремонт и чистку труб, велики расходы охлаждающей жидкости, тепло которой не утилизируется и загрязняет окружающую среду, высокое гидравлическое сопротивление.

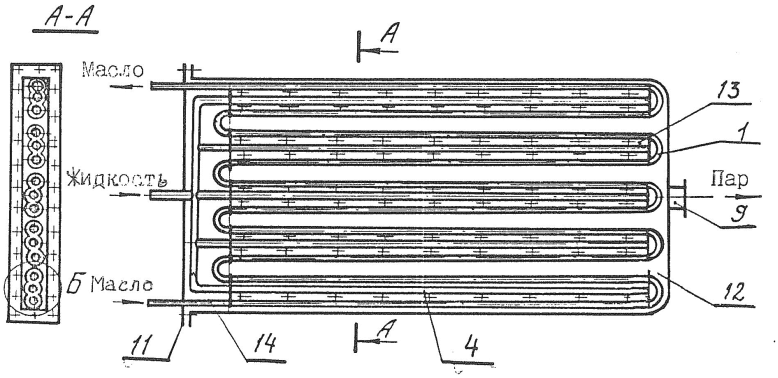
С целью интенсификации теплопередачи и защиты биосферы от загрязнений, внутри маслопроводных труб нами предлагается разместить гибкий турбулизатор, состоящий из троса, в который по его длине вплетены разветвления со сплетенными проволочками из высокотеплопроводного металла, концы которых упираются во внутренние стенки труб и ориентированы против потока. Разветвления превышают на (25…30)% внутренний диаметр маслопроводной трубы. Охлаждение масла осуществляется пористой системой.

На рис.1 представлены маслоохладитель (а) и капиллярно – пористый элемент охлаждения (б); на рис.2 показано соединение и сопряжение теплообменных деталей в капиллярно – пористой системе охлаждения, а на рис.3 – схема соединений теплообменных элементов системы охлаждения в батареи.

Выполнение пористой структуры 5 в виде сеток, устанавливаемых на наружной поверхности труб, обеспечивает подсасывание жидкости за счет капиллярных сил к охлаждаемой стенке трубы 1 и интенсивной отвод пара из ячеек структуры.

Пористая структура 5, насыщенная охлаждающей жидкостью, поступающей из водоподающей трубы 4 с отверстиями, плотно облегает наружную поверхность горячих труб с помощью прижимной пластины 6 и болтов 7. Гибкий турбулизатор 2 с высокотеплопроводными ответвлениями 3 позволяет увеличить коэффициент теплообмена со стороны теплоносителя. За счет процесса парообразования структуры 5 активно отводит поток пара из зазора 16, образованного с направляющей пластиной 13, в полость 12 кожуха 8. Пар из горловины 9 по паропроводу может направляться для утилизации, либо в конденсатор. Охлаждающая жидкость из коллектора 14 поступает в канал 4 вплоть до заглушки 15 и равномерно распределяется по порам и капилляром структуры 5.

Распорки 17 служат упорами, препятствующими прогибу боковых стенок кожуха 8, который с помощью фланца 10 герметично соединяется с крышкой 11.



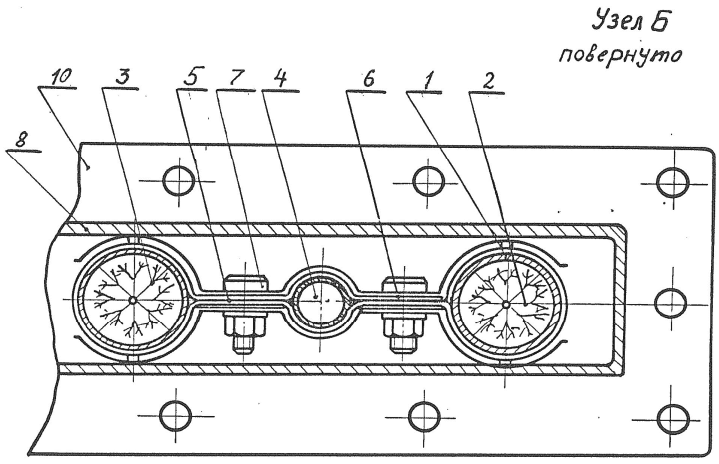


Рис. 1. Маслоохладитель (а); капиллярно – пористый элемент охлаждения (б)
1 – труба; 2 – гибкий турбулизатор; 3 – разветвления; 4 – артерия; 5 – капиллярно – пористая структура; 6 – прижимная пластина; 7 – болт; 8 – кожух; 9 – горловина; 10 – фланец; 11 – крышка; 12 – полость; 13 – направляющая пластина

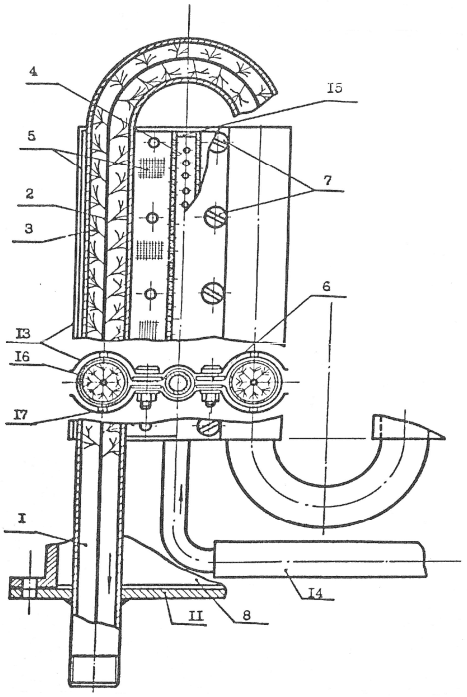


Рис. 2. Соединение и сопряжение теплообменных деталей в капиллярно – пористой системе охлаждения (обозначения см. на рис.1)
14 – коллектор; 15 – заглушка; 16 – зазор; 17 – распорки;

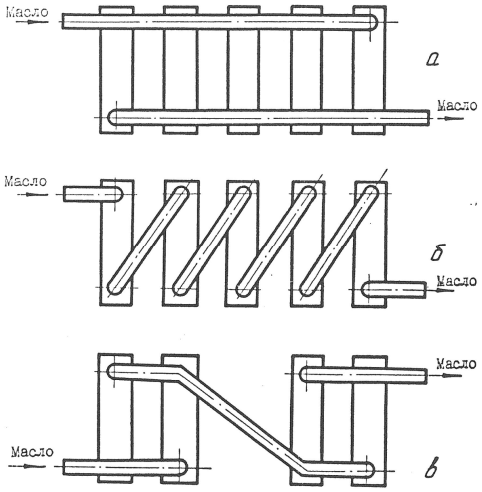


Рис. 3. Схема соединений теплообменных элементов капиллярно – пористой системы охлаждения в батареи

Теплообменник полезен для охлаждения масла, подогрева мазута, поскольку исключает опасность попадания одной среды в другую, что приближает производство к экологически чистому. Путем размещения внутри маслопроводных труб гибкого турбулизатора, в трос которого вплетены проволочки из высокотеплопроводного металла, концы которых упираются во внутренние стенки труб и ориентированы против потока, техническое решение позволяет упростить конструкцию, т.к. теплообменный элемент не содержит сложных систем уплотнений и профилированных каналов в трубе. Гибкий турбулизатор представляет простое, технологичное и надежное устройство, которое

легко очищать от загрязнений в условиях производства.

Расчеты показывают, что гидравлическое сопротивление по охлаждающей жидкости уменьшается в 4,1 раза. Коэффициент теплообмена со стороны масла и пара будут максимально приближены друг к другу, что является достаточным условием достижения максимальной величины коэффициента теплопередачи, равного 816,6 Вт/м^{2}К, а, следовательно, это приводит к уменьшению габаритов теплообменника в 1,2 раза и металлоемкости в 1,1 раза, а значит, сокращает капитальные затраты. Превышение разветвлений, вплетенных в трос, более чем на (25…30)% не улучшит упругость гибкого турбулизатора, а лишь приведет к перерасходу металла. Меньший размер разветвлений по отношению к диаметру маслопровода не обеспечивает надлежащей упругости турбулизатора [5,6].

Отвод тепла с помощью процесса парообразования позволяет утилизировать тепло пара, а также сократить расход охлаждающей жидкости в 193 раза по отношению к однофазной системе охлаждения. Защита биосферы достигается за счет устранения возможности попадания масла в воду и воды в масло, что также повышает надежность работы турбоустановки, сбережения природных ресурсов (воды и масла).

Экономический эффект от внедрения предложенного теплообменного элемента будет иметь место за счет уменьшения габаритов в 1,2 раза при данной производительности, достигнутых при интенсификации процесса теплопередачи, массы – в 1,1 раза, сокращаются затраты энергии на перекачку воды за счет уменьшения ее расхода в 193 раза и гидравлического сопротивления в 4,1 раза, что уменьшает капитальные затраты. Упрощение конструкции устройства (нет сложных профилированных элементов) приведет к сокращению эксплуатационных расходов. В целом, повысится надежность и срок службы теплообменного элемента. Утилизация тепла пара дает экономический эффект не менее 39,7 тыс $ в год на один турбоагрегат мощностью 300 МВт.

Социальный эффект достигается за счет защиты биосферы от загрязнения водного бассейна и почвы, сбережения природных ресурсов (масла) и незаменимого источника жизни на земле – воды, а также происходит оздоровление микроклимата на рабочих местах ТЭС.

В целом, теплообменник позволяет сократить металлоемкость, затраты энергии, упростить условия эксплуатации, обеспечить безопасность труда и защиту окружающей среды (социальный эффект).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Трухний А.Д., Ломакин Б.В.* Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки. – М.: МЭИ, 2002 – 540 с.

2. Тепловые и атомные электростанции: Справочник, книга. 3/ Под ред. *А.В. Клименко и В.М. Зорина.* – 3-е изд. – М.: МЭИ, 2003. – 645с.

3. *Генбач А.Н., Генбач А.А.* Перспективы применения пористых систем на тепловых электрических станциях // Деп. рук. Винити, 1988. - №1 (195) – С. 190 – (КазНИИНТИ. – 1987, № 1819. – 123 с.).

4. *Генбач А.А.* Тепломассоперенос в пористых системах, работающих в поле массовых сил // Доп. Рук. Винити. – 1989 - №9 (215) – С. 168 – (КазНИИНТИ. – 1987. - №2649 – 272 с).

5. *Поляев В.М., Генбач А.А.* Расчет тепловых потоков в пористой системе охлаждения // Известия вузов. Авиационная техника. – 1992. №2 – С. 71-74.

6. *Поляев В.М., Генбач А.А.* Интенсивность теплообмена пористой системы в гравитационном поле // Известия вузов. Энергетика. – 1993. № 1 – 2 – С. 91 – 95.

Резюме

Электр станциясына арналған кеуекті элементтегі май салқындатқыш жасалған. Ол майдың суға араласуына және судың майға араласуына жол бермейді. Құбырдың ішінде иілмелі турбулизатор орналасқан. Майдың салқындауы кеуекті жүйемен іске асырылады. Будың жылуы пайдаға асырылады. Майсалқындатқыштың сенімділігі мен қызмет ету мерзімі жоғарылайды.

Summary

It is developed oil coolers on porous elements for power stations. It allows to exclude hit oil in water and water in is carried out by porous system. In pipes it is placed flexible turbulizer. Oil cooling is carried out by porous system. The pair is utilized warmly. Reliability and service life of oil coolers raises.

Поступила 2.03.12 г.

УДК 669.778.

Е.С.Бугенов

УСТАНОВКИ ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ СУРЬМЫ ИЗ РАСТВОРОВ В ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

В последнее время в мировой практике уделяется большое внимание методам получения металлов прямым восстановлением из растворов сильными восстановителями в автоклавных условиях [1-5]. Автоклавы можно разделить на две группы: автоклавы, работающие без участия газовой фазы и автоклавы, работающие с участием газовой фазы [4, 5, 6]. К первой группе автоклавов относятся автоклавы конструкции ВАМИ – Гипроалюминия, они не имеют механических мешалок, внутренний объем их целиком заполнен пульпой, перемешивание которой производится турбулентными потоками, образующимися при передавливании пульпы из одного автоклава в другой.

Простота конструкции этих автоклавов объясняется двумя обстоятельствами:

1) в процессе выщелачивания или восстановления не участвует газовая фаза;

2) пульпа в процессе выщелачивания или восстановления проявляет лишь слабую тенденцию к расслаиванию вследствие сравнительно небольшой разности плотностей твердой и жидкой части пульпы $p=p_{тв}-p_{ж}\approx 0$, тонкости суспензии металла (до 90% класса - 70-80 мкм), высокой вязкости концентрированных растворов.

Ко второй группе автоклавов, работающих без участия газовой фазы, относятся аппараты колонного типа без мешалок, так как последние вносят дополнительные трудности в конструкцию аппарата, усложняющие герметичность последнего. В таких автоклавах перемешивание и транспортирование пульпы производится реакционным газом. Схема работы автоклавов колонного типа без механического перемешивания представлена на рис. 1.

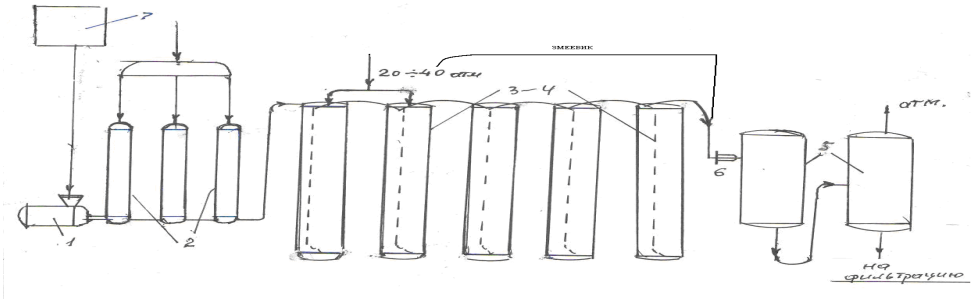


Рис. 1. Схема автоклавной установки непрерывного действия

1 – Насос нагнетания раствора в колонну; 2 – Подогреватель раствора; 3,4 – Батарея последовательно соединенных автоклавов; 5 – Система последовательно соединенных аппаратов (самоиспарителей) для разгрузки и охлаждения автоклавной пульпы; 6 – Игольчатый регулятор для поддержания требуемого давления и температуры на 1ом автоклаве; 7 – Емкости для исходного раствора и восстановителя

Сурьмусодержащий раствор и восстановитель (формалин или гипофосфит натрия) через буферную емкость 7 дозатором подается на всос плунжерного насоса высокого давления 1 и под давлением нагнетается в трубчатый подогреватель 2, где нагревается до требуемой температуры. Пар, образующийся в самоиспарителях 5, используется для предварительного подогрева раствора, окончательный нагрев до требуемой температуры осуществляется глухим паром высокого давления или электронагревом в автоклавах 3, 4. Этот режим обеспечивается при наличии в батарее 10 последовательно соединенных автоклавов, из которых первые 2 являются «греющими», а остальные – «реакционными». Режим работы автоклавов промежуточный между идеальным смешением и идеальным вытеснением.

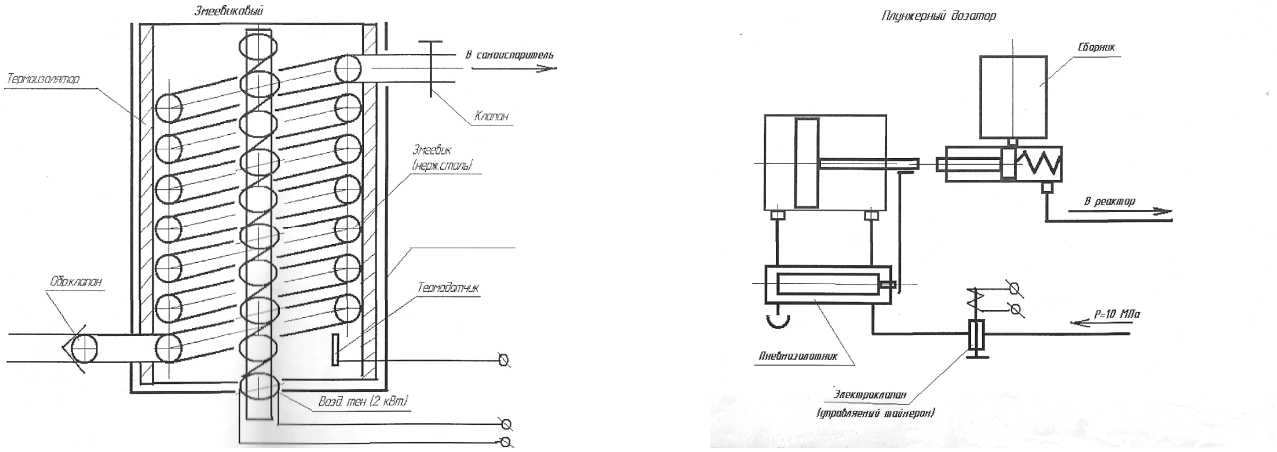
Поддержание твердой фазы катализатора или высокодисперсного порошка сурьмы во взвешенном состоянии обеспечивается достаточно тонким помолом катализатора и получением высокодисперсного осадка металла, а также соблюдением определенного отношения диаметра

автоклава (d) к суммарной длине автоклавов в системе или длине трубы змеевикового автоклава (L). Практика показывает это отношение должно соответствовать формуле d:L≤0,01.

В случае использования колонного аппарата с неподвижным слоем стационарного катализатора для уменьшения сопротивления системы используется гранулированный Ni-Fe катализатор с размерами гранул 7÷12 мм (рис.3).

Важной деталью устройства самоиспарителя является установленный на входном штуцере игольчатый регулятор 6. Регулирование входной кольцевой щели на первом сепараторе поддерживает требуемое давление и температуру в автоклавах, на втором сепараторе – требуемый уровень пульпы в первом сепараторе.

Восстановление сурьмы формальном при каталитическом варианте осуществляется при температуре 130-150^{0}С в течение часа при постоянном присутствии в колонне большого количества катализатора (70-100 г/л). После накопления в автоклаве порошка сурьмы часть пульпы выпускается в конический чан-отстойник. При каждой выгрузке пульпа через отверстие в конце отстойника самотеком поступает в фильтр 13 и далее в барабан-сушилку и далее потребителю.



Схема, представленная на рис. 1, громоздкая. С учетом разработок Венгерской Академии Наук можно упростить схему восстановления сурьмы. Вместо системы автоклавов можно в схеме поставить обогреваемый при t=150^{0}С змеевик длиной трубы ~ 10м, внутренним диаметром 10-15 мм и толщиной стенки труб 2-3 мм. На противоположном конце змеевика установить игольчатый клапан-регулятор, который регулирует сброс пульпы в самоиспаритель, где происходит охлаждение пульпы за счет испарения и отделение восстановленного порошка сурьмы. А маточный раствор направляется на выщелачивание новой порции окисленного сурьмяного сырья и после корректировки раствора по содержанию едкого натра – на автоклавное восстановление сурьмы формалином.

Скорость подачи исходного раствора в автоклав через плунжерный насос колеблется в пределах 0,05-0,1 л/ч. При этом установлено, что для полного извлечения сурьмы из раствора в порошковый металл при скорость подачи раствора 0,05 л/час, достаточно иметь температуру в реакционной зоне 120-130°С, с увеличением скорости подачи раствора до 0,1 л/час для полного извлечения сурьмы необходима температура в реакционной зоне 150°С и выше, т.е. определяющим фактором является время пребывания элементарного объема раствора в зоне реакции (в зоне катализатора).

Для создания непрерывно работающей установки необходимо иметь 6-10 таких колонных автоклавов с тем, чтобы снижение давления в понизителе давления мало сказалось на изменении давления и температуры в первом автоклаве. В нашем случае, когда колонный аппарат всего один для создания непрерывной подачи раствора в колонну необходимо автоматически периодически открывать игольчатый вентиль на входе в понизитель давления и выпускать определенную часть маточного раствора вместе с порошковой сурьмой в понизитель давления, оттуда в сборник оборотного раствора. Газы и пары из понизителя давления (испарителя) поступают в атмосферу.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Brien R.N.O', Forward F.A., Halpern Y.,* The Canada Mining a Metallurgical Bull, 1953, № 11, pp. 673-676.
2. *Forward F.A., Halpern Y.* Шведский патент 147007, 1954.
3. *Fesler Y., Peenter G.* Kohasati Lapok. 1956, V 11, (89), № 6..
4. А.С. СССР №537519 «Способ извлечения мышьяка из содержащих его кислых растворов». Авторы: *Бугенов Е.С., Поборцев М.Е., Дшакипбеков О.* (не подлежит опубликованию в открытой печати)
5. *Бугенов Е.С., Бугенов А.Е., Барлыбаев С.К.* Инновационный патент, № 44166. «Способ получения сурьмы из сульфидно-щелочных растворов». Опуб. 15.06.2005 г., бюл. №6.

Резюме

Қуатты қалпына келтіргіштермен ерітінділерден ұнтақ сурьманы тікелей қалпына келтіру жолымен автоклавты тәсілдің аппараттық безендірілудің екі нұсқасы: коллоналы типті аппарат және жылан тәрізді аппарат ұсынылды. Сурьманы каталитикалық жолмен қалпына келтіру кезінде коллоналы типті аппараты қолдануға басымдылық береді, мұнда толық қалпына келтірілу үдерісі t=120-150^{0}C формалинмен коллонға ерітіндіні жіберу жылдамдығы 0,1 л/сағ тең болғанда іске асырылады, ал жылан тәрізді аппаратты катализаторларды қолданбай, t=230 -300^{0}C жоғарыда көрсетілген жылдамдықпен және жыландағышқа қалпына келтіруімен, сурьманы қалпына келтіруге болады.

Summary

It is offered two variants of hardware registration автоклавного a way of reception of powder antimony direct restoration from solutions strong reducers: the device of columned type and the device змеевикового type. At a catalytic variant of restoration of antimony preference it is possible to give to the device of columned type where process of a complete recovery of antimony is carried out at t=120-150 0C by formalin at speed of giving of a solution in a column of 0,1 l/hour, and the device змеевикового type it is necessary to use at restoration of antimony without catalyst participation at t=230-300 0C at the same speed of giving of a solution and a reducer in a coil.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 10.01.12 г.*

УДК 669.778

Е.С. Бугенов, Б.Е. Бугенов, А.Е. Бугенов, А.Т. Жолдыбалин

БАЛАНСОВЫЕ ОПЫТЫ ПО НЕПРЕРЫВНОМУ ВОССТАНОВЛЕНИЮ СУРЬМЫ ФОРМАЛИНОМ

Разработан новый высокоэффективный экологически чистый технологический процесс получения металлов прямым восстановлением из растворов сильными восстановителями в автоклавных условиях [1-6].

Балансовые опыты по восстановлению сурьмы в сульфидно-щелочных растворах проводили в колонном аппарате, показанном на рис. 1. В опытах использовали раствор сурьмы, полученный выщелачиванием антимоната натрия с Шымкентского свинцового завода в растворе сернистого натрия.

Восстановление сурьмы формалином без участия катализатора.

Через дозатор высокого давления раствор сурьмы и восстановителя подавали в колонный аппарат со скоростью 0,1 л\ч. Температура в реакционной зоне составляла 230^{0}C. Раствор непрерывно подавался в колонну через дозатор высокого давления, проходил зону реакции и зону отстоя, затем поступал в понизитель давления, (испаритель), где давление снижалось до 0,098 – 0,147 мПа, газы выбрасывались в атмосферу, а маточный раствор после отделения сурьмы поступал в сборник оборотных растворов и анализировался на содержание Sb, Na_2S, $NaOH$,Na_2CO_3 , Na_2SO_3, $Na_2S_2O_3$, корректировался по содержанию Na_2S и повторно поступал на операцию выщелачивания антимоната натрия и восстановление сурьмы формалином. В процессе восстановление сурьмы балластные вредный соли разрушаются, регенерируются растворитель и щелочь, потери сурьмы практически отсутствуют. Прямое извлечение сурьмы в порошковый металл за один проход

составляет при температуре 230 ^{0}С 70-75%. Маточный раствор поступает на выщелачивание новой порции антимоната натрия.

Согласно табл. 1, за время балансовых опытов получено 166,54 г металлической порошковой сурьмы, при этом регенерировался растворитель Na_2S в количестве 552,5-321,5 = 231 г (на 1 г выделенной сурьмы получается (231/ 166,50)= 1,39 г Na_2S) израсходовано NaOH 235-72,5=162,5г, (т.е., на 1 г выделенной сурьмы расходуется NaOH в количестве (162,2 /166,5) = 0,98 г) образуется Na_2CO_3 в количестве 383-127,5=255,5 г, (на 1г выделенной сурьмы получается 255,5 / 166,5 =1,53 г). При каустификации в процессе выщелачивания из этого количества Na_2CO_3 образуется NaOH в количестве 255,5*80 / 106 = 193 г, (на 1 г сурьмы образуется 193/ 166,54 = 1,16 г/г, NaOH.

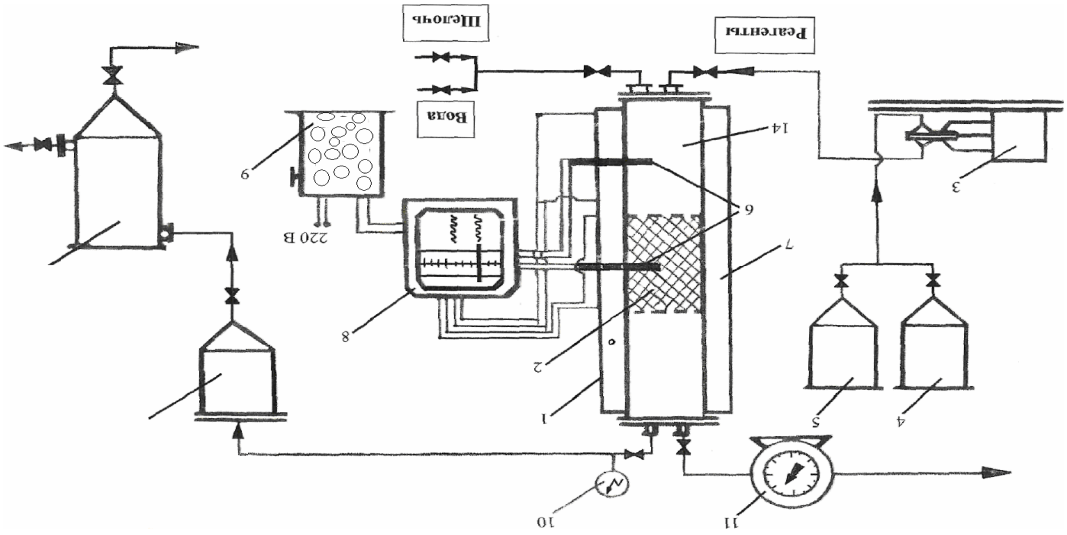


Рис. 1. Схема установки с колонным аппаратом для каталитического восстановления антимоната натрия формалином

1-колонный аппарат, 2-слой катализатора, 3-дозирующий насос ДВН-100, 4-емкость для раствора антимоната натрия, 5-емкость для формалина, 6-термопара, 7-электронагреватель, 8-потенциометр ЭПР-09, 9-регулятор напряжения РНО, 10-манометр, 11-газовый счетчик, 12-понизитель давления, 13-сборник продуктов, 14-зона предварительного подогрева реакционной смеси

Таблица 1. **Балансовые опыты по восстановлению сурьмы формалином в колонном аппарате в непрерывном режиме без участия катализатора**

Условия опыта:, t=230 ^{0}С, расход формалина 2,0 г сурьмы в растворе, скорость подачи раствора в реактор 0,1 л.

	Загружено	V, л	Вес, г	Содержание компонентов раствора											
				Sb		Na_2S		NaOH		Na_2CO_3		Na_2SO_3		$Na_2S_2O_3$	
				г\дм^3	г	г\дм^3	г	г\дм^3	г	г\дм^3	г	г\дм^3	г	г\дм^3	г
1	Сульфидно-щелочной раствор	5,0	6000	44,0	220	64,3	321,5	47,0	235	25,5	127,5	15,7	78,5	30,3	151,5
2	Формалин 37 %-ный	-	440												
	Итого	5,0	6440	-	220	-	321,5	-	235	-	127,5	-	78,5	-	151,5
	Получено														
1	Маточный раствор	5,0	5833,5	10,7	53,5	110,5	552,5	14,5	72,5	76,6	383	12,8	64	7,5	37,5
2	Газы	-	440												
3	Порошок сурьмы	-	166,50		166,5										
			E=75,68%												
	Итого:	5,0	6440	-	220	-	552,5	-	72,5	-	383	-	64	-	37,5

Таблица 2. **Балансовые опыты по непрерывному восстановлению сурьмы формалином в сульфидно-щелочных растворов в присутствии катализатора**

Условия опыта: C_{Sb}= 44,0 г\дм^3, t=120^{0}C, расход формалина 2 г\г сурьмы в растворе, скорость подачи раствора в реактор 0,1 л\ч.

	Загружено	V, л	Вес, г	Содержание компонентов раствора											
				Sb		Na_2S		NaOH		Na_2CO_3		Na_2SO_3		$Na_2S_2O_3$	
				г\л	г	г\л	г	г\л	г	г\л	г	г\л	г	г\л	г
1	Сульфидно-щелочной раствор	5,0	6000	44,0	220	52,5	262,5	47,0	235	25,5	127,5	15,7	78,5	30,3	151,5
2	Формалин 37 %-ный	-	440												
3	Катализатор Al:Ni:Fe=50:40:10	-	2500												
	Итого	5,0	8940		220		262,5		235		127,5		78,5		151,5
	Получено														
1	Маточный раствор	5,0	5786	1,2	6,0	110,5	552,5	6,5	32,5	76,6	383	5,8	29,0	2,3	11,5
	Порошок сурьмы				2,7%										
2	Катализатор	-	214	-	214										
					97,3%										
3	Газы	-	2500												
4		-	440												
	Итого:	5,0	8940		220		552,5		32,5		383		29,0		11,5

Из изложенного следует, что процесс выщелачивания и восстановления сурьмы формалином можно вести без дополнительного расхода щелочи, что очень важно, так как по существующей технологии на тонну сурьмы расходуется 0,826 т NaOH. По предложенной технологии потерь сурьмы практически нет, так как схема замкнутая, безотходная.

Восстановление сурьмы формалином в присутствии катализатора.

В колонный аппарат загружали 2,5 кг катализатора с размерами гранул 7-12 мм, предварительно активированный 20%-ным раствором NaOH.

Состав катализатора (в весовых %) Al:Ni:Fe= 50:40:10.

Опыты проводились в непрерывном режиме на каталитической установке, показанной на рис. 1.

Через дозатор высокого давления раствор сурьмы подавали в колонный аппарат со скоростью 0,1 л/ч. Такая скорость была выбрана согласно предварительных опытов, когда за один проход через колонну извлечение сурьмы в порошковый металл составляет ≈ 100%. Температура в реакционной зоне составила 120-130 ^{0}C. Раствор непрерывно подавался через дозатор в каталитическую колонну (реакционную зону), проходил зону отстоя и поступал в понизитель давления, где давление снижалось до 0,098 – 0,147 мПа, газы выбрасывались в атмосферу, а маточный раствор после отделения порошка сурьмы корректировался по содержанию Na_2S и поступал на операцию выщелачивания антимоната натрия. По мере накопления порошковая сурьма отделялась от катализатора, промывалась горячей водой, сушилась и анализировалась на содержание сурьмы.

За время балансовых опытов через каталитическую колонну пропустили 5 литров раствора сурьмы, состава г\дм^3: Sb-44,0; Na_2S-52,5; NaOH-47,0; Na_2CO_3-25,5; Na_2SO_3-15,7; $Na_2S_2O_3$-30,3 (табл. 2).

Раствор после восстановления формалином содержал, г\дм^3: Sb-1,2; Na_2S-110,5; NaOH-6,5; Na_2CO_3-76,6; Na_2SO_3-5,8; $Na_2S_2O_3$-2,3.

За время балансовых опытов получено 214 грамм порошковой сурьмы, содержащей 98,2% Sb, с прямым извлечением сурьмы из раствора в металл 97,3%. Маточный раствор содержал 1,2 г\дм^3 Sb 110 г\дм^3 Na_2S и возвращался в голову процесса на выщелачивание и восстановление сурьмы.

В процессе восстановления сурьмы формалином произошло изменение компонентного состава сульфидно-щелочного раствора:

за счёт восстановления тиосульфат-ионов регенерировался сернистый натрий в количестве 5 (110,5-52,5)=290 г.ж; или 290/214 = 1,36 г/г Sb снизилось содержание тиосульфата натрия с 30,3 г\дм^3 до 2,3 г\дм^3.

Маточный раствор, содержащий 110,5 г\л Na_2S направляется на выщелачивание антимоната натрия. Если при выщелачивании антимоната натрия прибавить в раствор CaO, то произойдет каустификация раствора за счет Na_2CO_3, содержащейся в маточном растворе, по реакции:

$$Na_2CO_3 + CaO + H_2O = CaCO_3 + 2\ NaOH$$

Таким образом, раствор после выщелачивания обогащается едким натром по указанной реакции, а также за счет Na_2O, содержащейся в антимонате натрия (10-15% Na_2O); что очень важно, так как NaOH необходим для восстановления сурьмы формалином.

Сравнивая каталитический и некаталитический варианты восстановления сурьмы формалином, предпочтение следует отдать первому, так как упрощается аппаратурное оформление процесса за счет снижение температуры с 230-250^{0}C до 120-130^{0}C; легче осуществить непрерывный процесс восстановления, можно осуществить более глубокое восстановление сурьмы за один проход через каталитическую колонну (до-100% при каталитическом восстановлении при t=120-150^{0}C по сравнению с некаталитическим вариантом 70-75% при t=230-250^{0}C).

В табл. 3 и 4 показано влияние расхода глицерина на восстановление сурьмы формалином.

Таблица 3. **Вляиние расхода глицерина на восстановление сурьмы формалином**

Условия опыта: t=120 ^{0}C, C_{Sb}=48,7 г\ дм^3; τ=45 минут, $\delta_{катализатора}$=75 г\ дм^3, расход 37%-ного формалина 0,68 г\г Sb.

Расход глицерина, г\ дм^3 раствора						
	0,0	2,5	5,0	7,5	10,0	15,0
Остаточная концентрация сурьмы, г\л						
	24,9	9,4	5,55	2,29	0,54	0,0
	Извлечение сурьмы в порошковый металл, %					
	48,8	80,7	88,6	95,3	98,9	100,0

Таблица 4. **Влияние температуры и продолжительности процесса на восстановление сурьмы формалином в присутствии глицерина**

Условия опыта: C_{Sb}=48,7 г\ дм^3; расход 37%-ного формалина 0,68 г\г Sb, концентрация глицерина 15 г\ дм^3.

	t, ^{0}C	τ мин	Количество катализатора, г\ дм^3			
			60	70	80	90
			Степень восстановления Sb %, г/л дм^3			
1	100	30	48,5	52,0	73,5	84,6
		50	55,6	70,8	85,0	92,7
		60	60,0	78,5	92,3	97,0
		90	64,5	83,0	94,7	98,5
2	120	30	72,5	82,5	93,4	99,8
		50	83,0	98,5	100,0	100,0
		60	88,0	100,0	100,0	100,0
		90	92,5	100,0	100,0	100,0
3	130	30	90,8	96,0	100,0	100,0
		50	99,0	100,0	100,0	100,0
		60	100,0	100,0	100,0	100,0
		90	100,0	100,0	100,0	100,0

Как показали балансовые опыты в процессе восстановления сурьмы формалином последний расходуется не только на основную реакцию восстановления сурьмы, но и на побочные процессы (реакцию Канниццаро).

Для снижения потерь формалина за счет реакции Канниццаро предложено в реактор подавать вместе с формалином глицерин. Согласно данных табл. 3 добавка в процесс восстановления сурьмы глицерина снижает расход формалина с 2 г\г Sb до 0,68 г\г Sb, при этом процесс восстановления интенсифицируется в 1,5-2 раза даже при температуре 120ºC. При расходе глицерина 7,5-10г\дм^3

раствора извлечение сурьмы в порошковый металл составляет 95-99% при t =120ºС за время контакта 45 мин.

Согласно данным табл. 4 при расходе формалина 0,68 г\г Sb в присутствии глицерина восстановление сурьмы в каталитической колонке можно вести в обычном реакторе с перемешиванием при t=100ºС с извлечением сурьмы за 90 мин. контакта 98,5%. При t=120-130ºС можно полностью извлечь сурьму в порошковый металл за 60-70 мин контакта. Таким образом, используя глицерин, можно намного упростить аппаратурное оформление процесса каталитического восстановления сурьмы формалином в сульфидно-щелочных растворах.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бугенов Е.С., Барлыкбаев С.К., Бугенов А.Е.* Оптимизация процесса извлечения сурьмы из сульфидно-щелочных растворов восстановлением формалином. Вестник КазНТУ №2 2003г, с.119-123.

2. *Бугенов Е.С., Барлыкбаев С.К., Бугенов А.Е.* Кинетика восстановления сурьмы в сульфидно-щелочных растворах формалином. Вестник КазНТУ №2 2003г, с.124-128.

3. *Бугенов Е.С., Барлыкбаев С.К., Бугенов А.Е.* Каталитическое восстановление сурьмы в сульфидно-щелочных растворах формалином. Вестник КазНТУ, №2 2003г, с.1-4

4. *Бугенов Е.С., Барлыкбаев С.К., Бугенов А.Е.* К вопросу о механизме восстановления сурьмы формалином в сульфидно-щелочных растворах. Вестник КазНТУ №2 2003г, с.5-8.

5. А.С. СССР № 537519 Способ извлечения мышьяка из содержащих его кислых растворов. Авторы *Е.С. Бугенов, М.Э. Поборцев, О.Д. Джаксыбеков* (не подлежит опубликованию в открытой печати).

6. *Бугенов Е.С., Бугенов А.Е., Барлыкбаев С.К.* Инновационный патент, № 44166. «Способ получения сурьмы из сульфидно-щелочных растворов». Опуб. 15.06.2005 г., бюл. №6.

Резюме

Ерітінділерін сурьманы тікелей қалпына келтіру бойынша балланстық сынақтар катализатормен және катализаторсыз, сәйкесінше t=230 ^{0}С және t=150 ^{0}С жүргізілді. Сурьманы қалпына келтіру үдерісі тұйықталған циклда антимонат натрийдің жаңа порцияның ұнтақ сурьманың бөлінуінен кейін шаймалауға, аналық ерітіндінің қайтуымен, сурьманың одан кейін қалпына келтірілуі.

Summary

Balance experiments on direct restoration of antimony from solutions by formalin without participation and with catalyst participation are made accordingly at t =230ºC and t =150ºC. It is established that process of restoration of antimony can be spent in the closed cycle with return of a uterine solution after branch of powder antimony on leaching a new portion antimonata sodium and the subsequent restoration of antimony.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 10.01.12 г.*

ӘОЖ 669.713.013(574.25)

М.М.Суюндиков, Ж.Ж.Қамзин

ГЛИНОЗЕМ ТҮРЛЕРІНІҢ ЭЛЕКТРОЛИТТЕ ЕРУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

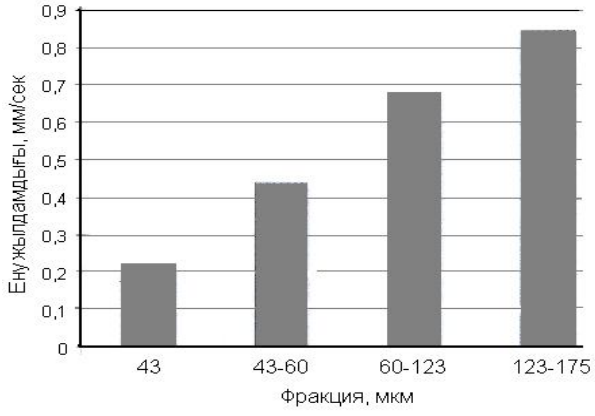
«Қазақстан алюминйі» АҚ шығаратын өнімді ресейлік кәсіпорындарда және алыс шетелдерде шығатын басқа өнімдермен салыстыра келе отандық глиноземнің олардан едәуір айырмашылығы барын байқауға болады. Бөліп қарастыратын ерекшелігі – шетелдік глиноземдер негізінен құмдақ түрге жатқызылса, қазақстандық глинозем керісінше ұнтақ түріне жататыны анықталды. Оған себеп – Қазақстанда өндірілетін глиноземнің құрамында майда фракциялар мөлшерінің аса көп болуында (1-кесте). Осыдан барып, глиноземнен алюминий бөліп алу өндірісінде әлемдік тәжірибеде орныққан технологияны отандық кәсіпорында еш өзгеріссіз тікелей қолдана беруге келмейтіні көрініп қалды. Алдымен, глиноземнің осы аталған екі түрінің, құмдақ және ұнтақ глиноземнің, электролиздеуші астауындағы электролитте еру ерекшеліктерін салыстыра отырып, зерттеу керектігі күн тәртібіне сұранып тұрды.

1-кесте. **Әр елде шығатын глиноземнің майда фракциялар мөлшері**

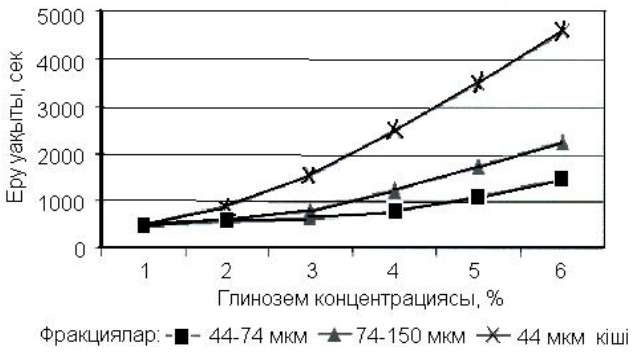
Глинозем өндірушілер	«Қазақстан алюминйі» АҚ (Қазақстан)	Ачинск комбинаты, Богословск, Орал, Николаев, Пикалев зауыттары (Ресей)	Гвинея, Австралия, Индия, Ямайка, Венесуела, Ирландия, Греция (алыс шетелдер)
Глиноземдегі 45 мкм-ден кіші фракциялар мөлшері,%	36,8	17,7...29,3	5,7...9,5

Аталып кеткен екеуіне қоса электролиздеуші астау ішінен бөлініп шығатын газдарды құрғақ тазарту жүйесінен келіп тұратын глиноземді басқа бір үшінші түрлі глинозем ретінде қарастыру керек болып шықты. Мұндағы глинозем газбен кетіп бара жатқан фторлы сутегін өз бойына сіңіріп (адсорбциялап) алған соң электролиздеуші астауға қайта жіберіледі. Бұлай істеу өндіріске екі жақты пайдасын беретін болып тұр. Біріншіден, электролит сапасын көрсететін криолиттік қатынас – КҚ = NaF/AlF_3 (орысша «криолитовое отношение»-КО) фторлы натрий мен фторлы алюминий екеуінің электролиттегі ара салмағын анықтайтын маңызды көрсеткіш болып саналатыны белгілі. Электролиздеу үрдісі оңтайлы режимде өтуі үшін КҚ белгіленген шамадан ауытқымауы керек. Алайда, электролиздеу барысында булану, газ бөліну құбылыстары салдарынан ең алдымен электролиттегі фторлы алюминий шығындалып отырады. Бұл КҚ шамасын көтеріп жібереді. Газ тазарту жүйесінен фторланған глинозем келіп тұруы осы криолиттік қатынасты қалпына түсіріп отырады. Екінші жағынан алсақ, газ тазарту жүйесінде пайдаланған глинозем қымбат сүзгілердің қызметін өзіне жүктеп, аса қауіпті фторлы қосылыстардың жолында тосқауыл болып, қосымша пайда беріп отырады. Сонымен, газ тазарту жүйесінен жеткізілетін глинозем кәдімгі жай глинозем емес, құрамы мен физика-химиялық қасиеттері өзгерген қайтарма немесе фторланған глинозем деп бөлек аталып, жеке қарастырылады. Осы фторланған глиноземнің де электролит ішінде еру ерекшелігіне зерттеу жүргізу өз кезегін күтіп тұрған маңызды мәселе.

Құмдақ глиноземнің өзіне тән ерекшелігі ретінде байқалатыны - оның электролит ішінде еру жылдамдығы басқалардан жоғары тұратыны (1,2-суреттер) [1...5]. Мысал үшін, Ямайкада өндірілетін меншікті бет ауданы 70 $м^2/г$ құмдақ глиноземнің еру ұзақтығы 1100 с құрағанда, павлодарлық меншікті бет ауданы 53 $м^2/г$ глиноземнің еру жылдамдығы 3000 с болып шықты. Саралап қарағанда, мұның басты себебі электролит сұйығы құмдақ глинозем қабатына тезірек енуінен деп түсінуге болады (1-сурет). Сонымен қатар, құмдақ глиноземнің еруіне жұмсалатын энергия (еру жылулығының) шамасы майда дисперсиялы глиноземмен салыстырғанда аздау келеді.



1 - сурет. Электролиттің глинозем қабатына ену жылдамдығының глиноземнің гранулометриялық құрамына тәуелділігі



2-сурет. Глиноземдегі әртүрлі фракциялардың еру уақыты

Келесі 2-суреттегі тәуелділікке көңіл аударсақ, глиноземнің ірі фракциялары оның ұсақ түйірлеріне қарағанда жылдам еритіні көрініп тұр.

Құмдақ глиноземнің агрегаттар түзіп, металл – электролит жүйесінің шекарасында қалқып жүретін түйірлер шоғыры түрінде жүру қабілеті майда дисперсиялы глиноземдікінен жоғары екенін атап кеткен жөн. Олай болса, құмдақ глиноземнің тек азғантай ғана бөлігі ірі агрегаттар түрінде металл қабатынан өте алады.

Майда дисперсиялы глинозем қабатына электролиттің ену жылдамдығы ондағы ең ұсақ фракцияның (-40 мкм) мөлшерімен тығыз байланысты. Осы фракцияның мөлшері көп болған сайын, мұндай глинозем қабатына электролит сұйығының өту жылдамдығы төмен бола түседі де, содан еру жылдамдығы азая береді [6]. Әдетте, ұнтақ глиноземдегі -40 мкм фракция мөлшері 30%-дан жоғары келеді.

Франциядағы «Пешине» фирмасының ұйғарымы бойынша глиноземнің дисперсиялық құрамы жинақы болып, тар диапазонда, -100+40 мкм аралығында, жатуы керек. Мұның өзінде 40 мкм-ден кіші фракциялар мөлшері 8%-дан, ал 20 мкм-ден кішілері 1%-дан аспағаны жақсы [7]. Өлшемдері -100+40 мкм тар диапазондағы, басым фракциялары 100 мкм глинозем түйірлері электролит сұйығымен жақсы жұғысып, жалпылай жоғары еру жылдамдығын көрсетеді. Дисперсиялық құрамы біркелкі глинозем қолайлы болары байқалады.

Құрамындағы α-Al_2O_3 мөлшері >30% болып келетін майда дисперсиялы глиноземнің өзіне тән ерекшілігі, оның электролитпен жанаса бере жентектеліне бастауы. Жентек кесектерінің бетіне электролит сұйығы жұғысады. Осы жентектелген глинозем кесектерінің тығыздығы металл тығыздығына жақын, кейде одан жоғары келеді. Басқаша айтқанда, майда глиноземнің α-Al_2O_3 мөлшері 30%-дан артық отандық түрлері шөгінді түзуге бейім тұрады.

Жоғарыда келтірілгендерді жүйеге салып айтар болсақ, құмдақ глинозем электролит ішінде еру жылдамдығы көтеріңкі, балқымаға жұғымдылығы жақсы және берік криолит-глиноземді қабық құрайтын болып шығады. Осының өзінде криолит-глиноземді қабық отандық глинозем құрайтын қабыққа қарағанда глиноземді көп (>52%) мөлшерде қосып алады, тығыздығы төмендеу (1,56 г/см^3 және одан да аз) болып және өзі оңай бұзылуға бейім тұрады. Мұндай тығыздығы бар криолит-глиноземді қабық электролит бетінде қалқып жүреді және бойындағы глиноземді жеңіл бөліп шығарады.

Фторланған глинозем мен тың (жаңа) глинозем екеуінің еру жылдамдықтарында өзгешелік бар екені байқалады. Құрғақ газ тазарту жүйесінен өткенде фторланған глиноземнің физика-химиялық қасиеттерінің өзгеруі оның фторлы қосылыстарды, ұшпа заттарды және ылғал қосып алуымен ғана шектелмей, сонымен қоса газ тазарту жүйесіндегі аэронауа, реактор, шанақтардан өтер жолда үйкеліп, уатылып қосымша ұнтақталуымен сипатталанатынын еске алайық. Ал, ұнтақ тәріздес глиноземнің еруі екі кезеңнен тұратыны белгілі:

– глинозем салындысының диспергирленген бөлігінің тез еруі;

– түзілген глинозем жентектерінің немесе агломераттарының баяу еруі.

Бұл жерде глинозем бойында ылғал мен ұшпа заттардың болуы, соған қоса құрамындағы α-Al_2O_3 мөлшерінің төмендеуі еру жылдамдығын көбейтетіні білініп отыр [8]. Фторланған глиноземдегі ылғал екі есеге жуық шамада көбейгені мен α-Al_2O_3 мөлшерінің азайып келе жатқан тенденциясына сүйене отырып, глинозем еруінің жылдамдығы арта түседі деп күтуге әбден болады. Шынымен-ақ, аз мөлшерде салып отырғанда, мысалы глиноземді автоматты түрде жеткізу режимін пайдаланғанда, тың глиноземмен салыстырғанда фторланған глиноземнің еру ұзақтығы 2 еседей қысқарады. Солай дей тұра, егер үлкен 5 кг/м^2 артық мөлшерде салып отырса, бұл көрініс керісінше шығып, тың глинозем айтарлықтай тез ериді екен. Бұл өзгерісті тың глиноземнің фторланған глиноземге қарағанда электролитпен жақсы жұғысатынымен түсіндіруге болады.

Глинозем электролиттегі өз концентрациясын берілген деңгейде ұстап тұрумен қатар криолит-глиноземді қатты қабық түзуге де шығындалады. Криолит-глиноземді қабықтың физика-химиялық қасиеттері оны құраушы глиноземнің түріне қарай өзгеріп тұратыны түсінікті жәйт. Сондықтан зерттеулер барысында криолит-глиноземді қабықтың да электролитте еру ерекшеліктері тексерілді. Ол үшін электролиздеуші астаудан алынған қабықтан массасы 2,5 грамм куб түріндегі сынақ үлгі дайындалып, тигельдегі электролитке салынып отырды. Сынақ көрсеткендей, электролиттің бетіне салынған криолит-глиноземді қабық балқымаға батып кетеді де, одан 40-60 секунд уақыт өткенде тигель түбінде ыдырай бастайды. Қатардағы глиноземнен түзілген қабық іріленген глиноземнен түзілген қабыққа қарағанда тезірек ыдырап отырды. Ал, фторланған глиноземнен түзілген қабық тың глиноземнен құралған қабықпен салыстырғанда 1,3...1,5 есе жылдам бұзылатыны анықталды.

Фторланған глинозем түзетін қатты қабық «борпылдақ» келеді де, көп ұзамай үгітіліп кетеді. Осы қабықтың ыдырап бөлшектенуі «қопарылыс» сипатындағы құбылыстармен қоса жүретін ерекшелігі бар. Мұның себебін фторланған глинозем бойындағы ылғал мен ұшпа қосылыстардың қауырт, оқыс буланuынан іздеген жөн. Сол себепті де фторланған глинозем ұзақ уақыт электролит астауының бетінде қалқып жүреді. Осының салдарынан фторланған глинозем цех атмосферасына әсерін күшейтуі сөзсіз. Түптеп келгенде, фторланған глинозем пайдаланатын өндірістегі глинозем шығынын шектеуші нормалар да артықтау етіп бекітілуі тиіс деген тұжырым шығады.

Глиноземнің еру кинетикасын зерттей келе оның 20%-дай бөлігі жедел, бастапқы бірнеше секунд аралығында, еріп кететіні анықталды. Қалған бөлігінің еру жылдамдығы монотонды баяулай береді. Глиноземнің ең жылдам еритін бөлігі электролитке салған бетте бөлшек-бөлшек болып таралып кеткен түйіршіктерінің үлесіне тиесілі, ал ең баяу еритіндері агломератқа бірігіп кесектеліп қалған глиноземге тән.

Сонымен қатар, жекелеген факторлардың да әсері белгілі болып отыр. Атап айтқанда, электролит температурасының 5 ^{0}С-қа немесе криолиттік қатынастың 0,1-ге төмендеуі глиноземнің еру уақытын шамамен 10%-ға ұзартатыны анықталды.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. *Богданов Ю.В., Ершов В.А.* Влияние дисперсного состава глинозема на процесс электролиза // Электрометаллургия легких металлов. Сборник научных трудов ОАО «СибВАМИ». –Иркутск, 2006. –с.78-84.

2. *Евсеев Н.В.,Ершов В.А., Сираев Н.С.* и др. Определение эффективности работы алюминиевых электролизеров при переходе на использование укрупненного глинозема марки Г-00К // Ежемесячный научно-технический и производственный журнал «Цветные металлы», 2006. -№12. –с.51-55.

3. *Сираев Н.С.* и др. Влияние физико-химических свойств глинозема на показатели работы алюминиевых электролизеров // Ежемесячный научно-технический и производственный журнал «Цветные металлы», 1987. -№11. –с.34-37.

4. *Борисоглебский Ю.В., Галевский Г.В., Кулагин Н.М.* Металлургия алюминия. - Новосибирск, «Наука». -1999. –с.156-158.

5. *Haupin W. and others.* Principles of Aluminium Electrolysis // Light Metals, 1971, -p. 184-194.

6. *Coyne J.F.* Alumina Dissolution and Sludge Formation / J.F.Coyne, P.J.Wong, M.S.Wainwright, M.P.Bruns // Light Metals. -1989. –p.113-118.

7. *Хомски П.* Требования к глинозему для современных алюминиевых электролизеров // Франция. -2001. –с.56-62.

8. *Paulsen K.A., Thonstad J., Rolseth T.* Light Metals. -1994. -p. 429-440.

Резюме

В статье обсуждаются особенности растворения различных глиноземов в электролите, представляющем из себя криолит-глиноземный расплав в производстве алюминия. Особое внимание уделяется влиянию фракционного состава глинозема на скорость его растворения.

Summary

In the article the features of the dissolution of the various alumina in the electrolyte are discussed, which represent a melting of cryolite-alumina in aluminum production. Particular attention is given to the influence of the fractional composition of alumina on the rate of its dissolution.

УДК 539.219.3

Ж.Ж. Иманбеков, Т.Д. Иманбекова

РАБОТА ВЫХОДА ГРАНИ (110)W В ПРИСУТСТВИИ АТОМОВ НИОБИЯ

В настоящее время разработан и в достаточной степени понятен термоэмиссионный преобразователь (ТЭП) ядерной энергии с ядерным горючим в качестве источника тепловой энергии [1]. Одним из путей улучшения параметров ТЭП является разработка и применение новых материалов для электродов преобразователя. Вместе с тем следует обращать внимание на проблему совместимости различных материалов, в том числе на возможность влияния материала коммутационной перемычки между эмиттером и коллектором ТЭП на эмиссионные характеристики

эмиттера. Такое влияние возможно вследствие массопереноса материала коммутационной перемычки на рабочую поверхность эмиттера в режиме генерации. В данной работе представлены результаты исследований влияния атомов ниобия (Nb) на эмиссионные свойства грани (110) монокристалла вольфрама (W).

Исследования проведены в сверхвысоковакуумной установке [2] с остаточным давлением в рабочем объеме $P \sim 10^{-11}$мм.рт.ст. Установка обеспечивает перемещение и вращение исследуемого образца внутри камеры, нагрев его до 2500К, измерение температуры образца пирометром и термопарой WR-5/20. Контроль чистоты поверхности образца и измерения степени покрытия ниобием эмиттера из W(110) проводились Оже-анализатором типа «цилиндрическое зеркало» и спектроскопией полного тока (СПТ), описанного в [3]. Определение работы выхода φ поверхности образца производилось методом контактной разности потенциалов (КРП) в варианте Андерсона [4]и методом полного тока.

Образец для лабораторных исследований (чашечка Ø16 мм) изготовлен из монокристаллического (грань (110) с ориентацией ~ 40′) вольфрама. В качестве источника Nb использовался переплавленный в вакууме кусочек ниобиевой проволоки технической чистоты. Ниобий наносился на центральную часть образца в виде полоски, шириной 3 мм и толщиной от долей монослоя до 5 монослоев включительно.

Получена количественная зависимость изменения работы выхода Δφ грани (110) W от степени покрытия θ ниобием (рис. 1). Максимальное значение Δφ = 0,38 эВ соответствовало монослойному ниобиевому покрытию на поверхности образца.

Обнаружено, что при отжиге пленок Nb на грани (110)W различной исходной толщины (от $\theta_0 \sim 0,7$ до 5 монослоев включительно) после растворения Nb в W и охлаждения образца ниже 500К происходит значительное снижение φ поверхности при достижении степени покрытия $\theta \sim 0,7$ (максимальное Δφ = 0,67 эВ), которое существенно отличается от калибровочного значения (рис. 1).

Во всех интересуемых случаях были сняты СПТ в области ускоряющих напряжений от 0 до 100 В. Представленные на рисунке 2 спектры для наглядности смещены по оси ординат (кроме спектров 4 и 5) и показаны только участки в области энергий о 0 до 50 В.

Характерная особенность спектров – это наличие трех максимумов, величина и положение которых зависит от состава и свойства поверхности. Первый пик находится непосредственно за областью кривой задержки и максимум его приходится примерно в районе КРП. В [5,6] указывают на то, что первый пик в СПТ может служить хорошим индикатором как нарушения структурной однородности (например, вследствие загрязнения), так и изменения φ. Второй и третий пики меняются меньше по величине, но энергетическое положение их более чувствительно к зонной структуре приповерхностных слоев. Например, второй пик в случае чистого W и Nb (кривые 5 и 4 рис. 2) имеет смещение относительно друг друга, а в случае неполного покрытия поверхности W ниобием с θ = 0,32 (кривая 8, рис. 2) этот пик становится широким, с пологой вершиной и напоминает суперпозицию пиков, соответствующих чистым поверхностям W и Nb. Третий пик заметно реагирует на процесс растворения Nb в W изменением своего местоположения.

По данным спектроскопии полного тока (рис. 2) и коэффициенту отражения тепловых электронов (рис. 3) наблюдаемое изменение φ при растворении Nb в W объяснено образованием на поверхности образца некоторой конфигурации атомов Nb – W, электронная структура которой близка к структуре сплава в приповерхностной области. При $\theta \sim 0,7$ влияние «изолированных» атомов W, продиффундировавших на поверхность, наибольшее, что проявляется в разуплотнении сплошной структуры пленки островков ниобия. Совпадение после отжиговой зависимости $\Delta\varphi(\theta)$ с калибровочной кривой в области $\theta < 0,6$ объяснено слиянием одиночных атомов W в островки с собственной структурой и восстановлением плотности пленок в ниобиевых островках. При $\theta > 0,8$ концентрация атомов Nb настолько высока, что действие одиночных поверхностных атомов W практически не сказывается на плотность пленки ниобия, поэтому изменение работы выхода $\Delta\varphi(\theta)$ точно следует калибровочной зависимости.

Десорбционные эксперименты показали, что при Т = 1900К и менее испарение Nb с эмиттера не происходит. Заметное испарение Nb с W начинается при Т= 2150К (рис. 4), когда за время более трех часов контролируемое значение работы выхода при испарении Nb изменяется на 0,29 эВ. Найденное нами значение энергии десорбции Nb с W равно $E_{дес}$= 7,3 эВ. Это значение практически совпадает с энергией сублимации Nb, равное $E_{суб}$= 7,37 эВ. Для полного удаления Nb с поверхности W необходима длительная (более 1 ч) термообработка при Т ~ 2500К.

Иллюстрации к статье

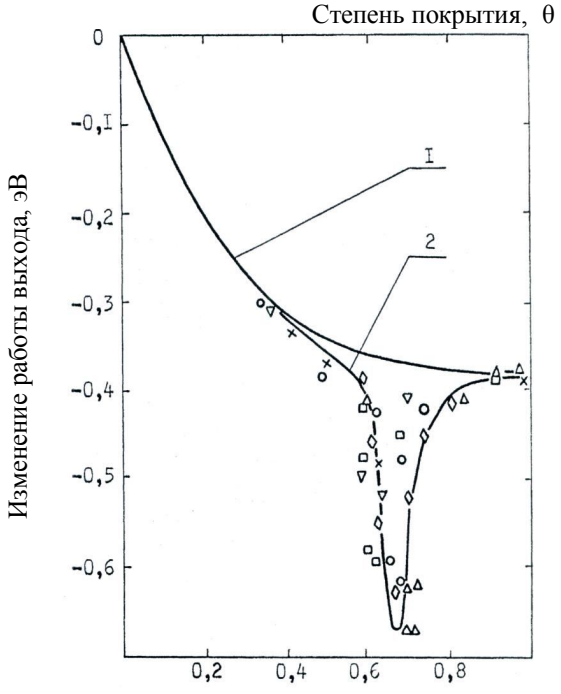


Рис. 1. Изменение работы выхода грани (110) W от степени покрытия θ поверхности ниобием.
1- до отжига, 2- после отжига (исходная θ > 1)

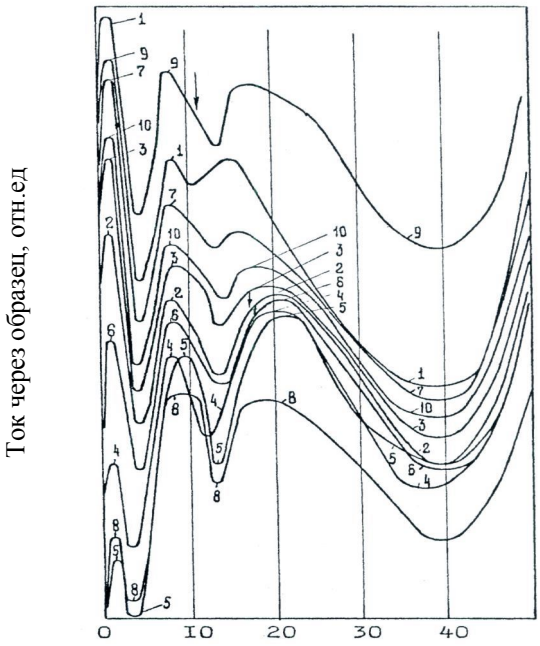


Рис. 2. Спектры полного тока поверхности (110) W с пленками Nb (2,4,6,8- без отжига, 1,3,7,9,10 – после отжига). 5-чистая грань (110) W, 4 –чистая пленка Nb (5 монослоев) на грани (110) W.
1 – *θ = 0,85*; 2- *0,81*; 3- *0,53*; 6- *0,9*; 7- *0,75*; 8- *0,32*; 9- *0,96*; 10- *0,56*. *θ* =I/I_0 (отношение интенсивностей Оже – сигнала субслоя и монослоя).

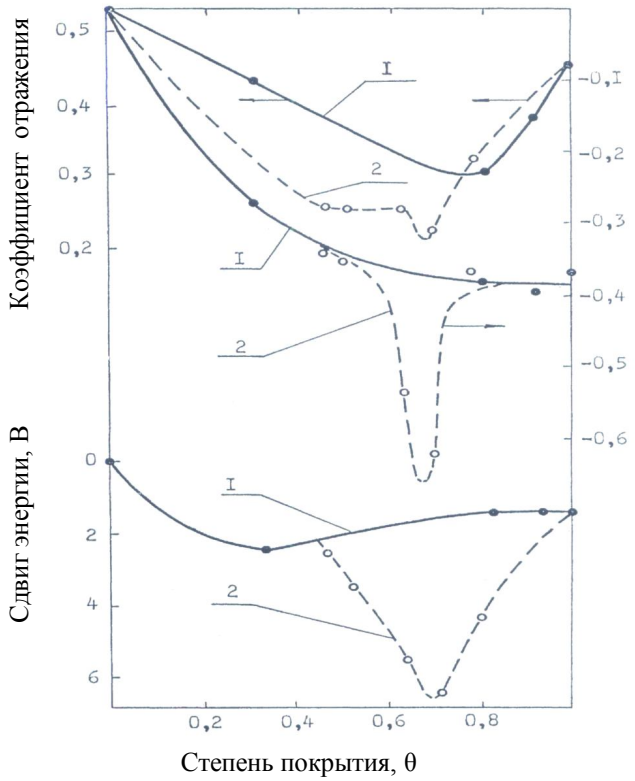


Рис. 3. Изменение работы выхода, коэффициента отражения, положения третьего пика СПТ от степени покрытия θ грани (110) W ниобием.
1- до отжига, 2 – после отжига монослойной пленки ниобия

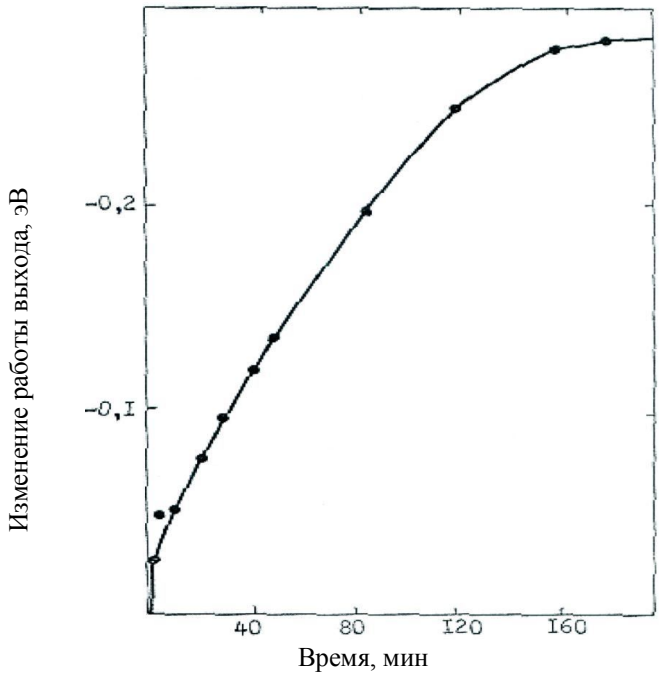


Рис. 4. Изменение работы выхода молибденового коллектора со временем при осаждении на него Nb, десорбированного с грани (110) W при 2150 К

ЛИТЕРАТУРА

1. Физические основы термоэмиссионного преобразования энергии /Под ред. Стаханова И.П. – М.: Атомиздат, 1973. – 374 с.

2. *Бекмухамбетов Е.С., Джаймурзин А.А., Иманбеков Ж.Ж., Кутепов В.В., Склонин С.В.* Установка для исследования поверхности твердых тел и результаты изучения адсорбции кислорода на грани (110)W. Препринт ИЯФ АН КазССР, Алма-Ата, 1988, №88-05, - 62 с.

3. *Силантьев В.И., Шевченко Н.А., Меламед Б.Я.* Контроль чистоты поверхности монокристаллического вольфрама с помощью спектроскопии полного тока. – Укр.физ.жур., 1979, т.24, №8, с.1227-1229

4. *Anderson P.A.* The Contact Difference of Potential between Tungsten and Barium. – Phys.Rev., 1935, v.47, p.958-964.

5. *Дегтяр И.Я., Меламед Б.Я., Силантьев В.И., Шевченко Н.А.* – Поверхность, 1982, №8, с.55.

6. *Бекмухамбетов Е.С., Джаймурзин А.А., Иманбеков Ж.Ж., Склонин С.В.* – XX Всесоюзная конференция по эмиссионной электронике (тезисы докладов), Киев, 1987, т.1, с.153.

Резюме

Шығу жұмысы φ-ді өлшеу әдісімен, оже-электрондық спектроскопия әдісімен және толық ток спектрін өлшеу арқылы Nb атомдарымен субмоноқабатты жабындарының болу жағдайында (110) W жақтарының эмиссиялық қасиеттері зерттелді. Nb-дің W-да ерімеген жағдайында шығу жұмысы (110) W жақтарының ниобиймен жабындалу дәрежесінің өсуімен қатар, бір моноқабатта Δφ = 0,38 эВ мәніне жете, біркелкі төмендейді. Nb пленкасын еріту жағдайында күйдіргеннен кейін Δφ-дің экстремалді өсуі байқалды. Δφ = 0,67 эВ максимал мәні ниобийдің θ ~ 0,7 жабулау дәрежесіне сай келеді.

Summary

Methods of measuring the work function φ, the Auger electron spectroscopy and measuring the total current spectra were used for investigating the emission properties of the plane (110) W in the presence of Nb atoms sub-monolayer coatings. It is shown that in the absence of Nb dissolution in W the work function decreases monotonically with increasing plane coverage by niobium (110) W, reaching the value of Δφ = 0.38 eV for one monolayer. The extreme Δφ growth was observed at dissolution of Nb films after annealing. The maximum Δφ value = 0.67 eV corresponds to the degree of niobium coverage θ ~ 0.7.

KEY WORDS Work function, Auger electron spectroscopy, total current spectra, sub-monolayer coatings.

Институт Ядерной Физики Национального Ядерного Центра РК
КазНТУ им. К.И. Сатпаева

Поступила 29. 02. 12 г.

УДК 539.219.3

Ж.Ж. Иманбеков, Т. Д. Иманбекова

ПОВЕРХНОСТНАЯ И ОБЪЕМНАЯ ДИФФУЗИЯ АТОМОВ НИОБИЯ НА ГРАНИ (110) ВОЛЬФРАМА

В термоэмиссионном преобразователе [1] ядерной энергии в электрическую возможно ухудшение выходных характеристик за счет изменения эмиссионных свойств электродов. Это может произойти из-за миграции атомов материала коммутационной перемычки эмиттер-коллектор в рабочую зону эмиттера. Как правило, в качестве материала коммутационной перемычки используется ниобий Nb, который служит мостом между вольфрамовым эмиттером и ниобиевым коллектором. Поэтому представляет интерес исследование диффузии атомов Nb по поверхности W.

Диффузия атомов Nb изучалась на грани (110)W методами Оже-спектроскопии, измерения работы выхода φ и спектроскопии полного тока [2].

Основными экспериментальными зависимостями служили данные по изменению степени покрытия Nb от времени и температуры при растворении Nb в W (для определения коэффициента объемной диффузии Nb D_Δ в приповерхностной зоне монокристалла W), а также профиль распределения концентрации Nb вдоль поверхности монокристалла по направлению [110] при разных временах и температурах (для определения коэффициента поверхностной диффузии D_s).

Определение коэффициентов диффузии основывалось на решении уравнений Херста-Гауса [3, 4], которые учитывают наличие «ловушек» в объеме, захватывающих и выбрасывающих диффундирующие атомы. В случае объемной диффузии система дифференциальных уравнений в рамках модели Херста-Гауса имеет вид:

$$\frac{\partial c}{\partial t} = D_\Delta \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} - k_1 c + k_2 m \qquad \frac{\partial m}{\partial t} = k_1 c - k_2 m$$

где c, m – концентрация свободных и захваченных атомов Nb; k_1, k_2 – константы скорости захвата атома в ловушку и освобождения из него; t – время; D_Δ - коэффициент объемной диффузии в приповерхностной области; x – координата, вдоль которой рассматривается движение Nb.

Граничные и начальные условия представлены следующим образом:

$$\left(\frac{\partial c}{\partial x}\right)_{x=0} = 0, \left(\frac{\partial m}{\partial x}\right)_{x=0} = 0, \quad c(x,0) = c_м, \quad H(h-x) = \begin{cases} c_м \text{ при } x \le h \\ 0 \text{ при } x \rangle h \end{cases}, \quad m(x,0) = 0.$$

где $c_м$ – концентрация монослоя Nb на грани (110)W; h – толщина напыленного слоя Nb;

H – зеркально отраженная функция Хевисайда.

В случае поверхностной диффузии систему дифференциальных уравнений представим в рамках модели Фишера [5], который исходит из предположения, что «отсос» мигрирующих атомов происходит в направлении, перпендикулярном к изучаемой поверхности:

при x > a,
$$\frac{\partial c}{\partial t} = D_\Delta \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} - k_1 c + k_2 m \qquad \frac{\partial m}{\partial t} = k_1 c - k_2 m$$

при x = a
$$\frac{\partial c}{\partial t} = D_s \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} + \frac{D_\Delta}{a}\frac{\partial c}{\partial x} - k_1 c + k_2 m \qquad \frac{\partial m}{\partial t} = k_1 c - k_2 m$$

где a – толщина слоя, в котором происходит поверхностная диффузия; D_s – коэффициент поверхностной диффузии; y – координата вдоль поверхности.

Начальные и граничные условия при этом имеют вид:

$$c(x,0,0) = \begin{cases} c_м \text{ при } x = a \\ 0 \text{ при } x \rangle a \end{cases}, \qquad c(x,y,t) = c_м \quad \text{при } y = 0.$$

Уиппл [6], используя преобразования Фурье и Лапласа, получил точное решение обсуждаемой задачи, а Сузуока [7] позднее решил задачу в случае мгновенно истощающегося источника. Результаты точного расчета в этом случае близки к результатам приближенного расчета Фишера. Существенное отличие модели Фишера от модели Уиппла (а также Сузуоки) заключается в предположении об отсутствии диффузионных потоков вдоль оси Y в объеме при x > a. Однако в случае, когда коэффициент поверхностной диффузии значительно превосходит объемный ($D_S >> D_\Delta$) приближение Фишера дает значения, довольно близкие к решению Уиппла. Наиболее близкие решения имеют модели, в которых x = a [8]. Поскольку в данном случае нас интересует именно эта область, то представляется возможным пренебречь поперечной составляющей объемной диффузии и решить задачу в рамках модели Фишера. Как известно [9], коэффициенты диффузии в объеме тела и в приповерхностной зоне значительно отличаются. Поэтому для расчетов коэффициента поверхностной диффузии вместо коэффициента объемной диффузии D_v , определяемого в экспериментах с массивными образцами, необходимо использовать коэффициент объемной диффузии в приповерхностной зоне кристалла D_Δ , экспериментально измеренный для той поверхности, на которой определяется коэффициент поверхностной диффузии D_s.

Нахождение D_Δ по концентрационному профилю распределения вещества в приповерхностной зоне очень сложно, поэтому в данной работе использовался метод определения коэффициента объемной диффузии в приповерхностной зоне кристалла по изменению концентрации источника, нанесенного на исследуемую поверхность непосредственно на границе раздела с вакуумом, от температуры и времени отжига. Количественные измерения в этом случае основывались на контроле работы выхода φ поверхности и Оже-измерениях, с предварительной калибровкой изменения работы выхода φ от степени покрытия θ ниобием.

Температурные зависимости коэффициентов диффузии и вероятностей захвата и распада для различных исходных степеней покрытий приведены на в табл. 1, а также представлены в следующем виде:

Таблица 1

Исходная степень покрытия	Температура отжига,К	Коэффициент диффузии, $см^2/с$	Коэффициент захвата, 1/с	Коэффициент распада, 1/с
0,62	1810	10^{-18}	$1{,}2\text{x}10^{-3}$	$5\text{x}10^{-4}$
	1875	$2.1\text{x}10^{-18}$	$1{,}2\text{x}10^{-3}$	$5\text{x}10^{-4}$
	1930	$4\text{x}10^{-18}$	$1{,}2\text{x}10^{-3}$	$5\text{x}10^{-4}$
	2000	$8{,}5\text{x}10^{-18}$	$1{,}2\text{x}10^{-3}$	$5\text{x}10^{-4}$
	2050	$1{,}45\text{x}10^{-17}$	$1{,}2\text{x}10^{-3}$	$5\text{x}10^{-4}$
1	1500	$3{,}5\text{x}10^{-20}$	$7\text{x}10^{-5}$	$3\text{x}10^{-8}$
	1525	$5\text{x}10^{-20}$	10^{-4}	$6\text{x}10^{-8}$
	1550	$2\text{x}10^{-19}$	$5\text{x}10^{-4}$	10^{-7}
5	1560	$6\text{x}10^{-19}$	$7{,}5\text{x}10^{-5}$	$1{,}9\text{x}10^{-7}$
	1660	$1{,}55\text{x}10^{-18}$	$1{,}7\text{x}10^{-4}$	$1{,}2\text{x}10^{-6}$
	1700	$5\text{x}10^{-18}$	$4{,}3\text{x}10^{-4}$	$1{,}2\text{x}10^{-5}$
	1780	$1{,}5\text{x}10^{-17}$	$1{,}5\text{x}10^{-3}$	$3{,}3\text{x}10^{-5}$
	1840	$4\text{x}10^{-17}$	$4{,}5\text{x}10^{-3}$	$9{,}5\text{x}10^{-5}$

Для исходного покрытия $\theta_0 = 0{,}62$

$$D_\Delta = (8{,}5 \pm 2)\text{x}10^{-9} \cdot \exp\left(-\frac{3{,}57 \pm 0{,}04}{kT}\right) см^2/с, \quad k_1 = 1{,}2 \cdot 10^{-3}\ 1/с,\ k_2 = 5 \cdot 10^{-4}\ 1/с.$$

Для исходного покрытия $\theta_0 =$ 5 монослоев

$$D_\Delta = (8{,}5 \pm 22{,}5) \cdot 10^{-7} \cdot \exp\left(-\frac{3{,}8 \pm 0{,}4}{kT}\right) см^2/с$$

$$k_1 = (4{,}8 \pm 14{,}1)\cdot 10^{7}\cdot \exp\left(-\frac{3{,}7 \pm 0{,}4}{kT}\right)\ 1/c, \quad k_2 = (4{,}3 \pm 61{,}6)\cdot 10^{14}\cdot \exp\left(-\frac{6{,}6 \pm 2{,}1}{kT}\right)\ 1/c.$$

Для монослойной области ($\theta_0 = 1$) точки лежат в промежуточной области.

Коэффициент поверхностной диффузии Nb на грани (110)W имеет вид:

$$D_s = (3{,}6 \pm 1{,}7)\cdot 10^{-2}\cdot \exp\left(-\frac{1{,}71 \pm 0{,}07}{kT}\right)\ см^2/c$$

Проведенные исследования показали, что полученные нами значения D_Δ ниобия в вольфраме существенно меньше приводимых в литературе [10], что согласуется с данными [9] о замедлении диффузии в приповерхностных областях. Причем коэффициент диффузии при $\theta_0 = 0{,}62$ заметно меньше, чем при $\theta_0 = 5$. Отличие при T = 1840K более чем в 10 раз. Значение D_Δ для $\theta_0 = 1$ находится в промежуточной области.

Такое поведение D_Δ можно связать с влиянием на процесс диффузии поверхностных сил, которые проявляются в явлении сегрегации более легкоплавкой компоненты на поверхность при нагревании, что ведет к уменьшению коэффициента диффузии. Естественно, что это влияние будет более существенным для $\theta_0 = 0{,}62$, чем для $\theta_0 = 1$, а тем более для $\theta_0 = 5$.

В экспериментах по диффузии с пленками ниобия с $\theta_0 = 1$ или меньше отсутствовала миграция атомов на такие расстояния, которые позволяли бы измерять концентрационный профиль распределения Nb с достаточным разрешением. Увеличение температуры отжига в этом случае приводило лишь к быстрому растворению атомов Nb, так что невозможно было зарегистрировать поверхностную диффузию. Если же напылять относительно толстую ($\theta_0 = 5$) пленку Nb, то поверхностная миграция Nb проявлялась более заметно, особенно с уменьшением температуры.

Как показали расчеты с найденными в нашем случае коэффициентами диффузии распространение Nb по грани (110)W в условиях отсоса вглубь объема и реакций захвата и освобождения является весьма незначительным (табл. 2). Однако сам коэффициент поверхностной диффузии атомов Nb на грани (110)W представляет достаточно заметную величину.

Таблица 2

T,K	D_Δ, $см^2/c$	D_s, $см^2/c$	L, см	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
1600	$4{,}84\text{x}10^{-20}$	$1{,}17\text{x}10^{-7}$	θ	0,7	0,47	0,31	0,2	0,13	0,08	0,05	0,03	0,019	0,011
1800	$8{,}6\text{x}10^{-19}$	$4{,}79\text{x}10^{-7}$		0,7	0,47	0,31	0,2	0,13	0,08	0,05	0,03	0,019	0,011
2000	$8{,}59\text{x}10^{-18}$	$1{,}48\text{x}10^{-6}$		0,69	0,46	0,3	0,2	0,13	0,08	0,05	0,03	0,019	0,011

ЛИТЕРАТУРА

1.Физические основы термоэмиссионного преобразования энергии /Под ред. Стаханова И.П. – М.: Атомиздат, 1973. – 374 с.

2. *Бекмухамбетов Е.С., Джаймурзин А.А., Иманбеков Ж.Ж., Кутепов В.В., Склонин С.В.* Установка для исследования поверхности твердых тел и результаты изучения адсорбции кислорода на грани (110)W. Препринт ИЯФ АН КазССР, Алма-Ата, 1988, №88-05, - 62 с.

3. *Hurst G.* Diffusion of Fissin Gas: Calculated Diffusion from Sphere Taking into Account Trapping and Return from the Traps. – CRRP – 1124. Atomic Energy of Canada Ltd, Chall River, Ont. November, 1962.

4. *Gaus H.* Uber den Einflus von Fallen auf die Diffusion. – Z.Naturforschung, 1965, B 20A, H.10, S.1298 – 1308.

5. *Fisher J.C.* Calculation of Diffusion Penetration Curved for Surface and Boundary Diffusion. – J. Appl. Phys., 1954, v.45, p. 74-77.

6. *Wipple R.T.P.* Concentration Contours in Grain Boundary Diffusion. – Phil. Mag., 1954, v.45, p.1225 – 1236.

7. *Suzuoka T.* Mathematical Analysis of Tracer Surface Diffusion. – J. Phys. Soc. Japan, 1965, v.20, p.1259 – 1270.

8. *Мишин Ю.М., Разумовский И.М.* – ФММ, 1982, т.54, в.5, с.923

9. *Бокштейн С.З., Губарева М.А., Кишкин С.Т., Мороз Л.М.* Особенности диффузии в поверхностном слое металла. – В кн.: Поверхностная диффузия и растекание, М.: Наука, 1969, с.264-270.

10. *Hudson R.G., Horner M.h., Yang L.* Some Investigations of Refractory Metal Systems of Thermionic Interest. – In: Thermionic Coversion Specialist Conference Record. Carmel, California, 1969, p.296-304.

Резюме

Шығу жұмысы φ-ді өлшеу әдісімен, оже-электрондық спектроскопия әдісімен және толық ток спектрін өлшеу арқылы Nb атомдарымен субмоноқабатты жабындарының болу жағдайында (110) W жақтарының эмиссиялық қасиеттері зерттелді. Nb-дің W-да ерімеген жағдайында шығу жұмысы (110) W жақтарының ниобиймен жабындалу дәрежесінің өсуімен қатар, бір моноқабатта Δφ = 0,38 эВ мәніне жете, біркелкі төмендейді. Nb пленкасын еріту жағдайында күйдіргеннен кейін Δφ-дің экстремалді өсуі байқалды. Δφ = 0,67 эВ максимал мәні ниобийдің θ ~ 0,7 жабулау дәрежесіне сай келеді.

Summary

Methods of measuring the work function φ, the Auger electron spectroscopy and measuring the total current spectra were used for investigating the emission properties of the plane (110) W in the presence of Nb atoms sub-monolayer coatings. It is shown that in the absence of Nb dissolution in W the work function decreases monotonically with increasing plane coverage by niobium (110) W, reaching the value of Δφ = 0.38 eV for one monolayer. The extreme Δφ growth was observed at dissolution of Nb films after annealing. The maximum Δφ value = 0.67 eV corresponds to the degree of niobium coverage θ ~ 0.7.

KEY WORDS: Work function, Auger electron spectroscopy, total current spectra, sub-monolayer coatings.

Институт Ядерной Физики Национального Ядерного Центра РК

КазНТУ им. К.И. Сатпаева

Поступила 29. 02. 12 г.

УДК 621.74. 06+669.721

А.А. Бейсембаев., Г.К. Акышева.,
Ж.Ж. Омирбекова., А.Ә.Бурлібай

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ДВИЖУЩИХСЯ ИЗЛОЖНИЦ ЛИТЕЙНОГО КОНВЕЙЕРА ПРОИЗВОДСТВА ТОВАРНОГО МАГНИЯ

Товарный магний производится в виде чушек массой 8 ± 1кг. Магний разливается в чушки на литейных, конвейерных машинах [1] .

Литейный конвейер (рис.1.) представляет собой бесконечную ленту (1) с установленными изложницами (2), натянутыми на приводные (3) и натяжные (4) барабаны.

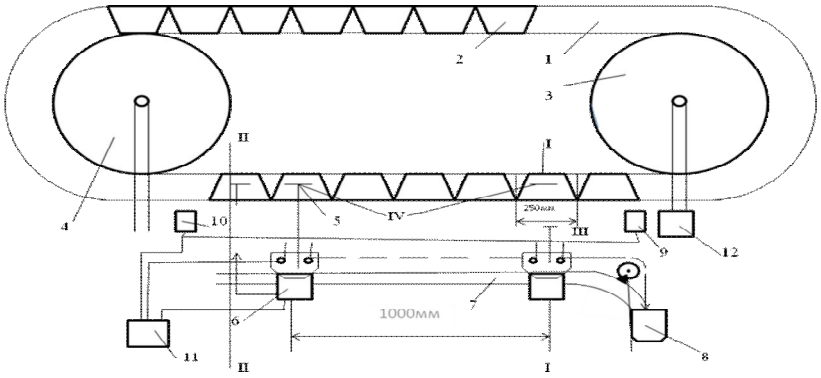


Рис.1. Устройство для измерения температуры движущихся изложниц литейного конвейера

В качестве привода вращения приводного барабана используется асинхронный электрический двигатель с понижающим редуктором (12).

На одном конце верхней ветви ленты в изложницы из наклонного тигля заливают жидкий металл, а на втором конце затвердевший металл, принявший форму изложницы, выпадает и направляется для дальнейшей обработки. Качество чушек зависит от температуры металла залитого в изложницу и ее температуры.

Температура изложниц до заливки металла должна составлять 350–400^{0}С. Если изложница будет холодной, то возможен выброс жидкого металла из изложницы. В случае перегретой изложницы нижняя поверхность чушек перегорает, то есть получается бракованное изделие.

Поэтому актуальна проблема измерения температуры движущихся изложниц. Для измерения температуры движущихся изложниц предлогается следущее устройство (рис. 1), которое состоит из измерительного блока термопар (5), установленных на вертикальном пневмоприводе (6), который перемещается под действием груза (8) или за счет движения конвейерной ленты (1), вдоль направляющей (7), датчиков положения (9),(10) изложниц (2), системы управления(11).

Устройство работает следующим образом. В исходном положении вертикальный пневмопривод (6) находится в положении, соответствующей оси I-I, пневмоцилиндр в положении III. При подходе очередной изложницы срабатывает датчик положения изложницы (9), по сигналу которой сигнал управления (11), выдает управляющий сигнал и перемещает пневмопривод в положении IV. Блок термопар (5) прижимается к изложнице (2). Далее происходит перемещение вертикального пневмопривода (6), вдоль направляющей (7), под действием движения изложницы вдоль конвейерной цепи. За время перемещения изложницы из положения I - I в положение II- II происходит нагрев блока термопар, которые представляет собой 5 паралельно соединенных термопар (рис. 2.).

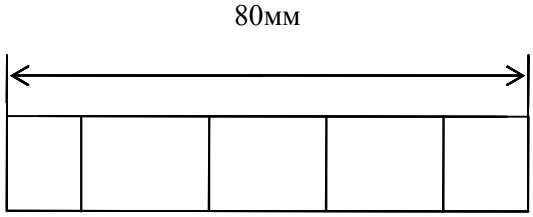


Рис.2. Блок термопар для измерения температуры изложницы

Наличие 5 термопар обеспечивает измерения температуры поверхности изложницы в 5 контрольных точках. При достижении изложницы (2) положения II- II, срабатывает датчика положения (10), по сигналу которой, система управления (11) вырабатывает сигнал управления, по которому вертикальный пневмопривод (6) перемещает блок термопар (5) в положение III. Под действием груза (8) вертикальный пневмопривод (6) перемещается вдоль направляющей (7) в исходное положение I-I. Далее цикл работы устройства повторяется.

Для измерения температуры изложниц предлагается применить хромель - копелевые термопары типа (ТХК). Термопары типа ТХК обладают: – наибольшей чувствительностью; высокой термоэлектрической стабильностью при температурах до 600 ^{0}С Предназначены для работы в окислительных и инертных средах. Недостаток: высокая чувствительность к деформациям. В устройстве используется тип термопары ТХК-146.

Таблица 1. **Технические характеристики термопары типа ТХК-146**

Тип термопары	Предел измерения, ^{0} С
ТХК-146	от – 200 до + 600 ^{0} С

Для исследования динамики процесса нагрева сформируем передаточную функцию термопары типа ТХК-146 в виде[2]:

$$W = \frac{v(T_3 P/v + 1)}{(T_1 P + 1)(T_2 P + 1)};$$

где: термо - э.д.с. v=0,086 МВ/^{0}С, значения постоянных времени термопар $T_1 = 83$; $T_2 = 20$; $T_3 = 10$;

$$W = \frac{0.086(10P/0.086 + 1)}{(83P + 1)(20P + 1)}$$

$$W_2(j\omega) - 1660j^2\omega^2 + 20j\omega + 83j\omega + 1 - 1660j^2\omega^2 + 103j\omega + 1;$$

$$W_2(j\omega) = \frac{10j\omega + 0.086}{1660j^2\omega^2 + 103j\omega + 1}$$

Промоделируем процесс нагрева одной термопары блока термопар с помощью программного продукта MATLAB. Схема набора нагрева термопары представлена на рис.3.

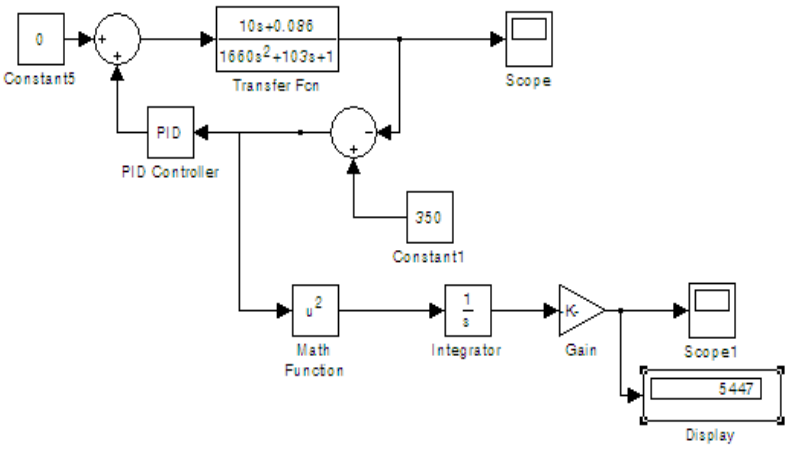


Рис.3. Схема набора нагрева термопары

Результат моделирования представлен на рис.4. Для нагрева термопары до температуры 400℃ требуется 250 с непрерывного нагрева.

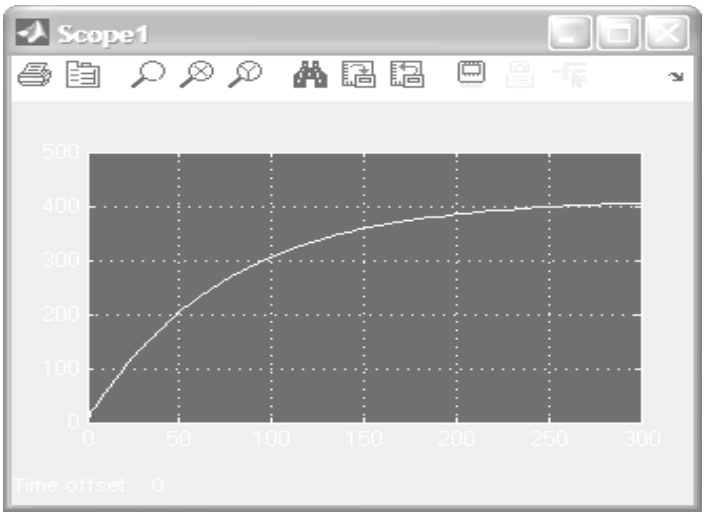
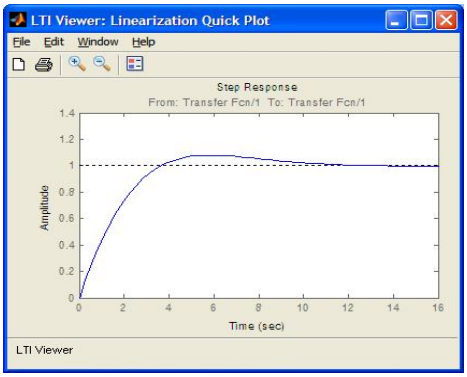
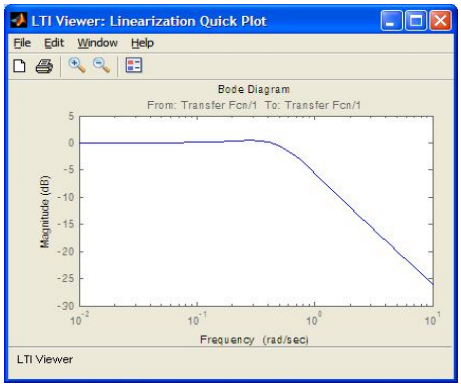


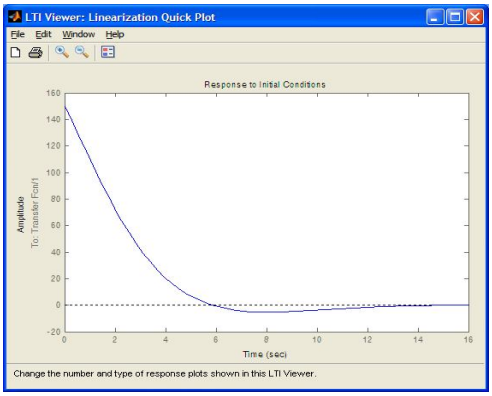
Рис.4. Переходной процесс нагрева термопары



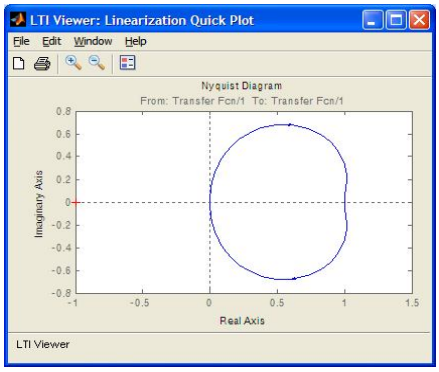
а) АФХ



б) ФЧХ



в) АЧХ



г) по Найквисту

Рис. 5. Частотные характеристики а)АФХ, б)ФЧХ, в)АЧХ, г) по Найквисту получена с помощью програмного продукта MATLAB

Так как контакт блока термопар с поверхностью изложниц происходит в течения 25 с., а в течение 5 с. блок термопар перемещается из положения II-II в положении I-I. В этом промежутке времени термопара не взаимодействует с поверхностью изложницы. Поэтому в переходной процесс вводится запаздывание, что увеличивает длительность нагрева термопары до 350 с. (рис. 4.).

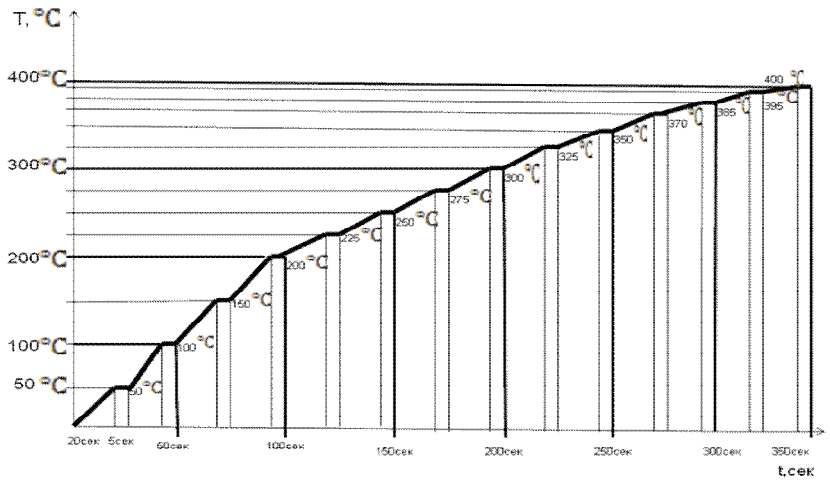


Рис. 6. Нагрев термопары с учетом запаздывания

Разработка данной системы обеспечит необходимый режим нагрева изложниц, контроль температуры изложниц в процессе производства товарного магния. Это в свою очередь повысит качество изделий и уменьшит брак.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Вяткин И.Л., КечинВ.А., Мушков С.В.* Рафинирование и литье первичного магния. М.: металлургия, 1974 г.

2. *Штейнберг Ш.Е.* Изд. Промышленные автоматические регуляторы. Под ред. Е.П. Стефани М., «Энергия», 1973г − 568с.

Резюме

Мақалада тауарлы магнийді өндіретін құю конвейерінің қозғалатын құймақалыбының температурасын өлшеуге арналған құрылғыны қарастырады. Қыздырылған құймақалыптың температурасына термопараны қыздыру процесіне MATLAB программасын қолдануымен модельдеу жүргізіледі.

Summary

In given article consider the device for measurement of temperature of moving molds of the foundry conveyor of manufacture of commodity magnesium. With application of software product MATLAB modeling of process of heating of the thermocouple to temperature of a warm mold is spent.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 5. 03. 12 г.*

B.B. Myrzakhmetova, U.B. Besterekov, I.A Petropavlovsky

ABOUT STRUCTURE OF LOW-GRADE PHOSPHORITE KOKSU AND ABOUT RESULTS OF RESEARCHING ON ESTABLISHMENT ITS POSSIBILITY ENRICHMENT BY MECHANICAL METHOD

Introduction

One problem of manufactures of phosphorus containing mineral fertilizers demanding the technological decision is the lack of raw materials of comprehensible quality (P_2O_5total 26-28 %). Owing to it known methods of processing of phosphorites lead to formation of significant amounts of a technogenic wastes in the form of sulfates, chlorides, nitrates as in soluble, and in insoluble forms. [1].

Processing of unenriched phosphorites is caused by high expenses of reagents (acids etc.) and the energy, spending on decomposition of phosphatic parts of impurity phosphate ores. So-called, primary enrichment of phosphatic ores on components can be used for decrease of content of impurities. It is based on fractional classification of crushed ore with allocation for the subsequent processing of the richest fractions on a target component (phosphorus). it is considerably less unprofitable than flotation and roasting.

In present work the samples of Karatau phosphatic raw materials of deposits Koksu are investigated, their chemical and mineralogical structures are studied. At mechanical crushing the distribution of components of raw materials on fractions is found out.

1.Object of researching

In table 1 the chemical composition of the investigated sample of phosphorite Koksu is presented. On the basis of the data of the chemical analysis it is possible to judge that the sample of phosphorite concerns to siliceous type with increased content SiO_2 (insoluble rest). The relation $CaO:P_2O_5$ in this phosphorite makes about 1,6 and in standard phosphatic mineral makes1,4.

Table 1. **Chemical composition of sample of phosphorite Koksu**

The maintenance of basic components, %								
P_2O_5	CaO	MgO	Fe_2O_3	$A1_2O_3$	F	CO_2	н.о.	H_2O
21,39	35,72	0,97	0,91	0,95	2,79	3,95	28,27	5,05

2. X-ray research

Radiographic researches were carried out on diffractometer. By X-rayogram of phosphorite (fig. 1) its basic components are determined. As fig. 1 shows the researched sample contains basically fluor apatite $Ca_5(PO_4)_3F$ (d\n=2,79-2,70-2,24-2,13-1,91-1,93-1,88-1,83-1,74-1,72-1,46 A^o) and quartz SiO_2 (d\n=3,37-3,51-4,35 A^o), dolomite (d\n=2,85-1,78-2,65 A^o)

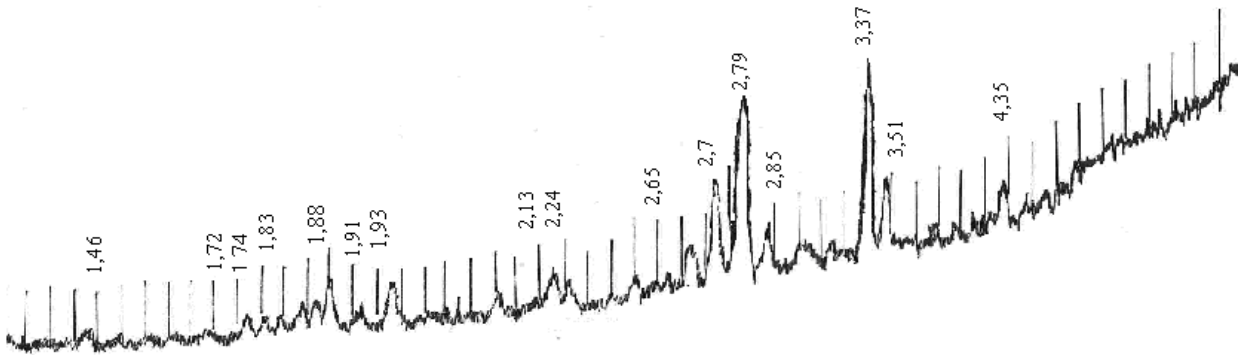


Fig. 1. X-rayogram of phosphorite Koksu

3. The infrared spectral researches

The infrared spectral researches are carried out on the same tests for finding-out of structural features of phosphorite, and also for an establishment of structure of impurity. On infrared spectrogramm(fig. 2) the spectra of investigated phosphorite are presented. The analysis of spectra of absorption of infrared radiation [5] shows presence of such compounds: P-O-C, P=O, P-O-P, P-O-Al, strips of 1200-900 sm-1, P-F strips of 900-800 sm^{-1}, P-C strips 720-680sm^{-1}, P-Cl, P=O-S strips of 520-460 sm-1, PO_4^{-3} strips 1100-100 sm^{-1}, Si-O-Si strips 1090-1020sm^{-1}, CO_3^{-2} 1450-1410$sm^{-}sm^{-1}$. It follows that phosphorite consists of fluor apatite (strips 900-800sm^{-1}), merwinite and forsterite (strips 460-466sm^{-1}), quartz (strips-1085-1090 sm-1), phosphosiderite (strips 790-797sm^{-1}).



Fig. 2. Infrared absorption spectra of phosphorite Koksu

4. Research by Differential Thermal Analysis

As investigated phosphorite represents multiphase system, the thermal analysis has been carried out. The maximum temperature of heating has made 1000 °C. Results of researches are presented in fig. 3. From the received thermal and gravimetric curve it is visible that the sample is thermally steady in interval from 210° to 820°. In this interval on curve DTA method it is fixed insignificant exothermic effect with maxima at 270, leading to weight decrease. At the further heating of the sample of phosphorite on ДТА two heat-absorbing effects are observed, caused by decomposition of carbonates of magnesium (at 820°C) and calcium (at 1000°C). Total loss of weight at decomposition hinge – 1,545g at T – 180, 815, 980°C has made 0,08g or 5,18 %.

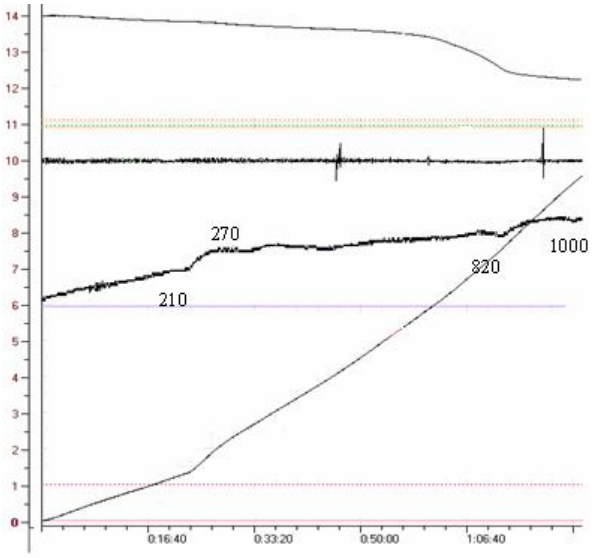


Fig. 3. DTA curves of phosphorite Koksu

Results of X-ray phase analysis and infrared spectroscopic analysis of studied ore have shown that there are many phases unlike on hardness that leads to significantly distinction of particles in the sizes and the crushed form. Taking into account it, possibility of enrichment of the given raw materials by mechanical division on fractions method have conducted research[2].

5. Research by mechanical division on fraction method

Crushing of phosphorite Koksu was carried out on a spherical mill. The drum volume has made 6 liter, and material loading - 1 kg. The relation of weight of spheres to material loading was accepted equal 3\1.

Selection of average test on the analysis, screen it sizing on 7 fractions has been carried out after crushing. The granulometric structure of fraction was defined on sieve method. After careful screen sizing fractions from each sieve in special container samples of phosphorite weighed to within 0,1g. Content of basic components in fractions determied by the standard techniques [2-4].

Distribution of compound components of ore on fractions and their chemical compound are resulted in table 1.

As the tab. 1shows the greatest content P_2O_5 is on classes of fraction from 0,25 to 2,0 mm. The difference of exit P_2O_5 from the size of particles is insignificant. The content of impurity MgO, in fractions fluctuates in limits from 0,72 to 0,98 %

Such distribution of minerals of ore on fractions at crushing testifies, at least, to approximately identical content of the basic components of phosphorite in the crushed fractions.

Table 1. **Structure of fractions phosphorite Koksu**

Number of fraction	**Particle size, mm**	**mass fraction, %**	**P_2O_5,%**	**CaO,%**	**MgO,%**	**н.о, %**
1	0,16	19,01	20,12	35,80	0,97	21,19
2	0,16-0,25	14,13	20,65	32,76	0,82	20,43
3	0,25-0,50	12,92	21,44	35,97	0,94	26,54
4	0,50-1,0	7,87	20,18	34,67	0,72	26,76
5	1,0-2,0	17,48	21,13	35,19	0,98	26,07
6	2,0-3,0	14,17	19,60	33,69	0,76	26,53
7	3,0-5,0	14,42	19,43	32,54	0,83	26,12

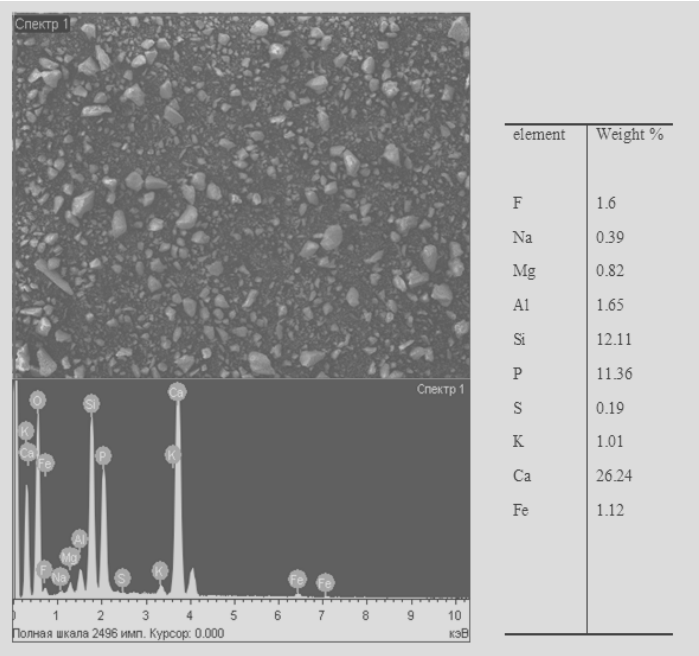
It follows that primary mechanical enrichment by fractional way isn't effective enough. It is probably caused by that minerals as a part of ore have close mutual germination that does difficult their division

mechanically. In a reality as it is noted in work [6], the sizes of particles of phosphatic minerals can be even less, and they in the nature during formation of phosphatic deposits "are cemented" in a matrix of impurity, basically carbonates, clay substances, alumina. Results of the microscopic researches of phosphorite carried out by us, also testify in favor of similar judgement.

6. Microscopic research

Microscopic researches of grains of phosphate were spent on scanning raster electronic microscope JSM-6490l V (Jeol, Japan). Results of microscopic researches are presented on fig. 4.

From the data fig. 4 follows that the size of particles of the crushed phosphorite actually changes in a wide range from shares of micron to hundred micron and more. Crystal structure of phosphorite basically angular, there are also granular. Phosphorite particles represent conglomerates with the sizes from 340 to 437 nanomicron



element	Weight %
F	1.6
Na	0.39
Mg	0.82
Al	1.65
Si	12.11
P	11.36
S	0.19
K	1.01
Ca	26.24
Fe	1.12

Fig. 4. A microstructure of phosphate grains and chemical element structure of phosphorite in spectrum 1

Conclusion

Thus, an individualization of particles of a phosphatic mineral and their subsequent physical seperation from impurity (gravitational separation, flotation), it is possible only at crushing of ore to 300-400 nanomicron. Modern technical possibilities of operating manufactures don't allow to achieve such degree of crushing. If it also is achievable, for this purpose is required increase in expenses and, besides, thus there will be serious technical difficulties and problems connected with increase of losses of raw materials at transportation, and also at flotation and its other processing in reactors.

Reference

1. Organic mineral fertilizers on base phosphogypsum http://ecoportal.ru/

2. *Karpova M. I*, etc. Research of phosphorites by physical methods In кн.: the Lithology phosphatic rock /science, 1976.

3. Karmyshov *V. F, N Guen Ten Toat, V.G.Dubinin, Petropavlovski I.A.*, etc. Studying of chemical, phase and mineralogical structure Laokai apatite raw materials \\Sb. «Chemistry and technology phosphorus containing connection», Baku, 1985.

4. *N Guen Ten Toat* Working out of technology of difficult fertilizers from apatite ores of a deposit of Laokai. \Moscow-1986.

5. *Smith And.* Applied infrared spectroscopy: the Lane with English — M: the World, 1982.-328 with, silt.

6. Processing of phosphorites Karatau.//Under the editorship of Pozina M. E and other - L.: Chemistry, 1975.-272c

Резюме

Төменгі сапалы Көксу фосфоритін алдын ала механикалық фракцияларға бөлу әдісімен байыту үрдісі зерттелді. Көксу фосфоритінің химиялық, рентгенографиялық ИК-спектроскопиялық, термалды және микроскопиялық әдістермен зерттеу нәтижелері келтірілген.

Резюме

Исследован процесс первичного обогащения низкосортных фосфоритов Коксу методом механического разделения по фракциям. Приведены результаты исследования фосфоритов Коксу методами химического, рентгенографического, ИК-спекроскопического, термического и микроскопического анализа

South Kazakhstan state university M. Auezov, Shymkent
Russian chemical technological university D.I Mendeleyev

Поступила 10.03.12 г.

УДК 517.538.7:53

Ф.С. Аменова

ИССЛЕДОВАНИЕ СХОДИМОСТИ ИТЕРАЦИОННЫХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ОДНОМЕРНЫХ СЕТОЧНЫХ УРАВНЕНИЙ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ

Математической моделью движения сплошной среды являются уравнения Навье-Стокса, описывающие динамику несжимаемой жидкости [1]. Вопросы численного решения уравнений Навье-Стокса несжимаемой жидкости последние годы привлекли к себе значительное внимание математиков и механиков. Нелинейность этих уравнений, их пространственно-эллиптический характер создают серьезные трудности при разработке эффективных разностных схем. За последние годы интенсивного развития вычислительной математики и вычислительной техники, моделирование на основе уравнений Навье-Стокса стало самостоятельным направлением и завоевало прочное место в механике жидкости и газа. Тем не менее методические аспекты численного моделирования на основе уравнений Навье-Стокса весьма сложны и мало разработаны и остается актуальной.

Для изучения задач гидродинамики вязкой несжимаемой жидкости в большей мере используются уравнения Навье-Стокса, записанные в переменных (ψ, ω). Привлекательность рассмотрения уравнений в переменных функция тока-вихрь скорости заключается в том, что удается сократить число уравнений и число неизвестных по сравнению с записью в физических переменных вектор скорости-давление.

Существенной проблемой при численном решении уравнении в переменных функция тока-вихрь является постановка граничных условий для вихря на границе с прилипанием и непротекания, которое отсутствует в физической постановке задачи. Эту проблему можно преодолеть выбрав граничные условия для вихря скорости в виде формул Тома [2]. Однако при решении некоторых задач их применение приводит к зарождению неустойчивости. В последнее время предложен ряд граничных процедур, сохраняющих преимущества неявных схем и обеспечивающих высокую скорость сходимости к стационарному решению. Тем не менее проблема граничных условий для вихря по-прежнему остается актуальной.

Разностные схемы для численного решения уравнений несжимаемой жидкости в переменных (ψ, ω) рассмотрены в работах Роуча П. [1], Тома А. [2], Данаева Н.Т., Смагулова Ш. [6], [7], [8], Гущина В.А., Матюшина П.В., Вабищевича П.Н., Щенникова В.В. [9], [11], [12], Кураева Г.Н. [10], Дайковского А.Г., Полежаева В.И., Федосеева А.И. [13], Балаганского М.Ю., Захарова Ю.Н. [14] и др.

В работе методом априорных оценок исследованы свойства устойчивости и сходимости разностных схем. Доказаны теоремы об устойчивости и сходимости разностных схем. Получены априорные оценки скорости сходимости итерационных алгоритмов.

Постановка задачи:

В области $\overline{D}_h = \left\{x_k = kh,\ k = \overline{0, N}\right\}$ даны дифференциальные уравнения для вихря скорости и функции тока следующего вида:

$$\frac{d^2\omega}{dx^2} + f(x) = 0, \quad 0 < x < 1, \tag{1}$$

$$\frac{d^2\psi}{dx^2} = \omega, \tag{2}$$

с начально-краевыми условиями $\psi = 0,\ \dfrac{\partial \psi}{\partial x} = 0,$ при $x = 0, 1.$ (3)

Для дифференциальной задачи (1)-(3) рассмотрим различные разностные схемы. Имеем:

$$\omega_{\bar{x}x,k} + f(x_k) = 0, \tag{4}$$

$$\psi_{\bar{x}x,k} = \omega_k, \qquad k = \overline{1, N-1}, \tag{5}$$

$$\psi_0 = \psi_N = 0, \quad \omega_0 = \frac{2}{h}\psi_{x,0}, \quad \omega_N = -\frac{2}{h}\psi_{\bar{x},N}\ . \tag{6}$$

Здесь краевые условия для функции вихря скорости выбраны соответствующими формуле Тома [2].

Рассмотрим явную разностную схему для задачи (4)-(6) следующего вида:

$$\frac{\omega_k^{n+1} - \omega_k^n}{\tau} = \omega^n_{\bar{x}x,k} + f_k, \tag{7}$$

$$\psi^{n+1}_{\bar{x}x,k} = \omega_k^{n+1}, \qquad k = \overline{1, N-1}\ , \tag{8}$$

$$\psi_0^{n+1} = \psi_N^{n+1} = 0, \qquad \psi_k^0 = \psi_0(kh), \quad k = \overline{0, N},$$

$$\omega_0^{n+1} = \frac{2}{h}\psi^{n+1}_{x,0}, \qquad \omega_N^{n+1} = -\frac{2}{h}\psi^{n+1}_{\bar{x},N}\ . \tag{9}$$

Покажем, что решение разностной схемы (7)-(9) сходится к решению задачи (4)-(6) и получим априорную оценку.

Введем следующие обозначения:

$$z_k^n = \omega_k^n - \omega_k,$$

$\varphi_k^n = \psi_k^n - \psi_k$, здесь ω_k, ψ_k - решение задачи (4)-(6), ω_k^n, ψ_k^n - решение задачи (7)-(9), вычисленные в узлах сетки D_h.

$$\frac{z_k^{n+1} - z_k^n}{\tau} = z^n_{\bar{x}x,k}, \tag{10}$$

$$\varphi^{n+1}_{\bar{x}x,k} = z_k^{n+1}, \qquad k = \overline{1, N-1}, \tag{11}$$

$$\varphi_0^{n+1} = \varphi_N^{n+1} = 0, \qquad z_0^{n+1} = \frac{2}{h}\varphi^{n+1}_{x,0}, \qquad z_N^{n+1} = -\frac{2}{h}\varphi^{n+1}_{\bar{x},N}\ . \tag{12}$$

Для получения разностной оценки умножим соотношение (13) на $2\tau\varphi_k^{n+1}h$ и просуммируем по узлам сетки D_h.

Введем следующие обозначения:

$$(u,v) = \sum_{k=1}^{N-1} u_k v_k h, \quad (u,v] = \sum_{k=1}^{N} u_k v_k h, \quad \|u\|^2 = (u,u), \quad \|u\|^2_{(1)} = (u,u]$$

В результате, используя формулы суммирования по частям и учитывая краевые условия для φ_k^n, имеем:

$$2\left(z^{n+1} - z^n, \varphi^{n+1}\right) = 2\tau\left(z^n_{\bar{x}}, \varphi^{n+1}\right), \quad 2\left(\varphi^{n+1}_{\bar{x}x} - \varphi^n_{\bar{x}x}, \varphi^{n+1}\right) = 2\tau\left(z^n_{\bar{x}x}, \varphi^{n+1}\right),$$

$$\left\|\varphi^{n+1}_{\bar{x}}\right\|^2_{(1)} - \left\|\varphi^n_{\bar{x}}\right\|^2_{(1)} + \left\|\varphi^{n+1}_{\bar{x}} - \varphi^n_{\bar{x}}\right\|^2_{(1)} - 2\tau\left(z^n_{\bar{x}}, \varphi^{n+1}_{\bar{x}}\right] = 0,$$

$$\left\|\varphi^{n+1}_{\bar{x}}\right\|^2_{(1)} - \left\|\varphi^n_{\bar{x}}\right\|^2_{(1)} + \left\|\varphi^{n+1}_{\bar{x}} - \varphi^n_{\bar{x}}\right\|^2_{(1)} - 2\tau\left(z_N^n\varphi^{n+1}_{\bar{x},N} - z_0^n\varphi^{n+1}_{x,0}\right) + 2\tau\left(z^n, \varphi^{n+1}_{\bar{x}x}\right) = 0\ .$$

Учитывая краевые условия (12) имеем:

$$\left\|\varphi_{\bar{x}}^{n+1}\right\|_{(1)}^2-\left\|\varphi_{\bar{x}}^{n}\right\|_{(1)}^2+\left\|\varphi_{\bar{x}}^{n+1}-\varphi_{\bar{x}}^{n}\right\|_{(1)}^2+\frac{4\tau}{h}\left(\varphi_{\bar{x},N}^{n}\varphi_{\bar{x},N}^{n+1}+\varphi_{x,0}^{n}\varphi_{x,0}^{n+1}\right)+2\tau\left(\varphi_{\bar{x}\bar{x}}^{n},\varphi_{\bar{x}\bar{x}}^{n+1}\right)=0,$$

$$\left\|\varphi_{\bar{x}}^{n+1}\right\|_{(1)}^2-\left\|\varphi_{\bar{x}}^{n}\right\|_{(1)}^2+\left\|\varphi_{\bar{x}}^{n+1}-\varphi_{\bar{x}}^{n}\right\|_{(1)}^2+\frac{2\tau}{h}\left(\left|\varphi_{\bar{x},N}^{n+1}\right|^2+\left|\varphi_{x,0}^{n+1}\right|^2+\left|\varphi_{\bar{x},N}^{n}\right|^2+\left|\varphi_{x,0}^{n}\right|^2\right)+$$

$$+\tau\left(\left\|\varphi_{\bar{x}\bar{x}}^{n+1}\right\|^2+\left\|\varphi_{\bar{x}\bar{x}}^{n}\right\|^2\right)=\frac{2\tau}{h}\left(\left|\varphi_{\bar{x},N}^{n+1}-\varphi_{\bar{x},N}^{n}\right|^2+\left|\varphi_{x,0}^{n+1}-\varphi_{x,0}^{n}\right|^2\right)+\tau\left\|\varphi_{\bar{x}\bar{x}}^{n+1}-\varphi_{\bar{x}\bar{x}}^{n}\right\|^2.$$

Тогда имеем очевидное неравенство:

$$\left\|\varphi_{\bar{x}}^{n+1}\right\|_{(1)}^2-\left\|\varphi_{\bar{x}}^{n}\right\|_{(1)}^2+\left|\varphi_{\bar{x},N}^{n+1}-\varphi_{\bar{x},N}^{n}\right|^2h\left(1-\frac{6\tau}{h^2}\right)+\left|\varphi_{x,0}^{n+1}-\varphi_{x,0}^{n}\right|^2h\left(1-\frac{6\tau}{h^2}\right)+$$

$$+\tau\left(\left\|\varphi_{\bar{x}\bar{x}}^{n+1}\right\|^2+\left\|\varphi_{\bar{x}\bar{x}}^{n}\right\|^2\right)+\sum_{k=2}^{N-1}\left|\varphi_{\bar{x},k}^{n+1}-\varphi_{\bar{x},k}^{n}\right|^2h\left(1-\frac{4\tau}{h^2}\right)\le 0.$$

При выполнении условия $1-\frac{6\tau}{h^2}\ge 0$ имеем следующую оценку устойчивости:

$$\left\|\varphi_{\bar{x}}^{n+1}\right\|_{(1)}^2+\tau\left(\left\|\varphi_{\bar{x}\bar{x}}^{n+1}\right\|^2+\left\|\varphi_{\bar{x}\bar{x}}^{n}\right\|^2\right)\le\left\|\varphi_{\bar{x}}^{n}\right\|_{(1)}^2,\quad\left(1+\tau\delta_0\right)\left\|\varphi_{\bar{x}}^{n+1}\right\|_{(1)}^2\le\left(1-\tau\delta_0\right)\left\|\varphi_{\bar{x}}^{n}\right\|_{(1)}^2,$$

$$\tilde{a}\ddot{a}\mathring{a}\,\delta_0\|u\|^2\le\left\|u_{\bar{x}}\right\|_{(1)}^2,\ \delta_0>0,\quad\left\|\varphi_{\bar{x}}^{n+1}\right\|_{(1)}^2\le\frac{1-\tau\delta_0}{1+\tau\delta_0}\left\|\varphi_{\bar{x}}^{n}\right\|_{(1)}^2,\quad\frac{1-\tau\delta_0}{1+\tau\delta_0}=q<1,$$

$$\left\|\varphi_{\bar{x}}^{n+1}\right\|_{(1)}^2\le q\left\|\varphi_{\bar{x}}^{n}\right\|_{(1)}^2\le q^2\left\|\varphi_{\bar{x}}^{n-1}\right\|_{(1)}^2\le\ldots\le q^{n+1}\left\|\varphi_{\bar{x}}^{0}\right\|_{(1)}^2\to 0,\quad n\to\infty.$$

Таким образом, доказана следующая теорема.

Теорема: Итерация (7)-(9) сходится к решению (4)-(6) с оценками устойчивости $\frac{6\tau}{h^2}\le 1$, со скоростью геометрической прогрессии со значениями равными $\frac{1-\tau\delta_0}{1+\tau\delta_0}=q<1$. Скорость сходимости $h_0(\varepsilon)\approx o\left(\frac{1}{h^2}\right)\ln\frac{1}{\varepsilon}$.

Далее для задачи (4)-(6) рассмотрим неявную разностную схему следующего вида:

$$\frac{\omega_k^{n+1}-\omega_k^{n}}{\tau}=\omega_{\bar{x}x,k}^{n+1}+f_k,\tag{13}$$

$$\psi_{\bar{x}x,k}^{n+1}=\omega_k^{n+1},\ k=\overline{1,N-1},\tag{14}$$

$$\psi_0^{n+1}=\psi_N^{n+1}=0,\quad\psi_k^{0}=\psi_0(kh),$$

$$\omega_0^{n+1}=\frac{2}{h}\psi_{x,0}^{n},\ \omega_N^{n+1}=-\frac{2}{h}\psi_{\bar{x},N}^{n}.\tag{15}$$

Покажем, что решение разностной схемы (13)-(15) сходится к решению задачи (4)-(6) и получим априорную оценку.

Для этого введем следующие обозначения:

$$z_k^n=\omega_k^n-\omega_k,$$

$\varphi_k^n=\psi_k^n-\psi_k$, здесь ω_k, ψ_k - решение задачи (4)-(6), ω_k^n, ψ_k^n - решение задачи (13)-(15), вычисленные в узлах сетки D_h.

$$\frac{z_k^{n+1}-z_k^{n}}{\tau}=z_{\bar{x}\bar{x},k}^{n},\tag{16}$$

$$\varphi^{n+1}_{\bar{x}x,k} = z^{n+1}_k, \quad k = \overline{1, N-1}, \tag{17}$$

$$\varphi^{n+1}_0 = \varphi^{n+1}_N = 0, \qquad z^{n+1}_0 = \frac{2}{h}\varphi^{n}_{x,0}, \qquad z^{n+1}_N = -\frac{2}{h}\varphi^{n}_{\bar{x},N}. \tag{18}$$

Учитывая (17) получим

$$\frac{\varphi^{n+1}_{\bar{x}x,k} - \varphi^{n}_{\bar{x}x.k}}{\tau} = z^{n+1}_{\bar{x}x,k}. \tag{19}$$

Для получения разностной оценки умножим соотношение (16) на $2\tau\varphi^{n+1}_k h$ и просуммируем по узлам сетки D_h. В результате использования формул суммировния по частям и учитывая краевые условия для φ^n_k, имеем следующее:

$$2\left(\varphi^{n+1}_{\bar{x}x} - \varphi^{n}_{\bar{x}x}, \varphi^{n+1}\right) = 2\tau\left(z^{n+1}_{\bar{x}x}, \varphi^{n+1}\right), \quad \left\|\varphi^{n+1}_{\bar{x}}\right\|^2_{(1)} - \left\|\varphi^{n}_{\bar{x}}\right\|^2_{(1)} + \left\|\varphi^{n+1}_{\bar{x}} - \varphi^{n}_{\bar{x}}\right\|^2_{(1)} - 2\tau\left(z^{n+1}_{\bar{x}}, \varphi^{n+1}_{\bar{x}}\right] = 0,$$

$$\left\|\varphi^{n+1}_{\bar{x}}\right\|^2_{(1)} - \left\|\varphi^{n}_{\bar{x}}\right\|^2_{(1)} + \left\|\varphi^{n+1}_{\bar{x}} - \varphi^{n}_{\bar{x}}\right\|^2_{(1)} - 2\tau\left(z^{n+1}_N \varphi^{n+1}_{x,N} - z^{n+1}_0 \varphi^{n+1}_{x,0}\right) + 2\tau\left(\varphi^{n+1}_{\bar{x}x}, \varphi^{n+1}_{\bar{x}x}\right) = 0.$$

Здесь учитывая краевые условия (18) имеем:

$$\left\|\varphi^{n+1}_{\bar{x}}\right\|^2_{(1)} - \left\|\varphi^{n}_{\bar{x}}\right\|^2_{(1)} + \left\|\varphi^{n+1}_{\bar{x}} - \varphi^{n}_{\bar{x}}\right\|^2_{(1)} - 2\tau\left(-\frac{2}{h}\varphi^{n}_{\bar{x},N}\varphi^{n+1}_{\bar{x},N} - \frac{2}{h}\varphi^{n}_{x,0}\varphi^{n+1}_{x,0}\right) + 2\tau\left(\varphi^{n+1}_{\bar{x}x}, \varphi^{n+1}_{\bar{x}x}\right) = 0$$

$$\left\|\varphi^{n+1}_{\bar{x}}\right\|^2_{(1)} - \left\|\varphi^{n}_{\bar{x}}\right\|^2_{(1)} + \left\|\varphi^{n+1}_{\bar{x}} - \varphi^{n}_{\bar{x}}\right\|^2_{(1)} + \frac{4\tau}{h}\left(\varphi^{n}_{\bar{x},N}\varphi^{n+1}_{\bar{x},N} + \varphi^{n}_{x,0}\varphi^{n+1}_{x,0}\right) + 2\tau\left\|\varphi^{n+1}_{\bar{x}x}\right\|^2 = 0,$$

$$\left\|\varphi^{n+1}_{\bar{x}}\right\|^2_{(1)} - \left\|\varphi^{n}_{\bar{x}}\right\|^2_{(1)} + \left\|\varphi^{n+1}_{\bar{x}} - \varphi^{n}_{\bar{x}}\right\|^2_{(1)} + \frac{2\tau}{h}\left(\left|\varphi^{n+1}_{\bar{x},N}\right|^2 + \left|\varphi^{n+1}_{x,0}\right|^2 + \left|\varphi^{n}_{\bar{x},N}\right|^2 + \left|\varphi^{n}_{x,0}\right|^2\right) +$$

$$+ 2\tau\left\|\varphi^{n+1}_{\bar{x}x}\right\|^2 = \frac{2\tau}{h}\left(\left|\varphi^{n+1}_{\bar{x},N} - \varphi^{n}_{\bar{x},N}\right|^2 + \left|\varphi^{n+1}_{x,0} - \varphi^{n}_{x,0}\right|^2\right).$$

Далее получим неравенство:

$$\left\|\varphi^{n+1}_{\bar{x}}\right\|^2_{(1)} - \left\|\varphi^{n}_{\bar{x}}\right\|^2_{(1)} + \left|\varphi^{n+1}_{\bar{x},N} - \varphi^{n}_{\bar{x},N}\right|^2 h + \left|\varphi^{n+1}_{x,0} - \varphi^{n}_{x,0}\right|^2 h + \sum_{k=2}^{N-1}\left|\varphi^{n+1}_{\bar{x},k} - \varphi^{n}_{\bar{x},k}\right|^2 h + 2\tau\left\|\varphi^{n+1}_{\bar{x}x}\right\|^2 \le$$

$$\le \frac{2\tau}{h}\left(\left|\varphi^{n+1}_{x,0} - \varphi^{n}_{x,0}\right|^2 + \left|\varphi^{n+1}_{\bar{x},N} - \varphi^{n}_{\bar{x},N}\right|^2\right).$$

Отсюда получим

$$\left\|\varphi^{n+1}_{\bar{x}}\right\|^2_{(1)} - \left\|\varphi^{n}_{\bar{x}}\right\|^2_{(1)} + \left|\varphi^{n+1}_{\bar{x},N} - \varphi^{n}_{\bar{x},N}\right|^2 h\left(1 - \frac{2\tau}{h^2}\right) + \left|\varphi^{n+1}_{x,0} - \varphi^{n}_{x,0}\right|^2 h\left(1 - \frac{2\tau}{h^2}\right) +$$

$$+ 2\tau\left\|\varphi^{n+1}_{\bar{x}x}\right\|^2 + \sum_{k=2}^{N-1}\left|\varphi^{n+1}_{\bar{x},k} - \varphi^{n}_{\bar{x},k}\right|^2 h \le 0.$$

При выполнении условия $1 - \frac{2\tau}{h^2} \ge 0$ имеем следующую оценку устойчивости:

$$\left\|\varphi^{n+1}_{\bar{x}}\right\|^2_{(1)} + 2\tau\left\|\varphi^{n+1}_{\bar{x}x}\right\|^2_{(1)} \le \left\|\varphi^{n}_{\bar{x}}\right\|^2_{(1)}, \quad \left\|\varphi^{n+1}_{\bar{x}}\right\|^2_{(1)} + 2\tau\delta_0\left\|\varphi^{n+1}_{\bar{x}}\right\|^2_{(1)} \le \left\|\varphi^{n}_{\bar{x}}\right\|^2_{(1)}, \quad \left\|\varphi^{n+1}_{x}\right\|^2_{(1)} \le q\left\|\varphi^{n}_{\bar{x}}\right\|^2_{(1)},$$

$$q = \frac{1}{1 + 2\tau\delta_0} < 1. \tag{20}$$

Таким образом, доказана следующая теорема.

Теорема: Итерация (13)-(15) сходится к решению (4)-(6) с оценками устойчивости $\frac{2\tau}{h^2} \le 1$, со скоростью геометрической прогрессии со значениями равными (20). Скорость сходимости

$$h_0(\varepsilon) \approx o\left(\frac{1}{h^2}\right)\ln\frac{1}{\varepsilon}.$$

Теперь рассмотрим для задачи (1)-(3) разностную схему расщепления с однородными граничными условиями следующего вида:

$$\omega_{\bar{x}x,k} + A_k\psi_k + f_k = 0, \tag{21}$$

$$\psi_{x\bar{x},k} = \overline{\omega}_k, \quad k = \overline{1, N-1}, \tag{22}$$

$$\psi_0 = \psi_N = 0, \ \overline{\omega}_0 = \overline{\omega}_N = 0. \tag{23}$$

Здесь $A_k = \frac{2}{h^4}(\delta^{k,1} + \delta^{k,N-1}), \quad \delta^{km} = \begin{cases} 0, & k \neq m, \\ 1, & k = m. \end{cases}$

Введем вспомогательную функцию вихря скорости по формуле:

$$\overline{\omega}_k = \begin{cases} \omega_0 - \frac{2}{h}\psi_{x,0} = 0, & k = 0, \\ \omega_k, & k = \overline{1, N-1}, \\ \omega_N + \frac{2}{h}\psi_{\bar{x},N} = 0, & k = N. \end{cases} \text{ тогда } \omega_k = \begin{cases} \overline{\omega}_0 + \frac{2}{h}\psi_{x,0}, & k = 0, \\ \overline{\omega}_k, & k = \overline{1, N-1}, \\ \overline{\omega}_N - \frac{2}{h}\psi_{\bar{x},N}, & k = N. \end{cases}$$

Используя эти выражения рассмотрим следующую схему:

$$\frac{\omega_k^{n+\frac{1}{2}} - \omega_k^n}{\tau} = \omega_{\bar{x}x,k}^n + A_k\psi_k^{n+\frac{1}{2}} + f_k, \tag{24}$$

$$\psi_{x\bar{x},k}^{n+\frac{1}{2}} = \omega_k^{n+\frac{1}{2}}, \quad k = \overline{1, N-1}, \tag{25}$$

$$\frac{\omega_k^{n+1} - \omega_k^n}{\tau} = \omega_{\bar{x}x,k}^{n+1} + A_k\psi_k^{n+\frac{1}{2}} + f_k, \tag{26}$$

$$\psi_{x\bar{x},k}^{n+1} = \omega_k^{n+1}, \quad k = \overline{1, N-1}, \tag{27}$$

$$\omega_0^{n+\frac{1}{2}} = \omega_N^{n+\frac{1}{2}} = 0, \quad \psi_0^{n+\frac{1}{2}} = \psi_N^{n+\frac{1}{2}} = 0, \ \omega_0^{n+1} = \omega_N^{n+1} = 0, \ \psi_0^{n+1} = \psi_N^{n+1} = 0. \tag{28}$$

Для погрешности итерации имеем соотношения:

$$\frac{z_k^{n+\frac{1}{2}} - z_k^n}{\tau} = z_{\bar{x}x,k}^n + A_k\varphi_k^{n+\frac{1}{2}}, \tag{29}$$

$$\varphi_{x\bar{x},k}^{n+\frac{1}{2}} = \omega_k^{n+\frac{1}{2}}, \quad k = \overline{1, N-1}, \tag{30}$$

$$\frac{z_k^{n+1} - z_k^{n+\frac{1}{2}}}{\tau} = z_{x\bar{x},k}^{n+1} - z_{x\bar{x},k}^n, \tag{31}$$

$$\varphi_{x\bar{x},k}^{n+1} = \omega_k^{n+1}, \quad k = \overline{1, N-1}. \tag{32}$$

Оценим скорость сходимости при любом операторе $A_k \geq 0$. Для этого (29) умножим скалярно на $2\tau\varphi_k^{n+\frac{1}{2}}h$:

$$2\left(z^{n+\frac{1}{2}} - z^n, \varphi^{n+\frac{1}{2}}\right) = 2\tau\left(z_{xx}^n, \varphi^{n+\frac{1}{2}}\right) + 2\tau\left(A_k\varphi^{n+\frac{1}{2}}, \varphi^{n+\frac{1}{2}}\right),$$

$$\left\|\varphi_{\bar{x}}^{n+\frac{1}{2}}\right\|_{(1)}^2-\left\|\varphi_{\bar{x}}^{n}\right\|_{(1)}^2+\left\|\varphi_{\bar{x}}^{n+\frac{1}{2}}-\varphi_{\bar{x}}^{n}\right\|_{(1)}^2+2\tau\left(z_{\bar{x}x}^{n},\varphi^{n+\frac{1}{2}}\right)+2\tau\left(A_k\varphi^{n+\frac{1}{2}},\varphi^{n+\frac{1}{2}}\right)=0.$$

Соотношение (31) умножим скалярно сперва на $\left(\varphi^{n+1}+\varphi^{n+\frac{1}{2}}\right)$, затем на $\left(z^{n+1}+z^{n}\right)$ и получим:

$$\left(z^{n+1}-z^{n+\frac{1}{2}},\varphi^{n+1}+\varphi^{n+\frac{1}{2}}\right)=\tau\left(z_{\bar{x}x}^{n+1}-z_{\bar{x}x}^{n},\varphi^{n+1}+\varphi^{n+\frac{1}{2}}\right),$$

$$\tau\left(z^{n+1}-z^{n+\frac{1}{2}},z^{n+1}+z^{n}\right)+\tau^2\left(\left\|z_{\bar{x}}^{n+1}\right\|^2-\left\|z_{\bar{x}}^{n}\right\|^2\right)=0,$$

$$\left\|\varphi_{\bar{x}}^{n+1}\right\|_{(1)}^2-\left\|\varphi_{\bar{x}}^{n+\frac{1}{2}}\right\|^2+\tau\left[\left(z^{n+1}-z^{n},\ z^{n+1}+z^{n+\frac{1}{2}}\right)-\left(z^{n+1}-z^{n+\frac{1}{2}},z^{n+1}+z^{n}\right)\right]+$$

$$+\tau^2\left(\left\|z_{\bar{x}}^{n+1}\right\|^2-\left\|z_{\bar{x}}^{n}\right\|^2\right)=0.$$

Преобразуя последнее равенство получим:

$$\left\|\varphi_{\bar{x}}^{n+1}\right\|_{(1)}^2-\left\|\varphi_{\bar{x}}^{n+\frac{1}{2}}\right\|_{(1)}^2+2\tau\left\|z^{n+1}\right\|^2-2\tau\left(z^{n},z^{n+\frac{1}{2}}\right)+\tau^2\left(\left\|z_{\bar{x}}^{n+1}\right\|^2-\left\|z_{\bar{x}}^{n}\right\|^2\right)=0,$$

$$\left\|\varphi_{\bar{x}}^{n+1}\right\|_{(1)}^2-\left\|\varphi_{\bar{x}}^{n}\right\|_{(1)}^2+\left\|\varphi_{\bar{x}}^{n+1}-\varphi_{\bar{x}}^{n}\right\|^2+2\tau\left\|z^{n+1}\right\|^2+2\tau\left(A_k\varphi^{n+\frac{1}{2}},\varphi^{n+\frac{1}{2}}\right)+\tau^2\left(\left\|z_{\bar{x}}^{n+1}\right\|^2-\left\|z_{\bar{x}}^{n}\right\|^2\right)=0.$$

Отсюда можно получить следующее неравенство:

$$\left\|\varphi_{\bar{x}}^{n+1}\right\|_{(1)}^2+2\tau\left\|z^{n+1}\right\|^2+\tau^2\left\|z_{\bar{x}}^{n+1}\right\|_{(1)}^2\le\left\|\varphi_{\bar{x}}^{n}\right\|^2+\tau^2\left\|z_{\bar{x}}^{n}\right\|^2,$$

$$\left\|\varphi_{\bar{x}}^{n+1}\right\|_{(1)}^2+\tau\left\|z^{n+1}\right\|^2+\tau\left\|z^{n+1}\right\|^2+\tau^2\left\|z_{\bar{x}}^{n+1}\right\|_{(1)}^2\le\left\|\varphi_{\bar{x}}^{n}\right\|^2+\tau^2\left\|z_{\bar{x}}^{n}\right\|^2,$$

Используя неравенство $\forall\, u\in\overset{0}{\Omega}_n,\quad \delta_0\|u\|^2\le\left\|u_{\bar{x}}\right\|_{(1)}^2\le\frac{4}{h^2}\|u\|^2$ получим:

$$\left\|\varphi_{\bar{x}}^{n+1}\right\|_{(1)}^2+\tau\delta_0\left\|\varphi_{\bar{x}}^{n+1}\right\|_{(1)}^2+\frac{\tau h^2}{4}\left\|z_{\bar{x}}^{n+1}\right\|_{(1)}^2+\tau^2\left\|z_{\bar{x}}^{n+1}\right\|_{(1)}^2\le\left\|\varphi_{\bar{x}}^{n}\right\|^2+\tau^2\left\|z_{\bar{x}}^{n}\right\|^2,$$

$$\left(1+\tau\delta_0\right)\left\|\varphi_{\bar{x}}^{n+1}\right\|_{(1)}^2+\tau^2\left(1+\frac{h^2}{4\tau}\right)\left\|z_{\bar{x}}^{n+1}\right\|_{(1)}^2\le\left\|\varphi_{\bar{x}}^{n}\right\|^2+\tau^2\left\|z_{\bar{x}}^{n}\right\|^2,$$

$$\min(1+\tau\delta_0,1+\frac{h^2}{4\tau})\left[\left\|\varphi_{\bar{x}}^{n+1}\right\|_{(1)}^2+\tau^2\left\|z_{\bar{x}}^{n+1}\right\|_{(1)}^2\right]\le\left\|\varphi_{\bar{x}}^{n}\right\|^2+\tau^2\left\|z_{\bar{x}}^{n}\right\|^2,$$

$$E^n=\left\|\varphi_{\bar{x}}^{n}\right\|^2+\tau^2\left\|z_{\bar{x}}^{n}\right\|^2$$

$$E^{n+1}\le\frac{1}{\min\left(1+\tau\delta_0,1+\frac{h^2}{4\tau}\right)},\quad E^{n+1}=qE^n,\ q=\frac{1}{\min(1+\tau\delta_0,1+\frac{h^2}{4\tau})}<1 \tag{33}$$

$$\tau\delta_0=\frac{h^2}{4\tau},\quad \tau=\frac{h}{2\sqrt{\delta_0}}.$$

Таким образом, доказана следующая теорема.

Теорема: Итерация (24)-(29) сходится к решению (21)-(23) при любых значениях τ, h со скоростью геометрической прогрессии со значениями равными (33). Скорость сходимости $h_0(\varepsilon) \approx o\left(\frac{1}{h}\right)\ln\frac{1}{\varepsilon}$.

Теперь приведем алгоритмы численной реализации рассмотренных разностных схем.

Численная реализация явной разностной схемы (7)-(9):

Сначало из уравнений (7) определим значения вихря скорости во внутренних узлах сетки:

$\omega_k^{n+1} = \frac{\tau}{h^2}\omega_{k+1}^n + (1 - \frac{2\tau}{h^2})\omega_k^n + \frac{\tau}{h^2}\omega_{k-1}^n + \tau f_k$, $k = \overline{1, N-1}$, затем из уравнений (8) находим значения функции тока ψ^{n+1}, и с помощью формул Тома определим значения:

$\omega_0^{n+1} = \frac{2}{h}\psi_{x,0}^{n+1}$, $\omega_N^{n+1} = -\frac{2}{h}\psi_{\bar{x},N}^{n+1}$, $\omega_0^{n+1} = \frac{2}{h}\frac{\psi_1^{n+1} - \psi_0^{n+1}}{h}$, $\omega_N^{n+1} = -\frac{2}{h}\frac{\psi_N^{n+1} - \psi_{N-1}^{n+1}}{h}$.

Численное решение неявной разностной задачи (13)-(15):

По значениям функции тока из предыдущего слоя находим граничные значения для вихря скорости ω_0^{n+1}, ω_0^n и из уравнения $\frac{\omega_k^{n+1} - \omega_k^n}{\tau} = \omega_{\bar{x}x,k}^{n+1} + f_k$, с помощью алгоритма прогонки находим значения вихря скорости во внутренних узлах расчетной сетки.

Затем из $\psi_{\bar{x}x,k}^{n+1} = \omega_k^{n+1}$, $k = \overline{1, N-1}$ определим значения функций тока во внутренних узлах сетки.

Алгоритм численной реализации итерации (24)-(28):

Используя соотношения (24), (25) находим значения $\psi_k^{n+\frac{1}{2}}$ методом прогонки из $\psi_{\bar{x}x,k}^{n+\frac{1}{2}} - \tau A_k \psi_k^{n+\frac{1}{2}} = \omega_k^n + \tau\omega_{\bar{x}x,k}^n + \tau f_k$, $k = \overline{1, N-1}$.

По формуле (25) найдем значения вихря скорости на вспомогательном временном слое. Затем определим значения ω_k^{n+1} из у равнений $\frac{\omega_k^{n+1} - \omega_k^{n+\frac{1}{2}}}{\tau} = \omega_{\bar{x}x,k}^{n+1} - \omega_{\bar{x}x,k}^n$. И по формуле (27) вычисляем значения функции тока.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Роуч П.* Вычислительная гидродинамика. - М.: Мир, 1980. - 616с.

2. Том А., Эйплт К. Числовые расчеты полей в технике и физике.-М.: Энергия, 1964. - 208с.

3. *Самарский А.А., Николаев Е.С.* Методы решения сеточных уравнений.-М.: Наука, 1978. - 590 с.

4. *Самарский А.А., Андреев В.Б.* Разностные методы для эллиптических уравнений. - М.: Наука, 1976. - 352 с.

5. *Ладыженская О.А.* Краевые задачи математической физики.-М.: Наука, 1973.-408 с.

6. *Данаев Н.Т., Смагулов Ш.* Об одной методике численного решения уравнений Навье-Стокса в переменных (ψ, ω). // Моделирование в механике. - Новосибирск, 1991, т.5(22), №4.-С.38-47.

7. *Данаев Н.Т., Смагулов Ш.С., Тукенова Л. М.* Об одном классе итерационных схем для решения сеточных уравнений Навье–Стокса. //Сиб. журн. вычисл. матем. -Новосибирск, 2002, т.5, №3.-С.225-231.

8. *Данаев Н.Т., Сугирбаева Ж.Т.* Об одном итерационном методе решения неявных разностных уравнений несжимаемой жидкости. //Материалы научно-методического семинара математико-информационные технологии в образовании и науке. -Алматы, 1996,-С.19-23.

9. *Вабищевич П.Н.* Реализация краевых условий при решении уравнений Навье-Стокса в переменных «функция тока-вихрь скорости». //Докл.АН СССР. 1983, т.273, №1.-С.22-26.

10. *Кураев Г.Н.* О сходимости явных схем для уравнений Навье-Стокса. //ЖВМ и МФ. 1984, т.24, №6.-С.876-884.

11. *Гущин В.А., Щенников В.В.* Об одном численном методе решения уравнений Навье-Стокса. //ЖВМ и МФ. 1974, т.14, №2.-С.512-520.

12. *Гущин В.А., Матюшин П.В.* Математическое моделирование течений несжимаемой жидкости. //ТРУДЫ МФТИ. 2009, т.1, № 4.-С.18-33.

13. *Полежаев В.И., Дайковский А.Г., Федосеев А.И.* О расчете граничных условий для нестационарных уравнений НавьеСтокса в переменных (ψ, ω). //Численные методы механики сплошной среды. -Новосибирск, 1979, т.10, №2.-С.49-58.

14. *Захаров Ю.Н., Балаганский М.Ю.* Итерационные схемы решения системы уравнений Навье-Стокса в переменных функция тока, вихрь. //Вычислительные технологии. -Кемерово, 2003, т.8, №5.-С.14-23.

Резюме

Бұл жұмыста априорлық бағалау әдісі арқылы «жылдамдық құйыны, қысым функциясы» айнымалыларында берілген сығылмайтын сұйықтықтардың стационар емес теңдеулері үшін дифференциалдық есептің айырымдық сұлбаларының жинақтылық және орнықтылық қасиеттері зерттелген. Қарастырылып отырған әртүрлі айырымдық сұлбалардың шешімдері дифференциалдық есептің шешіміне жинақталатындығы дәлелденген және де итерациялық алгоритмнің жинақтылық жылдамдығының априорлық бағасы алынған.

Summary

In this work the features of sustainability and convergence of iterative schemes of considered differential task have been researched by the mean of prior estimate method. The theorems of sustainability and convergence of differential schemes have been proved. The prior estimate values of degree of convergence of iteration algorithms have been received.

The algorithms of numerical implementation of considered differential schemes have been deduced.

ВКГТУ *Поступила 2.03.12 г.*

УДК 004.312.24

Р.У. Мукашева

ПОСТРОЕНИЕ АЛГОРИТМА ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЦИФРОВОЙ СЕТИ С ИНТЕГРАЦИЕЙ СЛУЖБ

1 Общее описание задачи

Рассмотрим цифровую сеть с интеграцией служб на основе систем импульсно-кодовой модуляции (ИКМ) с временным уплотнением, в которой реализуется метод гибридной коммутации, состоящей из гибридных узлов коммутации (ГУК) и соединяющих их интегральных групповых трактов (ИГТ). В состав ЦСИС входят территориально удаленные гибридные узлы коммутации, соединенные интегральными групповыми трактами. Каждый такой узел оснащен специальной коммутационной и каналообразующей аппаратурой, степень интеграции которой предлагает возможность доступа к ней абонентов для передачи разнородной информации, речевой информации, передача данных, видеоизображений, материалы видеоконференции и т.п. При этом в зависимости от способа передачи такую разнородную информацию разделяют на два основных метода: метод коммутации каналов и метод коммутации пакетов. В связи с этим в ЦСИС осуществляется интеграция двух режимов коммутации: режима коммутации каналов и пакетов, причем данные передаются в режиме КП, а речевая информация, видеоизображения – в режиме КК.

В качестве блока информации по тракту сети передается цикл ИКМ, временные позиции которого могут быть использованы для передачи информации как в режиме КК, так и в режиме КП. Цикл ИКМ при этом условно делится динамически перемещаемым порогом на две части, одна из которых занята передачей информации в режиме КК, а другая – в режиме КП. В зависимости от параметров информации и состояния сети связи система управления сетью связи будет перемещать порог в ту или иную сторону, перераспределяя пропускную способность цикла ИКМ между сообщениями, передаваемыми в режиме КК и КП. По каждому ИГТ осуществляется передача циклов ИКМ фиксиро-

ванной длины, в которых может быть организована передача информации по $\widetilde{N}$ временным каналам. Причем каждый из $\widetilde{N}$ каналов может использоваться как для режимов КК, так и для режима КП. Будем считать, что за время передачи цикла ИКМ по одному каналу осуществляется передача $\widetilde{C}$ бит информации. Если Z есть число временных циклов в секунду, то пропускная способность одного канала равна C=Z$\widetilde{C}$ (бит/сек), а суммарная пропускная способность тракта – N=C$\widetilde{N}$ (бит/сек).

Пусть топологическая структура ЦСИС представляется неориентированным графом G={V;E} где V– множество узлов сети, E – множество ветвей, соответствующих интегральным групповым трактам, и n – число узлов множества V. Каждой ветви $(ik) \in$E (i, k – соседние узлы) сопоставим группу N_{ik} обслуживающих устройств (временных каналов ИГТ).

По числу временных каналов цикла ИКМ заданная пропускная способность N_{ik} интегральной линии (ik) делится на две области m_{ik} и n_{ik}, причем $m_{ik} + n_{ik} = N_{ik}$. Области m_{ik} и n_{ik} используются для передачи информации методом КК и КП соответственно.

Для каждого ИГТ граница $\theta_{ik} = m_{ik} / N_{ik}$ является динамически перемещаемой, при этом для передачи потока методом КП используются все позиции временного цикла, не занятые в данный момент передачей информации методом КК. Разбиение пропускной способности каждого ИГТ на области КК и КП приводит к разбиению всей ЦСИС на две подсети – подсеть КК и подсеть КП. При этом фактическое деление на две области претерпевают лишь линии связи, а каналообразующая, коммутационная и другая аппаратура узлов коммутации делится на две области условно. Совокупность $\theta = \{\theta_{ik}\}$ является обобщенной канальной границей между подсетями КК и КП. На рис.1 представлена структура пропускной способности цикла ИКМ.



Рис. 1. Структура пропускной способности цикла ИКМ

На каждый ГУК ЦСИС поступают значения интенсивностей нагрузок подсетей КК и КП, планы распределения которых по всем ИГТ определяются традиционными методами адаптивной маршрутизации. Эти методы позволяют распределять пропускную способность подсетей КК и КП между потоками вызовов и данными раздельно в пределах каждой из подсетей. Перераспределение пропускной способности ЦСИС между подсетями КК и КП не может производиться независимо, так как перемещение границы ИГТ увеличивает пропускную способность одной подсети за счет уменьшения пропускной способности другой.

2. Предварительное исследование

В основу принципа адаптивного алгоритма заложен метод решения оптимизационной задачи

$$T\gamma = \sum_{j=1}^{M} \frac{\beta_j}{x_j - B_j} \rightarrow \min_{x_j} \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^{M} x_j \le \pi_0 , \quad (2)$$

$$B_j \le x_j \le \alpha_j , \quad j = 1,2,...,M. \quad (3)$$

В этом случае, на период адаптации эффективное вычисление значений обобщенной канальной границы ЦСИС будет связано с нахождением для каждой ветви графа G оптимального множества переменных задачи (1) - (3). При этом необходимо подобрать такую конструкцию алгоритма, которая за некоторый интервал времени должна производить перерасчет значений обобщенной канальной границы в случае изменения входных нагрузок для подсетей КК и КП.

На предварительном этапе исследуем функцию средней задержки Т, представленную формулой (1). Для j- го интегрального гибридного тракта $ИГТ_j$ функция

$$T_j = \frac{\beta_j}{x_j - B_j}$$

является монотонно убывающей относительно переменной x_j на допустимой области решений задачи (1) - (3), так как для любых $x_j^2 > x_j^1$ выполняется $T_j^2 < T_j^1$. В самом деле

$$\frac{\beta_j}{x_j^2 - B_j} < \frac{\beta_j}{x_j^1 - B_j} \Leftrightarrow x_j^1 - B_j < x_j^2 - B_j \Leftrightarrow x_j^2 > x_j^1.$$

Так как функция T_j монотонно убывает, то функция средней задержки T также будет монотонно убывать на множестве допустимых значений решения задачи.

Производная от функции средней задержки по переменной x_j является отрицательной величиной, то есть

$$\frac{\partial T}{\partial x_j} = -\frac{\beta_j}{(x_j - B_j)^2} < 0.$$

Это означает, что с увеличением переменной x_j значение производной $\frac{\partial T}{\partial x_j}$ будет монотонно убывать и, наоборот, с уменьшением переменной x_j значение производной $\frac{\partial T}{\partial x_j}$ увеличивается. Учитывая последнее, будем строить алгоритм вычисления обобщенной канальной границы ЦСИС, который будет основываться на том, что в каждом узле і необходимо уменьшать те канальные переменные x_j, для которых маргинальная задержка

$$\frac{\partial T}{\partial x_j} = -\frac{\beta_j}{(x_j - B_j)^2}$$

мала, и наоборот, необходимо увеличивать канальные переменные на тех направлениях $ИГТ_j$, для которых эта маргинальная задержка велика. В результате таких действий распределенного алгоритма большая доля пропущенного по ветвям потока будет в тех линиях передачи, где маргинальная задержка является минимальной. Основным преимуществом такого алгоритма, который производит адаптивные вычисления параметров качества обслуживания на ЦСИС, основанный на вышеуказанном принципе, является то, что в этой ситуации не требуется дополнительной информации от всех узлов сети при вычислении маргинальных задержек.

Общая задержка зависит от множества канальных потоков $\Lambda = \{\lambda_j\}$ и $\Gamma = \{\gamma_j\}$ режимов КК и КП соответственно. При фиксированной маршрутизации подсети КП общая задержка фактически будет зависеть от значений элементов множества переменных $X = \{x_j\}$. Заметим, что все изменения множеств Λ, Γ и X происходят в некоторой допустимой области решений задачи (1) - (3) Ω, граница которой определяется на начальной стадии разработки алгоритма. Эта граница определяется также исходя из того, что в области Ω все функции T_j определены и положительны для всех λ_j. При этом, выбор множества переменных X осуществляется по формулам

$$x_j = B_j + \sqrt{\frac{\beta_j}{\varphi}}, \tag{4}$$

$$\frac{1}{\sqrt{\varphi}} = \frac{\pi_0 - \sum_{j=1}^{M} B_j}{\sum_{j=1}^{M} \beta_j}, \tag{5}$$

Интересующее нас множество X, при фиксированном множестве канальных потоков подсети КП, участвует в формировании только множества канальных потоков подсети КК. Поэтому, изменения X воздействует на общую задержку Т.

3. Описание алгоритма расчета временных каналов режима КК

В соответсвии с решением задачи (1)-(3) и с учетом распределения пропускной способности ЦСИС по обходным путям передачи нагрузок режима КК алгоритм оптимального вычисления занчений обобщенной канальной границы запишется в следующем виде.

1 шаг. Ввод данных: пропускная способность и число временных каналов цикла ИКМ.

2 шаг. Задание матриц входных потоков для КК и КП.

3 шаг. Задание маршрутизации для КК и КП.

4 шаг. Расчет суммарных интенсивностей на текущем канале связи (КС).

5 шаг. Вычисление суммарных интенсивностей и на текущем ИГТ.

6 шаг. Расчет среднего числа сообщений, поступающих на текущий ИГТ

$$\alpha_j = \lambda_j / (\gamma_j \, c_j)$$

где λ_j, γ_j – суммарные интенсивности входных потоков для режимов КК и КП соответственно, c_j – пропускная способность для j-го тракта.

7 шаг. Вычисление среднего числа временных каналов, незанятых обслуживанием нагрузки режима КК, используемых при передаче данных в режиме КП по формуле

$$\eta_j = m_j - \alpha_j (1 - p_j)$$

где m_j – число занятых каналов в j-ом ИГТ, p_j – вероятность того, что все каналы будут заняты.

8 шаг. Вычисление интенсивности нагрузки на один канал текущего j- го ИГТ в режиме КП

$$\beta_j = \gamma_j / c_j \, \mu_j$$

9 шаг. Вычисляем значение вспомогательной переменной

$$B_j = \alpha_j + \beta_j - N_j$$

где N_j – число временных каналов.

10 шаг. Вычисляем значение второй вспомогательной переменной по формуле

$$\frac{1}{\sqrt{\varphi}} = \frac{\pi_0 - \sum_{j=1}^{M} B_j}{\sum_{j=1}^{M} \beta_j}, \qquad x_j = B_j + \sqrt{\frac{\beta_j}{\varphi}}$$

11 шаг. Вычисляем вероятность отказа заявки по формуле

$$p_j = 1 - \frac{x_j}{\alpha_j}$$

12 шаг. По таблице формулы Эрланга для вероятности p_j и интенсивности потока α_j находим m_j

13 шаг. Находим избыточную нагрузку для каждого КС по формулам

$$R_j = \alpha_j p_j, \quad D_j = R_j \cdot \left(\alpha_j /(m_j + 1 - \alpha_j + R_j) - R_j\right)$$

14 шаг. Находим математическое ожидание и дисперсию на обходных путях по формулам

$$R_l = \alpha_l + \sum_j R_j, \quad D_l = \sum_j D_j$$

15 шаг. Находим эквивалентную нагрузку на обходных путях по формуле

$$A_l = R_l + D_l + 3D_l \cdot (R_l + D_l)/R_l$$

16 шаг. Находим величину

$$B_l = \alpha_l + \beta_l - N_l$$

17 шаг. Для нагрузки A_l вычисляем

$$x_l = B_l + \sqrt{\frac{\beta_l}{\varphi}}$$

где $\frac{1}{\sqrt{\varphi}} = \frac{\pi_0 - \sum_{j=1}^{M} B_j}{\sum_{j=1}^{M} \beta_j}$

18 шаг. Вычисляем вероятность отказа по формуле $p_l = 1 - \frac{x_l}{A_l}$

19. По таблице формулы Эрланга находим m_l.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ашигалиев Д.У., Айдарханов М.Б., Арсланов М.З.* Вычисление вероятностно-временных параметров качества обслуживания цифровой сети с интеграцией служб.// Монография, Алматы, 2004, - 141 с.

2. *Боккер П.* Цифровая сеть с интеграцией служб. Понятия, методы, системы. М.: Радио и связь, 1991, 304 с.

3. *Клейнрок Л.* Вычислительные системы с очередями. М.: Мир, 1979.-586 с.

4. *Мизин И. А., Богатырев В. А., Кулешов А. П.* Сети с коммутацией пакетов.— М.: Радио и связь, 1986.—408 с.

5. *Ершов В.А., Кузнецов Н.А.* Теоретические основы построения цифровой сети с интеграцией служб. - М.: Институт проблем передачи информации РАН, 1995.-368с.

6. *Мукашева Р.У.* Метод оптимального распределения канальных ресурсов цифровой сети с интеграцией служб // Вестник КБТУ. –Алматы.-2010.-№ 1(12).- С.95-101.

7. *Лазарев В.Г., Паршенков Н.Я., Кошелев В.Н.* Методы адаптивного управления потоками на интегральных сетях связи// Распределенные системы передачи и обработки информации. М., 1985.-С.52-61.

8. *Бакланов А.В., Рыжов Н.Г., Яковлев С.А.* Распределение разнородных информационных потоков в цифровых сетях интегрального обслуживания//Тез. докл. XI Всес. сем. по вычис. сетям; Ч.2, М.,1986.-С. 187-192.

9. *Данилов А.Н.* Метод формирования плана распределения информации на цифровых сетях связи с КП и КК при централизованном управлении сетью // Упр. на инф. сетях. Моск. техн. ун-т связи и информат.- М**.,** 1998.- С. 2-6.

10. *Данилов А.Н.* Управление на информационных сетях. Моск. техн. ун-т связи и информат.- М-, 1998.- 61 с.

11. *Зоркальцев А.В.* Проблемы передачи смешанного трафика в широкополосной интегральной среде // Зарубежная радиоэлектроника. 1992, №3. – С.48-56.

Резюме

Ақпараттың берілісі екі режимде жүзеге асатын қызметтің шоғырлануымен цифрлық желілер қарастырылады: арнаның коммутациясы және пакеттің коммутациясы. Мақалада адаптивті алгоритмнің негізгі жұмыс істеу принципі сипатталған. Бұл алгоритм арналар коммутациясы және пакеттің коммутациясының арасындағы бөлік желілердің арналарының ресурстарын тиімді үлестіреді және бөлік желілерге кіретін жүктеменің өзгеру жағдайында жиынтық арна шекарасының мәндерін қайта есептеуге мүмкіндік жасайды. Әрбір тракт үшін мынадай маңызды сипаттамалар есептелді: жүктеменің артықтығы және оның дисперсиясы. Осы сипаттамалар арқылы қосынды эквивалентті жүктеме есептеліп, желінің айналмалы интегралдық трактыларына жіберіледі.

Summary

Examined digital network with integration of services, in that an information transfer comes true in two modes, : switching of channels and commutation of packages. Basic principle of adaptive algorithm is in-process described. This algorithm allows optimally to distribute channel resources between subnet of switching of channels and commutation of packages. In case of change of the entrance loading for these subnet allows to produce the re-calculation of values of the generalized channel border. For every highway such important descriptions, as surplus loading, were calculated, her dispersion and on these descriptions the total equivalent loading that is sent on roundabout integral highways to the network is calculated.

ВКГТУ *Поступила 29. 02. 12 г.*

УДК 521.1

Ж.Т. Рахметуллина

ВЫЧИСЛЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛА ПЛОСКОГО ДИСКА С ПРИМЕНЕНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Диски являются одним из фундаментальных понятий механики, причина этого состоит в том, что существенная часть наблюдаемого вещества находится в системах, по внешнему виду напоминающих диски, к ним относится большинство галактик. Но и в самих галактиках диски встречаются достаточно часто: наблюдаются протозвезды - совсем молодые, только рождающиеся звезды, окруженные дисками. Дискообразные системы имеются вокруг планет - примерами могут служить кольца Сатурна, Юпитера, Нептуна. Впервые понятие диска возникло в предложенной Лапласом теории образования Солнечной системы. Дискообразные объекты объединяет между собой прежде всего то, что существуют они благодаря совместному действию вращения и гравитации.

При анализе движения небесных тел в космическом пространстве необходимо строить математическую модель, адекватную истинной природе их движения. Простейшая модель состоит в замене небесных тел материальной точкой *m*, в которой сосредоточена масса тела.

Для изучения влияния гравитационного поля Земли в теоретической механике пользуются понятием силовой функции $U(x, y, z)$, градиент которой определяет вектор силы: $\vec{F} = gradU$. Также можно воспользоваться понятием потенциальной функции. В небесной механике принято использовать понятие силовой функции поля притяжения, которую также называют потенциалом. Если в гравитационном поле находится тело единичной массы, то действующая на него сила численно равна ускорению силы притяжения. Поэтому говорят о потенциале поля гравитационного ускорения.

Движение материальных объектов происходит под действием главным образом сил притяжения или гравитационных сил. Эти силы определяются законом всемирного тяготения Ньютона.

При моделировании гравитационного поля Земли упрощённые модели небесных тел, в частности Земли, и космические аппараты в виде материальных точек становятся неадекватными. В этом случае используют модели, где Земля рассматривается в виде тела, ограниченного эллипсоидом вращения (сфероидом) или другими более сложными моделями.

Рассмотрим наиболее точную модель потенциала поля притяжения Земли. При точном расчете параметров орбиты спутников в качестве хорошего приближения к действительной поверхности Земли принимают геоид. *Геоид* - это гипотетическая уровенная поверхность, совпадающая с поверхностью спокойного океана и продолженная под материком. Иногда в баллистике под геоидом понимают не поверхность, а тело, которое ограничено поверхностью мирового океана при некотором среднем уровне воды, свободной от возмущений. Во всех точках геоида потенциал притяжения имеет одно и то же значение.

Масса любого тела, материального объекта существует как одно из важных характеристик свойств материи. Поэтому распределение плотности dm по материальному объекту, если оно существенно описывает свойства T, должно быть интегрируемым. Плотность по определению есть величина, которая интегрирования равна массе тела. В связи с этим можно утвердить, что плотность либо интегрируема, либо не существует. Так как обратное расстояние ρ^{-1} как функция от M не имеет особенностей, если P является внешней точкой по отношению телу T, то всегда определено вне притягивающих масс. Напротив, при $P \in T$ существование несобственного интеграла выражает потенциал при сплошном распределении масс по притягивающему телу T [1]:

$$U(P) = \iint_T \frac{\delta(M)d\sigma}{\rho}, \qquad (1)$$

где $\delta(M)$ - поверхностная плотность материального объекта T в переменной точке M, $d\sigma$ - элемент поверхности, ρ - переменное расстояние от точки $P(x, y, z)$ пространства до точек $M(x', y', z')$ притягивающего тела T.

Так, даже при ограниченной линейной плотности, как правило возникает бесконечное значение U при стремлении P к притягивающей линии.

Конкретизацию можно проводить в зависимости от размерности многообразия T. В данной статье рассматриваются тела конечных размеров и постоянной массы.

Физический смысл имеет не потенциал в отдельной точке, а разность его значений в двух произвольных точках тела, поэтому замена U на $U + const$ несущественна. Это очевидно из вида уравнений движения, куда входит не сам потенциал, а его градиент, которые во втором разделе данной работы рассматриваются. Чтобы выяснить указанное свойство до произвольной аддитивной константы является требование $U = 0$ на бесконечности, т.е. требование выполнения свойства регулярности. В вышеприведенной (1) формуле оно выполнено. Бывают случаи, что от принятого соглашения отступают. К примеру, при анализе движения отдельной звезды внутри звёздного скопления или в поле Галактики, моделируемого эллипсоидом, удобно принять $U = 0$ в центре скопления. Однако приведенные свойства заставляют думать о поведении потенциала на бесконечности, что объединяет следующие ситуации:

1. При восстановлении внешнего поля по граничным значениям потенциала (или его производных) на некоторой замкнутой поверхности. Характерный пример- определение внешнего гравитационного поля Земли по полной совокупности геодезических и гравиметрических измерений.
2. При вычислении энергии, потребной для полного разрушения системы, которому противоборствуют гравитационные силы.
3. При определении скорости отрыва (вторая космическая скорость).

Согласно закону сохранения хочется указать несколько основных свойств, которые подчеркнул в своей монографии Кондратьев Б.П. [2], и которые следуют из формул, определяемых соответственно по конечным размерам тел (1.5). Приведем некоторые из них.

Для ухода материальной частицы из точки Q стационарного гравитационного поля на бесконечность необходимо выполнение неравенства:

$$v(Q) \geq \sqrt{2U(Q)} \tag{2}$$

где v - скорость материальной частицы тела. Неравенство (2) не всегда достаточно для ухода материального объекта из поля притягивающего тела, но в некоторых простых схемах достаточность доказана.

Пример использования вращательной симметрии мы уже видели в (1). Если сферическое тело обладает симметрией, и для него потенциал выражается функцией одной переменной. Указанное свойство имеет место в исследуемом случае, так как рассматривается плоский гравитирующий диск:

$$U = U(r).$$

Поэтому оценка потенциала до второй слагаемой является существенной для проведения качественного и количественного анализа, что в своих трудах подчеркивал Лагранж:

$$U = \frac{M}{r} + O\left(\frac{1}{r^2}\right). \tag{3}$$

Последнее выражение имеет важный механический смысл: на больших расстояниях существенна не внутренняя структура притягивающих тел, а только их масса. Все свойства, указанные Б.П. Кондратьевым, носят оценочный характер. Если Дубошин остановился на характеристических свойствах[1], то Кондратьев больше затронул механические свойства. Свойства, отмеченные выше, очень существенны, так как для рассматриваемого движения внешней материальной точки, происходящей на больших расстояниях по отношению притягивающему объекту на примере гравитирующего диска, имеет роль не структура диска, а его масса и расстояние до исследуемого объекта. А для движения внутренней материальной точки в поле гравитирующего диска, существенную роль играет, то, что чем ближе к центру сгустка притягивающего объекта, тем слабее притягивающая сила.

Основной силой, которая определяет движение материальной точки в поле гравитирующего диска, является гравитация. Для того, чтобы корректно сформулировать задачу о движении материальной точки в поле гравитирующего диска и выяснить пределы применимости того или другого приближения, необходимо сначала рассмотреть способы описания гравитационных полей диска. Нужно перейти к рассмотрению простейших случаев разложения силовой функции двумерного притягивающего тела или простого слоя, распределенного на плоском круглом кольце или диске. Если рассматриваемый плоский круглый диск расположен с центром в начале координат, и имеет осевую симметрию относительно прямой проходящей, перпендикулярно к его плоскости, в разложении потенциала будет иметь смысл симметрии.

Перейдем к рассмотрению силовой функции однородного плоского круглого диска в случае внешней материальной точки. Пусть r - расстояние от центра диска до материальной точки $P(x,y,z)$ будет больше радиуса диска R и $0 < t < R$, γ - угол между осью Ox и проекцией точки $P(x,y,z)$ на плоскости *Oxy*, λ - угол между радиус-вектором r и плоскостью диска, r' -расстояние между материальной точкой $P(x,y,z)$ и любой точкой диска. ρ - плотность диска. Рассматривается притяжение плоским круглым диском внешнюю материальную точку $P(x,y,z)$ (рис. 1).

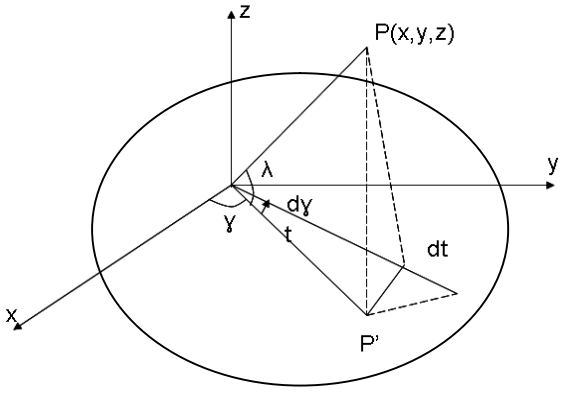


Рис. 1. Модель притяжения плоским круглым диском внешнюю материальную точку

Элемент массы равен произведению плотности на элемент области интегрирования. При этих предложениях интегрируя выражение по параметрам диска, получают

$$U = \frac{G\rho}{2r}\int_0^R\int_0^{2\pi}\frac{t\quad dtd\lambda}{\sqrt{1\quad 2\frac{t}{r}cos\gamma+\quad\frac{t}{r}^2}}.$$

Используя формулу теоремы сложения для многочлена Лежандра и их выражения, известные при определенном значений λ, с учетом математических свойств потенциала симметричных материальных объектов можно вычислить потенциал.

Ограничение в (3) членами до второго порядка включительно имеет обоснование тем, что в случае внешней материальной точки (3) все последующие слагаемые будут очень малы. Учитывая сходимость и утверждение Лагранжа, мы получим окончательные выражения для потенциала однородного гравитирующего плоского круглого диска:

$$U(r,R) = -\frac{Gm}{r}\left[1+\frac{1}{8}\frac{R^2}{r^2}+\frac{3}{64}\frac{R^4}{r^4}\right], \qquad (3)$$

что определяет потенциал гравитирующего диска для случая $r > R$. Аналогично можно вычислить потенциал кругового кольца с радиусами R_1 и R_2, в случае $r > R_2$:

$$U(r) = -\frac{Gm}{r}\left[1+\frac{1}{8}\cdot\frac{R_2^{\,2}-R_1^2}{r^2}+\frac{3}{64}\cdot\frac{R_2^{\,4}-R_1^4}{r^4}\right].$$

Для содержательного исследования данной проблемы потенциалы выражаются через полные эллиптические интегралы, встречающиеся в работах Кондратьева, которые мы назовем потенциалами Кондратьева. Теория потенциалов двумерных тел с применением широкого специального математического аппарата получила развитие у Кондратьева. Общая методика, приведенная Б.П. Кондратьевым [2] построения разложений внешних, внутренних потенциалов, примерами для симметрических и несимметрических тел, может послужить хорошим математическим фундаментом для изучения эквипотенциали плоского диска, эквигравитирующих тел. Эти сравнения показывают, что в пределах Солнечной системы Закон Ньютона вполне удовлетворительно отражает свойства материи и позволяет изучать, с достаточной степенью точности, движения реальных небесных тел, как естественных, так и искусственных.

С другой стороны, если можно полагаться на Закон Ньютона при изучении движений и явлений, происходящих в Солнечной системе, то не имеем никаких оснований, кроме соображений по аналогии распространять применимость этого Закона на все пространство. Не имеется пока достаточных оснований для установления новых Законов притяжения или, вообще, взаимодействия для звезд, галактик и других космических объектов.

Ближайшие к точке *M* частицы диска будут притягиваться все сильнее, чем далекие. Поэтому направление силы притяжения диска *F* не будет проходить через центр диска, а сместиться в сторону в половины диска, ближайшей к точке *M*. Для того чтобы найти величину силы *F*, поступают следующим образом. Разбивают диск на небольшие элементарные частицы, каждая из которых притягивает точку *M* по закону Ньютона. Складывая все элементарные силы, мы получим силу притяжения всего диск а.

Расчеты, сделанные описанным путем, показывают, что силу притяжения диска частицы *M* с массой, равной единице, расположенной сравнительно далеко от этого диска, можно приближенно выразить формулой

$$F = GM\quad\frac{1}{r^2}+\frac{3}{4}\quad\frac{R^2}{r^4}\quad.$$

Данная схема может рассматриваться как идеализация процесса движения небесных тел на примере материальной точки вокруг колец Сатурна. Тем не менее, несмотря на существенные упрощения, непосредственное использование закона всемирного тяготения не может дать окончательной модели движения колец Сатурна[2], так как массы тел должны быть точечными. Создавая модель данной задачи можно сделать следующие заключения:

1. Прямое формальное применение фундаментальных законов к объекту, рассматриваемому как целое, не всегда возможно. В этих случаях требуется просуммировать элементарные акты взаимодействия между его частями, принимая во внимание свойства объекта (например, его геометрию).

2. Одними и теми же моделями могут описываться совершенно разные по своей природе объекты, подчиняющиеся разным фундаментальным законам, и, наоборот, данному закону могут отвечать принципиально разные модели (например, линейные и нелинейные).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Дубошин Г.Н.* Небесная механика. Основные задачи и методы. Издание 3-е, дополненное. –М.: Наука, 1968.-800 с.

2. *Кондратьев Б.П.* Теория потенциалов.- М.: Наука, 2003.

3. *Калимолдаев М.Н., Тулешов А.К., Рахметуллина Ж.Т.* Притяжение материальной точки простым слоем, распределенным на плоском диске // Вестник КБТУ, физико-математические и технические науки, 2010.

4. *Балк М.Б.* Элементы динамики космического полета.-М.:Наука. Гл.ред.физ.-мат.лит., 1965.

5. *Брауэр Д., Клеменс Д.Ж.* Методы небесной механики.-М.:Мир, 1964.

6. *Рой А.* Движение по орбитам.-М.: Мир, 1981.

7. *Дубошин Г.Н.* Теория притяжения. – М.: Физматгиз, 1961.-С. 3-15.

8. Справочное руководство по небесной механике и астродинамике, под редакцией Г.Н. Дубошина.- М.: Наука, 1971.-С.335-345.

9. *Жирнов Н.П.* Классическая механика. – М.: Просвещение, 1980.-303с.

10. *Голдстейн Г.* Классическая механика. –М.: Наука, 1975.

11. Гравитационное поле диска. Celest. Mech. /пер. с англ. Журавлева С.Г. - 1982. - №4.- С. 395-405.

12. *Рябов Ю.А.* Движения небесных тел. -М.: ГИФМЛ, 1962.- 215 с.

Резюме

Біздің ғаламшардың немесе Сатурн планетасының сақиналарының гравитациялық өрісін зерттеу үшін олардың диаметріне қарағанда қалыңдығының аз шама болатындығын ескеріп, жазық дөңгелек диск түрінде модельдеу тиімді. Бұл мақалада потенциалдардың математикалық қасиеттері мен Лагранж бағалауын қолданып, жазық дөңгелек диск потенциалының есептеуі алынды.

Summary

At research of a gravitational field of the Galaxy and rings of a planet of Saturn as flat components it is characteristic them to model a flat round disk. In given article using mathematical properties of potentials and an estimation of Lagranzha the potential of a flat round disk is received.

ВКГТУ *Поступила 29. 02. 12 г.*

УДК 539.3

Е.Т. Божанов, А.А. Абжапарова, Р. Ожанов

ГИБКОСТЬ РЕЗЕРВУАРА СО СТЕКЛОТКАНЬЮ ОРТОГОНАЛЬНОГО АРМИРОВАНИЯ МЯГКОЙ МАТРИЦЫ

Рассмотрим резервуар со стеклотканью ортогонального армирования мягкой матрицы. Сверху баллон высокого давления остается открытым.

Тогда уравнения равновесия имеют вид: [1]-[3].

$$\frac{\partial^4 W}{\partial \xi^4} \quad \frac{N_1}{D}\frac{\partial^2 W}{\partial \xi^2} + \frac{K}{D}W = 2\frac{q_0}{D}(1 \quad \xi) \tag{1}$$

где $$q_0 = \frac{0{,}85E}{L(1-\nu^2)^{3/4}}\left(\frac{h}{R}\right)^{5/2}, \quad \xi = \frac{r}{L}, \quad X = \lambda\xi \quad t, \tag{2}$$

h – толщина, L – длина, R – внутренний радиус.

Здесь возможны случаи:

I-случай: $N_1^2 - 4KD = 0$, корни характеристического уравнения: $\lambda_{1,3} = \alpha$; $\lambda_{2,4} = -\alpha$, $\alpha = \sqrt{\frac{N_1}{2D}}$.

II-случай: $N_1^2 - 4KD > 0$, корни характеристического уравнения:

$$\lambda_{1,3} = \pm\sqrt{\alpha + \beta}\,;\ \lambda_{2,4} = \pm\sqrt{\alpha - \beta}\,,\ \alpha = \frac{N_1}{2D},\ \beta = \frac{\sqrt{N_1^2 - 4KD}}{2D}.$$

III- случай: $N_1^2 - 4KD < 0$, корни характеристического уравнения:

$$\lambda_{1,3} = \sqrt{r}\left(\cos\varphi/2 \pm i\sin\varphi/2\right);\ \lambda_{2,4} = \sqrt{r}\left(-\cos\varphi/2 \pm i\sin\varphi/2\right),\ r = \sqrt{\frac{K}{D}},$$

$$\varphi = arctg\sqrt{\frac{4KD}{N_1^2} - 1} \qquad \alpha = \sqrt[4]{\frac{K}{D}},\ \ \beta = arctg\sqrt{\frac{4KD}{N_1^2} - 1}.$$

Для данной подстановки задачи рассмотрим II-случай $N_1^2 - 4KD > 0$, при граничных условиях

$$\left.\frac{dW}{d\xi}\right|_{\xi=0} = 0;\ \left.W\right|_{\xi=0} = 0 \tag{3}$$

$$\left.\frac{d^2W}{d\xi^2}\right|_{\xi=1} = 0,\qquad \left.\frac{d^3W}{d\xi^3}\right|_{\xi=1} = 0 \tag{4}$$

Общее решение (1) имеем в виде:

$$W(\xi) = W_0(\xi) + W_1(\xi) \tag{5}$$

Где $W_0(\xi)$ – есть общее решение однородной части, а $W_1(\xi)$ – какое-нибудь частное решение.

Тогда, для решения постановки задачи резервуара со стеклотканью ортогонального армирования мягкой матрицы предположим, что матрица с высокой вязкостью наполнена частицами типа свинца рассеянные в железа или медном сплаве, а рассеивание механической энергии вследствие вязкого течения взаимодействует с непрерывной упругой упрочнений волокной стеклоткани. Вследствие чего адиабатические изменения объема - dQ, очень медленные изотермические изменение объема - dT обусловлены наложенным гидростатическим давлением без наличия объемной вязкости в промежуточных процессах [3], [4].

При таких предположениях, в смежанных сечениях семейство стекловолокон, до и после места сопряжения было бы одинаково: линейные перемещения - W (как общее решение (1)):

$$W(\xi) = C_1e^{\alpha\xi} + C_2e^{-\alpha\xi} + C_3e^{\beta\xi} + C_4e^{-\beta\xi} - \frac{2q_0}{K}\xi + \frac{2q_0}{K} \tag{6}$$

Угловые перемещения - θ:

$$\theta = \frac{\partial W}{\partial\xi} = \alpha\left(C_1e^{\alpha\xi} - C_2e^{-\alpha\xi}\right) + \beta\left(C_3e^{\beta\xi} - C_4e^{-\beta\xi}\right) - \frac{2q_0}{K} \tag{7}$$

Изгибающие моменты - M:

$$M = -EJ\frac{\partial^2W}{\partial\xi^2} = -EJ\left[\alpha^2\left(C_1e^{\alpha\xi} + C_2e^{-\alpha\xi}\right) + \beta^2\left(C_3e^{\beta\xi} + C_4e^{-\beta\xi}\right)\right] \tag{8}$$

Перерезывающие силы:

$$Q = -EJ\left[\alpha^3\left(C_1e^{\alpha\xi} - C_2e^{-\alpha\xi}\right) + \beta^3\left(C_3e^{\beta\xi} - C_4e^{-\beta\xi}\right)\right] \tag{9}$$

Подставляя (6)-(9) в граничные условия (3)-(4), имеем систему алгебраических уравнении для определения произвольно постоянных C_1, C_2, C_3, C_4:

$$\left.\begin{aligned} &C_1 + C_2 + C_3 + C_4 = -\frac{2q_0}{K}, \\ &\alpha C_1 - \alpha C_2 + \beta C_3 - \beta C_4 = \frac{2q_0}{K}, \\ &(\alpha^2 e^{\alpha})C_1 + (\alpha^2 e^{-\alpha})C_2 + (\beta^2 e^{\beta})C_3 + (\beta^2 e^{-\beta})C_4 = 0, \\ &(\alpha^3 e^{\alpha})C_1 - (\alpha^3 e^{-\alpha})C_2 + (\beta^3 e^{\beta})C_3 - (\beta^3 e^{-\beta})C_4 = 0 \end{aligned}\right\} \quad (10)$$

Система (10) имеет единственное решение. Решая систему (10), определим:

$$C_1 = \frac{q_0}{4aK\Delta}\left\{2(7-4\sqrt{3})(\beta-2a) - [\alpha+\beta-2a(3-\sqrt{3})]e^{-(\alpha-\beta)} + [\alpha-\beta+(\sqrt{3}-1)2a]e^{-(\alpha-\beta)}\right\},$$

$$C_2 = \frac{q_0}{4aK\Delta}\left\{-2(7-4\sqrt{3})(\beta+2a) - [\alpha+\beta+2a(3-\sqrt{3})]e^{\alpha-\beta} - [\alpha-\beta-(\sqrt{3}-1)2a]e^{\alpha+\beta}\right\},$$

$$C_3 = \frac{q_0}{4aK\Delta}\left\{2(7+4\sqrt{3})(\alpha-2a) - [\alpha+\beta-2a(3+\sqrt{3})]e^{\alpha-\beta} - [\alpha-\beta+(1+\sqrt{3})2a]e^{-(\alpha+\beta)}\right\},$$

$$C_4 = \frac{q_0}{4aK\Delta}\left\{-2(7+4\sqrt{3})(\alpha+2a) + [\alpha-\beta-2a(1+\sqrt{3})]e^{\alpha+\beta} + [\alpha+\beta+(3+\sqrt{3})2a]e^{-(\alpha-\beta)}\right\},$$

$$\Delta = 14 + ch(\alpha+\beta) - 3ch(\alpha-\beta) \quad (11)$$

Подставляя (11) в уравнение (6), получим:

$$\begin{aligned} W(\xi) = \frac{q_0 R^2}{2Eha\Delta}\{&2(7-4\sqrt{3})(\beta sh\alpha\xi - 2ach\alpha\xi) - (\alpha+\beta)sh[\alpha\xi-(\alpha-\beta)] + \\ &+ 2a(3-\sqrt{3})ch[\alpha\xi-(\alpha-\beta)] + (\alpha-\beta)sh[\alpha\xi-(\alpha+\beta)] + 2a(\sqrt{3}-1)ch[\alpha\xi-(\alpha+\beta)] + \\ &+ 2(7+4\sqrt{3})(\alpha sh\beta\xi - 2ach\beta\xi) - (\alpha+\beta)sh[\beta\xi+(\alpha-\beta)] + 2a(3+\sqrt{3})ch[\beta\xi-(\alpha-\beta)] - \\ &- (\alpha-\beta)sh[\beta\xi-(\alpha+\beta)] - 2a(\sqrt{3}+1)ch[\beta\xi-(\alpha+\beta)]\} + \frac{2q_0R^2}{Eh}(1-\xi) \end{aligned} \quad (12)$$

где $\Delta = 14 + ch(\alpha+\beta) - 3ch(\alpha-\beta)$

$$a = \frac{\sqrt{3(1-\nu^2)}}{Rh},\ \alpha = \sqrt{2a}(\sqrt{2+\sqrt{3}}),\ \beta = \sqrt{2a}(\sqrt{2-\sqrt{3}}),\ q = \frac{0{,}85E}{L(1-\nu^2)^{3/4}}\lambda_b \quad (13)$$

Если оболочка резервуара изготовлена методом непрерывной намотки жгутами стекловолокна по геодезическим линиям, то уравнение равновесия имеет вид:

$$\frac{\partial^4 W}{\partial\xi^4} - \frac{N_1}{D}\frac{\partial^2 W}{\partial\xi^2} + \frac{K}{D}W = \frac{3}{4}\frac{q_0}{D}\left(1-\xi+\frac{\xi^2}{2}\right), \quad (14)$$

а линейные и угловые перемещения, изгибающие моменты, перерезывающие силы в смежных сечениях семейство стекловолокон будут (без множителя EJ):

$$W(\xi) = C_1 e^{\alpha\xi} + C_2 e^{-\alpha\xi} + C_3 e^{\beta\xi} + C_4 e^{-\beta\xi} + \frac{2}{3}\frac{q_0}{K}\xi^2 - \frac{4}{3}\frac{q_0}{K}\xi + \frac{4}{3}\frac{q_0}{K}\left(1+\frac{N_1}{K}\right) \quad (15)$$

$$\frac{\partial W}{\partial\xi} = \alpha\left(C_1 e^{\alpha\xi} - C_2 e^{-\alpha\xi}\right) + \beta\left(C_3 e^{\beta\xi} - C_4 e^{-\beta\xi}\right) + \frac{4}{3}\frac{q_0}{K}\xi - \frac{4}{3}\frac{q_0}{K} \quad (16)$$

$$\frac{\partial^2 W}{\partial\xi^2} = \alpha^2\left(C_1 e^{\alpha\xi} + C_2 e^{-\alpha\xi}\right) + \beta^2\left(C_3 e^{\beta\xi} + C_4 e^{-\beta\xi}\right) + \frac{4}{3}\frac{q_0}{K} \quad (17)$$

$$\frac{\partial^3 W}{\partial \xi^3} = \alpha^3\left(C_1 e^{\alpha\xi} - C_2 e^{-\alpha\xi}\right) + \beta^3\left(C_3 e^{\beta\xi} - C_4 e^{-\beta\xi}\right), \tag{18}$$

Подставляя (15)-(18) в граничные условия (3)-(4) имеем систему алгебраических уравнении для определения C_1, C_2, C_3, C_4:

$$\left.\begin{aligned} &C_1 + C_2 + C_3 + C_4 = -\frac{4}{3}\frac{q_0}{K}\left(1 + \frac{N_1}{K}\right), \\ &\alpha C_1 - \alpha C_2 + \beta C_3 - \beta C_4 = \frac{4}{3}\frac{q_0}{K}, \\ &(\alpha^2 e^{\alpha})C_1 + (\alpha^2 e^{-\alpha})C_2 + (\beta^2 e^{\beta})C_3 + (\beta^2 e^{-\beta})C_4 = -\frac{4}{3}\frac{q_0}{K}, \\ &(\alpha^3 e^{\alpha})C_1 - (\alpha^3 e^{-\alpha})C_2 + (\beta^3 e^{\beta})C_3 - (\beta^3 e^{-\beta})C_4 = 0 \end{aligned}\right\}, \tag{19}$$

Система (19) имеет единственное решение. Решая систему (19) определим C_1, C_2, C_3, C_4, затем подставляя их значения в уравнение (15) получим:

$$\begin{aligned} W(\xi) = \frac{1}{6a\Delta}\frac{q_0 R^2}{2Eh}\Big\{ & 4(7-4\sqrt{3})(\beta - sh\beta) - (2-\sqrt{3})ch\beta + (2-\sqrt{3})(1+\frac{2}{a})\beta sh\beta]sh\alpha\xi - \\ & - 4(7-4\sqrt{3})[2(a+2) - (1+\frac{2}{a})\alpha sh\beta]ch\alpha\xi - 4(2+\sqrt{3})ch[\alpha\xi - \alpha] - \\ & - 2(\alpha+\beta)sh[\alpha\xi - (\alpha-\beta)] + 4(a+2)(3-\sqrt{3})ch[\alpha\xi - (\alpha-\beta)] + 2(\alpha-\beta)sh[\alpha\xi - (\alpha+\beta)] + \\ & + 4(a+2)(\sqrt{3}-1)ch[\alpha\xi - (\alpha+\beta)] + 4[(7+4\sqrt{3})(\alpha - sh\alpha) - (2+\sqrt{3})ch\alpha + \\ & + (2+\sqrt{3})(1+\frac{2}{a})\alpha sh\alpha]sh\beta\xi - 4(7+4\sqrt{3})[2(a+2) - \beta(1+\frac{2}{a})sh\alpha]ch\beta\xi - 4(2-\sqrt{3})ch[\beta\xi - \beta] - \\ & - 2(\alpha+\beta)sh[\beta\xi + (\alpha-\beta)] + 4(a+2)(3+\sqrt{3})ch[\beta\xi + (\alpha-\beta)] - 2(\alpha-\beta)sh[\beta\xi - (\alpha+\beta)] - \\ & - 4(1+\sqrt{3})(a+2)ch[\beta\xi - (\alpha+\beta)]\Big\} + \frac{4}{3}\frac{2q_0 R^2}{Eh}(\frac{1}{2}\xi^2 - \xi + 1 + \frac{2}{a}) \end{aligned} \tag{20}$$

Где Δ, α, β и q_0 определяются формулами (13).

На рис. 1 показано изменение гибкости резервуара со стеклотканью ортогонального армирования, когда оболочка резервуара изготовлена методом непрерывной намотки, а матрица наполнена частицами типа свинца, рассеянными в железном или медном сплаве.

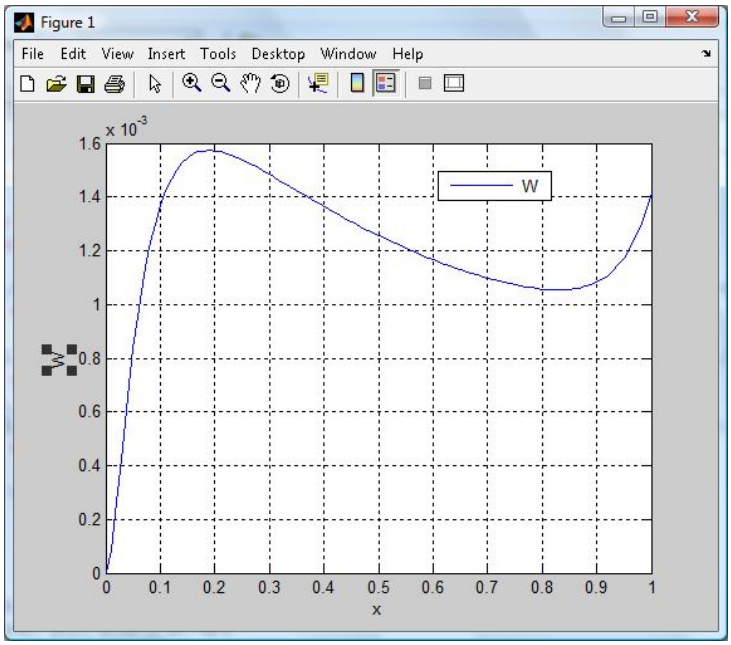


Рис. 1. Изменение гибкости резервуара мягкой матрицы

ЛИТЕРАТУРА

1. *Божанов Е.Т., Буганова С.Н., Отарбаев Ж.О.* К вопросу выпучивания выработки, трубчатых конструкции с заполнителем с позиции нелинейной теории, Материалы за V- Межд. науч.- практ. конф. «Найновите научны постижения», 2009, т№24, Технология, София.

2. *Сверкин В.Г.* «Материалы будущего: о ниптевидных кристаллах металлов », М., Наука, 1990.

3. *Партон В.З.* Механика разрушения, от теории к практике, М., Наука, 1990г.

4. *Жумагулов Б.Т., Евсеева А.У., Евсеев О.О., Карсакбаев А.А.* Математическое и компьютерное моделирование нефтепродуктов, транспортирующих вязкие нефти, Вестник НИА РК, №3 (29), 2008.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 20.02.12 г.*

УДК 517.927

К.А. Хасеинов

БИЛИНЕЙНАЯ ФОРМА ЛАГРАНЖА -ИНСТРУМЕНТ К РЕШЕНИЮ СОПРЯЖЕНИЯ МНОГОТОЧЕЧНЫХ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ

Рассмотрим линейный дифференциальный оператор

$$Ly = \sum_{\nu=0}^{n} b_\nu(x) y^{(\nu)}, b_n(x) \equiv 1 \tag{1}$$

с коэффициентами $b_\nu(x) \in C^\nu[x_1,x_m]$, $\nu=0,1,\ldots,n-1$.

Фиксируем разбиение $\{x_i\}_1^m$ отрезка $[x_1,x_m]$ и введем вспомогательный линейный дифференциальный оператор краевых условий

$$(T_k y)(x) = \sum_{s=1}^{n} \rho_{ks}(x) y^{(s-1)}(x),$$

где $\rho_{ks}(x) \in C[x_1,x_m]$, $k=1,2,\ldots,r_i$; $i=1,2,\ldots,m$, причем $\sum_{i=1}^{m} r_i = n$.

Предположим, что область определения $D(L)$ оператора L состоит из функций $y(x) \in C^n[x_1,x_m]$, удовлетворяющих краевым условиям

$$(T_k y)(x_i) = \sum_{s=1}^{n} \rho_{ks}(x_i) y^{(s-1)}(x_i) = 0, \tag{2}$$

и что коэффициенты $\rho_{ks}(x)$ удовлетворяют в точках x_i условию невырожденности

$$\sum_{s=1}^{n} |\rho_{ks}(x_i)| \neq 0, \ i=1,2,\ldots,m.$$

Поставим в соответствие линейному оператору Ly сопряженный по Лагранжу оператор

$$L^+ z = \sum_{\nu=0}^{n} (-1)^\nu [b_\nu(x)]^{(\nu)}, b_n(x) \equiv 1 \cdot \tag{3}$$

Пусть область определения $D(L^+)$ оператора L^+ состоит из функций $z(x) \in C^n[x_1,x_m]$.

Требуется найти такие краевые условия

$$(T_k^+ z)(x_i) = 0, \tag{4}$$

чтобы многоточечная задача (3), (6)

$$L^+ z = 0, \ (T_k^+ z)(x_i) = 0$$

была бы сопряженной к линейной многоточечной задаче(1), (2)

$$Ly = 0,\ \left(T_k\ y\right)(x_i) = 0,\ i=1,2,\ldots,m,$$

т.е. построить сопряженную многоточечную краевую задачу.

Построение сопряженной краевой задачи для определенных конкретных классов уравнений вызывает затруднения у многих авторов и представляет научный интерес [1,2,3.4,5,6.7]. В докторской диссертации В.П.Максимова это обстоятельство объясняется тем, что в значительной части работ, посвященных построению сопряженного объекта, краевая задача сводилась к полуоднородной задаче, т.е. к задаче с однородными краевыми условиями. После этого полученная полуоднородная задача рассматривалась как операторное уравнение $\widetilde{Z}x = f$ с оператором $\widetilde{Z}$, заданным на нуль-пространстве линейного функционала, определяемого краевыми условиями. Таким образом, приходилось решать вопрос об операторе, сопряженном к оператору с неплотной областью определения. Это и приводило к неестественному усложнению исходной задачи. При решении упомянутого вопроса для интегро-дифференциального уравнения n – го порядка Ю.К.Ландо ввел понятие семейства сопряженных операторов и разработал метод последовательного сжатия и расширения оператора на конечное число измерений [2].

Мы же построение сопряженной краевой задачи для линейного дифференциального оператора с многоточечными условиями попытаемся провести исключительно с помощью билинейной формы Лагранжа (БФЛ). БФЛ является как бы ключом к построению сопряженной многоточечной задачи. Действительно, дифференциальные операторы: линейный Ly и сопряженный ему L^+z, нельзя рассматривать отдельно, так как они связаны именно с БФЛ посредством тождества Лагранжа. Это и естественно.

Рассмотрим тождество Лагранжа

$$zLy - yL^+z = \frac{d}{dx}\Phi(y,z) \tag{5}$$

или в интегральной форме

$$\int_{x_1}^{x_m}\left(zLy - yL^+z\right)dx = \Phi(y,z)\Big|_{x_1}^{x_m}, \tag{5*}$$

где $\Phi(y,z)$ – билинейная форма Лагранжа.

Позже нам понадобится БФЛ, которая путем громоздких преобразований была приведена в [7] к двум линейным формам относительно $y,y',\ldots,y^{(n-1)}$ и $z,z',\ldots,z^{(n-1)}$

$$\Phi(y,z) = \sum_{k=0}^{n-1} y^{(n-1-k)}(x)\cdot\sum_{\nu=0}^{k}(-1)^{k-\nu}\left[b_{n-\nu}(x)z(x)\right]^{(k-\nu)},$$

и

$$\Phi(z,y) = \sum_{k=0}^{n-1} z^{(n-1-k)}(x)\cdot\sum_{\nu=n-k}^{n}\ \sum_{\substack{p+q=\nu-1\\ p\ge n-1-k,\,q\ge 0}}(-1)^p C_p^{n-1-k} b_\nu^{(p-n+1+k)}(x)y^{(q)}(x)\cdot$$

Лемма 1. Пусть $y_*(x)\neq 0$ есть решение однородного линейного дифференциального уравнения $Ly=0$. Тогда для того, чтобы функция $z=z_*(x)$ была решением однородного сопряженного уравнения $L^+z=0$ необходимо и достаточно выполнение соотношения

$$\Phi[y_*(x), z_*(x)] = const,\ \forall x\in[x_1,x_m]. \tag{6}$$

Следствие 1. Если известно $y=y_1(x)\neq 0$ решение уравнения $Ly=0$, то задача нахождения решения однородного сопряженного уравнения $L^+z=0$ сводится к интегрированию дифференциального уравнения $(n-1)$-го порядка $\Phi[y_1(x), z)] = \text{const}$.

Следствие 2. Соотношение (6) есть пониженное на один порядок дифференциальное уравнение $(n-1)$-го порядка, так как выражение

$$zLy - yL^+z$$

представляет собой полную производную билинейной формы Лагранжа $\Phi(y,z)$. Поэтому уравнение

$$\Phi(y,z) = \text{const}$$

равносильно интегральному уравнению

$$\int_{x_1}^{x_m} (zLy - yL^{+}z)dx = 0, \qquad (5^{**})$$

что совпадает с условием определения сопряженных функций.

Замечание. Необходимое и достаточное условие (6.28) можно брать в другом виде, а именно:

$$\Phi[y(x),z(x)] = 0, \ \forall x \in [x_1, x_m], \qquad (7)$$

тогда лемма 1 остается также справедливой, но сужаются множества функций $\{y(x)\}$ и $\{z(x)\}$, т.е. (7) представляет собой частный интеграл, а (6) – общий интеграл уравнения в полных дифференциалах.

В дальнейшем будем рассматривать условие (7) по трем причинам:

во-первых, если при построении сопряженной задачи использовать условие (6), то может получаться семейство сопряженных краевых задач;

во-вторых, однородная линейная задача будет сводится к задаче с неоднородными сопряженными краевыми условиями;

в-третьих, решать уравнение (7) относительно $z(x)$ или $y(x)$ легче, чем неоднородное уравнение (6), и при переходе от линейного уравнения $Ly=0$ к сопряженному возникают дополнительные "лишние" выражения.

Следует также заметить, что построенные в [6,7] сопряженные семейства функций $\{y_{ik}(x)\}$ и $\{\psi_{jl}(x)\}$ удовлетворяют именно условиям (7).

Введем вспомогательные определения.

Определение 1. Функции $y(x)$ и $z(x)$ назовем "глобально" сопряженными на $[x_1,x_m]$, если выполняется

$$\Phi[y(x),z(x)]=0, \ \forall x \in [x_1, x_m].$$

Определение 2. Функции $y(x)$ и $z(x)$ назовем "точечно" сопряженными на $[x_1,x_m]$, если выполняется

$$\Phi[y(x),z(x)]=0, \ \forall x_i \in [x_1, x_m], i = 1,2,...,m.$$

Второе "точечное" сопряжение описано в [9] для линейного дифференциального уравнения второго порядка, а именно, внеинтегральное выражение разбивается отдельно на два условия

$$\Phi(y,z)\big|_{x=0} = 0, \ \Phi(y,z)\big|_{x=1} = 0.$$

Приступим к нахождению сопряженных краевых условий для сопряженного оператора (3).

Лемма 2. Пусть дифференциальное уравнение $(n-1)$-го порядка

$$\Phi[y(x),z(x)]=0, \ \forall x \in [x_1, x_m]$$

разрешимо относительно функции $y(x)$ и выражается через $z(x)$, т.е.

$$y=f[z(x)], f \in C^{n-1}[x_1,x_m].$$

Если подставить эту функцию $y(x)$:

а) в однородное ЛДУ n- го порядка $Ly=0$, то получим однородное сопряженное дифференциальное уравнение $L^{+}z=0$,

б) в оператор краевых условий $(T_k y)(x)=0$, а потом взять $x=x_i$, то найдем сопряженные краевые условия

$$(T_k y)(x)\big|_{x=x_i} = (T_k f[z(x)])(x)\big|_{x=x_i} = (T_k^{+} z)(x_i) = 0. \qquad (8)$$

Обратно, пусть уравнение (7) разрешимо относительно функции $z(x)$ и выражается через $y(x)$, т.е. $z=f^{-1}[y(x)], f^{-1} \in C^{n-1}[x_1,x_m]$. Если ее подставить в сопряженную краевую задачу (3) – (4), то она сводится к линейной многоточечной задаче (1)-(2).

Если же зависимость будет найдена в виде

$$y=f(x,z,z',\ldots,z^{(n-2)}),$$

то после второго дифференцирования и в последующих производных получаемую $z^{(n)}(x)$ нужно выразить из однородного сопряженного уравнения $L^{+}z=0$.

Пример 1. Продемонстрируем справедливость леммы 2 для ЛДУ второго порядка

$$Ly=y''+b_1(x)y'+b_0(x)y=0, \quad b_0(x), b_1(x) \in C[x_1,x_2]$$

с оператором краевых условий

$$(Ty)(x) = \rho_2(x)y'(x) + \rho_1(x)y(x) = 0; \quad \rho_1(x), \rho_2(x) \in C[x_1,x_2], \tag{9}$$

$$\begin{gathered}(Ty)(x_1) = \rho_2(x_1)y' + \rho_1(x_1)y = 0,\\ (Ty)(x_2) = \rho_2(x_2)y' + \rho_1(x_2)y = 0.\end{gathered} \tag{9*}$$

Поставим линейному дифференциальному оператору Ly в соответствие сопряженный по Лагранжу оператор

$$L^+z = z'' - (b_1(x)z)' + b_0(x)z\ ;\ b_0(x),\ b_1(x),\ b'_1(x) \in C[x_1,x_2].$$

Билинейной формой Лагранжа является

$$\Phi(y,z) = y'(x)z(x) + b_1(x)y(x)z(x) - y(x)z'(x). \tag{10}$$

Решим уравнение-условие (7)

$$\Phi(y,z) = 0 \quad \forall\ x \in [x_1,x_2]$$

относительно $y(x)$

$$y' + \left(b_1(x) - \frac{z'(x)}{z(x)}\right)y = 0,$$

$$y = z(x)e^{-\int_{x_0}^{x} b_1(t)dt}, \quad x_0 \in [x_1,x_2]; \tag{*}$$

относительно $z(x)$

$$z' - \left(b_1(x) + \frac{y'(x)}{y(x)}\right)z = 0,$$

$$z = y(x)e^{\int_{x_0}^{x} b_1(t)dt}, \quad x_0 \in [x_1,x_2]. \tag{**}$$

Требуется по прямой лемме получить сопряженное уравнение и сопряженные краевые условия, т.е. пункты а, б. Найдем производные y', y''

$$y' = z'e^{-\int_{x_0}^{x} b_1(t)dt} - zb_1(x)e^{-\int_{x_0}^{x} b_1(t)dt},$$

$$y'' = z''e^{-\int_{x_0}^{x} b_1(t)dt} - 2b_1z'e^{-\int_{x_0}^{x} b_1(t)dt} - zb_1'e^{-\int_{x_0}^{x} b_1(t)dt} + zb_1^2e^{-\int_{x_0}^{x} b_1(t)dt}.$$

а. Подставим в левую часть однородного дифференциального уравнения $Ly=0$, вынося экспоненту и сокращая на нее, получим

$$\begin{gathered}Ly = y''+b_1y'+b_0y = e^{-\int_{x_0}^{x} b_1(t)dt}\ [z'' - 2b_1(x)z' - zb_1'(x) +\\ + zb_1^2(x) + b_1(x)z' - b_1^2(x)z + b_0(x)z\ ] = 0,\end{gathered}$$

или

$$z'' - b_1(x)z' - zb_1'(x) + b_0(x)z = z'' - (b_1(x)z)' + b_0(x)z = L^+z = 0.$$

б. Подставим y' и y в левую часть оператора краевых условий

$$(Ty)(x) = \rho_2(x)y'+\rho_1(x)y = e^{-\int_{x_0}^{x} b_1(t)dt}\,[\rho_2(x)z'-\rho_2(x)zb_1(x)+\rho_1(x)z] = 0,$$

или

$$(T^+z)(x) = \rho_2(x)z' + (\rho_1(x) - \rho_2(x)b_1(x))z = 0 \qquad (11)$$

есть оператор сопряженных краевых условий, а при $x=x_i$ получим сопряженные условия

$$(T^+z)(x_i) = \rho_2(x_i)z'(x_i) + (\rho_1(x_i) - \rho_2(x_i)b_1(x_i))z(x_i) = 0. \qquad (11^*)$$

Соотношение (*) и такие же сопряженные краевые условия получены в [9], но, к сожалению, там не сказано, почему именно такая связь и откуда она следует.

Покажем справедливость обратной леммы 2. Найдем производные z', $(b_1z)'$, z'',

$$z' = y'e^{\int_{x_0}^{x} b_1(t)dt} + yb_1(x)e^{\int_{x_0}^{x} b_1(t)dt},$$

$$(b_1z)' = (b_1ye^{\int_{x_0}^{x} b_1(t)dt})' = b_1'ye^{\int_{x_0}^{x} b_1(t)dt} + b_1y'e^{\int_{x_0}^{x} b_1(t)dt} + b_1^2ye^{\int_{x_0}^{x} b_1(t)dt},$$

$$z'' = y''e^{\int_{x_0}^{x} b_1(t)dt} + 2y'b_1e^{\int_{x_0}^{x} b_1(t)dt} + yb_1'e^{\int_{x_0}^{x} b_1(t)dt} + yb_1^2e^{\int_{x_0}^{x} b_1(t)dt}.$$

а. Подставим найденные производные в левую часть однородного сопряженного уравнения $L^+z=0$, вынося экспоненту и сокращая на нее, получим

$$L^+z = z'' - (b_1z)' + b_0z = e^{\int_{x_0}^{x} b_1(t)dt}\,[y'' + 2y'b_1(x) + \cancel{yb_1'(x)} + \cancel{yb_1^2(x)} - \cancel{b_1'y} - b_1(x)y' - \cancel{b_1^2(x)y} + b_0(x)y] = 0$$

или

$$y'' + b_1(x)y' + b_0(x)y = Ly = 0.$$

б. Подставим z' и z в левую часть оператора сопряженных краевых условий

$$(T^+z)(x) = \rho_2(x)z' + (\rho_1(x) - \rho_2(x)b_1(x))z = e^{\int_{x_0}^{x} b_1(t)dt}\,[\rho_2(x)y' + \cancel{\rho_2(x)yb_1(x)} + \rho_1(x)y - \cancel{\rho_2(x)b_1(x)y}] = 0,$$

или

$$(Ty)(x) = \rho_2(x)y' + \rho_1(x)y = 0,$$

что совпадает с оператором краевых условий для линейной краевой задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ковалевский М.А.* Нахождение связи между двумя фундаментальными семействами решений ОЛДУ/Вестник ЛГУ,1981№1,вып.1,с.32-37

2. *Ландо Ю.К.* Краевые задачи для интегро-дифференциальных уравнений:Автореф.дис...д-ра физ-мат. наук. Минск,1969

3. *Максимов В.П., Рахматуллина Л.Ф.* Сопряженное уравнение для общей линейной краевой задачи/Диф.уравнения.1977,т13.№11.с.1966-1973

4. *Пархимович И .В.* О построении S-сопряженных операторов к интегро-дифференциальным /Диф. уравнения, 1972,т.8.№8,с.1486-1493

5. *ПокорныйЮ.В*. О неклассической задаче Валле-Пуссена ,Диф.у.1978.т.14.с.1018-102
6. Trenogin V.A. Khasseinov K.A.Solution of the Multipoint Problem for Conjugate Equation and Green Function/Proc.of the22nd Annual Iranian Math.Conference12-15March1991 Ferdowsi Univer. of Mashhad.1994.p149-160.
7. *Хасеинов К.А.* Многоточечные и сопряженные краевые задачи,их приложения,М.Наука,2006

Резюме

В.П.Максимов түйіндес объект қуруда шеттік жартылай біртекті есепке келтіреді. Яғни тығыз емес анықталу аймағында түйіндес операторлардың проблемасын шығаруға тура келеді. Ю.К.Ландо түйіндес операторлардың тізбегін енгізді.

Мақалада түйіндес шеттік есеп сызықтық дифференциалдық операторлардың көпнүктелік шарттарымен бисыздықтың Лагранж тұлғасының арқасында құрылды. Және жаңа нәтижелер алынды.

Summary

In the works of V.P. Maksimov on the construction of the dual object boundary value problem is reduced to semi-homogeneous problem, i.e had to deal with the issue of the adjoint operator with nondense domain of definition. U.K. Lando introduced the concept of a family of adjoint operators.

In this paper the construction of the adjoint boundary value problem for linear differential operator with multipoint conditions for the first time carried out by means of the bilinear form Lagranzh. This allowed us to obtain new results.

КазНТУ им. К.И.Сатпаева *Поступила 01.03.12 г.*

УДК 517.927

К.А. Хасеинов

НАХОЖДЕНИЕ ОПЕРАТОРА КРАЕВЫХ УСЛОВИЙ СОПРЯЖЕННОЙ МНОГОТОЧЕЧНОЙ ЗАДАЧИ

Лемма 3. Если $y_1(x)$ – ненулевое решение однородной многоточечной задачи (1) - (2)

$$Ly = 0, \quad (T_k y)(x_i) = 0,$$

тогда

$$\Phi[z, y_1(x)] = 0 \qquad \forall x \in [x_1, x_m] \tag{14}$$

является оператором сопряженных краевых условий $\left(T_k^+ z\right)(x)$, т.е. задача

$$L^+ z = 0, \qquad \left(T_k^+ z\right)(x_i) = \Phi[z, y_1(x)]\Big|_{x=x_i} = 0 \tag{15}$$

будет сопряженной линейной многоточечной задаче.

Доказательство. Рассмотрим некоторую функцию $z=z_1(x)\in C^n[x_1,x_m]$, удовлетворяющую условию (6.34):

$$\Phi[z_1(x), y_1(x)] = 0 \qquad \forall x \in [x_1, x_m].$$

Тогда на основании леммы 1 функция $z_1(x)$ является решением сопряженного дифференциального уравнения $L^+z = 0$. Так как $z_1(x)$ удовлетворяет соотношению (14) при любых $x\in[x_1,x_m]$, то она будет удовлетворять ему и в точках x_i, т.е.

$$\Phi[z, y_1(x)]\Big|_{x=x_i} = 0,$$

что и представляет собой сопряженные краевые условия (15). Использовав найденную вторую линейную форму БФЛ относительно z, получим сопряженные краевые условия (15) в явном виде

$$\left(T_k^+ z\right)(x_i) = \sum_{k=0}^{n-1} z^{(n-1-k)}(x) \cdot \sum_{\nu=n-k}^{n} \sum_{\substack{p+q=\nu-1 \\ p\ge n-1-k, q\ge 0}} (-1)^p C_p^{n-1-k} b_\nu^{(p-n+1+k)}(x) y_1^{(q)}(x)\Big|_{x=x_i} = 0 \cdot$$

Лемма доказана. Можно доказать и обратное утверждение леммы.

Теорема 1. Если $y = y_1(x) \neq 0$ есть решение однородной многоточечной задачи (1)-(2)

$$Ly = 0, \quad (T_k y)(x_i) = 0,\ i=1,2,\ldots,m,$$

то решением сопряженной краевой задачи (15)

$$L^+ z = 0, \quad \left(T_k^+ z\right)(x) = 0$$

является частное ненулевое решение $z(x)$ дифференциального уравнения $(n-1)$-го порядка

$$\Phi[z, y_1(x)] = 0.$$

Доказательство следует из лемм 1, 3.

Теорема 2. Пусть дифференциальное уравнение $(n-1)$-го порядка

$$\Phi(y,z) = 0 \qquad \forall x \in [x_1, x_m]$$

разрешимо относительно функции $y(x)$

$$y = f[z(x)], \text{ причем } f \in C^{n-1}[x_1, x_m]$$

и существует обратная функция $z = f^{-1}[y(x)]$, $f^{-1} \in C^{n-1}[x_1, x_m]$. Тогда, если $y_1(x)$ – решение многоточечной задачи (1)-(2), то функция $z = f^{-1}[y_1(x)]$ есть решение сопряженного уравнения $L^+ z = 0$, удовлетворяющее краевым условиям

$$\left(T_k^+ z\right)(x_i) = \left(T_k f[z(x)]\right)(x_i) = 0 .$$

Доказательство следует из леммы 2 и теоремы 1.

Эта теорема является обобщением основной леммы об интегралах сопряженных уравнений [Соболев С.Л."Уравнения математической физики",М.Наука,1966].

Поскольку решить ЛДУ $Ly = 0$ очень трудно, часто и невозможно и краевые условия $(T_k y)(x_i) = 0$ берутся независимо от линейного уравнения (за исключением условия существования только нулевого или ненулевого решений), попытаемся рассматривать оператор краевых условий $(Ty)(x)$ самостоятельно и найти сопряженные краевые условия. Зачастую на практике встречаются более простые функциональные краевые условия $(Ty)(x) = 0$, чем мы рассматриваем здесь. И поэтому их решить бывает гораздо проще.

Лемма 4. Представим оператор краевых условий как дифференциальное уравнение $(n-1)$-го порядка с переменными коэффициентами

$$\left(T_k y\right)(x) = \sum_{s=1}^{n} \rho_{ks}(x) y^{(s-1)}(x) = 0 \qquad \forall x \in [x_1, x_m]. \tag{16}$$

Если $y_*(x) \neq 0$ есть решение дифференциального уравнения (16) и удовлетворяет однородному уравнению $Ly = 0$, то соотношение

$$\left(T_k^+ z\right)(x) = \Phi[z(x), y_*(x)] = 0 \qquad \forall x \in [x_1, x_m] \tag{17}$$

является оператором сопряженных краевых условий для $L^+ z = 0$.

Следствие. Если $y_i(x)$ суть решения "точечного" дифференциального уравнения $(n-1)$-го порядка с постоянными коэффициентами

$$\left(T_k y\right)(x_i) = \sum_{s=1}^{n} \rho_{ks}(x_i) y^{(s-1)}(x) = 0$$

и $Ly_i(x) = 0$,то

$$\left(T_k^+ z\right)(x_i) = \Phi[z(x), y_i(x)]\Big|_{x=x_i} = 0$$

могут быть одними из сопряженных краевых условий. Следовательно, здесь возникает множество краевых условий, среди которых есть и "лишние". Можно доказать и обратное утверждение леммы, т.е. из оператора сопряженных краевых условий $\left(T_k^+ z\right)(x) = 0$, находя $z_*(x)$ и подставляя ее в БФЛ, получить многоточечные краевые условия для ЛДУ.

Пример 2. Продемонстрируем справедливость леммы 4 для ЛДУ второго порядка (см. пример 1). Найдем функцию $y(x)$, удовлетворяющую функциональным условиям (9), т.е.

$$(Ty)(x) = \rho_2(x) y' + \rho_1(x) y = 0 \quad \forall x \in [x_1, x_2].$$

Решая однородное дифференциальное уравнение первого порядка, найдем функцию

$$y = e^{-\int_{x_0}^{x} \frac{\rho_1(t)}{\rho_2(t)}dt}, \quad \rho_2(x) \neq 0,\ x_0 \in [x_1, x_2]$$

и ее производную

$$y' = -\frac{\rho_1(x)}{\rho_2(x)} \cdot e^{-\int_{x_0}^{x} \frac{\rho_1(t)}{\rho_2(t)}dt}.$$

Подставим $y(x)$, $y'(x)$ в БФЛ (6.29) – (6.32)

$$\Phi(y,z) = y'z + b_1(x)yz - y\,z' = 0$$

и сократим на экспоненту, тогда

$$-\frac{\rho_1(x)}{\rho_2(x)}\, z + b_1(x)\, z - z' = 0.$$

Тем самым получим оператор краевых условий

$$(T^+z)(x) = \rho_2(x)z' + \big(\rho_1(x) - \rho_2(x)b_1(x)\big)z = 0 \quad \forall x \in [x_1, x_2].$$

При $x=x_i$ найдем сопряженные краевые условия

$$(T^+z)(x_i) = \rho_2(x)z' + \big(\rho_1(x) - \rho_2(x)b_1(x)\big)z\Big|_{x=x_i} = 0,$$

что совпадает с условиями (6.33) и (6.33*), полученными другим способом [Соболев].

Если нельзя или трудно решить уравнение $(T_k y)(x)=0$,являющееся линейным дифференциальным уравнением $(n-1)$-го порядка с переменными коэффициентами, то можно решить "точечные" краевые уравнения с постоянными коэффициентами. Будем краевые условия (9*) рассматривать как точечные ЛДУ с постоянными коэффициентами

$$\rho_2(x_i)y' + \rho_1(x_i)y = 0,\ i=1, 2$$

и решим их

$$y_i(x) = e^{-\frac{\rho_1(x_i)}{\rho_2(x_i)}\cdot x},\ \rho_2(x_i) \neq 0,\ i=1, 2.$$

Подставляя решения y_i и y_i' в БФЛ (7) – (10) и сокращая на экспоненту, получим

$$-\frac{\rho_1(x_i)}{\rho_2(x_i)}\, z + b_1(x)\, z - z' = 0,$$

или

$$\rho_2(x_i)z'(x) + \big(\rho_1(x_i) - \rho_2(x_i)b_1(x)\big)z(x)\Big|_{x=x_i} = 0.$$

Это и есть сопряженные краевые условия (11*).

Покажем справедливость обратного утверждения леммы 4. Представим оператор сопряженных краевых условий (11) как дифференциальное уравнение

$$z' + \frac{\rho_1(x) - \rho_2(x)b_1(x)}{\rho_2(x)}z = 0,\ \rho_2(x)\neq 0$$

и решим его

$$z(x) = e^{-\int_{x_0}^{x} \frac{\rho_1(t) - b_1(t)\rho_2(t)}{\rho_2(t)}dt},\ x_0 \in [x_1, x_2].$$

Найдем производную

$$z'(x) = -\frac{\rho_1(x) - \rho_2(x)b_1(x)}{\rho_2(x)} e^{-\int_{x_0}^{x} \frac{\rho_1(t) - b_1(t)\rho_2(t)}{\rho_2(t)}dt},$$

подставим $z(x)$ и $z'(x)$ в БФЛ (6.29)–(6.32)

$$(y' + b_1(x)y)z - yz' = 0,$$

или

$$[\rho_2(x)y' + \cancel{\rho_2(x)y}b_1(x) + \rho_1(x)y - \cancel{\rho_2(x)b_1(x)y}] = 0.$$

Таким образом, получили оператор краевых условий

$$(Ty)(x) = \rho_2(x)y' + \rho_1(x)y = 0.$$

Аналогично можно показать и для точечных уравнений.

Теорема 3. Если среди $(n-1)$ линейно независимых решений дифференциального уравнения $(T_k y)(x)=0$ решения $y_1(x), y_2(x),\ldots, y_R(x)$, $1 \le R \le n-1$ удовлетворяют однородному ЛДУ $Ly = 0$, то существуют R линейно независимых операторов сопряженных условий

$$\left(T_j^+ z\right)(x) = \Phi[z(x), y_j(x)] = 0, \quad j = 1,2,\ldots,R. \tag{18}$$

Доказательство. Так как $\{y_j(x)\}_1^R$ являются решениями $(T_k y)(x)=0$ и ЛДУ $Ly = 0$, то в силу леммы 4 они, будучи подставлены в БФЛ, дадут R операторов сопряженных краевых условий (18), т.е.

$$\Phi[z,y_j(x)] = 0 \quad \forall x \in [x_1,x_m].$$

Докажем от противного, что они линейно независимы. Предположим, что операторы сопряженных краевых условий $\Phi[z,y_j(x)]$ линейно зависимы на $[x_1,x_m]$, т.е. выполняется соотношение

$$C_1\Phi[z,y_1(x)] + C_2\Phi[z,y_2(x)] + \ldots + C_R\Phi[z,y_R(x)] = 0 \quad \forall x \in [x_1,x_m], \quad (*)$$

где не все C_j равны нулю.

При этом тождество выполняется для любой функции $z(x) \in C^{n-1}[x_1,x_m]$. Рассмотрим БФЛ, а именно, линейную форму относительно $z(x)$:

$$\Phi(z,y) = \sum_{k=0}^{n-1} z^{(n-1-k)}(x) \cdot \sum_{\nu=n-k}^{n} \sum_{\substack{p+q=\nu-1 \\ p \ge n-1-k, q \ge 0}} (-1)^p C_p^{n-1-k} b_\nu^{(p-n+1+k)}(x) y^{(q)}(x) \cdot$$

Используя линейность БФЛ и свойство дифференцирования, нетрудно преобразовать левую часть соотношения (*) к виду

$$\sum_{j=1}^{R} C_j \Phi[z,y_j(x)] = \sum_{j=1}^{R} \Phi[z, C_j y_j(x)] = \Phi[z, \sum_{j=1}^{R} C_j y_j(x)],$$

т.е.

$$\Phi[z, \sum_{j=1}^{R} C_j y_j(x)] = 0 \quad \forall x \in [x_1,x_m].$$

А это тождество для любой непрерывно дифференцируемой функции $z(x)$ выполняется только при

$$\sum_{j=1}^{R} C_j y_j(x) \equiv 0 \quad \forall x \in [x_1,x_m],$$

что противоречит линейной независимости функций $\{y_j(x)\}_1^p$. Следовательно, операторы сопряженных краевых условий $\Phi[z,y_j(x)]$ линейно независимы.

Теорема 3 (обратная). Пусть даны R линейно независимые операторы краевых условий (18), где $y_j(x)$ - решения $Ly = 0$, для сопряженного дифференциального уравнения $L^+z=0$.

Тогда, если найдется такая функция $z = z_*(x)$, удовлетворяющая всем операторным краевым условиям

$$\left(T_j^+ z\right)(x) = 0, \quad j = 1,2,\ldots,R,$$

то она является решением сопряженного уравнения $L^+z=0$, и приводит каждую j-ю сопряженную краевую задачу

$$L^+z=0, \quad \left(T_j^+ z\right)(x) = 0, \quad j = 1,2,\ldots,R$$

к единственной линейной многоточечной задаче

$$Ly = 0, \quad \left(Ty\right)(x_i) = \Phi[y(x), z_*(x)]\Big|_{x=x_i} = 0.$$

Следствие. Если $y_1(x), y_2(x),\ldots, y_{n-1}(x)$ суть линейно независимые решения дифференциального уравнения

$$(T_k y)(x) = 0 \quad \forall x \in [x_1, x_m]$$

удовлетворяют ЛДУ $Ly = 0$, то существует единственная функция

$$z(x) = \frac{1}{W(x_i)} \begin{vmatrix} y_1(x) & y_2(x) & \ldots & y_{n-1}(x) \\ y_1'(x) & y_2'(x) & \ldots & y_{n-1}'(x) \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ y_1^{(n-2)}(x) & y_2^{(n-2)}(x) & \ldots & y_{n-1}^{(n-2)}(x) \end{vmatrix} e^{-\int_{x_i}^{x} b_{n-1} dt}, \tag{19}$$

которая является решением сопряженного уравнения $L^+z=0$ и удовлетворяет всем операторным краевым условиям

$$(T_j^+ z)(x) = \Phi[z, y_j(x)] = 0, \quad j = 1,2,...,n-1.$$

Доказательство того, что функция $z(x)$ (19) удовлетворяет сопряженному дифференциальному уравнению $L^+z = 0$, приведено в [ХасеиновК.А."Многоточечные и сопряженные кр. задачи.."М.Наука2006], вторая часть утверждения вытекает из теоремы.

Пример 3. Рассмотрим ЛДУ третьего порядка

$$Ly = y''' = 0,$$

дифференциальный оператор краевых условий

$$(Ty)(x) = x(x+4)y'' - (2x+4)y' + 2y.$$

Полагая для простоты $x_1 = -1, x_2 = 0, x_3 = 1$ и расписывая оператор $(Ty)(x)$, получим однородные краевые условия

$$\begin{cases} (Ty)(-1) = -3y''(-1) - 2y'(-1) + 2y(-1) = 0, \\ (Ty)(0) = \quad -4y'(0) \quad + 2y(0) \quad = 0, \\ (Ty)(1) = 5y''(1) \quad -6y'(1) \quad + 2y(1) \quad = 0. \end{cases}$$

Операторное уравнение

$$(Ty)(x) = x(x+4)y'' - (2x+4)y' + 2y = 0$$

имеет линейно независимые решения

$$y_1 = x + 2, \quad y_2 = x^2.$$

Эти же функции удовлетворяют и ЛДУ $y''' = 0$. Подставляя их в БФЛ

$$yz'' - y'z' + y''z = 0,$$

получим два оператора сопряженных краевых условий

$$(T_1^+ z)(x) = (x+2)z'' - z' = 0,$$

$$(T_2^+ z)(x) = x^2 z'' - 2xz' + 2z = 0.$$

Отсюда при $x = x_i$ получим сопряженные краевые условия

$$\begin{cases} (T_1^+ z)(-1) = z''(-1) - z'(-1) = 0, \\ (T_1^+ z)(0) = 2z''(0) \quad - z'(0) \quad = 0, \\ (T_1^+ z)(1) = 3z''(1) \quad - z'(1) \quad = 0, \end{cases}$$

и

$$\begin{cases} (T_2^+ z)(-1) = z''(-1) + 2z'(-1) + 2z(-1) = 0, \\ (T_2^+ z)(0) = \quad z(0) \quad = 0, \\ (T_2^+ z)(1) = z''(1) \quad - 2z'(1) \quad + 2z(1) \quad = 0. \end{cases}$$

Таким образом, получили две различные сопряженные задачи.

Обратно, будем рассматривать отдельно каждую сопряженную краевую задачу

$$L^+ z = 0,$$

$$\left(T_1^+ z\right)(x) = (x+2)z'' - z' = 0,$$

или

$$L^+ z = 0,$$

$$\left(T_2^+ z\right)(x) = x^2 z'' - 2xz' + 2z = 0.$$

Тогда единственная функция $z_*(x)$, определяемая формулой (6.39),

$$z_*(x) = \begin{vmatrix} y_1(x) & y_2(x) \\ y_1'(x) & y_2'(x) \end{vmatrix} e^{-\int_{x_i}^{x} 0\,dx} = \begin{vmatrix} x+2 & x^2 \\ 1 & 2x \end{vmatrix} = x^2 + 4x$$

удовлетворяет сопряженному дифференциальному уравнению $z''' = 0$ и операторно-функциональным условиям

$$\left(T_1^+ z\right)(x) = (x+2)z'' - z' = 0$$

и

$$\left(T_2^+ z\right)(x) = x^2 z'' - 2xz' + 2z = 0.$$

Поэтому, подставляя функцию $z_*(x)$ и ее производные $z_*'(x) = 2x + 4$, $z_*''(x) = 2$, в БФЛ $y''z - y'z' + yz'' = 0$, получим

$$\left(Ty\right)(x) = \Phi[y, z_*(x)] = x(x+4)y'' - (2x+4)y' + 2y = 0,$$

что совпадает с оператором краевых условий для линейной многоточечной задачи. Таким образом, две линейно независимые сопряженные краевые задачи приводятся к однородной многоточечной задаче

$$Ly = 0, \ \left(Ty\right)(x) = 0.$$

В заключение отметим, что, насколько известно автору, предложенный метод построения сопряженной краевой задачи является новым и исследования проводятся впервые. Правда, в ранних работах автора косвенно говорилось о дифференциальном уравнении $\Phi(y,z) = 0$. Такой подход, на наш взгляд, можно использовать и для уравнений в частных производных, интегро-дифференциальных уравнений.

Резюме

В.П.Максимов түйіндес объект қуруда шеттік жартылай біртекті есепке келтіреді. Яғни тығыз емес анықталу аймағында түйіндес операторын проблемасын шығаруға тура келеді. Ю.К.Ландо түйіндес операторлардың тізбегін енгізді.

Мақалада түйіндес шеттік есеп сызықтық дифференциалдық операторын көпнүктелік шарттарымен бисыздықтың Лагранж тұлғасының арқасында құрылды. Және жаңа нәтижелер алынды.

Summary

In the works of V.P. Maksimov on the construction of the dual object boundary value problem is reduced to semi-homogeneous problem, i.e had to deal with the issue of the adjoint operator with nondense domain of definition. U.K. Lando introduced the concept of a family of adjoint operators.

In this paper the construction of the adjoint boundary value problem for linear differential operator with multipoint conditions for the first time carried out by means of the bilinear form Lagranzh. This allowed us to obtain new results.

КазНТУ им.К.И.Сатпаева, *Поступила 01.03. 12 г.*

УДК 004.89

И.А. Бессмертный, А.С. Балгайракова, Д.В. Ковбаско

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫВОДА НА ОСНОВЕ ПРЕЦЕДЕНТОВ ДЛЯ БАЗЫ ЗНАНИЙ В СРЕДЕ JENA

Введение

Постоянный рост информации, низкая интероперабельность систем предъявляют более жесткие требования к информационным технологиям. На сегодняшний день большая часть информации в интернете представлена в непригодном для машинной обработки виде. Даже информация, полученная из структурированных баз данных, не определена достаточно для того, чтобы иметь возможность понимать и использовать ее машинами. Для решения этих проблем было предложено вести обработку информации на семантическом уровне. Semantic web является видением будущего Web. В этом видении машина выдает более точные значения, которые позволяют выполнять интеграцию, обработку и понимание информации в интернете.

Важнейшим компонентом Semantic web, позволяющим представлять в явно выраженном виде знания о предметной области, являются онтологии. Более того, онтологии определяют отношения между понятиями, что позволяет создавать программы, учитывающие семантику этих отношений [5].

Консорциум всемирной паутины (W3C) определил некоторые стандарты и языки, такие как RDF (Resource Description Framework), в качестве представления модели данных, RDF Schema, в качестве языка описания лексики и OWL (Web Ontology Language) для определения смысла терминов и их отношений, используемых в словарях. В Semantic web знания описываются триплетом – субъект, предикат, объект. Субъект и предикат являются сущностями, обладающими URI (Uniform Resource Identifier). Объект может быть как литералом, так и сущностью. Для получения информации из RDF графов используется язык запросов SPARQL, который предоставляет возможность получения информации из различных форм, таких как URI, узлы, простые и типизированные литералы [3] .

База знаний в сочетании с системой логического вывода могут находить новые факты из уже имеющихся. Применение правил к фактам могут порождать новые знания. Для извлечения знаний применяются интеллектуальные агенты, которые используют готовые факты либо порождают новые с помощью логического вывода из правил.

Задачей любой информационной системы, основанной на знаниях, является предоставление требуемых результатов поиска, будь то простой или сложный запрос. Semantic web использует достаточно средств для ответа на конкретный запрос, а так же обладает необходимой гибкостью, позволяющей менять структуру данных без ущерба для них, позволит приложениям автоматически обрабатывать, интегрировать, формировать информацию из различных источников, обеспечивать поиск по содержимому, а не только по ключевым словам, работать с другими приложениями и сервисами, которые позволят агентам манипулировать соответствующей информацией. Эффективность таких программных агентов будет расти экспоненциально по мере увеличения количества доступного машинно-воспринимаемого контента и автоматизированных сервисов [4].

Продукционная модель знаний

Увеличение глубины вложенности правил, рост сложности логического вывода являются основным препятствием применения продукционной модели в практических задачах.

Одним из решений данной проблемы является применение метода сопоставления списка вторичных фактов, позволяющие уменьшить сложность извлечения знаний.

Ускорить выполнение правил можно при условии запоминания результатов применения правил к базе знаний в виде вторичных фактов (прецедентов). Данный метод позволяет избежать необходимости углубления по дереву поиска и сократить время извлечения нового факта [1].

Постановка задачи

Пусть база первичных фактов составляет множество триплетов (s,p,o), где s – субъект, p- предикат, определяющий отношение «отец/мать» , o- объект. Субъекты и объекты идентифицируются случайными числами в диапазоне (0-1000), (1000-2000), (2000-3000),(3000-4000),(4000-5000), представляющие четыре поколения[2].

База прецедентов представляет собой работу правила, представляющее отношение «прапрабабушка/прапрадедушка» и «брат/сестра». Ускорение извлечение факта, осуществляется за счет запоминания результатов применения правила в предыдущих обращениях в виде вторичных фактов. Первичными фактами являются факты, которые не являются результатом работы правила. Выполняется сравнение времени, затраченное на извлечение нового факта, используя базу прецедентов и базу первичных фактов.

Применение метода, использующего базу прецедентов, позволяет устранить необходимость углубления по дереву поиска, избежав необходимости использования повторяющихся фрагментов, путем обращения к прецедентам.

Оценка быстродействия метода

Предполагаемый метод был реализован с помощью фреймворка Jena. Тестирование проводилось на базе, определяющей родственные отношения. Первичная база фактов была сгенерирована целыми числами, содержащими отношение «отец/мать» (parentOf).

Прецеденты «прапрабабушка/прапрадедушка» (grandgrandparentOf) и «брат/сестра» (siblingOf) были найдены и сохранены в базе прецедентов на основе правил:

```
@prefix rel: <http://relationship/>
[sibling:
 (?a rel:parentOf ?b)
(?a rel:parentOf ?c), notEqual(?b,?c)
->
(?b rel:siblingOf ?c)
]
[grandgrandparent: (?a rel:grandgrandparentOf ?d)
<-
(?a rel:parentOf ?b)
(?b rel:parentOf ?c)
(?c rel:parentOf ?d)
]
```

Правило, которое использовалось для измерения времени вывода новых фактов на основе прецедентов, описывает отношение «троюродный брат» (thirdcousinOf):

```
@prefix fam: <http://family/>
[thirdcousin: (?c3 rel:thirdcousinOf ?d3)
<-
(?a3 rel:siblingOf ?b3)
(?a3  rel:grandgrandparentOf ?c3)
(?b3 rel:grandgrandparentOf ?d3)
]
```

Для сравнения времени вывода новых фактов на основе первичных фактов использовалось правило, так же описывающее отношение «троюродный брат» (thirdcousinOf):

```
@prefix rel: <http://relationship/>

[sibling: (?b rel:siblingOf ?c)
<-
(?a rel:parentOf ?b)
(?a rel:parentOf ?c), notEqual(?b,?c)
]
[grandparent: (?a1 rel:grandparentOf ?c1)
<-
(?a1 rel:parentOf ?b1)
(?b1 rel:parentOf ?c1)
]
[grandgrandparent: (?a2 rel:grandgrandparentOf ?c2)
<-
(?b2 rel:parentOf ?c2)
```

(?a2 rel:grandparentOf ?b2)
]
[thirdcousin: (?c3 rel:thirdcousinOf ?d3)
<-
(?a3 rel:siblingOf ?b3)
(?a3 rel:grandgrandparentOf ?c3)
(?b3 rel:grandgrandparentOf ?d3)
]

В табл. 1 представлены результаты исследования времени создания, извлечения прецедентов в зависимости от числа фактов, а также время извлечения фактов, определяющие отношение «thirdcousinOf» с использованием базы первичных фактов и прецедентов.

Таблица 1. **Результаты исследования**

Количество первичных фактов	Время создания базы первичных фактов	Время создания одного прецедента	Время извлечения одного факта на основе базы прецедентов	Суммарное время создания прецедента и извлечения факта	Время извлечения одного факта на основе базы первичных фактов
2000	1	0,0015	0,0005	0,002	0,006
4000	2	0,0019	0,0006	0,0025	0,0295
8000	2	0,0031	0,0008	0,0039	0,0874
10000	2	0,0034	0,0017	0,0051	1,0483
20000	2	0,0099	0,0245	0,0344	2,0037
30000	2	0,0162	0,0384	0,0546	2,9472
40000	2	0,0407	0,1347	0,1754	3,7345
50000	2	0,0813	0,6477	0,729	5,6782
60000	3	0,1974	1,4623	1,6597	8,864
70000	3	1,4278	2,3745	3,8023	10,1422
80000	3	2,4271	3,9758	6,4029	15,1256
90000	3	2,7854	5,4768	8,2622	19,4578
100000	3	3,5647	6,2471	9,8145	23,7812

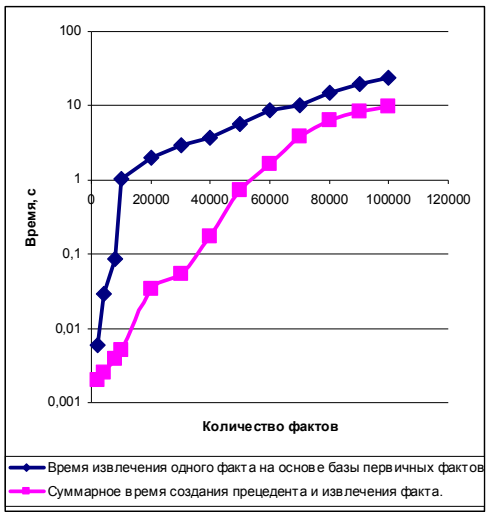


Рис.1. Время обработки фактов на основе прецедентов и базы первичных фактов

На рис. 1 представлены графики времени обработки фактов на основе прецедентов и базы первичных фактов. Показано, что время извлечения фактов на основе прецедентов существенно меньше времени обработки правил.

Представленная модель может быть использована в экспертных системах, логических агентах и в технологиях Semantic web. Проведенное исследование позволяет сделать вывод, что данный метод позволяет ускорить логический вывод в продукционной модели знаний. Увеличения времени извлечения факта по мере роста базы прецедентов является более приемлемым, нежели время, затраченное на работу правила с применением базы первичных фактов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бессмертный И.А.* Управление интеллектуальными навыками в базах знаний // Теория и системы управления. - Санкт-Петербург, 2011

2. *Бессмертный И.А.* Теоретико-множественный подход

к логическому выводу в базах знаний // Научно-технический вестник СПбГУИТМО. - Санкт-Петербург: СПбГУИТМО, 2010. - Т. 66, вып. 2. - С. 43-48. - 128 с. - ISSN 1819-222X.

3. *Hammad H.R.* Semantic Web Solutions//final thesis – IT University of Copenhagen, 2007, - С. 7-12- 100 с.

4. *Rezara J.M.* A System for Management of Semantic Data (OntologyComponents) in Semantic Web// Royal Institute of Technology -Sweden, 2007 –С. 5-27. – 167 с.

5. *Рассел, С., Норвиг, П.* Искусственный интеллект: Современный подход. 2-е изд. // пер. с англ. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2006.

Резюме

Логикалық қорытынды есебінің күрделілігінің мәселесі білімдердің продукция үлгісінің қолдануында қаралады. Прецендентердің базасы іздестіру ағашы бойынша қуыстың қажеттілігінің жоюы айғақтың шығаруын үдеуге жол жолымен қолданудың арқасында есептейді. Екінші айғақтардың тізімнің салыстыруын әдісінің уақытша мінездемелері зерттеледі.

Summary

In this article problems of complexity of a logic conclusion are considered at application production models of knowledge. The approach to acceleration of extraction of the fact by elimination of necessity of deepening on a tree of search by means of application of base of precedents is supposed. It is investigated time characteristics of a method of comparing the list of secondary facts.

Keywords: Semantic web, production model of knowledge, the logical conclusion.

Санкт-Петербургский исследовательский университет

Поступила 10.02 2012 г.

УДК 53.072; 53:681.3

Ш.Е. Джелеунова, А.И. Купчишин,
Л.Ш. Черикбаева, Т.А.Шмыгалева

МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ЭВМ ПРОЦЕССОВ РАДИАЦИОННОГО ДЕФЕКТООБРАЗОВАНИЯ В ТИТАНЕ

Математическая модель КВ-функции с учетом потерь энергии для ионов выглядит следующим образом [1]:

$$\psi_n(h',h,E_0)=\frac{1}{n!\lambda_0{}^n}\left(\frac{E_0'-kh'}{E_0'-kh}\right)^{-l}\exp\left(\frac{h-h'}{\lambda_0}\right)*\left[\frac{\ln\left(\frac{E_0'-kh'}{E_0'-kh}\right)}{ak}-(h-h')\right]^n, \qquad (1)$$

где n - число взаимодействий, h', h - глубины генерации и регистрации иона, λ_0, a, E_0', k - параметры аппроксимации.

Расчет каскадно-вероятностной функции с учетом потерь энергии для ионов, представленной выражением (1), особенно затруднителен при больших значениях n (что мы и имеем на самом деле в большинстве случаев), отдельные члены КВ-функции не могут быть вычислены непосредственно и дают, как правило, переполнение. Поэтому для вычисления КВФ используется следующая удобная для расчета модернизированная формула [1]:

$$\psi_n(h',h,E_0)=\exp\left[-\ln(n!)-n*\ln(\lambda_0)-\frac{1}{\lambda_0 ak}\ln\left(\frac{E_0'-kh'}{E_0'-kh}\right)+\frac{h-h'}{\lambda_0}+\right.$$

$$+ n * \ln\left(\frac{\ln\left(\frac{E_0'-kh'}{E_0'-kh} \right)}{ak} - (h-h') \right) \Bigg] . \qquad (2)$$

При нахождении аппроксимационных параметров, входящих в (2), использовалось следующее:

1. Сечение атом-атомных взаимодействий рассчитывалось по формуле Резерфорда [2].

2. Глубины наблюдений находились с помощью таблиц параметров пространственного распределения ионно-имплантированных примесей [3].

3. Значения коэффициента сечения аппроксимировались следующим аналитическим выражением:

$$\sigma(h) = \sigma_0 \left(\frac{1}{a(E_0'-kh)} - 1 \right) .$$

В результате подбора аппроксимационных кривых получены аппроксимационные параметры для различных налетающих частиц и мишени титана и представлены в таблицах 1-4. В этих же таблицах приведены значения теоретических корреляционных отношений η, показывающих, насколько хорошо аппроксимационные кривые согласуются с расчетами.

Таблица 1. **Аппроксимационные параметры для углерода в титане**

E_0	$\sigma_0 * 10^7$	a	E_0'	k	η
1000	0,737	0,73559	0,59913	262,11	0,9997
800	0,875	0,0329	13,205	6778,9	0,9998
500	0,976	0,400	0,846	614,37	0,9995
200	1,1532	0,0399	4,7746	7118	0,9998
100	1,8744	0,09455	1,7058	4538,4	0,9999

Таблица 2. **Аппроксимационные параметры для титана в титане**

E_0	$\sigma_0 * 10^8$	a	E_0'	k	η
1000	0,0066	0,0011	1,24	1006,5	0,998
800	протоны				0,999
500	0,033	0,0033	0,896	1445,8	0,99
200	0,031	0,0034	0,365	1574	0,999
100	протоны				0,999

Таблица 3. **Аппроксимационные параметры для железа в титане**

E_0	$\sigma_0 * 10^9$	a	E_0'	k	η
1000	0,00215	0,0031	0,872	830,89	0,9997
800	протоны				0,999997
500	0,0031	0,00419	0,454	873,6	0,99999
200	0,012	0,0146	0,193	963,37	0,99999
100	0,096	0,102	0,108	1080,6	0,99999

Таблица 4. **Аппроксимационные параметры для золота в титане**

E_0	$\sigma_0 * 10^{10}$	a	E_0'	k	η
1000	2,1636	0,84183	0,6399	1838,3	0,992
800	2,9238	0,69486	0,77487	2736,7	0,99
500	4,4239	1,7625	0,28721	1532,3	0,995
200	9,2176	3,1747	0,12896	1405,8	0,9995
100	16,002	8,2877	0,044316	778,57	0,9998

Отметим некоторые закономерности поведения области результата при изменении числа взаимодействий частиц.

1. Находится значение параметра $h/\lambda \approx n$. При малом атомном весе налетающей частицы и малых глубинах максимальное значение КВФ достигается примерно при h/λ. С увеличением глубины наблюдения область результата начинает смещаться влево от соответствующего h/λ и сужаться. Например, для азота и углерода в титане максимальное значение КВФ находится вблизи h/λ, затем начинает смещаться влево. Процент смещения правой границы области результата всегда уменьшается, а левой границы области колеблется (табл. 5).

2. С уменьшением первоначальной энергии (налетающая частица и мишень одна и та же) при одной и той же глубине область результата также сужается и смещается влево.

3. С увеличением атомного веса налетающей частицы область нахождения результата смещается влево относительно h/λ и сужается. Зависимость процента смещения правой границы области результата от атомного веса всегда убывающая, левой границы - колеблющаяся (табл. 5).

В табл. 5 приведена зависимость процента смещения левой и правой границ области результата от числа взаимодействий. под процентом смещения левой и правой границ области результата понимается значение, соответствующее смещению от h/λ влево или вправо (в процентах). b_1 - процент смещения левой границы области, b_2 – правой границы области, b_3 - процент внутренней области результата, n_n – шаг для расчета.

Таблица 5. **Зависимость процента смещения левой и правой границ области результата от числа взаимодействий для алюминия в титане: а) E_0 = 1000 кэВ; б) E_0 = 500 кэВ; в) E_0 = 100 кэВ**

$h * 10^4$, см	B_1,%	B_2,%	N_n	B_3,%
1	26,24	25	30	51,24
3	22	4	50	26
5	25,4	-7	70	18,4
7	30,9	-18	85	12,9
9	37,9	-28	100	9,9
11	46,25	-39	120	7,25
13	56,4	-51,5	140	4,9
15	69,42	-66,51	170	2,91
17	99,11	-88,41	215	0,71

а)

$h * 10^4$, см	B_1,%	B_2,%	N_n	B_3,%
1	25	15	30	40
3	26	-10	40	16
5	38	-28	50	10
7	54	-49	50	5
9	81	-79	100	2

б)

$h * 10^5$, см	B_1,%	B_2,%	N_n	B_3,%
1	26,25	28	30	54,25
3	20,5	8	50	28,5
5	22,65	-2	68	20,65
7	26,75	-12	80	14,75
11	38,7	-30	110	8,7
13	46,5	-39,5	130	7
15	55,9	-51,5	140	4,4

в)

Отметим некоторые закономерности, возникающие при нахождении реальной области определения в зависимости от h [1].

1. Как показывают расчеты, при малом атомном весе налетающей частицы и небольших глубинах область результата КВФ в зависимости от h находится вблизи h, которое соответствует h/λ. С увеличением глубины наблюдения область результата смещается и сужается.

2. С уменьшением первоначальной энергии частицы (налетающая частица одна и та же) при одной и той же глубине наблюдения область результата смещается вправо и сужается.

3. С увеличением глубины наблюдения для любой налетающей частицы область результата смещается вправо и процент внутренней области уменьшается. Процент смещения левой границы области уменьшается, иногда на конце пробега немного увеличивается. Правая граница области колеблется, на конце пробега уменьшается (табл.6), однако процент внутренней области результата всегда уменьшается.

4. В зависимости от атомного номера налетающей частицы при одном и том же значении глубины h область результата смещается вправо и процент внутренней области уменьшается, для тяжелых элементов (например, золото) начинается смещение области влево. Процент смещения левой границы области уменьшается, для тяжелых элементов немного увеличивается, процент смещения правой границы области колеблется (табл. 6).

5. При большом значении атомного номера налетающей частицы область результата смещается вправо относительно h, соответствующего h/λ уже при малых глубинах.

Таблица 6. **Зависимость процента смещения левой и правой границ области результата от глубины проникновения для титана в титане: а) E_0 = 1000 кэВ; б) E_0 = 500 кэВ; в) E_0 = 100 кэВ**

$h*10^4$, см	h/λ, см	C_1,%	C_2,%	N_h	C_3,%
1	3028	6,5	17,5	45	24
3	11032	-7,6	20	100	12,4
5	23398	-18,63	25,5	190	6,87
7	45061	-27,09	30,78	400	3,69
9	92599	-27,4	28,45	1400	1,05
11	281560	-12,191	12,197	210000	0,006

а)

$h*10^4$, см	h/λ, см	C_1,%	C_2,%	N_h	C_3,%
1	7423	-1,75	17	80	15,25
2	18393	-13,5	22	150	8,5
3	36234	-23,41	28,5	275	5,09
4	70326	-28,85	31	700	2,15
5	161359	-21,938	22,2	5500	0,262

б)

$h*10^5$, см	h/λ, см	C_1,%	C_2,%	N_h	C_3,%
1	3351	6,45	16,5	45	22,95
3	12054	-7,1	18	110	10,9
5	25723	-18,75	25,5	200	6,75
7	52216	-27,05	30	500	2,95

в)

Здесь C_1 - процент смещения левой границы области от h, C_2 - правой границы, C_3 - процент внутренней области результата.

Расчет концентрации радиационных дефектов при ионном облучении выполняется по формуле [1]:

$$C_k(E_0,h) = \int_{E_c}^{E_{2\max}} W(E_0,E_2,h)dE_2 \tag{3}$$

Спектр первично-выбитых атомов определяется следующим соотношением [1,4]:

$$W(E_0,E_2,h) = \sum_{n=n_0}^{n_1} \int_{h-k\lambda_2}^{h} \psi_n(h') \exp\left(-\frac{h-h'}{\lambda_2}\right) \frac{w(E_1,E_2,h')dh'}{\lambda_1(h')\lambda_2}, \tag{4}$$

где n_1 - максимальное число упругих столкновений, $\psi_n(h')$ - каскадно-вероятностная функция с учетом потерь энергии для ионов после n-го числа взаимодействий на глубине генерации h'.

Делая преобразования, приходим к следующему выражению [1]:

$$C_k(E_0,h) = \frac{E_d}{E_c} \frac{E_{2\max}-E_c}{E_{2\max}-E_d} \sum_{n=n_0}^{n_1} \int_{h-k\lambda_2}^{h} \psi_n(h') \exp\left(-\frac{h-h'}{\lambda_2}\right) \frac{dh'}{\lambda_1(h')\lambda_2}. \tag{5}$$

Нахождение области результата концентрации радиационных дефектов при ионном облучении позволило выявить следующие закономерности:

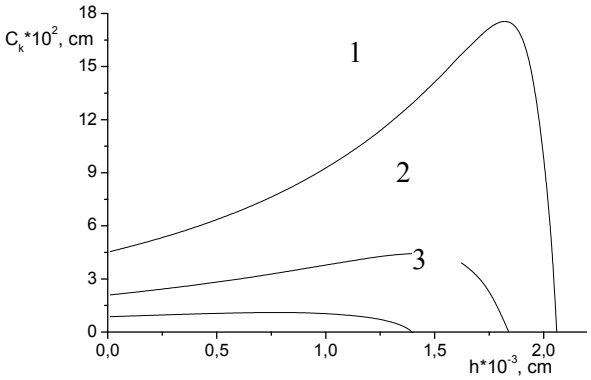


Рис. 1. Зависимость концентрации радиационных дефектов от глубины при облучении титана ионами азота при E_0=1000 кэВ, E_c=50 кэВ (1), 100 кэВ (2), 200 кэВ (3)

1. С уменьшением первоначальной энергии первичной частицы интервал области результата смещается вправо, значения концентрации радиационных дефектов возрастают.

2. В зависимости от глубины проникновения начальное и конечное значения числа взаимодействий увеличиваются, интервал области результата (n_0 n_1) также увеличивается и смещается вправо.

3. С увеличением атомного номера налетающей частицы интервал области результата значительно смещается вправо и увеличивается, значение концентрации в точке максимума и сами значения концентраций сильно увеличиваются.

4. Если атомный вес налетающей частицы намного меньше атомного номера мишени, то концентрация радиационных дефектов обращается в ноль при энергиях значительно больших пороговой энергии. Как правило, обращение в ноль происходит при E_1=50, 60 кэВ для концентрации, рассчитанной при E_c=50 кэВ.

Результаты расчетов представлены на рис. 1 и в табл. 7.

Таблица 7. **Границы области определения концентрации радиационных дефектов для алюминия в титане при E_c=50 кэВ и E_0=1000 кэВ**

h*10^4, см	**$C_к$, см**	**E_0, кэВ**	**n_0**	**n_1**
0,1	3286,5	1000	7	139
1,4	3560,9	900	645	1155
3	3964,6	800	1645	2410
4,5	4419,5	700	2735	3698
6,2	5068	600	4172	5344
7,9	5908,4	500	5882	7260
9,7	7124,1	400	8100	9707
10,6	7910,7	350	9427	11156
11,5	8858,2	300	10951	12811
11,9	9358	280	11707	13628
12,3	9907,8	260	12521	14507
12,7	10513,5	240	13404	15457

Продолжение табл. 7

1	2	3	4	5
13,1	11178,9	220	14365	16490
13,5	11906,1	200	15421	17621
13,9	12689,6	180	16589	18871
14,3	13508,5	160	17898	20268
14,7	14298,7	140	19383	21850
15,2	15536,3	120	21570	24174
15,6	15644,2	100	23691	26421
16	13843,2	80	26303	29183
16,2	11101,2	70	27876	30843
16,4	5544,9	60	29700	32765
16,6	-5926,2	50	31870	35049

ЛИТЕРАТУРА

1. *Купчишин А.А., Купчишин А.И., Шмыгалева Т.А.* и *др.* Моделирование на ЭВМ и экспериментальные исследования радиационных процессов в железе и твердых сплавах. Монография. Алматы. 2010. – 263 с.

2. *Merkel K.L.* Radiation – Induced point defects clusters in copper and gold-phys. stat. solid., 18, 1966. – P.173-188.

3. *Томпсон М.В.* Дефекты и радиационные повреждения в металлах. - М.: Мир, 1971.- 367 с.

4. *Купчишин А.И., Потатий К.В.* Расчет концентрации радиационных дефектов от электронов и протонов в металлах // Взаимодействие излучений с веществом. Алма-Ата. КазГУ. 1984. – С. 70-87.

Резюме

Бұл жұмыста титандағы радиациялық ақау құрылу үдерісінің компьютерлік модельдеуі қарастырылған. Мұнда каскадты - ықтимал функциялар (КЫФ) есептеуінің алгоритмі әзірленді. Аналитикалық түрде КЫФ-сын алуда параметрлер қатарлары үшін таңдап алынған аппроксимациялық формулалары қолданылды. Өзара әрекеттесу саны мен өтімділік тереңдігіне байланысты функция күйіне талдау жасалынды. Алынған КЫФ әртүрлі бөліктермен титанды сәулелендіруде радиациялық ақаулар концентрациясы мен алғашқы рет қиратылған атомдар спектрлерін есептеуге қолданылған. Есептеулер қорытындылары графиктер және кестелер түрінде келтірілген.

Summary

The computing modeling of processes of the radiation-induced defects generations in titanium is considered in this article. The algorithm of cascade-probabilistic functions (CPF) calculation is developed. Well-chosen approximation formulas for the number of parameters contributed to CPF receiving in analytical form. Behavior of the functions is analyzed depending on the depth of penetration and number of interactions. The obtained CP - functions were used to calculate the spectrums of primary knocked - out atoms (PKA) and the concentration of radiation- induced defects by the irradiation of titanium by different particles. The results of the calculations are presented in the manner of the tables and graphics.

КазНУ им. Аль-фараби
КазНПУ им. Абая

Поступила 10.03.2012 г.

УДК 002.6:025.3/.4

С.Б. Рахметулаева, Н.М. Османов

КРАТКИЙ ОБЗОР ВЛИЯНИЯ ИНТЕРНЕТ СЕРВИСОВ НА ИЗУЧЕНИЕ КАЗАХСКОГО ЯЗЫКА

Открыв школьную тетрадь по информатике за 4 или 5 класс, на первой странице, я прочел следующее определение: «Компьютер – не мозг, а просто еще одно устройство или инструмент, приду-

манный для облегчения нашего труда, увеличения производительности труда». Да, звучит, конечно, посредственно. Но, каким бы тривиальным, и возможно наивным не казалось это определение, главные слова в нем - «облегчение нашего труда» и «увеличение производительности труда», являются для нас обыденным функциональным назначением компьютеров.

Не буду повторяться и подробно говорить о том, что без компьютерной техники мировая цивилизация, именно в глобальном понимании, была бы скудной, и скучной в прямом смысле. Ведь именно интернет, в который мы «выходим» каждый день, и по «его вине» несколько часов подряд проводим за компьютером, прочно укрепился в нашей повседневной жизни.

Мало кто знает, что Google каждый месяц обрабатывает более 41 миллиарда запросов (в 2006 году эта цифра составляла 2.7 миллиарда), а в 2000 году, когда я еще учился в начальных классах школы, и записывал в тетрадь определение слова «компьютер», никто не подозревал о том, что такое «поисковая система», и, естественно, понимал другое значение слова «запрос». [1] Если обратиться к статистике, то скорость обновления информации такова, что 90% знаний, которыми мы обладаем сегодня, 50 лет назад были неизвестны науке. Такие привычные сейчас разговорные слова как «скинуть на почту», «скачать песню», «оставить коммент», «играть в онлайн-игры», «смотреть фильмы онлайн», «перейти по ссылке», «электронный учебник», «онлайн-переводчик» и многое другое, всего десять лет назад были темным лесом для рядового пользователя компьютером, которых в свою очередь тоже было немного.

Ежедневно интернет пространство увеличивается на 7 миллионов веб-страниц. Цифра конечно внушительная, но ведь не все они пользуются популярностью и зачастую просто бесполезны. В данной статье будут рассмотрены, вебсайты казахстанского интернет пространства, предназначенные для грамотного освоения казахского языка. В частности будет произведен небольшой обзор популярных онлайн-переводчиков.

Итак, начнем с самого известного, на мой взгляд, онлайн-переводчика, находящегося по адресу http://sozdik.kz. В «Википедии» представлена информация о двух тысячах пользователей, и двадцати пяти тысячах переводов слов и словосочетаний в день. [2]

Визуально вебсайт онлайн-словаря и переводчика воспринимается легко, преобладают оттенки серого цвета, что, как мне кажется, является показателем хорошего цветового решения. Основное меню состоит из пяти вкладок: «Словарь», «Переводчик», «Новости», «Реклама», «О Проекте». Элементы меню выполнены эстетично, с закругленными углами и подсветкой при наведении. При выборе пункта меню «Словарь», появляется модуль с виртуальной клавиатурой, для ввода специфических букв казахского языка, и поле для ввода непосредственно самого слова. Реализована возможность двустороннего перевода, и как заявлено в описании проекта, словарь содержит более 60000 словарных статей по каждому направлению перевода. [3] При вводе выпадает подсказка имеющихся слов в виде вариантов, реализованная по технологии AJAX. Если перейти по ссылке «Добавить слово», то откроется окно с сообщением: «Вы можете добавить слово, которого еще нет в словаре sozdik.kz. Слово будет добавлено в словарную базу после проверки нашими специалистами». Ниже этого сообщения, в полях «Слово», «Исходный язык, «Языка перевода» и «Перевод» вводятся данные, который по нажатию кнопки «Отправить», будут переданы на сервер. Рекламы на вебсайте достаточно много, и она привлекает внимание больше, чем само функциональное назначение переводчика. Если рассматривать корректность перевода, то, к примеру, слово «марқабат» онлайн-словарь перевел как «милость, благоволение, благословление», хотя во многих книжных словарях оно переводится как «пожалуйста, позвольте». Пользоваться этим онлайн-переводчиков или нет, оставим решение этого вопроса на ваше усмотрение. Далее представлены отзывы пользователей словаря (отзывы предоставлены в их первоначальном виде):

AKSHATURALY:

«Сервис хороший, но безальтернативный. Так что куда не пойди – все равно придешь к нему, если перевод нужно сделать».

ArtemDizz:

«Нормально. Главное по школе помогает»

Восходящая:

«если честно я не понимаю где тут словарь или его подобие…интересно»

Димчик:

«Текст не переведешь, но для отдельных слов удобно. Часто пользуюсь».

lucky:

«дооо словарь конечно просто блеск, половину слов просто не перводит, потрясающе….». [4]

На различных форумах имеется еще много различных положительных и отрицательных отзывов, но проще самому проверить возможности этого словаря по адресу http://sozdik.kz. В общих чертах онлайн-переводчик оправдывает свою популярность, но для проекта, который существует уже несколько лет, является очень медленно прогрессирующим.

Далее на очереди не менее популярный http://**soylem.kz**. Вот как анонсируют переводчик разработчики: «Система SOYLEM разработана компанией LimeOn Global Company на базе ядра перевода AUDARMA 2.00, созданного авторитетным коллективом авторов. Ядро разрабатывалось с 1992 года и включает в себя точные и расширенные языковые модели, обширную базу слов, словосочетаний и языковых конструкций». [5] Первое, что хотелось бы отметить это визуально приятный дизайн, так же удобно расположены поля для ввода текста, но думаю кнопка «перевести текст» должна позиционироваться на более приспособленном и заметном месте. Оттенки зеленого и оранжевого гармонично сочетаются на белом фоне, но наряду с этим небольшими достоинствами, есть и существенный недостаток, им является достаточно долгий рендеринг главной страницы по сравнению с другими переводчиками, хотя для особо терпеливых пользователей это не является недочетом.

Разработчики, также предлагают приобрести различные версии своего продукта: «SOYLEM START – Начальная редакция», «SOYLEM Personal - Персональная редакция», «SOYLEM PRO - Профессиональная редакция», «SOYLEM NET - Корпоративная редакция». Каждый из этих продуктов отличается функционалом, тематикой переводов и достоверностью перевода слов и предложений. К примеру, редакция «SOYLEM START – Начальная редакция» описана следующим образом: «Переводчик для тех, кто хочет получить персонального помощника при изучении казахского языка и для перевода небольших текстов. Идеально подходит для использования на домашнем компьютере и в образовательных целях. Получите перевод просто и быстро!», а описание редакции «SOYLEM PRO - Профессиональная редакция» выглядит следующим образом: «Полноценное решение для бизнеса с расширенным набором настроек для точного перевода документов любой сложности по различным тематикам (деловых контрактов, технических описаний, финансовых и других документов)». [6] Таким образом, у нас есть возможность, приобрести одну из этих редакций, если нас не устраивает бесплатный онлайн переводчик на официальном сайте, или же у нет доступа к сети интернет.

По оценкам разработчиков системы «SOYLEM» - трудоемкость процесса перевода с помощью их системы снижается примерно на 80%.

Интересно то, что при переводе того же слова «марқабат», оно было переведено также как в следующем примере, то есть «милость, благоволение, благословление», более того переводчик выдал следующий текст: «словарная статья предоставлена русско-казахским и казахско-русским словарем sozdik.kz». Несмотря на все это отзывы достаточно оптимистичные (отзывы предоставлены в их первоначальном виде):

Ангелина:

«а у меня всегда получается перевести, в любое время я захожу и он мне все переводит, очень правильный переводчик, огромное спасибо создателям!!!!!!!!!!!!»

Денис:

«Хороший переводчик не точто другие»

Qb&Pc:

«Хм странно странно, обыскал кучу переводчиков и заходя в этот надеялся что хоть сейчас перевод будет, хотябы чуточку человеческим, не говоря уж об нормальном полноценном переводе. И то слова перековерканны так что проще мозг сломать чем понят эту кашу.»

ученик:

«ну что поделаешь, все равно лучше других, придется пользоаться, и на том спасибо.». [7]

Следующий переводчик, который будет рассмотрен, расположен на официальном сайте компании SANASOFT (http://www.sanasoft.kz), которая уже 10 лет занимается разработкой программного обеспечения по поддержке казахского языка в сфере информационных технологий. Переводчик находится на стадии альфа-версии, и о его работоспособности нельзя судить строго.

Как обычно нашему взору предлагаются две области, одна слева для ввода данных, справа для вывода готового перевода. К удивлению, при вводе контрольного слова «марқабат», справа мы полу-

чили тоже слово, что говорит о том, что база этого переводчика это слово не содержит, но зато когда было введено слово «сәлем», переводчик уверенно выдал «привет».

Интерес вызывает кнопка на главной панели переводчика, под названием «Перейти в режим обучения». Как оказалось, этот режим позволяет ввести непосредственно самому пользователю слова, и их варианты переводов, но с ограничениями, описанными в инструкции: «Для обучения переводчика рекомендуется избегать числительных, цифр, символов, дат, адресов, имен собственных, иностранных слов, аббревиатур, кавычек, скобок, адресов интернет, почты и т. п. Также рекомендуем избегать предложений с однородными членами. Используйте обычные слова для обучения переводчика. Выберите направление перевода. Введите одно исходное предложение и его перевод. Требуется соблюдать правила синтаксиса и грамматики обоих языков. Слова в предложении не должны иметь орфографических ошибок. После необходимо создать список соответствия слов одного языка другому. Необходимо заполнить поля перевода для каждого исходного слова. В случае отсутствия перевода такое поле может остаться пустым. Вводимые слова перевода должны быть в той же форме, что и в вашем переводе. Количество слов и знаков препинания должно соответствовать количеству вводимых слов в поля». [8]

После того, как будут введены данные , их необходимо отправить разработчикам, предварительно вписав в соответствующие поля ваше имя и электронный почтовый адрес.

Следующий онлайн-словарь - http://www.ilk.kz. Сразу же в глаза бросается небрежный дизайн вебсайта, для громкого названия скрытого в аббревиатуре ilk – I Love Kazakh, откровенно говоря, выполнено очень плохо. Складывается такое ощущение, что вебсайт находится на стадии разработки. И хотя на главной странице написано следующее: «Сайт ilk.kz является неким мостом между русско- и казахско- говорящим населением Казахстана, справочником для Казахстанцев, которые интересуются казахской культурой, инструментом для быстрого перевода незнакомых слов казахского, русского и английского языка», меня перспектива такого моста не радует. [9]

На просторах казахстанского интернета множество различных эстетично выполненных вебсайтов, но качество онлайн-переводчиков, в первую очередь качество их перевода, оставляет желать лучшего. Но заметим, что этим порой грешат многие популярные английские, французские, немецкие и другие переводчики. Как заметил пользователь одного из переводчиков, оставив комментарий к нему: «Лично мне нравится переводчик! чтобы разобраться в переводе нужно самому хотя бы немного знать язык! в мире нет переводчика, который переводит 100% правильно!!!». [10] Более того, то, что было сделано за последние годы в плане популяризации казахского языка среди населения, это огромнейший шаг в становлении государственного языка, а значит и в становлении государственности в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Википедия* – Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]: сведения о поисковой системе Google – Электрон. дан. – Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/Google, свободный. — Загл. с экрана. — Яз. рус., англ.

2. *Википедия* – Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]: сведения о казахско-русском, русско-казахском онлайн переводчике «sozdik.kz» – Электрон. дан. – Режим доступа: http://kk.wikipedia.org /wiki/ Sozdik.kz, свободный. — Загл. с экрана. — Яз. каз., англ.

3. Sozdik.kz русско-казахский и казахско-русский словарь [Электронный ресурс]: сведения о проекте «sozdik.kz» - Электрон. дан. – Режим доступа: http://sozdik.kz/ru/about/, свободный. — Загл. с экрана. — Яз. рус., англ.

4. Наш Казнет… обзор казахстанского интернета [Электронный ресурс]: отзывы пользователей об онлайн переводчике «sozdik.kz» - Электрон. дан. – Режим доступа: http://skazhu.kz/?p=92 свободный. — Загл. с экрана. — Яз. рус., англ.

5. SOYLEM [Электронный ресурс]: сведения о системе электронного перевода «SOYLEM» - Электрон. дан. – Режим доступа: http://soylem.kz/index.php/abouttrans/description/, свободный. — Загл. с экрана. — Яз. рус., англ.

6. SOYLEM [Электронный ресурс]: описание редакций онлайн переводчика «SOYLEM» - Электрон. дан. – Режим доступа: http://www.soylem.kz/index.php/abouttrans/redactions, свободный. — Загл. с экрана. — Яз. рус., англ.

7. SOYLEM [Электронный ресурс]: отзывы пользователей об онлайн переводчике «SOYLEM» - Электрон. дан. – Режим доступа: http://audaru.kz/kz/index.html?page=42, свободный. — Загл. с экрана. — Яз. рус., англ.

8. SANASOFT – Языковой ресурс компании [Электронный ресурс]: инструкция для пользователей о функции режим обучения - Электрон. дан. – Режим доступа: http://www.sanasoft.kz/files/education.htm, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. Рус., англ.

9. I Love Kazakh - онлайн словарь-переводчик [Электронный ресурс]: сведения о проекте «I Love Kazakh»- Электрон. дан. – Режим доступа: сведения о проекте «sozdik.kz», свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

10. SOYLEM [Электронный ресурс]: отзывы пользователей об онлайн переводчике «SOYLEM» - Электрон. дан. – Режим доступа: http://audaru.soylem.kz/index.html?page=9, свободный. — Загл. с экрана. — Яз. рус., англ.

Резюме

Мақалада қазіргі кездегі интернет қызметтерінің қарқынды дамуы туралы айтылып, атап айтқанда сөздер мен сөйлемдердің қазақ тілінен орыс тіліне және керісінше аударуға арналған арнайы онлайн аудару вебсайттарының қызметтері зерттелінеді. Бұл жұмыста бірнеше танымал онлайн-аударушылар туралы пайдаланушылардың пікірлері бастапқы түрде беріліп және олардың қолданылуы мен толық аударуына байланысты тиісті блиц-шолу өткізілген.

Summary

The article considers the rapid development of the internet services, namely, the activities of websites, which functions are aimed to provide the automatic translation service of words and sentences from kazakh language to russian language, and back. In this work in its original forms are provided users feedbacks on each online-translator and conducted a blitz-survey of their usability and reliability of the translation.

The keywords: online-translator, online-dictionary, internet, website.

КазЭУ им. Т. Рыскулова *Поступила 10.03.12 г.*

• ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Г.М. Сабитова

ЕДИНОЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ПРОСТРАНСТВО КАК ФАКТОР ГЛОБАЛИЗАЦИИ

Международное право, политику и экономику трудно представить вне связи с явлением объединения наций. В условиях, когда на общемировом уровне говорится о взаимозависимости экономик и глобализации хозяйственных связей, а на региональном – об общих исторических корнях, длительном совместном хозяйствовании, нельзя обойти вниманием вопросы о международно-правовых средствах и способах сближения, интеграции, под которой обычно понимают экономические и политические объединение государств.

Таможенный союз путем эволюции закономерно перерастает в Единое Экономическое Пространство с единой наднациональной валютой и экономическим пространством. Единое экономическое пространство – интеграционное объединение трех государств Таможенного союза Беларуси, Казахстана и России.

2011 год в интеграционном аспекте является прорывным. Казахстан, Россия и Беларусь вышли на качественно новый этап взаимодействия в формате Единого Экономического пространства. ЕЭП начал свою работу с 01 января 2012 года и это, безусловно, одно из важнейших внешнеполитических событий.

Однако это только начало пути. И здесь многое зависит от того, как по нему будут двигаться Казахстан, Россия и Беларусь, которые уже показали настолько высокие темпы, что оставили некоторых партнеров далеко позади. Странам «тройки» стало тесно в указанном формате, и они вышли на более высокую ступень взаимодействия. Президент РК на первом заседании Высшего евразийского экономического совета пояснил суть интеграционных инициатив. Создав Таможенный союз, по его словам, мы обеспечили свободное передвижение товаров. В рамках ЕЭП же закладываются условия для единого рынка услуг, инвестиций, капитала, трудовых ресурсов.

В период с 2012-2015 год государства «тройки» намерены обеспечить равный доступ стран-участниц пространства на рынок финансовых, банковских и страховых услуг на условиях национального режима, создать равные правовые условия для инвестиционной деятельности, снять ограничения в валютных операциях.

Государства – члены ЕЭП намерены обеспечить унификацию железнодорожных тарифов на перевозки грузов, а впоследствии и доступ к услугам железнодорожной инфраструктуры для перевозчиков. Компании получат равный доступ к услугам естественных монополий и государственным закупкам.

Что не менее важно, будут сняты ограничения для трудовой миграции. Граждане каждой из стран смогут находиться на территории другого государства-участника до 30 суток без регистрации в уполномоченных органах, смогут пользоваться определенными социальными ограничениями, их права будут защищены.

Впервые в истории постсоветского пространства создана наднациональная структура, призванная регулировать интеграционные процессы в рамках ЕЭП и Таможенного союза, - Евразийская экономическая комиссия (ЕЭК). Схема руководства ЕЭП и Таможенного союзом отныне такова: общее политическое управление осуществляет высший Евразийский экономический совет – орган, состоящий из глав государств и правительств. Местом дислокации штаб-квартиры комиссии определена Москва.[1]

Основными принципами формирования ЕЭП являются:

▪ Целью формирования ЕЭП является создание условий для стабильного и эффективного развития экономик государств-участников и повышения уровня жизни населения.

▪ Основными принципами функционирования ЕЭП являются обеспечение свободы перемещения товаров, услуг, финансового и человеческого капитала через границы государств-участников.

▪ Принцип свободного движения товаров предусматривает устранение изъятий из режима свободной торговли и снятие ограничений во взаимной торговле на основе унификации таможенных тарифов, формирования общего таможенного тарифа, установленного на основе согласованной государствами-участниками методики, мер нетарифного регулирования, применения инструментов регулирования торговли товарами с третьими странами. Механизмы применения во взаимной торговле антидемпинговых, компенсационных, специальных и защитных мер будут заменяться едиными правилами в области конкуренции и субсидий.

▪ ЕЭП формируется постепенно, путем повышения уровня интеграции, через синхронизацию осуществляемых государствами-участниками преобразований в экономике, совместных мер по проведению согласованной экономической политики, гармонизацию и унификацию законодательства в сфере экономики, торговли и по другим направлениям, с учётом общепризнанных норм и принципов международного права, а также опыта и законодательства Евросоюза.

▪ Направления интеграции и мероприятия по их реализации определяются на основе соответствующих международных договоров и решений органов ЕЭП, предусматривающих обязательность их выполнения для каждого из государств-участников в полном объёме, а также механизм их реализации и ответственности за невыполнение согласованных решений.

▪ Формирование и деятельность ЕЭП осуществляется с учётом норм и правил ВТО.

▪ Координация процессов формирования ЕЭП осуществляется соответствующими органами, создаваемыми на основе отдельных международных договоров. Структура органов формируется с учётом уровней интеграции.

▪ Правовой основой формирования и деятельности ЕЭП являются международные договоры и решения органов ЕЭП, заключаемые и принимаемые с учётом интересов и законодательств государств-участников и в соответствии с общепризнанными нормами и принципами международного права.

▪ Проведение согласованной налоговой, денежно-кредитной, валютно-финансовой, торговой, таможенной и тарифной политики.

▪ Развитие единых транспортных, энергетических и информационных систем.

▪ Создание общей системы мер государственной поддержи развития приоритетных отраслей экономики, производства и научно-технологической кооперации.

С этой точки зрения создание Единого экономического пространства (ЕЭП) является фактором повышения конкурентоспособности стран данной региональной интеграционной группировки. Заметим, что региональная организация – это прежде всего рост возможностей по активизации строительства транснациональных корпораций, которые обладают большими объемами капитала и могут использовать эффект от экономии на масштабах для конкурентной борьбы. Кроме того, благодаря региональной интеграции также имеет место «эффект создания торговли», при котором происходит переориентация потребительского спроса от товаров, произведенных внутри страны, к более эффективным иностранным товарам, ставшая возможной в результате устранения импортных пошлин в рамках таможенного союза.

Каждый участник ЕЭП самостоятельно определяет, в каких направлениях развития интеграции или отдельных интеграционных мероприятиях оно будет принимать участие и в каком объеме. Государство-участник имеет возможность присоединиться к международным договорам, обеспечивающим формирование и функционирование ЕЭП, по мере готовности. При этом участник должен соблюдать согласованную последовательность присоединения к перечню международных договоров.[2]

Режим ЕЭП принесет выгоды, прежде всего экспортерам углеводородного сырья, металлов, зерна, т.е. сырьевому сектору. Для отечественных предпринимателей открываются новые источники доходов. То же самое можно говорить и в отношении государственного бюджета. (т.е. рост налоговых поступлений от сырьевых отраслей).

В то же время существуют и рамки, связанные с формированием региональной интеграционной группировки. Прежде всего, эти риски относятся к чувствительным секторам экономики, в которых страны-члены региональной группировки интенсивно конкурируют друг с другом. В этих условиях либерализации торговли в этих секторах экономики может негативно сказаться на занятости и

социальной защищенности населения. В торговле между странами ЕЭП такого рода чувствительные секторы экономики включают в себя сельскохозяйственные товары, продукцию черной металлургии, а также химической промышленности. [2]

В силу неразвитости в стране перерабатывающей промышленности, например, если сравнить с Россией, возможно усиление вывоза сырья. Стартовые позиции неодинаковые, конкурентные преимущества имеют наши партнеры. Проблема демпинга также может оставаться вне регулирования. Страны-участники Таможенного союза нередко сталкивались с явлениями демпинга на мировых и внутренних рынках. Недостаточного опыта по защите своих национальных интересов в экономических судах еще не приобрели.

Приоритетное значение имеет усиление конкурентоспособности казахстанского бизнеса, прежде всего в агропромышленном секторе, в его перерабатывающих отраслях. Иностранные инвестиции, прежде всего из восточных стран, остаются одним из главных факторов индустриально-инновационного развития Казахстана. Благоприятный инвестиционный климат, богатые сырьевые ресурсы страны, расширение рынка товаров с облегченным выходом в интеграционное пространство Таможенного союза – эти факторы необходимо задействовать с полнотой и эффективностью для активизации иностранных инвестиций.[3]

ЛИТЕРАТУРА

1. Газета «Казахстанская правда» №1, январь 2012 г. 2с.
2. Журнал «Аль-пари» №3-4,2007, Р.К. Ниязбеков
3. Международная научно-практическая конференция на тему: «Таможенный союз Беларуси, Казахстана и России: реалии и перспективы» Ураз Баймуратов

Резюме

Мақалада БЭК туралы түсініктеме, принциптері мен негізгі бағыттары қарастырылады. Сонымен қатар, БЭК қалыптасуына және дұрыс дамуына қандай іс-әрекеттерді жасауымыз қажет екендігі қарастырылады.

Summary

In this context, we consider the basic concepts, principles and guidelines for the UES. As we consider the issues of formation and proper development of the UES.

Университет «Туран» *Поступила 10.03.12 г.*

Д.И. Данабаева

УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ НА МАЛЫХ И СРЕДНИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Инновационный процесс имеет социальную значимость, так как процесс происходит в социальной среде, вызывает социальные потребности и сопровождается процессом социальных изменений. Поэтому при исследовании, планировании и управлении инновационными процессами необходимо учитывать их социальные последствия.

Инновациялық үрдісінде әлеуметтік мағынасы бар, сондықтан да үрдіс әлеуметтік жүйеде дамып отырады. Әлеуметтік қызығушылықтарын тарта отыра, әлеуметтік өзгерістерінің үрдісімен жеткізіледі. Сонымен инновациялық үрдістерді зерттеу, жоспарлау және басқару кезінде олардың әлеуметтік кемшіліктерін ескеру керек.

Innovative process has the social importance as process occurs in the social environment, causes social requirements and is accompanied by process of social changes. Therefore at research, planning and management of innovative processes it is necessary to consider their social consequences.

Инновации становятся ключевым фактором развития малых и средних предприятий. Успех инновационного менеджмента зависит от способности предприятия создать для нововведений

стимулирующие внутренние и внешние рамочные условия. Инновационный процесс требует стратегического планирования и ориентированного на рынок управления

Увеличение оборота и рост производства на малых и средних предприятиях решающим образом зависят от инноваций. Предпосылкой для выживания этих компаний на рынке служат новые и улучшенные товары и услуги. Убыстряющиеся изменения запросов клиентов, меняющиеся требования к качеству, короткие жизненные циклы продукции и возрастающие темпы ее обновления приводят к тому, что производственные программы малых и средних предприятий должны быстро перестраиваться. Инновации становятся ключевым стратегическим параметром развития любого предприятия и экономики в целом.

Понятие "инновация" и ее признаки.

К инновациям относятся все изменения (новшества), которые впервые нашли применение на предприятии и приносят ему конкретную экономическую и/или социальную пользу. Поэтому под инновацией понимается не только внедрение нового продукта на рынок, но и целый ряд других нововведений:

- новые или улучшенные виды продукции (продуктовые инновации);
- новые или улучшенные услуги (инновации услуг);
- новые или улучшенные производственные процессы и технологии (процессные и технологические инновации);
- измененные социальные отношения на предприятии (социальные или кадровые инновации);
- новые или улучшенные производственные системы.

Эти виды инноваций в практике предприятия переплетаются между собой. В условиях современных технологий технические, хозяйственные, организационные и социальные изменения в производственных процессах вообще неотделимы друг от друга.

Определяющими для инноваций являются следующие признаки:

- они всегда связаны с хозяйственным (практическим) использованием оригинальных решений. В этом заключается их отличие от технических изобретений;
- дают конкретную хозяйственную и/или социальную выгоду для пользователя. Эта выгода предопределяет проникновение и распространение инновации на рынке;
- означают первое использование новшества на предприятии независимо от того, применялось ли оно где-либо ранее. Иначе говоря, с точки зрения отдельной компании даже имитация может иметь характер инновации;
- нуждаются в творческом подходе и связаны с рисками. Инновации не могут создаваться и внедряться в ходе рутинных процессов, а требуют от всех участников (руководителей и сотрудников) ясного понимания необходимости в них и творческих способностей.

Инновационный менеджмент

Когда владелец малого или среднего предприятия начинает знакомиться с еще неизвестными ему товарами, услугами, производственными методами и т.п., то он не всегда осознает, сможет ли стать инновацией в дальнейшем то, что кажется ему новым сейчас. Инновационность чего-либо часто можно установить лишь задним числом. Именно в этом скрываются шансы и таятся опасности. Если бы предприниматель сразу воспринимал идею как инновационную, то поступал бы совсем по-иному, чем в случае отсутствия у него подобного инновационного чутья. В истоке сознательного инновационного менеджмента стоит, таким образом, умение распознавать инновации, ибо только при таком условии ресурсы могут использоваться для стимулирования инновационного процесса.

Инновационный менеджмент охватывает все стратегические и оперативные задачи управления, планирования, организации и контроля инновационных процессов на предприятии. В широком смысле он должен пониматься как менеджмент, ориентированный на изменения. Такой менеджмент отличается по своей сути от процессов принятия решений в других производственных областях, поскольку инновационные решения не являются рутинными, а предполагают наличие широкого понимания проблем предприятия и творческих способностей работников.

В последнее время разрабатываются соответствующая систематика и инструментарий методов. Главным элементом этой систематики является разбивка инновационного процесса на фазы, а также использование техники повышения его эффективности. В принципе малые и средние предприятия для успешного осуществления инновационных проектов могут воспользоваться двумя альтернативами.

1.Предприятия сами разрабатывают инновационно-технические предпосылки и реализуют на рынке полученные результаты. Такой подход связан с большими и постоянно растущими финансовыми затратами, обусловленными научно-техническим прогрессом, и тем самым с огромными экономическими рисками. Это касается прежде всего продукции высокого технического уровня и большой сложности. Все это по силам в основном только крупным предприятиям.

2. В рамках кооперационной стратегии малые и средние предприятия сотрудничают с другими компаниями. При этом кооперация может осуществляться на всех этапах инновационного процесса. Кооперация малых и средних предприятий в целях повышения конкурентоспособности и снижения рисков находит все более широкое применение при крупномасштабных инновациях. Сотрудничество может проходить в самых разных формах, например в форме стратегического альянса, кооперационных исследований, кооперационного производства или кооперационного маркетинга.

Рамочные условия, стимулирующие инновации

Успех инновационного менеджмента решающим образом зависит от того, удастся ли предприятию наряду с осуществлением, управлением и контролем инновационного замысла создать стимулирующие внутренние и внешние рамочные условия.

Внутренние рамочные условия:

- позиция, поведение руководителей (высшего) уровня;
- кадровая политика;
- организация;
- информация и коммуникация;
- финансирование.

Внешние рамочные условия:

- консультации;
- финансовое стимулирование;
- стимулирование трансфера;
- инфраструктурные услуги;
- кредиты и кредитная помощь.

Создание внутри фирмы климата, в котором могут зарождаться и осуществляться новые идеи, намного важнее пунктуального вмешательства в инновационный процесс. Благоприятная для инноваций организация должна поддерживать творческие процессы и обеспечивать возможности для реализации позитивно оцененных идей вплоть до успешного внедрения на рынок новой продукции. Именно поле напряженности "генерация - реализация идей" порождает разнобой в требованиях к организационной области. Общей для всех инновационных процессов организационной формы не существует. Той или иной фазе инновационного процесса должен соответствовать определенный подбор организационных условий. Самым благоприятным образом на развитие инновационных проектов сказываются отсутствие бюрократических барьеров в организации и низкая степень централизации, а также отсутствие слишком узкой специализации. И, наоборот, на этапе реализации идеи вплоть до рыночной стадии считается целесообразным более жесткое управление.

Наряду с организационными мероприятиями как существенным фактором внутрифирменных рамочных условий, для инновационного процесса необходимы подходящие люди. Подбор способных и склонных к новаторской деятельности людей является важной задачей инновационного менеджмента. Помимо способностей этим людям нужна также соответствующая внутриорганизационная обстановка.

Содействовать развитию инновационных способностей предприятия может фирменная культура, которая поощряет инновационное поведение, придавая большое значение таким ценностям, как новаторство и творчество или терпимое отношение к неизбежным неудачам. Признаками фирменной культуры, благоприятной для инновационной деятельности, являются наличие систем стимулирования, открытых коммуникационных сетей, поощрение командной работы. В этой связи надо ясно понимать, что благоприятный для инноваций климат не создается по распоряжению сверху, для этого требуется целенаправленное поведение, которого придерживается сам предприниматель и которое обеспечивается соответствующим применением ресурсов.

К внешним рамочным условиям относят главным образом использование внешнего потенциала знаний в форме технологического трансфера и консультаций. Это дает малым и средним предприятиям особые шансы более широко применять свои весьма ограниченные по объему

исследования и разработки и дефицитные кадровые ресурсы. Существует несколько форм трансферных услуг:

- выдача и получение заказов по линии самостоятельных и независимых научно-исследовательских организаций, институтов при университетах и т.п.;
- коллективные исследования и научно- исследовательская кооперация;
- использование технологических банков данных и услуг государственных консультационных учреждений;
- специальная литература.

Богатый выбор вариантов поддержки инновационных проектов специально для малых и средних предприятий предлагается в рамках государственных программ развития, например:

- программы поддержки малых и средних предприятий в области технологического трансфера;
- предоставление помощи при внешних инновационных консультациях (материального и нематериального характера);
- косвенные мероприятия по стимулированию исследований и разработок (например, снижение налогов);
- прямая помощь по определенным технологическим направлениям;
- помощь при создании инновационных предприятий.

В рамках целенаправленного инновационного менеджмента необходимо оценивать различные программы помощи и отбирать те, которые заслуживают внимания и могут подойти для условий конкретного предприятия. Малые и средние предприятия не должны смущаться, столкнувшись с бюрократическими барьерами и большим числом разных программ, а относиться к ним как к очередному, не очень сложному этапу на пути к успешному осуществлению своего инновационного проекта.

Больной вопрос для малых и средних предприятий в рамках реализации инновационных проектов - слабость финансовой базы - может быть разрешен благодаря целевому планированию, которое находит отражение в соответствующей концепции финансирования. Такие предприятия могут воспользоваться государственной помощью или прибегнуть к формам финансирования долевого участия. Решающее значение имеет заблаговременное финансовое планирование с определением потребностей в финансовых средствах по всем фазам инновационного процесса, чтобы гарантировать их обеспечение в нужные сроки.

Фазы инновационного развития

Инновации являются результатом творческой предпринимательской деятельности, в которой обычно участвуют многие подразделения фирмы и на которую оказывают все большее воздействие и внешние факторы (государственное влияние, экологические требования, кооперация с другими институтами и пр.). Инновации имеют свой жизненный цикл, начинающийся с возникновения новой идеи и завершающийся внедрением и утверждением нового продукта на рынке. В этом цикле можно выделить шесть типичных фаз с характерными для каждой видами деятельности, ситуациями принятия решений и результатами.

Фазы, как правило, следуют одна за другой, однако не исключены случаи некоторого параллелизма (и тем самым пересечения) отдельных фаз. Так, оценки и расчеты экономической эффективности необходимо проводить не только в фазе поиска идей, но и в последующих фазах. Между процессом исследований и разработок и освоением в производстве новых решений, с одной стороны, и внедрением продукта на рынок, с другой, происходит неоднократное временное, а также и содержательное дублирование определенных задач.

1-я фаза: стратегия предприятия и инновации

Стратегические решения по инновационной деятельности могут и должны приниматься только в связи с решениями в области общей стратегии предприятия и стратегической программы производства. В то же время они предопределяют исходные условия решений относительно последующего процесса. Стратегия позволяет заранее установить планку в инновационных устремлениях предприятия. Определяющими для инновационного процесса служат следующие стратегические решения:

- выбор рынка или рыночного сегмента;
- утверждение применяемой технологии;
- выбор товаров и услуг, которые должны производиться на предприятии;

• решение относительно кооперации в разработках, производстве и сбыте;

• установление объема и скорости процесса обновления товаров и услуг.

В данном случае речь идет об идеальном (теоретическом) процессе. В практике предпринимательства возможно и прямо противоположное, т.е. инновации могут оказать решающее влияние на стратегическую направленность политики предприятия. На малых и средних предприятиях часто случается так, что единственная инновация надолго предопределяет развитие всего предприятия.

2-я фаза: поиски идей и их оценка

В этой фазе осуществляются поиски творческих идей для проблемных решений. При этом можно выделить три пути поиска:

• разработка новых идей (генерирование идей);

• критический пересмотр и модификация известных проблемных решений или определенных вариантов решений;

• поиск уже работающих общих или частных решений (использование известного научно-технического опыта и знания, приобретение лицензий).

При поиске новых идей малым и средним предприятиям особенно рекомендуется чаще обращаться к внешним источникам информации, например банкам данных, лицензионным посредникам, материалам ярмарок и исследовательских центров.

Для внутрифирменного генерирования идей можно использовать ряд методов.

При применении интуитивных методов центральным пунктом является спонтанное творческое генерирование идей людьми, обладающими интеллектом выше среднего уровня, а также специальными знаниями. В качестве примера поиска новых идей можно назвать методы "мозговой атаки", конкурсы, экспертные опросы.

Главное место в аналитических методах занимают логически структурированные процедуры. Сюда относятся метод дерева решений, морфологические методы, методы аналогий, сценариев, синектика, а также эвристические методы.

Найденные идеи подвергаются оценкам: сначала отбрасываются неподходящие, затем проверяются самые перспективные с одновременным выявлением их потенциальных рыночных шансов. Результатом отбора лучших идей является предложение о производстве нового продукта, где излагаются основы дальнейших мероприятий.

3-я фаза: продуктовое решение

В этой фазе предприятие должно убедиться, что благодаря продуктовой идее будет разработан реальный продукт, который может быть включен в стратегическую программу предприятия и продвинут на рынок. Все это требует всестороннего планирования, которое охватывает:

• постановку целей и задач по данному продукту;

• составление временного графика использования ресурсов, необходимых в рамках данной фазы;

• планирование производства для предприятия в целом;

• планирование сбыта с расчетом экономической эффективности.

Подобное планирование содержит в себе все важные задачи, которые необходимы для дальнейшей аналитической работы в рамках процесса исследований и разработок вплоть до успешного внедрения продукта на рынок. Здесь намечаются точки пересечения маркетинга и производства; устанавливаются области соприкосновения инновации, программного планирования и маркетинга.

4-я фаза: научные исследования и разработки, технологический трансфер

В сфере научных исследований и разработок проводятся следующие различия: фундаментальные исследования не имеют прямого отношения к продукту, прикладные нацелены на будущее применение полученных результатов, а в ходе разработок главный интерес представляет конкретный рыночный результат. Что касается данной сферы в условиях малых и средних предприятий, то у них дело ограничивается, как правило, разработками; исследования в собственном смысле отходят здесь на задний план.

Исходя из своих целеустановок эти предприятия могут осуществить техническую реализацию продукта посредством собственных разработок (возможно, исследований) или прибегнуть к кооперации с другими компаниями. В принципе эта задача должна решаться с учетом следующих моментов:

• окончательное уточнение задачи и разработка принципиального решения по новому товару или новой услуге;

• конструктивная разработка изделия вплоть до создания прототипа;

• проектирование и подготовка производства для нового продукта с изготовлением и испытанием опытного образца, производственного оборудования и нулевой серии.

И в этой фазе настоятельно рекомендуется прибегать к внешним источникам знания, например в таких формах:

• обмен научно-технической информацией путем участия в конференциях, ярмарках, публикации статей;

• трансфер знания благодаря принятию на работу сотрудников со специальной подготовкой, выпускников университетов;

• совместные исследования с другими предприятиями;

• приобретение патентов и лицензий для использования в специальном проекте;

• кооперация в разработках.

Постоянно растущее влияние современных технологий на конкурентоспособность малых и средних предприятий требует целенаправленного использования всех предоставляющихся возможностей технологического трансфера. Даже высокоэффективные в своей области технологические лидеры сегодня редко в состоянии уследить за всеми направлениями технологического прогресса и соответствующим образом воплотить в жизнь новейшие практические и теоретические достижения.

5-я фаза: освоение производства

Разработка продукта считается законченной, когда можно начать производство и все внимание сосредоточить на продукте в фазе изготовления. Значение этой переходной фазы в рамках инновационного процесса чаще всего недооценивается, в результате чего возникают значительные потери времени и убытки для предприятия. В этой фазе важно следующее:

• адаптация прототипа к производственно-техническим требованиям;

• ознакомление задействованного персонала с технологическими процессами, методами и новыми областями задач;

• запуск машин и оборудования до установленных пределов мощности;

• поиски новых каналов снабжения.

Для инновационного менеджмента в данной фазе важно обеспечить максимально короткие сроки развертывания производства, в частности с помощью соответствующей подготовки и планирования, а также гибкой реализации целей. Сокращение времени подготовки производства часто обеспечивает получение рыночных преимуществ перед конкурентами, а также позволяет быстро снизить издержки и увеличить прибыль предприятия.

6-я фаза: внедрение на рынок

Инновационный процесс завершается внедрением новинки на рынок. Как показывают эмпирические исследования, неудачей заканчивается введение примерно 1/3 новых продуктов, а среди введенных лишь около 1/3 дает прибыль выше среднего уровня, остальные позволяют только покрыть издержки.

Под внедрением на рынок товаров или услуг понимается проверка с помощью рыночных тестов конкурентоспособности продукции, а также целевое использование маркетингового инструментария. Фаза внедрения заканчивается успешным закреплением продукта на рынке. В качестве решающей предпосылки успешного внедрения следует рассматривать длительную подготовку рынка сбыта для новой продукции. Этого можно достичь с помощью соответствующей работы с общественностью, рекламы, консультирования клиентов, а также путем использования дополнительных маркетинговых инструментов (например, ценовой политики). При этом важен правильный расчет сроков, т.е. верный выбор момента вступления предприятия на рынок с новой продукцией.

На крупных предприятиях перед окончательным введением новинки проводится тестирование изделия и рынка по возможности в максимально ранней фазе инновационного проекта. С помощью подобных тестов можно снизить риски, но это связано с высокими издержками. Поэтому и продуктовое, и рыночное тестирование проводится малыми и средними предприятиями лишь в

редких случаях. Чаще всего они полагаются здесь на "теоретические" суждения, а также на опыт и интуицию участников инновационного процесса.

Каждая фаза инновационного процесса наряду со временем требует довольно крупных денежных средств. В задачи инновационного менеджмента входит управление процессом таким образом, чтобы оптимально использовать необходимые ресурсы. В таблице приводится примерное распределение общих издержек по инновационным проектам на малых и средних предприятиях. Исследования показывают, что на этих предприятиях сильно недооцениваются затраты, приходящиеся на последнюю фазу - внедрение на рынок.

Таблица 1. **Распределение издержек инновационного процесса**

Фаза инновационного процесса	Содержание работ	Доля в общих издержках инновационного проекта, %
1 - 4	От поиска продуктовой идеи до создания прототипа	53
5	Освоение в производстве	26
6	Внедрение на рынок	21

В заключение следует отметить, что инновационный процесс нельзя рассматривать как следствие более или менее случайных технических изобретений или других предпринимательских идей. Скорее он требует стратегического планирования и ориентированного на рынок управления. Связанные с этим задачи являются объектом инновационного менеджмента.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Назарбаев Н.* Стратегия становления постиндустриального общества и партнерство цивилизаций. –Москва: Экономика, 2008. -398 с.

2. *Назарбаев Н.* Лайықты болашаққа сенімді болайық // Ақиқат. 2009. № 10. -Б. 12.

3. *Назарбаев Н.Ә.* Қазақстан - 2030. Барлық қазақстандықтардың өсіп-өркендеуі, қауіпсіздігі және әл-ауқатының артуы. -Алматы: Білім, 2008. -256 б.

4. *Назарбаев Н.* Қазақстан дағдарыстан кейінгі дүниеде: болашаққа интеллектуалдық секіріс // Егемен Қазақстан. 14 қазан 2009 жыл. 1-2 б.

КазНТУ имени К.И. Сатпаева *Поступила 15.02.12 г*

Г.Азретбергенова, Ж. Бекжанова

ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ МАҚТА ӨНДІРІСІНІҢ ДАМУ БАҒЫТЫ

Қазіргі таңда технология жетістігінің арқасында мақта өндірісінің түрлері көбейді, шитті мақтаны өңделгеннен кейін, мақтаның көзектері, жапырағы, сабағы өнеркәсіптік маңызға ие. Бұлардан құрылыс пен мебель жасауға материал, арқандар, жіптер, лактар, қағаздар және т.б. өнімдер дайындалады. Жергілікті тұрғындар мақтаның қалған көзектері мен қозасын малға жем ретінде және жылынуға отқа тамызық ретінде пайдаланады.

2011 жылы оңтүстіктегі шитті-мақта терімі тамыз айында басталып, ерте жиналған мақтаның бағасы да қымбат және сапасы да жоғары болып, әр килосына 105 теңгені құрады. Ал жауын-шашынға қалса, оның сұрыпы төмендеп кетеді.

Мақта терудің әдеттегіден ерте басталу себебі: біріншіден, мақталы алқаптар күзде жыртылып, жердің соры қыста қар суымен шайылып, агротехникалық шаралар толығымен дер кезінде орындалды. Мақтаның шиті сәуірде себіліп біткен. Ең бастысы, мақта егуде жаңа технология

қолданылып, бірқатар шаруалар осы жолы американдық әдісті тәжірибеге алды. Оңтүстіктегі мақтаның шығымына бірінші ауа-райының қолайсыздығы ретінде, жаңбырдан соңғы қатқалақтан қатты әсері болады. Қазіргі кездегі американдық тәсіл бойынша әр ұяға 4 дана тұқым салынып, бір жерде топталып көгерген өскін қалай да болмасын қатқалақты жарып шығады. Мұндай әдіс мақтаның шитті-мақтаның өнімділігін арттырады.

Әр гектардан 7-8 мың теңге үнемделсе, жалпы шамамен 700-800 миллион теңге үнемделеді.

Жаңа технологияның арқасында өнімділікті де көбейіп, гектарына 20 центнерден өнім алынуда.

Мақта қозасының түп саны оның өсіп дамуына әсерін тигізіп, өнімділікті арттыратын негізгі фактордың бірі болып есептеледі. Өсімдікті тиімді орналастыру арқылы түсімділігі жоғары өнімге қол жеткізуге болады. Бұл үшін әр аймақтың топырақ құнарлылығын, тұздану дәрежесін, жер асты суларының деңгейін, сумен қамтамасыз етілу дәрежесін, қолданылатын агротехникалық шаралардың деңгейін және себілетін мақта сорттарының өзіндік ерекшеліктерін есепке алып, ғылыми зерттеулерге негіздеу қажет.

Мақтаның өнімділігін арттыру мен оның сапасын көтеру көптеген факторларға, генетикалық мүмкіншіліктері мол, жаңа отандық сұрыптарды өндіріске енгізу, бәсекеге қабілетті етуде пісіп жетілу мерзімі 121-124 күн, талшықтарының ұзындығы 33,5-34 мм. Пахтаарал-3044, 3031 және М-4005 жаңа сұрыптар Оңтүстік Қазақстан облысында аудандастырылды.

Отандық жаңа мақта сорттарының морфологиялық және биологиялық ерекшеліктерін ескере отырып, мақта егістіктерінің жүйек аралығын қысқартуға болады. Бұл сорттардың ерекшелігі - көп мөлшерде жер асты суларын пайдаланудан тамырларының күшті дамуының арқасында топырақтан керекті қоректік заттарды алады. Соның есебінен су мен минералды тыңайтқыштар үнемделеді.

Бүгінде барлық мақта егістіктері 90 сантиметрлік жүйекаралықпен егілуде. Көпжылдық зерттеулер көрсеткендей 1 гектар жерге ең тиімді түпсан көлемі 120 мың дана мақта қозасы болып есептелінеді. Аталған түпсанды 70 сантиметр жүйекаралықпен орналастырсақ, әр гектардан 0,22 гектар жер үнемдеуге болады. ОҚО-да бұл көрсеткіш 35-40 мың гектарды құрайды. Осы технологияның есебінен мақта өндірісінің көлемін азайтпай, 18-20 пайыз көлеміндегі бұрын мақта егілген суармалы жерді босатып алуға болады және оған кететін шығынды үнемдеуге қол жеткізіледі. Қазақ мақта шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты ғалымдарының біздің өңірдегі шитті-мақтаның өнімділігін арттыруда жасаған еңбектері қазіргі уақытта өз жемісін беруде.

Қазіргі тәжірибеде полиэтиленді пленка қолданысқа кеңінен енгізілуде. Су тапшылығы жағдайында мақта қозасының жүйек аралықтарына өсімдік қалдықтары мен полиэтилен пленкаларын төсеу арқылы ылғалдылықты сақтаудың маңызы өте зор және мақтаның ылғалдылығын сақтауда тамшылатып суаруда өз нәтижесін көрсетті.

Бұл агротехникалық шара топырақтың жоғарғы қабатындағы судың булану үдерісін 35 пайыздан 15 пайызға дейін төмендетеді.

Жүргізілген тәжірибе жұмыстары нәтижелеріне сүйенсек, жүйекаралыққа жабылған полиэтилен пленкасы топырақ қабатындағы ылғалдылықты буланудан сақтайды. Топырақтың қызуын қамтамасыз етіп, мақта қозасының өсіп-дамуында тиімділік танытады. Сондай-ақ жыл сайын әр гектарға 2-3 тоннадан бидай сабанын төсеу топырақтың құнарлылығын арттырады.

Полиэтилен пленкасын пайдаланудың пайдасы: біріншіден, жердің құнарлылығы артады, екіншіден, өнімділік жоғарылайды, үшіншіден, арамшөптердің өсуіне кедергі жасайды. Сонымен қатар, агротехникалық жұмыстарды жүргізу шығынын қысқартады. Өнімнің сапасы артып, экологиялық таза өнімді нарыққа ұсынуға мүмкіндік береді.

Бұл агротехнологиялық іс-шара арзан болғандықтан ұсақ шаруашылықтарға да, үлкен агроқұрылымдарға да тиімді.

Жалпы, мемлекетіміздің суармалы егіншілік саласында әлі шешілмеген мәселелер өте көп. Үкімет соңғы жылдары ауыл шаруашылығына, оның ішінде суармалы егіншілікке табысты жұмыс жүргізу үшін барлық мүмкіндіктерді жасауда. Сондықтан жаңа технологияларды өндіріске ендіру - бүгінгі күннің басты талабы. Ғылыми негізделген жаңалықтарды, жаңа технологияларды өндіріске енгізу мол және бәсекелестікке қабілетті өнім өндірудің кепілі.

Оңтүстік Қазақстан облысында 1 миллиондай адам шитті мақта өндірісімен тікелей байланысты. Соңғы 5 жылда өнімнің сатып алу бағасы өте төмен болатын. 2011 жылы Ливерпуль

биржасындағы таза талшықты мақта бағасы 1750 доллар көтеріліп, өткен жылдармен салыстырғанда баға қымбаттады.

Кеңес Үкіметі кезінде шитті-мақтаны теруге мектеп оқушыларының еңбегі қолданылатын, ал қазіргі кезде ҚР-ның заңы бойынша қатыстыруға болмайды.

«Әлеуметтік-экономикалық жаңғырту - Қазақстан дамуының басты бағыты» атты Қазақстан халқына арнаған Жолдауында Елбасы Н.Ә.Назарбаев халықты жұмыспен қамту Бағдарламасын ауқымды түрде жүзеге асыруға көшу керек деген міндет қойды. 2012 жылы аталмыш бағдарламамен 112 мыңнан астам қазақстандықты қамту жоспарланды «Менің тапсырмам бойынша Үкімет халықты жұмыспен қамтуға бағытталған түбегейлі жаңа бағдарлама бекітті. 2011 жылы Бағдарлама ілкі жоба ретінде іске қосылып, 60 мыңға жуық адам қатысушы атанды. Барлық дайындық жұмыстары, заңнамалық базаға қатысты жұмыстар аяқталды. Енді осы маңызды бағдарламаны іске асыруға көшу керек. Үкіметке әкімдермен бірлесе отырып, ағымдағы жылы осы бағдарламаны ауқымды түрде жүзеге асыруды қолға алуды тапсырамын», - деп мәлім етті Елбасы Н.Ә.Назарбаев.

Бұл бағдарлама ең алдымен, халықтың тұратын жері бойынша оқуға, жұмысқа орналасуға, өз ісін ұйымдастыруға көмектесуді, ал ондай мүмкіндік болмаған жағдайда, олардың экономикалық белсенді өңірге өз еркімен қоныс аударуына көмектесуді көздейді.

Елбасының тапсырмасын орындау үшін өзін-өзі жұмыспен қамтып отырған адамдар, жұмыссыздар және тұрмысы нашар халықпен бірге, жалдамалы жұмысшыларға да қайта даярлау мен біліктілігін арттыруға мүмкіндік беру көзделген. Және де, қазіргі ережелер бойынша Бағдарлама аясында шағын несиелерді тек ауыл тұрғындары үшін ғана беру жоспарлануда. Сонымен қатар, облыс орталықтарынан басқа қала тұрғындары үшін шағын несие беру туралы ұсыныс айтылуда.

Ауылдарда жұмыс орындарын ашу үшін ауылды елді мекендерде әлеуметтік және инженерлік-коммуникациялық инфрақұрылым нысандарын жөндеу, ауылдарды абаттандыруды көздейтін жобаларды жүзеге асыру арқылы бағдарламаға жаңа төртінші бағыт енгізу ұсынылуда.

Мақта терімі маусымында Өзбекстаннан келетін жалдамалы жұмысшыларға арнайы шектеу қойылып, 2011 жылы квота бойынша көрші елден 1400 адамның келіп, науқандық терімге қатысуына рұқсат берілген.

Елбасының халыққа Жолдауда көрсетілген басты мәселесі елдегі жұмыссыздарды жұмыспен қамту. Осы бағытта тек Өзбекстаннан келетін жұмыс күшін күтпей, Кеңестік Қазақстанда болған үрдіс маусым кезінде, жұмыссыздарды уақытша мерзімдік жұмыспен қамтудың бағдарламасын жасау және оны жүзеге асыру өз тиімділігін береді.

Қазіргі уақытта облыс бойынша шитті-мақта егудегі үлес салмақтың 90% шаруа қожалықтарының үлесінде, болашақта мұндай үрдістердің іс-әрекеттері кооперациялау арқылы сақталады. Облыста, яғни Қазақстан бойынша шитті-мақта өсіруден, бірінші орынды Мақтаарал ауданы алады. Облыстағы мақта өсіретін шаруашылықтардың (52,8%), Мақтаарал ауданында орналасқан, ОҚО барлық жиналған шитті мақтаның 54% осы ауданның еншісінде. Соңғы жылдары Ордабасы ауданының мақта танаптары ұлғайып, облыстағы екінші орынды 32,2% осы ауданның үлесінде. Облыстағы мақта шаруашылықтарының көбісі, мақта танаптарының көлемдерінің ұлғайту себебі, 2003 жылы 1 кг шитті-мақтаның бағасы 90 теңгені құрауы болды. Осы негізде кейбір аудандағы бақша дақылдары мен көкөніс егілетін жерлерге мақта егіліп, өнім жиналды. Ал 2004-2006 жылдардың арасында 1 кг шитті-мақтаның 45-55 теңгені құраған, 2007 жылы облыс көлеміндегі баға 1 кг шитті-мақта 52 теңгені құрады. 2008 ж. 46-48 теңге көлемінде, 2011 ж. 130 теңге құрады.

Мақта өндірісінің өнімдері “валюталық” болып саналады. Мақта өндірісінде еңбек ететін шаруалар осы дақылды өнімділігін арттыру арқылы өздерінің тұрмыстық жағдайларын түзеуге мүмкіндік мол.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. *Назарбаев Н.* Қазақстан халқына Жолдауы. 2012 жыл.

2. *Кантуреев М.Т.* Совершенствование организационно-экономического механизма хозяйствования в хлопководстве ЮКО: дисс. ... к.э.н. − Тараз, 1999. − 135 с.

3. *Умбетбаев И. Батькаев Ж.Я.* Система возделывания Хлопчатника на юге республики Казахстан. − Алматы: «Құсшы», 2000. -201 б.

4. *Умбетбаев М., Биғараев О., Тағаев А.,* Мақталық ауыспалы егіс тізбектері-мол өнім кепілі // Жаршы «Бастау». − 2003. − N 6. −Б. 37-40.

5. *Есиркепов Т.А., Асаинова Б.Б.* Становление многообразия форм собственности и хозяйствования в аграрном секторе в условиях переходак рынку. - Алматы: Университет «Тұран», 1998. – 224 с.

6. Мақта саласын дамыту туралы заңы ҚР-ның 2007 жылғы 21 шілдегі заңы Ќазаќстан Республикасы Парламентінің Жаршысы, 2007 ж., №16, 130-құжат // "Егемен Ќазаќстан". − 2007, тамыз −2. − N 226-227.

Резюме

В этой статье рассмотрена производства хлопка в Казахстане и перспективные развития в этой отрасле.

Summary

In this article it is considered clap manufactures in Kazakhstan and perspective developments in it a direction

МКТУ атындағы Х.А.Ясави *Түсті 12.02.12 г.*

Т.Н. Беделбекова

ӨНЕРКӘСІПТІҢ ИНДУСТРИЯЛЫҚ ДЕҢГЕЙІН КӨТЕРУДІҢ ЭКОНОМИКАЛЫҚ МЕХАНИЗМІН ЖЕТІЛДІРУ

Өнеркәсіпті өркендетудің негізгі факторына шаруашылық субъектілері қызметінің институционалды және заңнама шарттарын нақтылау және бюджет-қаржы жүйесін жетілдіру жатады. Қазіргі кезде өнеркәсіп салаларын жандандыру үшін қолдау көрсету мемлекеттің негізгі міндеті болып көзделуде. Қазақстан өнеркәсібін дамытудың басты бағытына ішкі тұтыну нарығын бәсекеге қабілеті жоғары отандық тауарлармен толықтыру мақсатында импорттық тауарларды ығыстыру көлемін 15-20%-ға дейін төмендету болып отыр.

Осыған байланысты өнеркәсіптің индустриялық деңгейін көтеруді басқарудың ұйымдастыру-экономикалық механизмін әзірлеу, оның тиімді жұмыс істеу әсерінен экономикада оң нәтижелерге жетудің мүмкіндіктерін анықтау біздің көздеген мақсатымыз болып табылады.

Автордың пікірінше, өнеркәсіпті қайта индустрияландыруды басқарудың ұйымдастыру-экономикалық механизмі – деп сұранысты қанағаттандыратын бәсекеге қабілетті ғылыми жаңалығы жоғары өнім өндіруге бейімді өнеркәсіп секторлары мен салаларын қайта индустрияландыруды жеделдету мақсаттарын айқындайтын және оған жетуде ынталандырушы ұйымдастыру және экономикалық тетіктердің жиынтығын /жүйесін/ қалыптастыруды айтады.

Өнеркәсіпті қайта индустрияландыруды басқарудың ұйымдастыру-экономикалық механизмі:

- біріншіден, халықаралық келісім-шарт қатынастарына сай сыртқы нарық тұтынушылығын қанағаттандыру, жеке тұтынушылық пен мемлекеттік тапсырысқа сәйкес ішкі нарық сұранысын, экономиканың, аймақтың және жеке адамдардың тұтынушылықтарын қанағаттандыру;
- екіншіден, өндірістік қызметтің соңғы нәтижеге жетуді көздеу, сонымен бірге, ұйымдастыру-экономикалық механизмнің негізіне қоғамның дамуының экономикалық және әлеуметтік саяси серпінінен туындайтын мақсаттардың басымдылықтарын айқындайтын мемлекеттік реттеудің мүмкіндігі жатады;
- үшіншіден мемлекеттік қолдау мен реттеу және кәсіпорынның мүддесін қанағаттандыратын шаралар үйлесімділігін қамтамасыз ету;
- төртіншіден, өнеркәсіптік және техникалық өндірісті ұтымды ету, мемлекеттік қаржы ресурстарын тиімді қолдану;
- бесіншіден, ҒТЖ-ті ынталандыру, техника мен технологияның жаңаша үлгілерін экономикаға енгізу, сала ішіндегі және салааралық технологияны беруде мемлекеттік саясатты белсенді жүргізу;

• алтыншыдан, өндірісті тұрақты түрде реконструкциялау, оны модернизациялау, егер де ол ҒТЖ пен техника, ғылым сферасындағы мемлекеттік тапсырысты орындаумен байланысты болуы сияқты талаптарға жауап беруі тиіс.

Экономиканы жаңғыртуда өнеркәсіп құрылымын жетілдіру үшін жаңа салалар мен өндірістік кәсіпорындардың пайда болуы немесе жаңадан қалыптасуы, өндірістерді болашақта шоғырландыру және ірілендіру арқылы өнеркәсіптік-қаржы топтар, өнім көлемі мен шамасы үлкен өндірістік жүйелер құру басты мақсат болуы тиіс.

Қазақстанда қаржы нарығын дамытудың негізгі бағыттары Қазақстан Республикасы Индустриялық-инновациялық дамуының 2003-2015 жылдарға арналған стратегиясында белгіленген. Онда монетарлық саясат, валюта қатынастарын ырықтандыру, қаржы рыногына қатынасушыларды институционалдық бағытта дамыту, банк секторын күшейту, бағалы қағаздар және сақтандыру рыногын дамыту жөнінде іс-шаралар ұсынылған. Қаржы институттарын құру және оны ары қарай дамыту арқылы өнеркәсіптің жаңа салаларының пайда болуын инвестициямен қамтамасыз ету қарастырылған. Бұл үшін Даму Банкі, инвестициялық қор, инновациялық қорлардың қаржылары іске қосылып, қаржыландыру көздеріне айналуы тиіс делінген. Олардағы капиталдандыру көлемі 500 млн. АҚШ долларын құрап отыр. Сонымен қатар, Ұлттық қордың және зейнетақы қорларында шоғырланған ақша қаржылары өнеркәсіпті жаңаша бағытта индустрияландыруды инвестициялауға тартылуы тиіс деп ойлаймыз.

Ұлттық қорды құрудың негізгі себептерінің бірі – "голландтық сырқатты" болдырмау және оның алдын алу қажеттілігі, сондай-ақ шикізатты өндіру және сатудан түскен кірістерді ұзақ мерзімге неғұрлым әділетті түрде бөлу болды. "Голландтық сырқат" табиғи ресурстарды сатудан елге шетел валютасының көптеп келуі салдарынан және ұлттық валютаның айырбас бағамының нығаюынан туындайды. Нәтижесінде шикізат өндірмейтін салалар импортпен бәсекеге түсе алмайды және күйзеліске ұшырайды. Алғаш рет осындай жағдай Солтүстік теңізде табиғи газдың кенорнын игерген кезде аты айтып тұрғандай Нидерландыда (Голландияда) 80-жылдардың басында байқалды.

Қазіргі уақытта шикізат ресурстарының қоры мол және оларды белсенді түрде экспортқа шығаратын көптеген елдерде немесе олардың жекелеген аймақтарында тұрақтандыру қорлары құрылған. Оларға, Аляска штаты, Норвегия, Чили, Кирибати, Венесуэла, Кувейт, Канаданың Альберта шет аймақтарын жатқызуға болады. Мұндай әлемдегі ірі қорлардың біріне-Норвегия мұнай қорының тәжірибесін жатқызуға болады. Қазақстан Ұлттық қорының алдында екі негізгі мақсат бар, ол–экономикалық жағдайды тұрақтандыру және қаржыны жинақтау. Біріншісі, мұнайға әлемдік бағаның тұрақсыздығынан тұтастай алғанда Қазақстан экономикасының және атап айтқанда мемлекеттік бюджеттің тәуелді болмауын қамтамасыз етеді. Бұл мұнай бағасы жоғарылаған кезде жоспарланған көрсеткіштерден асып түсетін бюджеттік кірістердің бір бөлігінің қорға түсетінін болжайды. Және керісінше, әлемдік баға бір баррель үшін доллардан төмен түскен кезде Ұлттық қордан шығыстардың белгілі бір деңгейін қолдау үшін бюджетке ақша аударылатын болады деп жоспарлануда.

Екінші мақсатқа мемлекеттің қаражаттарын жинақтау және қазақстандықтардың қазіргі және болашақ ұрпақтарына мұнай кірістерін неғұрлым біркелкі бөлу болып табылады. Осы қордан өнеркәсіпті қайта индустрияландыру үшін қаржы бөлінбей жоғары жетістікке жетеміз деп айту мүмкін емес.

Ал енді осы қордың шығыс бөлігін қарайтын болсақ, ол негізінен кастодиандық қызмет көрсетуге ақы төлеу, кәсіби қызметтер көрсетуге ақы төлеу пункттерінен тұрады. Өңдеу өнеркәсібін көтеру шараларына, оларға қажетті техника мен технологияны қаржыландыруға қаржы бөлу мәселелеріне назар аудару тіпті ескерілмейді. Өңдеу өнеркәсібінің өнім бәсекелестігіне ықпал ететін техниканы сатып алуға бағытталған субсидтер мен субвенциялар беру жөнінде де шығыстар бөлігінде бірде-бір пункт жоқ. Шикізат секторы ұйымдарынан мемлекеттік бюджетке түсетін түсімдер және Қорға 2003 жылғы түсетін аударымдардың ара салмағын қарағанда 58:52 құрайды екен. Демек, қордың шығыстарында әртүрлі сыйақылар мен қызмет түрлері үшін аударымдар басым болғанымен, экономиканың үдемелі дамуына әсер ететін өңдеу өнеркәсіп кәсіпорындарын көтеру шараларына қаржы бөлу мүлдем тыс қалған. Ұлттық қор қаражаттарын өңдеу өнеркәсіптеріне пайдалануды ескеретін Үкіметтің орта мерзімдік тұжырымдамасы да жоқ деп айтуға болады. Сонымен бірге, Ұлттық қордың активтерін тиімді басқару механизмін жетілдіруге бағытталған саясат қажет.

Отандық кәсіпорындардың өз қаржыларының жеткіліксіздігі, екінші деңгейдегі банктерден ұзақ уақытқа несие алу мүмкіншілігінің төмен болуы, несиелендірудің жоғары ставкасы бірқатар қиыншылықтарға әкеп соқтырады. Сондықтан индустриялық-инновациялық дамуды жүзеге асыру үшін мемлекеттің инвестициялау көздері, бюджет қаражаты, сондай-ақ мемлекет бақылауындағы кәсіпорындардың (Ұлттық компаниялар, мемлекеттік кәсіпорындар) қаржылары қолданылатын болады. Әр өндірістің әлеуетіне қарай инвестицияларды өнеркәсіптің өңдеуші секторын дамытуға бағыттау экономиканың құрылымын жетілдіретін бірнеше жаңа қуатты салаларды дүниеге әкелуі мүмкін. Сондықтан стратегияда мемлекеттің инвестициялық және әкімшілік ресурстары шектеулі және барлық ресурстарды көптеген салаларға бөлу қосылған құны жоғары, бірақ салыстырмалы түрде алғанда, халықаралық ауқымда бәсекеге қабілеті жоғары емес деңгейдегі орташа дамыған бірқатар салалардың пайда болуына әкеп соғатыны атап көрсетілген.

2003–2015 жылдарға индустриялық-инновациялық даму стратегиясын жүзеге асыру механизмінде Даму институттарына үлкен мән берілгені жөнінде жоғарыдағы параграфтарда айтып өттік. Себебі, Үкіметтің бюджет қаржыларынан құралған арнаулы қорлары коммерция жолына түссе өзінің алдына қойған мақсаттарына жете алмай қалу қаупі туады. Стратегияны жүзеге асыру үшін Даму банкі, инвестициялық және инновациялық қорлар, экспортты сақтандыру Корпорациялары, сонымен бірге маркетингтік- аналитикалық, инжинирингтік және технологияны трансферттеу орталықтары құрылды. Өндірілген өнім идеясынан, оны өндіріске енгізу және жүзеге асыруға дейінгі буындарды толық қамтитын, сызба бойынша мемлекет бюджет қаржыларын стратегияда жоспарланған іс-шараларды жүзеге асыруға жұмсауды жоспарлап отыр. Жаңа институттарды құру кезінде ҚР Үкіметі мұнайды экспорттаудан түскен табыстың көп бөлігін өңдеу өнеркәсібін дамытуға жұмсауды қарастырып отыр. Жаңадан құрылған мемлекеттік институттар өңдеу өнеркәсібіне бағытталған инвестициялық саясатын жүргізуге ықпалын тигізуі тиіс деп ойлаймыз. Өңдеу өнеркәсібі құрылымында оң өзгерістер болу үшін екінші деңгейлі банктер көмегі аз болып отыр.

Фискалдық саясат өнеркәсіп салалары кәсіпорындарының жұмысын ынталандыру үшін белгілі бір деңгейде салық тәртібінің жетілдіруімен байланысты болмақ. Автордың пікірінше, әсіресе ғылыми қамтымды және қосылған құнның үлесі жоғары өнім өндірумен айналысушы кәсіпорындарға корпоративті табыс салығын біршама азайту, қосылған құн салығын жеңілдету, салық салу режимін саланың түріне, кәсіпорынның өнім өндіру ерекшелігіне, ішкі және сыртқы нарықтағы алатын үлесіне, әлеуметтік мәніне, инновациялық белсенділігіне қарай жекеленген (селективті) тәртібін ұйымдастыру қажет.

Инновациялық қор қаржыларын пайдалану жөнінде нақты бағдарлама әзірленіп, оның басым бөлігі бәсекеге қабілетті өнім өндіруге бағытталған өңдеу өнеркәсіп салаларын көтеруге, ғылыми жаңалығы жиі өзгеріп тұратын кәсіпорындарды ынталандыруға жұмсалуы тиіс деп ойлаймыз. Ысырапшыл-дыққа жол берілмей, аталған қорды мақсатты бағытта пайдалану маңызды рөл атқармақ.

Әрине, әлемдік экономикалық дамудың соңғы он жылында елімізде пайдаланылмаған және ескерілмеген көптеген мүмкіндіктер болды. Ендігі кезекте, дамыған немесе белсенді дамушы мемлекеттердің қолдануға тиімді тәжірибелерін еліміздің барлық ерекшеліктерін ескере отырып, отандық өндірісті жетілдіруге пайдалануы тиіс деген пікір айтамыз. Осы орайда, инновациялық даму үлгілерінің отандық өндіріске лайықты түрлерін қолдану жөнінде және соған орай Инновациялық қорды пайдаланудың ұтымды жолдарын қарастырған жөн деп санаймын.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1.*Мамыров Н.К., Саханова А.Н., Ахметова Ш.С., Брузати Л.* Государство и бизнес. Менеджмент государственного сектора. Кн.3, Алматы, 2002, 736с

2.Доклад о развитии человека за 2002 год. Углубление демократии в разобщенном мире, Нью – Йорк, 2002.- 277с.

3.*Хубиев К.* Государственная собственность и условия ее эффективности // Экономист, 2003,№1, С. 45-56.

4.*Додонов В.Ю.* Организация функционирования системы механизмов устойчивого развития Казахстана / под редакцией О.С. Сабдена, академика НИА РК, д.э.н. профессора – Алматы, ИЭ МОН РК, 2006-26с

5.*Додонов В.Ю.* Механизмы устойчивого развития Казахстана в условиях глобализации / под редакцией О.С. Сабдена, академика НИА РК, д.э.н. профессора – Алматы, ИЭ МОН РК, 2006-22с.

Резюме

Определить методы по структуре отрасли промышленности выбирать некоторые оценки показателей и по направлению методологического развития.

Summery

To define methods on industry structure to choose some estimations of indicators and in a direction of methodological development.

Қ.И. Сатбаева атындағы ҚазҰТУ *Түсті 20. 02. 12 г.*

УДК 338.4

Қ.С.Биготанов, Г.Б.Тулешова, Р.Ж.Габдуллина

ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ТУРИЗМ САЛАСЫНЫҢ ДАМУЫНЫҢ КЕЙБІР ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ

Қазіргі туризм – бұл құлдырауды білмейтін әлемдік экономиканың саласы. Мамандардың есептеуі бойыша, орта есеппен бір шетелдік турист әкелетін кірістің баламасын табу үшін, әлемдік нарыққа шамамен 9 тонна тас көмір немесе 15 тонна мұнай немесе 2 тонна жоғары сұрыпты астық шығару керек екен. Осымен қатар, шикізатты сату елдің энергия көздерін сарқыса, ал туристік индустрия қалпына келетін ресурстармен жұмыс жасайды. Шетелдік экономистердің есептеуінше, қалада екі сағат уақыт өткізген 100 мың турист 350 мың доллар немесе 17,5 доллар әр адам сағатына шығын жұмсайды. Осылайша, шикізатты сату – бұл өз алдына экономикалық тығырыққа тірелу, ал туризмді дамыту – ұзақ мерзімдік, экономикалық пайдалы перспектива.

Туризм, тұтастай ел экономикасына үш жағымды тиімділік әкеледі:

1. Шетелдік валютаның елге келуін туындатады және төлем балансы, жиынтық экспорт сияқты экономикалық көрсеткіштерге оң ықпал етеді.

2. Халықтың жұмысбастылық деңгейін көтеруге көмектеседі. ДТҰ мен Туризм мен саяхаттың дүниежүзілік кеңесінің бағалауы бойынша, туризм индустриясында ашылған әрбір жұмыс орны жалпы салалардың 5-тен 9-ға дейінгі жұмыс орындарын алады. Туризм тікелей немесе жанама экономиканың 32 саласына әсер етеді.

3. Елдің инфрақұрылымдық жүйесін дамытады.

Туризмнің Қазақстанда табысы бойынша үшінші индустриалдық сала болуға нақты мүмкіндіктері бар. Бүгінгі таңда туризм дамуына кедергі келтіретін негізгі факторлардың бірі – Қазақстанның турөнімін алдыға жылжыту бойынша, сондай-ақ елдің туристік имиджін көтеру бойынша жан-жақты ойластырылған маркетингтік стратегияның Қазақстанда жоқ болуы табылады. Орта есеппен әлемде сұралған респонденттердің 42%-ы ғана Қазақстан имиджі туралы түсініктері бар. Қазақстанның Азиядағы танымалдығы бәрінен жоғары. Азиядағы алыс шетел – Жапонияда сұралғандардың 75%-ы Қазақстанды біледі. Еуропада бұл көрсеткіш өте төмен, сұралғандардан ең жақсы нәтиже көрсеткендер ағылшындар - 41% сұралғандар Қазақстаннан хабарлары бар.

Алайда, соңғы жылдары бұл бағытта көптеген шаралар жасалғанын мойындауымыз керек, бірақ туристік саланың дамуы қомақты инвестиция салумен тығыз байланысты. ДТҰ халықаралық сарапшыларының болжамы бойынша 2-3 жыл ішінде туризм қайтадан тұрақты өсім қарқынын алады. 2020 жылға дейінгі стратегиялық бағыттарды ойдағыдай жүзеге асыру үшін Туризм және спорт министрлігі заманауи туристік орталықтар құрылысына инвестициялар тарту бойынша жұмыс жүргізуде. Олардың қатарына 2011 жылы Азия ойындарына дайындық барысында салынған бірқатар спорттық құрылымдарды, туристік инфрақұрылым объектілерін айтуға болады. Салыстырмалы түрде, мысалы, Оңтүстік Кореяда өз уақытында 38 таушаңғы орталығы салынған, олардың құрылысын алдымен мемлекет қаржыландырып, содан кейін оны жекеменшікке сатты. Осы жолмен екі мәселе шешілді: демалыс үшін жағдайлар жасалды және осы туристік нысандар пайдасы есебінен экономика көтерілді.

Аса көңіл аударуды қажет ететін мәселе – көптеген туристік агенттіктер көбінесе тек бір бағытты – шығу туризмін ғана дамытады. 600-ден аса туркомпаниялардың 14,5 % ғана келу туризмін ұйымдастыруымен айналысуы сөзсіз ел бюджетіне теріс әсер етеді. Тіпті сол сырттан келгендердің басым бөлігі – іс-сапармен келгендерге жатады.

Ішкі туризм, сарапшылардың мәлімдеуінше, барлық туризм кірісінің 3% -ын құрайды. Салыстыру үшін айтсақ, дамыған елдерде бұл 50%-ға тең. Бұл мәселені шешу үшін Салық кодексіне шетелдік сапарларды ұйымдастыратын туроператорларға өз қызметтерінің кірісінен ҚҚС төлеу белгіленді, әйтпесе шығу туризмін ұйымдастырушылар әлдеқайда көп болуы мүмкін.

Шығу туризмінің басым дамуы себептен гөрі, нәтижеге жуық, өйткені туристік инфрақұрылымның жоқтығы турагенттіктерге елдің көрікті жерлері бойынша турлар ұйымдастыруға мүмкіндік бермейді.

Тағы бір мәселе, ол бағалардың көрсетілген қызметтерге сәйкес болмауы. Мысалы, 50$-ға Алакөлде кішкене бөлме, санузелмен, телевизор және тоңазытқыш алуға болады, ал тамақтану үшін жеке шығын қажет, ал Ыстықкөлде дәл осы бағада ең жақсы қонақ үй, үш уақыт тамағымен, ашық және жабық типтегі бассейнімен беріледі.

Отандық туристік фирмалардың әлеуетті клиенттері – еуропалықтар. Оларды экзотика, жартылай шөлдің романтикасы, көрмеген дала табиғаты, жабайы тау әсемдігі тартады. Еуропалықтар өмір сүру жағдайларын таңдамайды, бірақ оларды ақталмаған жоғары бағалар шошытады.

Қазір аймақта шетелдік туристерді тартудың нақты бәсекелесі – Өзбекстан болып тұр. Бұл бағыт Еуропада аса танымал болып бара жатыр. Мысалы, Бұқараға немесе Самарқанға баруға Германияда екі адам үшін 10 мың евро төлеуге дайын. Мәселені біздегі бағаларды төмендетумен шешуге болады, себебі әлеуетті еуропалық клиент үшін – Өзбекстанға бара ма, Қазақстанға бара ма, айырмашылығы жоқ. Айырмасы тек бағасында, әлбетте туристердің көпшілігі үшін демалыс орнын таңдауда бағалардың қолжетімділігі шешуші фактор болып қала береді.

Қазақстанда көпке танымал екі нысан бар – бұл жас Астана мен «Медеу» мұз айдыны. Астана Елбасының қажыр-қайратымен әлемге танымал болса, «Медеудің» бұрынғы кеңестік кезеңдегі атағы әлі күнге дейін жер жарады. Алайда Елбасының өзі бірде сөйлеген сөзінде – Астанада орта тап үшін бірде-бір қонақ үй де, мейманхана да жоқ. Бәрі өте қымбат, әрі сапалы немесе арзан әрі сапасыз, басқа мүмкіндік қарастырылмаған деген еді. Алматыда 2009 жылғы туризм кірісі 30,3 млрд теңгені құрайды, бұл қаланың ішкі аймақтық өнімінде бар болғаны 1%-ды құрайды. Мұнда басқа мәселелермен қатар, басты сұрақ – қызмет көрсету деңгейінің төмендігі болып қала береді.

2005 жылы ҚР Президенті туризмді экономиканы дамытудың жеті басымдылықты кластерінің бірі ретінде атаған соң ғана туризм өз дамуында жаңа серпін алды. Бірінші туристік кластер, Алматыда және Алматы облысында құрылды және іске қосылды. Бұл таңдау Қазақстан бойынша облыста ең көп туристік ұйымдардың және тартымды туристік маршруттардың орын алуымен түсіндіріледі. Кластерлеу әдетте бір географиялық аумақ шекарасында, нақты салада тығыз қатынас жасап қызмет ететін, олардың біріккен бәсекеге қабілеттілігін жоғарылататын компаниялар мен басқа да әрекет етуші тұлғалардың шоғырлану процесі ретінде анықталады.

Кластерлік даму – бұл әлемдік нарықта Қазақстанның бәсекеге қабілеттілігін көтеру ауқымындағы негізгі бағыты. Оның кепілі – АҚШ, Жапония, Германия, Италия, Финляндия сияқты жоғары дамыған елдерде табысты қоданылуы. Мысалы, Финляндия сияқты шағын елдің экономикасы толық кластерленген және 9 кластерден тұрады. Кластерлеу нәтижесінде Германия типографиялық жабдықтардың, әсем автомобильдердің және химиялық реактивтердің және толып жатқан жетекші өндірушілердің базасына айналды, кіп-кішкентай Щвейцарияда фармацевтикалық өнеркәсіптің, шоколад өндірудің әлемдік жетекшілері шоғырланған, ауыр жүк машиналарын және тау-кен өнеркәсібі үшін жабдықтар шығару жөніндегі жетекші фирмалар Швецияны база жасаған, итальяндықтар керамикалық плиткалар, шаңғы ботинкалар, орайтын жабдықтар мен автоматтандырылған өндірістік жүйелер бойынша өте күшті болып келеді, Жапония тұрмысқа қажет электроника, робот, фото, көшірмелік қондырғылар саласында бірінші орынды мықтап ұстауда.

Туристік қызметтердің халықаралық нарығында лайықты орын алатын, шетелдіктер үшін тартымды және отандастарымыздың көпшілігі үшін қолжетерлік заманауи инфрақұрылымды құруға бағытталған оның қатысушыларының тиімді байланысы үшін туристік кластерді кешенді және

кезеңдік қалыптастыру негізінде бәсекеге қабілетті туризм индустриясын құру және дамыту үшін келесі міндеттерді шешуіміз қажет:

- әлемдік стандарттардан қалыспайтын, қызметтері бойынша әртүрлі, бірегей инфрақұрылымды дамыту арқылы ұлттық туризм индустриясын қалыптастыру;
- нарықтық иннфрақұрылымның сегменті ретінде, әсіресе ішкі және келу туризмін дамыту басымдылығы негізінде туристік қызметтердің бәсекеге қабілетті нарығын қалыптастыру үшін барынша қолайлы жағдайлар жасау;
- инвестиция тарту үшін жергілікті билік органдары мен жеке кәсіпкерлік арасында байланысты, үйлесімділікті орнатып қана қоймай, оны одан әрі нығайту, күшейту үшін шаралар қабылдау;
- «Туризм» аймақтық кластерін қажетті туризм түрлері бойынша дамытудың инновациялық және инвестициялық жобаларын жүзеге асыру;
- ақпараттық технология мүмкіндіктерін жоғары тиімділікпен қолдану;
- Жетісу аймағында туристік кластерді ұйымдастыру және жүзеге асыру бойынша Аймақтық үйлестіруші туристік ақпараттық орталық құру;
- балалар-жасөспірімдер туризмін қалпына келтіру, оны мектептерде жедел түрде қолға алу;
- аймақта емдік-шипажайлық, этнографиялық және экологиялық туризмді дамытуға жағдай жасау;
- аймақтағы туристік тартымдылықтың нысаны болып саналатын – ескерткіштер мен тарихи орындарға экспедиция ұйымдастыру, оларды кластерлік ұйымдастыру мүмкіндіктерін қарастыру;
- туристік кластер үшін материалдық базаны жаңарту және жаңа туристік нысандар құрылысын жеделдету бойынша кешенді шаралар жоспарлау;
- орналасу орындары мен көлік кәсіпорындары жұмысын жетілдіру, туристік сервисті жақсарту, қоғамдық тамақтану сапасын көтеру;
- туристер үшін қауіпсіздіктің жоғары дәрежесін көлікте де, рекреациялық нысанда да қалыптастыру үшін жағдайлар жасау;
- туристер үшін сақтандырудың арнайы жүйесін барынша тиімді және міндетті түрде қолдану;
- қол жетпейтін туристік нысандарға жету үшін кіші авиацияны қолдану бойынша шаралар қабылдау;
- бәсекеге қабілетті туристік кластерді жоғары тиімділікпен басқарудың құрылымы мен тетіктерін әзірлеу;
- аймақтың туристік қызметтердің ішкі және халықаралық нарығындағы орнын айқындап отыру үшін тұрақты маркетингтік зерттеулер жүргізу;
- халықаралық және республикалық туристік көрмелер мен жәрмеңкелерде аймақтың қайталанбас туристік бірегей тартымдылығын инновациялық жолмен көрсетіп отыру;
- алыс және жақын шетелдің жетекші БАҚ-ы, ірі туроператорлары үшін пресс және ақпараттық турлар ұйымдастыру бойынша жұмыстарды ары қарай жалғастыру;
- аймақтағы табиғи, тарихи-мәдени рекреациялық ресурстарды игеру, туристік инфрақұрылымды дамыту мақсатында жеке капиталды тартуға жағдайлар жасау.

Осы міндеттерді шешкенде ғана біз шын мәнінде бәсекеге қабілетті, халықаралық талаптарға сай келетін ұлттық туризм индустриясын қалыптастыра аламыз.

Алғашқылардың бірі болып – қазақ жерін аралаған турист, британ саяхатшысы Фредерик Густав Барнаби XIX ғасырда Қазақстанды аттың үстінде аралап өтіп, бәрінен бұрын қазақ алмаларын ұнатыпты. Ал 2009 жылы Оксфорд ғалымы британдық Бэрри Джуниппер Қазақстанды – алмалар отаны ретінде дәлелдеп берді. Британдық ғалымдардың айтуынша, қазақ алмалары әлемдегі барлық алмалардың атасы болып табылады екен. Ал Қазақстанда алмалар отаны әрине – Алматы облысы, тек осы артықшылығымызды туристік имидж, бренд қалыптастыру барысында қолдана алсақ, ол да біздің туристік нарықта беделімізді арттыра түсетіндігі анық.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Қазақстан Республикасының Президенті Н.Ә. Назарбаевтың «Жаңа әлемдегі жаңа Қазақстан» атты Қазақстан халқына жолдауы.

2. Закон от 13.06.2001 г. № 211. О туристской деятельности в Республике Казахстан //Казахстанская правда. – 2001. – 23 июня.

3. *Назарбаев Н.Ә.* 2009 жылы 5 қазанда Астанада өткен БҰҰ Бүкілдүниежүзілік туристік ұйымның Бас ассамблеясының XVIII сессиясындағы баяндама. Астана, 2010.

4. Туризмді дамыту мәселелері бойынша әдістемелік құрал (нормативтік құқықтық актілер жиынтығы). Талдықорған, 2006.

5. *Гельмле А.М.* Концепция кластера, как основы обеспечения конкурентноспособности отраслей экономики. //Транзитная экономика. - 2008. - №4. С.5-7.

6. *Куандыкова А.А*. Исследование природы кластерных образований в экономике государства. //Аль-Пари. - 2008. - №1-2. С.43-44.

Резюме

В статье рассмотрены особенности, проблемы и перспективы развития туризма в Республике Казахстан на современном этапе. Подробно анализируются факторы, способствующие успешному развитию отечественного и международного туристического бизнеса, подчеркивается роль государственной поддержки туризма.

Summary

The paper considers the characteristics, problems and prospects of tourism development in the Republic of Kazakhstan at the present stage. Detailed analysis of the factors contributing to the successful development of domestic and international tourism, highlights public support for tourism.

І.Жансүгіров атындағы Жетісу мемлекеттік университеті *Түсті 15.02.12 г.*

Н.Н. Құрманбаева

ӨҢДЕУ ӨНЕРКӘСІБІ КӘСІПОРЫНДАРЫНЫҢ ИНДУСТРИЯЛЫҚ-ИННОВАЦИЯЛЫҚ ДАМУ БАҒДАРЛАМАСЫН ЖАСАУ ӘДІСТЕМЕСІ

Өнеркәсіптің салалық құрылымын жетілдіру үшін бірқатар әдістемелік бағыттарды іске асыру, оларды бағалаудың көрсеткіштер жүйесін таңдау, сонымен бірге құрылымдық өзгерістерді болжау әдістерін анықтау қажет болады.

Экономиканың өсу жағдайында өнеркәсіптің салалық құрылымының өзгеруіне нарықтық механизмдердің (сұраныс, ұсыныс, баға) әсері күшейе түседі. Өнеркәсіптік өндірістің құлдырау кезінде құрылымдық өзгерістен гөрі, циклдық сипаттың бой алғанын байқадық. Бұл әсіресе өз шикізаты және еңбек ресурстары бар салаларда белең алды.

Өнеркәсіптік өндірістің құрылымын қайта құру әдістемесінің мақсатына өнеркәсіптік саясат пен өнеркәсіптің құрылымын жетілдіру бағдарламасы жасау жатады.

Аталған әдістемені жасау үшін келесі міндеттерді шешу қажет:

- өнеркәсіптің дамуының қалыптасқан тенденцияларын талдау жүргізу және нарықтың шаруашылық жүйесіне максималды бейімделу үшін оның шарттарын зерттеу және нарықтың нақты мүмкіндіктерін анықтау;
- өнеркәсіптік өндірістің жағдайын кешенді қаржылай және экономикалық талдау және оның ғылыми-техникалық, өндірістік, инвестициялық және нарықтық әлеуетін анықтау, сонымен бірге негізгі өндірістік салаларды жергілікті шикізатпен қамтамасыз ету;
- өнеркәсіптің құрылымын қайта құру және даму тұжырымдамасын Қазақстанның әлеуметтік-экономикалық даму бағдарламасы шеңберінде зерттеу және талдау;
- өнеркәсіптік саясатты әзірлеу және оның мақсатын анықтау, өнеркәсіптік өндірістің дамуының негізгі міндеттерін және өнеркәсіптің құрылымын қайта құрудың негізгі және басым бағыттарын анықтау;

Жоғарыда келтірілген міндеттерді шешу нәтижесінде өнеркәсіп әлуетін және жағдайын обьективті бағалауға, ұзақ мерзімдік перспективаға және болжамдық мерзімнің әрбір кезеңіне есептелген өнеркәсіптің құрылымын қайта құру және оны жүзеге асыру механизмін қалыптастыру жөнінде ұсыныстар жасауға, өнеркәсіпті тікелей және жанама мемлекеттік қолдауды талап ететін жобалардың инвестициялық бизнес-жоспарын жасай отырып, ең басты объектілердің тізімін жасауға қол жеткізуге болады.

Әдістемені жасаудың мазмұнын қарастырып көрейік:

1) өнеркәсіптің қазіргі жағдайын талдау жүргізу;

- жалпы негізгі құндық және натуралдық көрсеткіштердің динамикасын талдау, соның ішінде салалар және ірі кәсіпорындар бойынша өнеркәсіптік өндірістің құрылымдық қозғалыстарын талдау;

- кәсіпорынның ұйымдық-құқықтық нысандарының және меншік қатынастарының өнеркәсіптік өндірістің тиімділігі мен динамикасына әсерін зерттеу;

- өнеркәсіптік кәсіпорынның нақты жағдайын экспресс –талдау;

- ірі өнеркәсіптік кәсіпорындардың нарықтық әлеуетін SMOT-талдау, яғни кәсіпорынның мүмкіндіктерін, ресурстар мен тәуекелін талдау, бәсекелік артықшылықты, өмірлік цикл сатыларын, сыртқы ортаның әсерін талдау бөлімдерінен тұрады.

2) 2010 жылға дейін өнеркәсіптің даму тұжырымдамасын жасау

- өнеркәсіптің құрылымын қайта құрудың болжамдық мерзімінің кезеңін және ұзақтығын, мазмұнын негіздеу;

- өнеркәсіпке қатысты жетекші және үкіметтік құрылымның өнеркәсіптік саясаттың тұжырымдамасын талдау;

- өнеркәсіптік өндірістің құрылымын қайта құруды жүзеге асыру механизмдерін жасау (қаржы-несиелік, салықтық, амортизациялық және инвестициялық саясат, протекционизм, тік интегрленген компаниялар, қаржы-өнеркәсіптік топтар, агроөнеркәсіптік корпорациялар және т.б.);

- нарықтағы орнын және бәсекелестік стратегиясын анықтау арқылы өнеркәсіптік кәсіпорынның топтамасы (кәсіпорындар – виоленталар, патиенттер, коммутанттар, эксплереңттер);

- кәсіпорынды таңдау – мемлекеттік қолдау объектілері;

- қайта құрылымдық өзгерістерге және өмір сүруге қабілеті жоқ кәсіпорындардың тізімін құру сияқты бөлімдерден тұруға тиіс.

3.Өнеркәсіптік кәсіпорынның индустриялық-инновациялық даму стратегиясын жасау.

Бұл бөлімде дайындалған өнеркәсіптік саясаттың тұжырымдамасы негізінде 2005-2010 жылдар аралығында өнеркәсіпті дамытудың макроэкономикалық көрсеткіштері сан жағынан анықталады. Жеке алғанда, негізгі макроэкономикалық көрсеткіштер жүйесінде өнеркәсіп салаларының жұмысының келесі сипаттамасы көрініс табуы тиіс: пайда мен сату көлемінің абсолютті және өсімшелік көрсеткіштері, инвестиция көлемі, жұмыс бастылық, бюджетке түсім және т.б.

Өнеркәсіп салаларының ерекшелігіне, өнім өндіру және өңдеудің өзіндік сипатына, техника-технологиялық құрылымына байланысты оларға қарасты кәсіпорындардағы пайдаланатын еңбек құралдары мен заттары, жұмысшылардың кәсібилігі өзгеше болады. Сондықтан да барлық кәсіпорындарға ортақ, олардың ерекшелігіне тән индустриялық- инновациялық даму бағдарламасы жасалуға тиіс деп ойлаймыз. Бұл бағдарламада кәсіпорынның өнім өндіру көлемі, жалпы өнім көлеміндегі қосылған құны жоғары өнімнің үлес салмағы, инновациялық жаңалығы бар өнімдердің саны, әртараптандыру жоспары, инвестиция көлемі мен оны тарту және пайдалану жобасы, инновациялық жобалар әзірлеу, кәсіпорынның техника-технологиялық құрылымын жаңарту, кәсіпорындарға келіп түсетін тапсырыстар көлемі, импортпен әкелінетін шикізат, комплект бұйымдары, машина, техника, құрал-жабдықтардың көлемі, экспортқа жөнелтілетін өнім көлемі сияқты сандық және сапалық көрсеткіштер есептелуі тиіс [487].

Өнеркәсіптің құрылымын жақсартуда оның құрамына кіретін кәсіпорындардың индустриялық-инновациялық даму бағдарламасын жасау маңыздылығы жоғары. Оның негізгі мақсатына:

- инновациялық жаңалықтардың мазмұнын анықтау, топтау және оларға кодтар беру;

- ғылыми-зерттеу және тәжірибелік- конструкторлық жұмыстарды ұйымдастыру;

- өндірісті ұйымдастыруда оның технико-технологиялық деңгейін талдау және болжау;

- жаңалықтар мен инновациялар қоржынын қалыптастыру;

- инновациялық қызметті енгізу және оның тиімділігін есептеу жұмыстары жүргізілуі тиіс.

Инновациялық жаңалықтардың өзі түбегейлі түрде жаңадан дайындалған инновациялар, ғылыми-зерттеу, тәжірибелік-конструкторлық жұмыстардың нәтижесінде алынған жаңалықтар, әлемдік деңгейдегі жаңалықтар, ғылыми жұмыстар жүргізу нәтижесінде алынған жаңалықтар, қайталанып отыратын жаңалықтар, өнертапқыштардың жаңалықтары негізінде дайындалған жаңалықтар болып бірнеше түрге бөлінеді.

Ғылыми-зерттеу және тәжірибелік конструкторлық жұмыстарды жүргізу мына міндеттерді шешеді: қолданудың жаңа облысында, табиғат пен қоғамның даму нәтижесінде пайда болған жаңа

білімдердің қалыптасуы, өндіріс саласына жаңалықтар енгізудің мүмкіндіктерінің нәтижелерін теориялық және эксперименталдық тұрғыда тексеру, жаңалықтар мен инновацияларды тәжірибеде қолдану және т.б.

Аталған міндеттерді шешу үшін ресурстарды пайдалану тиімділігін көтеруге, кәсіпорынның өмір сүру деңгейін арттыруға, халықтың өмір сүру деңгейін өсіруге мүмкіндік береді. Сонымен бірге, жаңа материалдарды, өнімдер немесе қондырғыларды, жаңа үрдістер, жүйелер және қызмет түрлерін енгізу және өндірістік өнімдерді жетілдіру жатады.

Жаңа конструкторлық жұмыстар жүргізу, жаңа идеялар мен нұсқалардың жобаларын жасау, технологиялық үрдістерді ұйымдастыру, тәжірибелік үлгілерді әзірлеу және тағы басқа көптеген жұмыстарды жүргізу арқылы аталған міндеттерді шешуге болады.

Өндірісті ұйымдастыру кезінде оның техника-технологиялық деңгейін талдау және болжау жұмыстарын жүргізуде өндірісті механикаландыру және автоматтандыру деңгейін көтеру, технологиялық үрдістердің прогрессивтілігін арттыру, технологиялық үрдістер мен құралдардың орташа жасын анықтау, кәсіпорын қызметкерлері еңбегін қормен қаруландыру, өндірісті мамандандыру, кооперациялау деңгейін көтеру, технологиялық құралдардың жұмыс істеу кезектілік коэффициентін анықтау, кәсіпорынның штаттық кестесін есептеу, жұмыс уақытында болатын жоғалтулардың себептерін анықтау, өндіріс қуатын пайдалану дәрежесін талдау және толық жүктелмеу себептерін іздестіру сияқты көптеген жұмыстарды жүргізу өндірісті ұйымдастырудың техникалық деңгейін көтеруге ықпалын тигізеді. Осындай жұмыстардың нәтижесі стратегиялық болжам жасауға мүмкіндік береді.

Инновациялар қоржынындағы жаңалықтарды пайдалана отырып, жаңа тауарлар жасау, “ноу-хау” негізінде өндірілетін тауарларды жетілдіру, ғылыми жаңалықтарға сүйене отырып, өндірісті ұйымдастыруды жетілдіру, менеджмент жүйесін құру, шикізат, материалдар мен комплект бұйымдарының сапасын көтеру және маркетингтік зерттеу шараларын жүргізу қажет.

Бағдарламаның технологиялық құрылымын қалыптастыруда аяқталған ғылыми-техникалық жасалымдарды және ғылыми-зерттеу тақырыптарын зерттеу негізінде белгілі техникалық және технологиялық шешімдерді таңдаумен қатар6 бағдарламаның құрылымын қалыптастыру кезінде технологиялық жүйенің жобасын жасау қажет болады. Сонымен қатар, бағдарламаның құрылымын қалыптастыруда алдыңғы жылдардың негізгі инновациялық өнім өндіру проблемаларын шешу жолдары үйлестіріліп, талданады. Аяқталған жасалымдардың нәтижелерін пайдалану мүмкіндіктері зерттеледі. Отандық және шетелдік ғылыми-техникалық жетістіктер жөнінде патенттік – лицензиялық ақпараттар тиянақты түрде зерттелуі тиіс.

Дәл осындай ірі инновациялық бағдарламалар негізгі үш деңгейде жасалынуы тиіс деп санаймыз:

салааралық кешенді инновациялық бағдарлама;

салалық кешенді инновациялық бағдарлама;

кәсіпорынның инновациялық бағдарламасы.

Экономикалық және әлеуметтік маңызы жоғары мәселелерді шешу үшін салааралық, салалық ірі инновациялық бағдарламаларды жүзеге асыру кезінде Инновациялық қор қаржыларын пайдалану үшін инновациялық жобалар жасау арқылы конкурстарға қатысу өз нәтижесін береді. Инновациялық жаңалықтарды енгізу үшін кәсіпорындарда ынталандыру шараларын ұйымдастыру сыйақының жалпы сомасының шамасы жобаның тиімділігіне байланысты ресурстық сатыларда анықталады.

Ғылым, техника және өндірістің түйісуі арқылы инновациялық өнім өндірумен айналысатын өндірістерде бір жағынан зерттеу жүргізу және оны дайындаумен, ал екінші жағынан - тікелей өнеркәсіптік өндірісте инновациялық өнім өндіру функцияларын орындаумен айналысады. Екі жағдайда да инновациялық өнім өндіруші кәсіпорын еңбек, негізгі қорлар мен айналым шығындарының көбейіп кетуіне байланысты экономикалық көрсеткіштерге теріс ықпалын тигізуі де мүмкін.

Инновациялық өнімді игерудің екі сатысы бар. Біріншісіне – инно-вациялық өнімді сынақтан өткізу, екіншісіне – инновациялық өнімді кәсіпорында игеру жатады. Ол осы сатылардан өткеннен кейін сериялық немесе жаппай өнім өндіріске жіберіледі.

Жаңа инновациялық өнімді игеру үрдісінің динамикасы, ықтималдылық сипаты және тағы басқа себептер мен ерекшеліктері техника-экономикалық көрсеткіштерді жоспарлауда белгілі бір қиыншылықтарды тудырады. Жаңа инновациялық өнімді өндіру жоспарын қалыптастыруда

анықсыздық дәрежесін азайту үшін техника-экономикалық көрсеткіштердің өзгеруін игеру кезеңіндегі динамикасын зерттеп отыру қажет.

Жаңа инновациялық өнімді игеру кезеңінің ұзақтығы өнімнің алғашқы номенклатурасын өндіруді үйренуді сатып алудың басынан өнімнің толық өзіндік құнына және еңбек өнімділігіне жеткенге дейінгі уақытпен анықталады. Жаңа өнімді игеру сапасы еңбек сыйымдылығының азаю жылдамдығымен, бір өнімді өндірудің толық өзіндік құнымен сипатталады, операцияны орындау сапасы мен режимді таңдау ұтымдылығы жарамды өнімді шығару шамасының өсу динамикасында орын алады (36-кесте).

Әрбір операциядағы өнім бірлігін өндіру үшін ресурс шығындарының барлық негізгі түрлері мөлшерленеді. Мысалы, машинажасау және электронды өнеркәсіпте жаңа өнімді игеру шығындарын табиғи және іске жарамды деп шартты түрде екіге бөледі. "Табиғи өнімдерге" шығындар іске жарамды өнімнің шығуын есептемегендегі шығындарды есептеуде пайдаланылады. Іске жарамды өнім шығындары жарамды өнімдердің шығу коэффициент деңгейімен анықталатын технологиялық жоғалтуларды ескере отырып, өнім өндіруге кететін шығындарды білдіреді. Жарамды өнімдердің шығу коэффициенті неғұрлым жоғары болса, соғұрлым бұл шығындар табиғи өнім шығару шығындарына жуықтайды. Жоғарыда айтылғандардан технологияны жаңарту сапасы жарамды өнімді шығару коэффициенті арқылы көріне отырып, ресурстарды тұтынуға едәуір әсерін тигізеді.

Кәсіпорынның инновациялық бағдарламасын жасауда ең негізгі міндетке кәсіпорынның амортизациялық аударымын жинақтау болып саналады. Біздің пікіріміз бойынша, оларды ерекше банк есепшоттарында шоғырландыру қажет. Қорыта айтқанда, отандық өнеркәсіпті индустрияландырудың жаңа сатысына көтерудің басым бағыттарына оның инвестициялық-инновациялық әлеуетін қалыптастыру, тиімді салалық құрылымын жетілдіру, техника-технологиялық базасын күшейту жатады. Осындай басым бағыттарды жүзеге асыру үшін кәсіпорындардың инновациялық даму бағытын таңдап алуы арқылы табысты молайтуына, соның негізінде жаңа нарықтарға шығуына жол ашылады. Инновациялық даму бағыты ғылыми сыйымды өнімді өндірумен тығыз байланысты болғандықтан шығындылығы басым болады.

Сондықтан тәуекелділігі жоғары мұндай инновациялық өнім өндіру үшін кәсіпорындар алдын ала жасалған экономикалық, техникалық, әлеуметтік, экологиялық тұрғыдан дәлелденген бағдарламаларға сүйене отырып, дамуын анықтап алуы тиіс. Сондықтан біз ұсынып отырған кәсіпорынның инновациялық даму бағдарламасы әдістемесінде осы проблеманы шешудің кейбір маңызды тұстары қарастырылған.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. *Назарбаев Н.А.* Казахстан а пороге нового рывка вперед в своем развитии. Стратегия вхождения Казахстана в число пятидесяти конкурентоспособных стран мира: Послание Президента РК народу Казахстана // Каз.правда . -2006. -2 марта.-С 1-3

2. *Веснин В.Р.* Менеджмент: Учебник- 2-е издание, перераб.и дополн., М. : Проспект 2005- 540 с.

3. *Зайцев Л.Г., Соколов М.И.* Стратегический менеджмент, учебник- М., Экономист, 2004-416с.

4. *Сорокина Л.А.*, Менеджмент в малом бизнесе: Учебное пособие для вузов – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004-142 с. (серия «профессиональный учебник: менеджмент»)

5. *Вершигора Е.Е.* Менеджмент: Учеб.пособие- 2-е изд, перераб.и дополн., М. : ИНФРА-М, 2005 -283 с.-(Высшее образование)

6. *Кулекеев Ж.А., Пивень Г.Г.,Нургужин М.Р., Каханова Ш.М., Падиарова И.Л.* Системы менеджмента качества организации высшего профессионального образования. Теория и практика. Караганда, Изд-во КазГТУ, 2004 -356 с.

Резюме

Определить методы по структуре отрасли промышленности выбирать некоторые оценки показателей и по направлению методологического развития.

Summery

To define methods on industry structure to choose some estimations of indicators and in a direction of methodological development.

Қ.И. Сатбаева атындағы ҚазҰТУ *Түсті 2. 02. 12 ж.*

Р.А. Малаева

ҚР МҰНАЙ-ГАЗ САЛАСЫН МЕМЛЕКЕТТІК РЕТТЕУДІ ҰЙЫМДЫҚ-ЭКОНОМИКАЛЫҚ ЖЕТІЛДІРУДІҢ ТЕТІКТЕРІ

Экономиканың жаһандану жағдайларында мұнай-газ саласын мемлекеттік реттеуді ұйымдық-экономикалық жетілдірудің тетіктері мұнай-газ саласын дамыту әдістерінен құралады. Бұған келесілерді жатқызуға болады: жалпы мұнай мен газ өндіру саласындағы заңнамаларды жетілдіру, мұнайды өңдеу өндірістерін дамыту, тасымалдау және инфрақұрылымды дамыту, мұнай-газ саласын техникалық реттеу, жаңа жобалардағы қазақстандық үлес жөнінде, мұнай-газ саласындағы білікті кадр ресурстарымен қамтамасыз ету және қоршаған ортаны қорғау және төтенше жағдайлардың алдын алу.

Мұнай-газ саласын мемлекеттік реттеу болашаққа деген даму перспективасы Қазақстанның 2030 жылға дейінгі даму стратегиясында толық қамтылған және Қазақстанның әлемдегі бәсекеге қабілетті 50 елдің қатарына кіруі жөніндегі негізгі бағыттарда айқындалған. Бірақ, қазірде әлемдегі болып жатқан түрлі проблемалар бұл стратегиядағы міндеттерді орындауға өз әсерін тигізеді. Соған қарамастан, Қазақстан Үкіметі осы көптеген мәселелердің алдын алуды түрлі жобалар жасау, заңдарға өзгертулер енгізу жүйелері қаралып жатыр.

Мұнай-газ саласын мемлекеттік реттеу болашаққа деген даму перспективасы Қазақстан Республикасы үшін алдағы 5-7 жылдағы проблемалар – қазіргі заманғы меншікті мұнай химиясы базасын жасау. Бұл үшін жаңа мұнай-газ кеніштерінің ресурстары шикізат ретінде қолданылады. Әлеуметтік-экономикалық даму қарқыны осы мәселелерді жүзеге асыру жылдамдығына байланысты болады. Оны шешу үшін барлық ресурстарды: ұлттық компаниялар мен корпорациялардың, біріккен кәсіпорындардың қаражаттарын жұмылдыру керек деп ойлаймыз.

Қазақстанның көптеген мұнай-газ кеніштерінде өнім өндіру күрделі жағдайда жүреді. Жабдықтар тозған және экономикалық тиімділігі төмен. Осыған байланысты күрделі қаржы салуды талап етеді. Бұл олардың бәсекеге қабілеттілігін, тиімділігін төмендетеді және мұнай құятын құбырлардың ескіруі мен жабдықтар жиі бұзылуынан орын алатын мұнай және газ қалдықтарының шығу жағдайларына байланысты іргелес аймақтардың экологиясы бұзылуына соқтырады. Негізгі өндірістік қорлардың белсенді бөлігін жаңарту қосымша инвестицияларды талап етеді. Бүгінгі күні көмірсутектерді өңдеуге күрделі қаражат жеткіліксіз болғандықтан, республика олардың көп белігін сатуға мәжбүр болуда.

Демек, қазірдің өзінде-ақ шаралар жүйесі әзірленуі тиіс, бұлардың негізгі нәтижесі - қоршаған ортаның тұрақтылығына кепілдік беретін көмірсутек шикізаттарын өндіру, тасымалдау және өңдеудің барлық буындарының сенімді жұмысы болмақ. Көмірсутек ресурстарын ұтымды әрі кешенді пайдалану - дамудың басты бағыты болуы керек.

Мұнай-газ өндіруші мұнай компанияларда, 2011 жылы алауларда 3 миллиардтан астам газ жанып кетсе, 2010 жылы 1,7 миллион жағылған. Бұл олардың Қазақстанның әлеуметтік-экономикалық дамуына кері әсерін тигізіп жатқандығын көрсетіп отыр. Бұл деректі биліктің өкілдері растады. «Заманында, онжылдықтан бұрын біз контрактілер бекіткенде, шын мәнінде, ілеспе газ құнсыз болды, - деді мұнай және газ министрлігінің жауапты хатшысы Қ.Сафинов. Негізгі контрактілер мұнайға ғана арналған. Тиісінше газ деген шартта мүлде көрініс таппады деуге болады, ол негізінен жағылуы және қоршаған ортаға зиян келтіру проблемалары тұрғысынан көбірек қарастырылды. Үлкен төлемдер төлеу қажет еді. Сондықтан, сол кезеңде мемлекет: «Жер астынан минералды ресурсқа қатысты не шықса, соның барлығы жер қойнауын пайдаланушының еншісі!» деді. Қазір газдың өте құнды өнімге айналуына байланысты, мемлекет ілеспе газдың босқа жағылуына бей-жай қарап отыра алмайды. Осы себепті, өте қатаң құқықтық режимдер қабылданды», – деді. – Өкінішке қарай, Қазақстанда жеке газ кен орындары жоқ. Газ ресурстары мұнай-газ кендерінде шоғырланған. Бірақ, басымдық - мұнай өндіру еді, ал газ оған ілеспе болды, - деп ашық айтты сенаторларға «ҚазМұнайГаз» ұлттық компаниясының Газ жобалары жөніндегі Басқарушы директоры Б.Назаров.

«Бүгінгі күні еліміздің мұнай-газ саласында түбегейлі құрылымдық қайта құрулар жүзеге асып, бұл бағыттағы басқару жүйесінде реформалар жүргізілді. Үкімет пен жергілікті атқарушы органдар 2015 жылға дейінгі газ саласын дамыту тұжырымдамасына сәйкес елді мекендерді газдандыру аясында біршама

жұмыстар атқарылды. Дегенмен де, Газ саласын дамыту бағдарламасын жүзеге асыру, оның ішінде елді мекендерді газдандыру шарасы сәтсіздікке ұшырап отыр. Жалпылама алып қарасақ, бұған таңданарлық ештеңе де жоқ. Өйткені бұл үдеріс жергілікті сипат алып, онда Қазақстанның солтүстік өңірлерінің мүдделері қорғалмаған еді. Сонымен бірге, бұл бағытта бағдарламаны жүзеге асырудың заманауи, бұрынғыдан тиімдірек әдістері қамтылмады. Оның үстіне бағдарлама тек қана мемлекет қаражаты есебінен жүзеге асты», - деді жиын барысында сенатор Еділбай Иманқұлов.

2010 жылдың шілдесінде Қазақстан Президенті "мұнайлық ілеспе газды ұлттық меншікке алу туралы» тапсырма берген. Бірақ та, елімізде «көгілдір отын» нарығы, тіпті дамымақ түгілі, әлі қалыптасқан жоқ. Сондықтан да, газбен қамтамасыз ету туралы арнайы заң шығару қажет. Сонда газды тасымалдау, оны бөлу, тіпті күні бүгінге дейін әлі жоқ деуге болатын нарықты құру мәселелері көрініс табуы қажет. Қазірде Мұнай және газ министрлігі заңның жобасын әзірлеп жатыр.

Жаһандық «көгілдір отын» нарығының орталық азияда көп көңіл бөлетін Өзбекстанда екендігі белгілі: «көгілдір отынның» тіпті саяси құрал ретінде жүрер стратегиялық ресурс екендігін зерттеп, зор көңіл бөліп, енді өз қазыналарын газдан түскен мол қаржымен толтырып отыр. Ал бізде «қара алтын» өндіруге көп көңіл бөліп, ілеспе газды көпке дейін көзге ілмей келген. Өндірістің одан әрі өсуі – теңіз және Қарашығанақ кенорындарын қарқынды игеруге, Қашаған кенорнын тәжірибелік-өнеркәсіптік игерудің басталуына байланысты. Жоба операторларымен бірге аталған кенорындарында жаңа ірі кеңейтулер үшін мүмкіндіктерді зерттеу жалғасуда.

«Теңізшевройл» ЖШС «Болашақ кеңейту жобасы» (БКЖ) шеңберінде шикі мұнайды кері айдау технологиясын қолданып, өндірісті одан әрі кеңейту нұсқаларын қарастыруда. БКЖ негізгі мақсаты – мұнай өндірудің жалпы көлемін ұлғайтумен, шикі мұнайды тәжірибелік кері айдаудың және оның Теңіздің платформалық бөлігінде таралудың табысты өтуіне негізделген, өндірістік қуаттардың одан әрі өсуін қамтамасыз ету болып табылады. Қашаған кенорнын игерудің 2-кезеңі Базалық Жобалау сатысында, оны 2012 жылдың ортасына дейін аяқтау жоспарлануда. 2-кезең тәулігіне 1 млн баррельге дейін (46 млн. т/жыл) өндіру деңгейіне қол жеткізу үшін тәулігіне 275 мың баррельден екі кезекті қамтиды. Сонымен бірге, Солтүстік Каспий жобасының Операторы (Норт Каспиан Олерейтинг Компани Б.В.) кенорнын игерудің 2-кезеңі құнының шығындарын төмендету және оның экономикалық тартымдылығын арттыру жөніндегі жұмыстарды жүргізуде. Жоғарыда аталған барлық кеңейту жобалары бойынша техникалық, экономикалық және әлеуметтік мәселелерді жан-жақты қарау талап етіледі. Қазақстанда жыл сайын 650 млн. тонна ілеспе газ жанады. Бұл 2 млрд. сағатына /кВт өлшем бірлігінде электроэнергиясы дегенді білдіреді. Газ өндірісін ұлғайту негізінен жаңа және негізгі базалық: Қарашығанақ, Теңіз, Жаңажол, Толқын және «ҚазМұнайГаз» ҰК АҚ-на тиесілі тағы бірқатар кәсіпорындарды, сондай-ақ, Каспий қайраңы кенорындарын (Қашаған және т.б.) дамыту жолымен қамтамасыз етіледі. Өндірілетін газ негізінен ілеспе газ болып табылатындығын ескере отырып, тауарлы газды өндіру және шығару қарқыны мұнай өңдеу қарқынымен және кенорнын игеру бойынша қабылданған технологиялық шешімдермен (мысалы, газды кері айдау) айқындалады. Болжам бойынша 2012 жылы республикадағы газ өндіру деңгейі шамамен – 37,0 млрд. текше метр, ал 2014 жылға қарай – шамамен 55,8 млрд. текше метр құрайтын болады.

Ілеспе газ өндірісін ұлғайту перспективаларын ескере отырып, бір мезгілде шағын мұнай-газ кенорындарын игеру кезінде газ тазалайтын арнайы қондырғыларды құрып, жұмыс істеп жатқан газ өңдеу зауыттарын кеңейту талап етіледі.

Қазақстан үшін мұнай мен газ өндірісінің ұлғаюы болжамдарын ескере отырып, мұнай-газ тасымалдау инфрақұрылымын дамыту мәселесі күннен-күнге маңызды болуда, жаңа экспорттық жүйелерді салу және қолда барын кеңейту жөніндегі жұмыс өзекті болып табылады. Мұнай-газ ресурстарын пайдаланудың тиімділігін арттыру мақсатында Қазақстан тасымалдау шығындары барынша төмендетілген жағдайда қазақстандық көмірсутегілерін неғұрлым тартымды сату нарықтарына тасымалдау жөніндегі жобаларды іздеуді және іске асыруды жалғастыруы тиіс. Мұнай мен газды экспорттау қуаттары мен бағыттарының дамуы өндіру мен ішкі тұтынудың перспективті көлемдеріне, транзиттік елдермен ұзақ мерзімді уағдаластықтардың болуына, сұраныс деңгейіне және әлемдік тұтыну нарықтарындағы жағдайға сәйкес келуі тиіс. Мұнай экспортының болжамды көлемдерін бағалау бойынша 75 млн тоннаға дейін өсу көзделеді. Қазіргі сәтте газ экспортының ресейлік бағытына бәсекелесетін баламаның жоқ екенін және ағымдағы сату Қазақстан Республикасы мен Ресей Федерациясының шекарасында жүзеге асырылып жатқанын ескере отырып, қазақстандық тарап уәкілеттік берген ұйым арқылы жеткізуді жүргізіп, әділ нарықтық баға алу бойынша жұмысты жалғастыру қажет. Бұл ретте уәкілетті органдармен ("Трансферттік баға белгілеу туралы" Заңға сәйкес) Қазақстан Республикасы мен Ресей Федерациясы шекарасында эксперттік

бағаны келісу және бекіту үшін нормативтік құқықтық актілерге қажетті нормаларды енгізу тиісті жұмыс жүргізу қажет.

Ішкі газбен жабдықтауды дамыту тұрғындардың әлеуметтік жағдайын жақсартуға бағытталған саланы дамыту басымдықтарының бірі болып қала бермек. Қазіргі уақытта республикада 30 және одан да көп жыл бұрын салынған ұзақтығы шамамен 11 мың шақырым болатын орта және төмен қысымды газ тарататын желілерінің басым бөлігі өзінің беріктілік қорын тауысқан. Таратушы газ құбырларының техникалық жай-күйі негізгі құралдар мен жабдықтың жоғары дәрежелі тозуымен сипатталады. "ҚазТрансГаз-Аймақ" АҚ бөлімшелері пайдаланатын газ тарату желілері бойынша газ құбырларының шамамен 18% апат алдындағы жағдайда. Бұл ретте, болат құбырларды пайдаланудың нормативтік мерзімдері 30 жыл болса, жабдық пен құбырлардың 12% 35 жылдан астам пайдаланылып келеді. Бұдан басқа, газ құбырларының жылдам тозуы жер асты құбырлардың 40%-нің ұзақтығы электр-химия қорғаныссыз пайдаланылуынан болып отыр. Газ реттеу қосындарының жартысына дерлігі және шкафтық газ тарату қосындарының үштен бір бөліп жөндеуді немесе алмастыруды қажет етеді.

Тікелей жер қойнауын пайдаланушы компаниялардың білікті кадр ресурстарымен қамтамасыз ету мәселесі негізінен ағымдағы мамандарды даярлау жүйесі шеңберінде, сондай-ақ, өз компанияларының біліктілікті арттыру мұнай-газ саласын реттеудің маңызды бағыттарының бірі болып табылады.

Қызылорда, Ақтау, Атырау, Орал, Ақтөбе аймағындағы мұнай компаниялары кәсіби деңгейі жоғары мамандардың тапшы екендігін айтып шағымдануда. Өйткені, Қазақстандағы жоғары оқу орындарын бітірген жас түлектер компаниялар тарапынан қойылатын талаптарға сәйкес келмейтін көрінеді. Тәжірибе ретінде ұсынылған бұл талаптар алдағы 2-3 жыл ішінде жүктелетін міндет ретінде бекітілуі тиіс. Статистика бойынша бүгінде Қазақстандағы еңбекке қабілетті 8413,5 мың адамның 935,9 мыңы ғана өндіріс саласында жұмыспен қамтамасыз етілген. Өкінішке қарай, шетелдік компанияларға қабылданатындары - 3-5 пайызы ғана.

Әлемдік тәжірибе көрсеткендей, көмірсутектердің өте үлкен қорына ие болу әрқашанда ұлттық әл-ауқаты жақсаруына әкеле бермейді. Мұнай-газ кешенінің сервистік саласы дамуын мемлекеттік реттеу қажет. Мұнай-газ саласы ұйымдарының техникалық реттеу саласындағы нормативтік құқықтық актілермен және нормативтік техникалық құжаттармен қамтамасыз етілуін арттыру.

Газды кәдеге жарату бағдарламаларына сәйкес мұнай мен ілеспе газды өндіруді жүзеге асыратын жер қойнауын пайдаланушылар 2013 жылға қарай өндірілетін барлық ілеспе газды (жағылатын газдың технологиялық тұрғыдан шарасыз көлемдерін алып тастағанда) кәдеге жарататын болады. 2014 жылға қарай өндірілетін ілеспе газдың кемінде 95% деңгейіне қол жеткізілетін болады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Қазақстан экономикалық, әлеуметтік және саяси жедел жаңару жолында: ҚР Президентінің Қазақстан халқына Жолдауы, Астана, 2011 жылғы 18 ақпан. – Алматы: Жеті жарғы, 2011.

2. *Назарбаев Н.Ә.* «Болашақтың іргесін бірге қалаймыз», 2011 жылдың ақпанындағы Қазақстан халқына жолдауы.

3. Қазақстан Республикасының 2010 жылға дейінгі дамуының стратегиялық жоспары: ҚР Президентінің бұйрығымен бекітілген, 2007 жылғы 4 желтоқсан, № 735. - Астана, 2007.

4. Қазақстан Республикасының 2009-2015 жылдарға арналған индустриалды - инновациялық даму стратегиясы. – ҚР Президенті мен ҚР Үкіметінің актілер жинағы, № 30, 2008.

Резюме

Учитывая прогнозы увеличения нефтегазового производства Казахстана, изо дня в день проблемы развития инфраструктуры транспортировки нефти и газа, а так же развитие новых систем экспорта становятся актуальным.

Summary

Considering forecasts of increase in oil and gas manufacture of Kazakhstan, day by day problems of development of an infrastructure of transportation of oil and gas and as development of new systems of export become actual.

Қ.И. Сатбаева атындағы ҚазҰТУ *Түсті 12. 02.12 ж.*

• ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 808.2 (075)

А.Ы. Сафаргалиева

ОБУЧЕНИЕ ЯЗЫКУ В АСПЕКТЕ РАЗВИТИЯ ЛИЧНОСТНЫХ КАЧЕСТВ ОБУЧАЕМЫХ

Успехи в решении задач совершенствования обучения языку тесно связаны с развитием личностных качеств обучаемых, с образовательным и, в целом, интеллектуальным ростом личности студентов, с повышением его коммуникативной и профессиональной компетентности. Обычно студенческий возраст определен временными границами (17-22 лет), в течение которых вырабатывается мировоззрение, осуществляется процесс профессионального самоопределения и в целом формируется личность. Этот процесс, по мнению психологов [1], имеет свои "точки роста", среди кото-рых выделяется первый год обучения, когда изменяются идеальные представления о профессии, о ее целевых и смысловых составляющих, и когда «вычленяются вопросы назначения и сущности профессии, ее культурной и общественной ценности, профессиональных норм, способов самоопределения» [2].

Овладение языком очень сложный процесс, в котором усвоение языкового материала достигается на основе выработки определенных психофизиологических процессов. По утверждению Н.И.Жинкина [3], обучение второму языку базируется на лингвистических данных двух языков, на данных современной науки об управлении процессом овладения вторым языком, на психофизиологических данных обучающихся.

Л.А.Якобовиц отмечает [4], что способность к языкам есть сама по себе врожденная способность, но скорость овладения языком и вторым языком в частности и эффективность использования языка в процессе коммуникации являются факторами реализации языковой способности, уровень развития интеллекта, предшествующий опыт, физическое развитие, мотивация.

Эффективным подходом к обучению является личностно-деятельностный, который по определению И.А.Зимней можно назвать как «ситуативно-коммуникативно-личностно-деятельностный подход», где «каждое звено определения соотносится с разным аспектом процесса обучения: ситуативность – с характером организации учебного материала и условиями его усвоения, коммуникативность – с организацией общения, личностный – с аппеляцией к субъекту обучения, деятельностный – с организацией обучения и определения объекта обучения», что означает «раскрытие психологической природы формирования индивидуального опыта человека в плане усвоения им знаний, выработки программы и обобщенных способов действия, становления его предметно-содержательных и операционных уровней его деятельности» [5]. Личностно-деятельностный подход к обучению (С.Л.Рубинштейн, А.Н Леонтьев и др.), в котором личность рассматривается как субъект деятельности, формирующийся в деятельности и общении с другими людьми и самостоятельно определяющий характер деятельности и общения. Иначе, основополагающим концептуальным стержнем личностного подхода является положение о том, что все психические процессы, свойства и состояния рассматриваются как принадлежащие конкретному человеку и зависящие от индивидуального и общественного бытия человека, будучи определяемыми его закономерностями.

Языковая номинация рассматривается в её социально-коммуникативной детерминации и функции. Поскольку номинативное решение конкретной коммуникативной задачи мотивируется субъективными факторами (например, человеческим фактором), то система обучения должна быть организована в направлении личности обучаемого, с учетом его национальных, возрастных, индивидуально-психологических особенностей.

Значимыми, влияющими на эффективность обучения являются психологические типы обучаемых. Б.В.Беляев [6] выделяет два основных психологических типа обучаемых: 1) интуитивно-чувственный, при котором обучаемые усваивают язык независимо от знания языковых правил; 2) рационально-логический, при котором обучаемые нуждаются в знании этих правил. В нашем исследовании контингент обучаемых – студенты с предшествующим опытом усвоения русского языка в школьных условиях. На продвинутом этапе (в вузе) сложившимся психологическим типом обучаемых, естественно, является второй – рационально-логический, когда студентами-билингвами осознаются грамматические особенности русского языка, поэтому обучение опирается на языковую базу студентов, которое основывается на теории поэтапного формирования умственных действий, разработанной П.Я.Гальпериным [7]. На основе названной теории грамматический строй изучается поэтапно: от предварительного знакомства до автоматизированного действия в форме внутренней речи. Этапы не противоречат познавательной деятельности, характеризующейся основными

разновидностями: 1) репродуктивной, когда обучаемый копирует (узнает и воспроизводит) образец, запечатленный в сознании, то есть развиваются логические приемы анализа и синтеза и, в основном срабатывают механизмы памяти; 2) продуктивной, когда обучаемый самостоятельно определяет и классифицирует признаки изучаемых конструкций, составляет аналогичные и выявляет общие закономерности. Это разновидность не только процессов памяти, но и полностью развернутой аналитико-синтетической деятельности; 3) творческой, когда учебная деятельность студента достигает углубленного уровня подготовки. Это разновидность развитого логического мышления, в основе коммуникативной компетенции лежит комплекс умений, позволяющих участвовать в общении в его продуктивных и творческих видах речевой деятельности. Именно поэтому так важен вопрос о методически обоснованном соотношении процессов овладения и обучения, развития познавательных, интеллектуальных способностей студентов, способствующих приобщению к серьезному познавательному процессу, развитию навыков и способностей к самосовершенствованию. В структуре сознательно-коммуникативного метода обучения четко выделяются два компонента: сознательность и коммуникативность, которые в данном случае не только не отрицают, но, напротив, предполагают друг друга. Главным, как принято считать в научно-методической литературе, в сознательном подходе является предшествование ознакомления с правилами тренировки в выполнении соответствующего действия. Осознание правила дотренировки является приоритетом, к примеру, и в сознательно-практическом методе, и в сознательно-сопоставительном методе; в обоих данных методах подчеркивается единство ознакомления, тренировки и речевой практики, то есть нацеленность на овладение языком как средством общения. Коммуникативность, второй компонент в структуре сознательно-коммуникативного метода, сводится к установлению с помощью речи социальных контактов. Таким образом, сознательно-коммуникативный метод представляет собой тщательный отбор коммуникативных ситуаций (заданий) со стороны преподавателя и их актуальное осознание со стороны обучаемых. При этом, в отличие от других методов в русле сознательного подхода к обучению, в сознательно-коммуникативном методе расширяется содержание принципа сознательности, включающее осмысление со стороны обучаемых, помимо: а) языковых (грамматико-синтаксических) правил-инструкции, еще: б) структуры речевых умений; в) особенностей коммуникативных ситуаций; г) конечной, промежуточной и непосредственной цели обучения; д) роли каждого типа и способов его правильного и экономного выполнения; е) результатов, достигнутых на занятии. Принцип коммуникативности реализуется постольку, поскольку осуществляются требования осмыслять коммуникативную ситуацию, коммуникативную цель занятия. То есть в рамках сознательно-коммуникативного метода коммуникативная ориентированность является стержнем, пронизывающим весь процесс обучения, а осознанность структуры языковых и речевых действий, цели, способов их достижения и результатов учебной деятельности делает обучающегося субъектом учебного процесса, создает предпосылки для сотрудничества преподавателя и студента и для дальнейшего самообучения.

Согласно С.Л.Рубинштейну [9], нельзя определять умственные способности человека лишь по результату его деятельности, игнорируя процесс мышления, который к нему приводит. Следуя указанию психолога о том, что психические процессы проявляются и формируются в деятельности, мы пытались проследить взаимосвязь учебной работы по предложенной системе упражнений с психической деятельностью студентов. Наш педагогический опыт свидетельствует, что между ними существует глубокая внутренняя связь, которая проявляется в разносторонности подхода к рассмотрению и изучению грамматических тем, а также эстетическую ценность и уместность употребления в той или иной речевой ситуации и т.д. Такая работа предполагает выработку навыков установления логических связей и разностороннего анализа лингвистической информации, что позволяет организовать речевую деятельность студентов путем моделирования ситуаций будущей профессиональной деятельности, повышающей мотивацию обучения и способствующей переходу учебно-творческой деятельности студентов в научное творчество.

Обучение языку в аспекте развития личностных качеств обучаемых неразрывным образом связана и не мыслится без учета краеугольных принципов личностно-ориентированного образования и креативной педагогики в слитном двуединстве: 1) субъектность обучаемых невозможна без изменения позиции к нему преподавателя, предстающего уже в качестве партнера в демократическом взаимодействии и сотрудничестве в процессе обучения; 2) формы усвоения знаний – это многообразные формы поисковой мыслительной деятельности, реализуемые как продуктивный творческий процесс; 3) доминирование групповых форм взаимодействия межличностных отношений и обучения в процессе обучения, что способствует естественному выращиванию индивидуальности из «коллективного субъекта», созданию оптимальных условий для социализации личности. Ключевой компонент зиждется на таких установках, как: коммуникативность, постепенно-последовательный переход от простого к сложному, доминирование в содержательном аспекте профессионально ориентированной тематики, учет психологических особенностей учебно-познавательного процесса, обеспечение непрерывности и целостности профессионально-личностного становления будущего специалиста. Только творческий созидательный подход может обеспечить формирование таких личностных качеств обучаемых, как: готовность активно и свободно оперировать полученными знаниями, умениями, навыками в своей коммуникативной деятельности, включая профессионально ориентированную, готовность к

рефлексии, осмыслению личностью собственной поисково-творческой деятельности, готовность к сотворчеству, самообразованию, саморазвитию, самопроектированию, ключевых категории в рамках кредитной системы обучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Акопов Г. В.* Социальная психология высшего образования. - Самара, 1993.
2. *Слободчиков В.И., Исаева Н.А.* Психологические условия введения студентов в профессию педагога // Вопросы психологии, 1996, 4. - С.75.
3. *Жинкин Н.И.* Механизмы речи. - М.: АПН РСФСР, 1958. - 370с.
4. *Якобовиц Л.А.* Изучение иностранного языка: опыт психолингвистического анализа //Методика преподавания иностранных языков за рубежом. Вып.2. -М., 1976. - С. 120.
5. *Зимняя И.А.* Психология обучения неродному языку. - М., 1989. - С.35.
6. *Беляев Б.В.* Очерки по психологии обучения иностранным языкам. – М.: Просвещение, 1965. -227с.
7. *Гальперин П.Я.* Знания, мышление и умственное развитие. – М.: Просвещение, 1976. -263с.
8. *Рубинштейн С.Л.* Проблемы общей психологии. - М.: Педагогика, 1976. - С.249.

Резюме

Мақала оқушылардың тұлғалық қасиеттерін дамыту тұрғысында тілді оқыту мәселесіне арналған.

Summary

Article is dedicated to the language learning problem in aspect of student's larval quality development.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 18.02.12 г.*

УДК 661.631.4

А.Х. Ибраев, П.С.Бейсенова

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ РУДНОТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕЧИ ФОСФОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Руднотемические печи для плавки сырья получили широкое распространение в фосфорной промышленности. В условиях рыночной экономики все более жесткие требования предъявляются к эффективности функционирования и качеству продукции этих печей, что невозможно осуществить без применения современных методов управления и создания систем автоматизации с применением современных технических средств, в первую очередь контроллеров и ЭВМ.

Фосфорная руднотермическая печь (РТП) закрытого типа характеризуется ограниченной доступностью контроля параметров процесса, недостаточной изученностью, агрессивностью среды и потенциальной опасностью. Это в свою очередь определяет необходимость разработки математической модели, позволяющей восполнить недостающую информацию о технологических параметрах, которые недоступны для прямого контроля и необходимы для управления фосфорной РТП.

В настоящее время принятие того или иного решения, например, о снижении мощности печи для обеспечения качества фосфора или о снижении требований к степени восстановления фосфора для поддержания заданного уровня мощности, т.е. о ведении процесса с большим содержанием P_2O_5 в щлаке, возлагается на технолога. Недостаточный объем информации о процессе приводит к тому, что при принятии решений по управлению операторы во многом ориентируются на субъективный опыт и интуицию, учитывая лишь качественные связи между электротехнологическими параметрами протекания процесса в фосфорной руднотермической печи. Принимаемые при этом решения довольно часто становятся источником неоправданных материальных и энергетических потерь, а также являются причиной сокращения сроков службы оборудования из-за нарушения режимов его эксплуатации.

Несовершенство существующих методов управления технологическим режимом обуславливает снижение производительности печных установок на 10-20%.

В работе рассмотрены вопросы описания руднотермической печи как объекта управления и определения входных и выходных переменных, влияющие на режим ее работы, значимых возмущающих переменных, а также управляющих воздействий.

Как объект управления фосфорная руднотермическая печь представляет собой сложный многомерный динамический производственный комплекс, имеющий значительную инерционность, тесную взаимосвязь входных и выходных переменных, значительный уровень возмущений, а также ограниченную возможность оперативного контроля большого числа переменных.

В состав вектора входных переменных процесса входят такие переменные, как расходы фосфорита, электродной массы, составы фосфорита, кварцита, кокса, золы восстановителя; вид используемого сырья; максимальная энергетическая мощность печной установки.

Вектор переменных выходных технологических потоков процесса включает в себя:

1) переменные, которые могут быть рассчитаны по математичексой модели процесса: выход и состав шлака, пыли, феррофосфора; выход фосфора; массовый и объемный выход печного газа, его плотность; масса и изменение массы углеродистого слоя; общий удельный расход электроэнергии; содержание P_2O_5 в шлаке; мощность печной установки потребляемая из сети; электрический КПД; линейный расход электрода;

2) переменные, которые могут быть измерены: сила тока; положение электродов; объемный выход газа; высшие гармоники в токе электродов; температура печного газа; расход электроэнергии (по данным счетчика электроэнергии), количество электроэнергии, потребленное между перепусками электродов; расход электроэнергии за время закрытых шлаковых леток по показаниям счетчика.

Вектор управляющих переменных включает: расход кокса и расход кварцита; изменение мощности печи путем перемещения электродов (для изменения величины тока) или переключением ступеней напряжения печного трансформатора (линейного напряжения на электродах); перепуск электродов; выпуск шлака и феррофосфора.

К значимым возмущающим воздействиям относятся: случайные колебания компонентного состава шихты (химический и гранулометрический состав шихты, зольность и влажность шихты); скачки напряжения в питающей сети трансфоратора печной установки; свищи, спекание и обвалы шихты. В результате воздействия этих факторов изменяется количество прореагировавшего углерода в реакционном пространстве печи, что, в свою очередь, ведет к колебанию сопротивления подэлектродного пространства, определяемого массой углеродистого слоя.

Структура математической модели такого сложного процесса, как электроплавка, определялась на основе выделения в РТП отдельных однородных зон, отличающихся характером протекания физико-химических превращений, раздельного математического описания зон при соответствующих граничных условиях и получения уравнений связи между зонами.

Математическая модель, необходимая для управления процессом, разрабатывалась исходя из анализа функционирования РТП с описанием динамики физико-химических процессов, протекающих в ванне печи, на основе уравнений материального и теплового балансов отражающих во взаимосвязи химизм процесса, уравнения кинетики и тепломассопереноса.

На основании математической модели по данным состава шихты могут оперативно рассчитываться потери фосфора и выход фосфора в процентах от связанного фосфора, содержащегося в исходном сырье в виде P_2O_5. Одновременно могут быть определены такие технико-экономические показатели процесса, как удельные расходы шихты и сырьевых материалов, выход продуктов плавки, потери фосфора с отходящими газами, шлаком, пылью, феррофосфором и пр.

Параметрическая идентификация модели первоначально проводится путем сравнения результатов измерения на реальной РТП ТОО «Казфосфат» по данным пассивных и активных экспериментов с результатами расчетов по математической модели в идентичных условиях.

В дальнейшем оценка адекватности и настройка параметров модели может проводится путем сравнения расчетных показателей с фактическими.

Следует отметить, что такая модель должна явиться основой системой автоматизации процесса и базой для разработки алгоритмов оптимального управления. Кроме того модель позволит решать задачи технологического проектирования процесса и выбора наилучших конструктивных и режимных параметров электропечи.

Резюме

Бұл мақала – фосфордың термиялық пешінің автоматтандырылған басқару жүйесіне арналған. Термиялық пеш – динамикалық, көпсатылы, күрделі басқару объектісі болып табылады. Инерциялық жүйесінің кірісі мен шығысы тығыз байланысқан, жоғарғы кедергісі бар, сонымен қатар жүйесінің оперативті басқару шектелу болғандықтан тиімді басқару, мәселесі қарастырылған.

Summary

This article is devoted to the development of systems of automation of phosphoric ore-smelting furnace, which is a complex multi-dimensional dynamic industrial complex, which has considerable inertia, the close relationship of input and output variables, a significant level of disturbance, as well as the limited ability of operational control of a large number of variables.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Рудницкий В.Б.* Автоматизация процессов рудной электроплавки в цветной металлургии. М.: Металлургия, 1973.

2. *Лернер В.С.* Методика идентификации объекта и выбора оптимальных уравнений процесса электроплавки. Труды НИИ автоматики, XXX, Кировокан, 1967.

3. *Ершов В.А.* Исследование процесса электротермической переработки фосфоритов Каратау: Автореферат дис. … д-ра. техн. наук/ ЛТИ им. Ленсовета. – Л., 1973. – 36 с.

4. *Патрушев Д.А.* Некоторые вопросы взаимосвязи между физико-химическими и электрическими явлениями в фосфорной печи: Автореферат дис. … канд. техн. наук/ УПИ им. С.М. Кирова. – Свердловск, 1958. – 24 с.

5. *Ершов В.А., Данцис Я.Б., Жилов Г.М.* Теоретические основы химической электротермии. Л.: Химия, 1978. – 184 с.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 6. 04. 12 г.*

УДК 621.398

А.Б. Бекбаев, Д.Б. Акпанбетов, Э.Сариев

ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ НА РЕЖИМ РАБОТЫ

На сегодняшний день немаловажная роль в обеспечении надежной работы всей энергосистемы принадлежит распределительным электрическим сетям, эффективность функционирования которых напрямую зависит от технического состояния эксплуатируемых сетевыми организациями линий электропередач, посредством которых обеспечивается передача электрической энергии [1].

Расчеты установившихся режимов воздушных линий электропередачи являются неотъемлемой частью решения задач, связанных с проектированием и эксплуатацией электротехнических комплексов и систем. Результаты этих расчетов используются при планировании режимов, оперативном управлении, расчете потерь мощности и напряжения, а также служат базой для оптимизации, оценки устойчивости и надежности воздушных линий.

Одной из таких задач является исследование влияния конструктивного выполнения воздушных линий на режимные параметры, позволяющее анализировать их свойства и определять возможные направления повышения эффективности их функционирования.

Исследование изменения режимных параметров воздушных линий, зависящих от конструктивного исполнения, насегодняшний день является актуальным.

Влиние земли, троса, подвеса проводов, изменения крепления проводов, среднего геометрического расстояния между фазами, числа проводов в расщепленной фазе могут привести к изменению параметров режима, а следственно и изменению режима работы электрической сети.

В данной работе рассмотрено влияние учета земли на удельные схемные и режимные параметры. Для этого выбрана электрическая сеть, где питание района электроэнергией осуществляется от шин 110 и 220 кВ ПС «А», работающей в составе электроэнергетической системы. При максимальной нагрузке электроэнергетической системы обеспечивается полная выдача активной мощности, а также 80 МВар реактивной мощности.

На шинах источника питания района в режимах максимальных нагрузок обеспечивается напряжение 115%, а в режимах минимальных нагрузок 106% от номинального значения.

Вторичное напряжение на всех сооружаемых подстанциях 10кВ. На шинах вторичного напряжения осуществляется встречное регулирование напряжения в пределах 105-110% указанного номинального напряжения.

На рис. 1 показана схема замещения электрической сети.

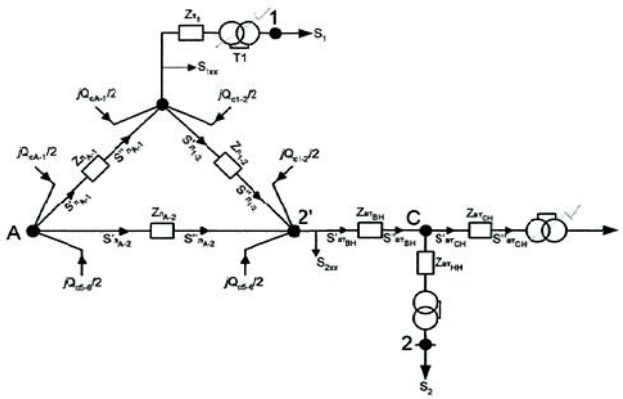


Рис.1. Схема замещения электрической сети

Значение напряжения в начале электрической сети $U_A = 1{,}15 \cdot U_{ном} = 1{,}15 \cdot 220 = 253$ кВ. Для расчета режимных параметров на рисунке 2 показано потокораспределение мощностей в рассматриваемой электрической сети.

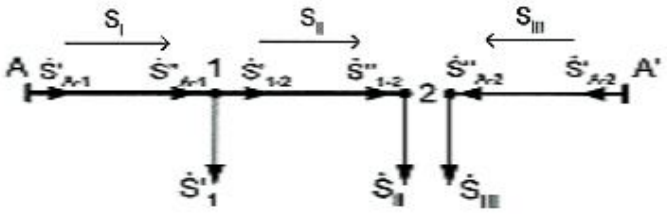


Рис. 2. Потокораспределение мощностей в электрической сети

Сопротивления линий определяются следующими выражениями

$$R_i = \frac{r_{0,i} \cdot L_i}{n_{цi}}, \text{ Ом}, \quad (1)$$

$$X_i = \frac{x_{0,i} \cdot L_i}{n_{цi}}, \text{ Ом}, \quad (2)$$

где $n_{цi}$ – число цепей в *i*-ой линии;

i – линии А-1, А-2, 1-2;

L_i - длина *i*-ой линии.

Генерируемая линией реактивная мощность

$$Q_{c,i} = U_{ном}^2 \cdot b'_{0,i} \cdot L'_{0,i} \frac{n_{цi}}{2}, \text{ Мвар}, \quad (3)$$

Расчет режима воздушной линии выполняется при известном напряжении в начале линии и мощности.

Расчет потокораспределений мощностей в электрической сети

Поток мощности в начале линии 1-2

$$\dot{S}''_{1-2} = \dot{S}_{II} = \dot{S}_I - \dot{S}'_1, \text{ МВА}, \quad (4)$$

где $\dot{S}'_1 = \dot{S}_1 + \Delta\dot{S}_{T1} - j\frac{Q_{c,A-1}}{2} - j\frac{Q_{c,1-2}}{2}$, МВА,

$$\dot{S}_I = \frac{\dot{S}'_1 \cdot \left(R_{1-2} - jX_{1-2} + R_{A-1} - jX_{A-1}\right) + \dot{S}'_2 \cdot \left(R_{A-2} - jX_{A-2}\right)}{R_{A-1} - jX_{A-1} + R_{1-2} - jX_{1-2} + R_{A-2} - jX_{A-2}}, \text{ МВА}.$$

Поток мощности в конце линии 1-2

$$\dot{S}'_{1-2} = \dot{S}''_{1-2} + \Delta\dot{S}_{1-2}, \text{ МВА}, \quad (5)$$

где $\Delta\dot{S}_{1-2} = \frac{\left|\dot{S}''_{1-2}\right|^2}{U_{ном}^2} \cdot \left(R_{1-2} + jX_{1-2}\right)$, МВА, - потери мощности в сопротивлениях линии 1-2.

Поток мощности в начале линии А-1

$$\dot{S}''_{A-1} = \dot{S}'_{1-2} + \dot{S}'_1, \text{ МВА}. \quad (6)$$

Поток мощности в конце линии А-1

$$\dot{S}'_{A-1} = \dot{S}''_{A-1} + \Delta\dot{S}_{A-1}, \text{ МВА}, \quad (7)$$

где $\Delta\dot{S}_{A-1} = \frac{\left|\dot{S}''_{A-1}\right|^2}{U_{ном}^2} \cdot \left(R_{A-1} + jX_{A-1}\right)$, МВА - потери мощности в сопротивлениях линии А-1.

Поток мощности в начале линии А-2

$$\dot{S}''_{A-2} = \dot{S}_{III} = \frac{\dot{S}'_2 \cdot \left(R_{1-2} - jX_{1-2} + R_{A-1} - jX_{A-1}\right) + \dot{S}'_1 \cdot \left(R_{A-2} - jX_{A-2}\right)}{R_{A-1} - jX_{A-1} + R_{1-2} - jX_{1-2} + R_{A-2} - jX_{A-2}}, \text{ МВА.} \quad (8)$$

Поток мощности в конце линии А-2

$$\dot{S}'_{A-2} = \dot{S}''_{A-2} + \Delta\dot{S}_{A-2}, \text{ МВА,} \quad (9)$$

где $\Delta\dot{S}_{A-2} = \frac{\left|\dot{S}''_{A-2}\right|^2}{U^2_{ном}} \cdot \left(R_{A-2} + jX_{A-2}\right)$, МВА - потери мощности в сопротивлениях линии А-2.

Напряжение на шинах подстанции 1

$$U_1 = \sqrt{\left(U_A - \frac{P'_{A-1} \cdot R_{A-1} + Q'_{A-1} X_{A-1}}{U_A}\right)^2 + \left(\frac{P'_{A-1} \cdot X_{A-1} - Q'_{A-1} R_{A-1}}{U_A}\right)^2}, \text{ кВ.} \quad (10)$$

Напряжение на шинах подстанции 2

$$U_2 = \sqrt{\left(U_A - \frac{P'_{A-2} \cdot R_{A-2} + Q'_{A-2} X_{A-2}}{U_A}\right)^2 + \left(\frac{P'_{A-2} \cdot X_{A-2} - Q'_{A-2} R_{A-2}}{U_A}\right)^2}, \text{ кВ.} \quad (11)$$

Исследование влияния земли

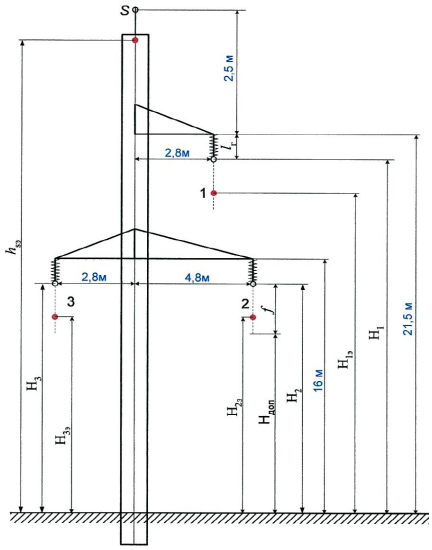
Для исследования влияния земли рассмотрена лектрическая сеть 220 кВ, линии которой выполнены на опорах ПБ220-1. Конструкция такой опоры изображена на рисунке 3.

Согласно [2] для линии 220кВ $H_{доп} = 7$ м.

$$f = \min\left(H_{1,2,3}\right) - H_{доп}, \text{ м,} \quad (12)$$

где $H_1 = 21{,}5 - l_г = 21{,}5 - 2{,}1 = 19{,}4$ м, $H_2 = H_3 = 16 - l_г = 16 - 2{,}1 = 13{,}9$ м.

Тогда $f = 13{,}9 - 7 = 6{,}9$ м.



H_1, H_2, H_3 - реальная высота подвеса провода;
$H_{1э}, H_{2э}, H_{3э}$ - эквивалентная высота подвеса провода;
$l_г$ - длина гирлянды, для линий 220кВ, принято равной 2,1м;
f - стрела подвеса;
$H_{доп}$ - наименьшее допустимое расстояние от проводов, зависит от характера местности
$H_1 = 21{,}5 - l_г = 21{,}5 - 2{,}1 = 19{,}4$ м,
$H_2 = H_3 = 16 - l_г = 16 - 2{,}1 = 13{,}9$ м

Рис. 3. Опора ПБ220-1.

Эквивалентная высота провода

$$H_{1э,2э,3э} = H_{1,2,3} - \frac{2}{3} f, \text{м.} \quad (13)$$

Подставив значения получим $H_{1э} = 14{,}8$ м, $H_{2э} = 9{,}3$ м, $H_{3э} = 9{,}3$ м.

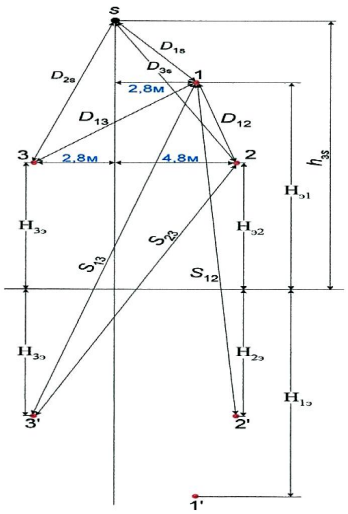


Рис. 4. К определению расстояний для линий 220кВ.

Средние значения погонных индуктивностей при транспозиции цепи [3]

$$L_{cp} = \left(4{,}6\lg\frac{D_{cp}}{r} + 0{,}5\right)\cdot 10^{-4}\text{, Гн/км.} \qquad (14)$$

Среднее геометрическое расстояние между осями проводов

$$D_{cp} = \sqrt[3]{D_{12}\cdot D_{13}\cdot D_{23}}\text{, м,} \qquad (15)$$

где D_{12}, D_{13}, D_{23} – расстояния между осями соответствующих проводов.

Линии А-1 и А-2 выполнены проводом АС-400/51, для которого по [3] внешний радиус провода $r_{A-1,\,A-2} = 13{,}75$ мм.

Линия 1-2 выполнена проводом АС-240/32, для которого внешний радиус провода $r_{1-2} = 10{,}8$ мм.

$$D_{12} = \sqrt{(4{,}8-2{,}8)^2 + (H_{1э} - H_{2э})^2} = \sqrt{(4{,}8-2{,}8)^2 + (19{,}4-13{,}9)^2} = 5{,}85\text{ м;}$$

$$D_{13} = \sqrt{(2{,}8+2{,}8)^2 + (H_{1э} - H_{3э})^2} = \sqrt{(2{,}8+2{,}8)^2 + (19{,}4-13{,}9)^2} = 7{,}85\text{ м;}$$

$D_{23} = 4{,}8 + 2{,}8 = 7{,}6$ м;

$D_{cp} = \sqrt[3]{5{,}85\cdot 7{,}85\cdot 7{,}6} = 7{,}04$ м.

Погонные индуктивности линий равны:

$$L_{A-1} = L_{A-2} = \left(4{,}6\lg\frac{7{,}04}{13{,}75\cdot 10^{-3}} + 0{,}5\right)\cdot 10^{-4} = 1{,}3\cdot 10^{-3}\text{ Гн/км;}$$

$$L_{1-2} = \left(4{,}6\lg\frac{7{,}04}{10{,}8\cdot 10^{-3}} + 0{,}5\right)\cdot 10^{-4} = 1{,}34\cdot 10^{-3}\text{ Гн/км.}$$

Среднее погонное сопротивление линии

$$x_{0,\,A-1(A-2;1-2)} = \omega\cdot L_{A-1(A-2;1-2)}\text{, Ом/км.} \qquad (16)$$

Подставив значения получим $x_{0,\,A-1} = x_{0,\,A-2} = 0{,}408$ Ом/км, $x_{0,1-2} = 0{,}421$ Ом/км.

Расчет удельной емкости линий при транспозиции без учета влияния земли.

Для воздушных распределительных сетей напряжением 3, 6, 10, 20 кВ емкостный ток линий настолько незначителен по сравнению с током рабочим, что учитывать его не приходится. Но уже для электропередач свыше 35 кВ приходится при электрическом расчете линий учитывать емкость линии, так как непринятие ее во внимание при расчетах повело бы к значительным искажениям результатов расчета, в особенности при напряжениях выше 11О кВ. Особенно большое влияние имеет емкость в линиях электропередач 220 кВ и выше.

В системе нескольких проводов, например, в трехфазной линии, различают следующие виды

емкостей:

1. *Частичная емкость одного провода в системе проводов по отношению к земле C_{11})* — отношение количества электричества (заряда), соответствующего силовым линиям только между проводом и землей, к потенциалу данного провода.

2. *Частичная емкость одного провода в системе проводов по отношению к другому (C_{12})* - отношение количества электричества (заряда), соответствующего силовым линиям между этими проводами, к разности потенциалов данного провода.

3. *Рабочая емкость одного провода в системе проводов для данных условий работы,* т.е. для определенного рабочего распределения потенциалов в системе проводов, *(C_p)* - отношение всего количества электричества, соответствующего всем силовым линиям, исходящим из данного провода, к потенциалу этого провода.

Понятие рабочей емкости для данного провода при отсутствии транспозиции существует лишь для проводов в симметричной (в геометрическом смысле) системе.

При учете близости земли, всякое расположение проводов будет давать несимметричную систему, так как даже при расположении проводов равносторонним треугольником расстояние от земли отдельных проводов не будет одинаковым.

При этом нельзя говорить о рабочей емкости каждого провода, так как их заряды не будут пропорциональны потенциалам проводов, а будут зависеть от потенциалов других фаз, меняющихся в течение периода, вследствие чего рабочая емкость проводов не будет величиной постоянной.

Чтобы, однако, и в случае несимметричной линии при отсутствии транспозиции оперировать со средней рабочей емкостью как с величиной, вполне определенной, многие авторы дают значения рабочих емкостей, определенных для некоторого среднего (арифметического) расстояния между проводами и от земли.

Таким образом рабочая емкость проводов линий электрической сети определяется следующим образом:

$$C_{p,A-1(A-2;1-2)} = \frac{1}{2\ln\dfrac{D_{cp}}{r_{A-1,(A-2;1-2)}}} \cdot \frac{1}{9\cdot 10^6}, \text{ Ф/км.} \qquad (17)$$

Подставив значения получим $C_{p,A-1} = C_{p,A-2} = 8{,}9\cdot 10^{-9}$ Ф/км, $C_{p,1-2} = 8{,}6\cdot 10^{-9}$ Ф/км.

Рабочей емкости соответствует погонная реактивная проводимость, которая, так же как и рабочая емкость, зависит от взаимного расположения фазных проводов, геометрических размеров и от высоты подвеса проводов над землей. Влияние близости земли особенно заметно для линий сверхвысоких номинальных напряжений.

Удельная реактивная проводимость линии для данной C_p

$$b_{0,A-1(A-2;1-2)} = \omega \cdot C_{p,A-1(A-2;1-2)}, \text{ См/км.} \qquad (18)$$

Подставив значения получим $b_{0,A-1} = b_{0,A-2} = 2{,}79\cdot 10^{-6}$ См/км, $b_{0,1-2} = 2{,}7\cdot 10^{-6}$ См/км.

Расчет удельной емкости линий при транспозиции с учетом влияния земли.

Расстояния S_{12}, S_{13}, S_{23} и h_{cp}, S_{cp} определяются из рисунка 2:

$S_{12} = 24{,}18$ м; $S_{13} = 24{,}74$ м; $S_{23} = 20{,}09$ м;

$S_{cp} = \sqrt[3]{S_{12}\cdot S_{13}\cdot S_{23}} = 22{,}91$ м; $h_{cp} = \sqrt[3]{H_{1э}\cdot H_{2э}\cdot H_{3э}} = 10{,}86$ м.

Рабочая емкость проводов линий [2]:

$$C_{p,A-1(A-2;1-2)} = \frac{1}{a_{11A-1(A-2;1-2)} - a_{12A-1(A-2;1-2)}} \cdot \frac{1}{9\cdot 10^6}, \qquad (19)$$

где

$$a_{11A-1(A-2;1-2)} = 2\ln\frac{2h_{cp}}{r_{A-1(A-2;1-2)}},\ a_{12A-1(A-2;1-2)} = 2\ln\frac{S_{cp}}{D_{cp}}. \qquad (20)$$

Удельная реактивная проводимость линии для данной C_p

$$b_{0,A-1(A-2;1-2)} = \omega \cdot C_{p,A-1(A-2;1-2)}, \text{ См/км.} \qquad (21)$$

Подставив значения получим $a_{11A-1} = a_{11A-2} = 14{,}73$, $a_{11(1-2)} = 15{,}21$, $a_{12A-1} = a_{12A-2} = a_{12(1-2)} = 2{,}36$, $C_{p,A-1} = C_{p,A-2} = 8{,}98 \cdot 10^{-9}$ Ф/км, $C_{p,1-2} = 8{,}66 \cdot 10^{-9}$ Ф/км, $b_{0,A-1} = b_{0,A-2} = 2{,}82 \cdot 10^{-6}$ См/км, $b_{0,1-2} = 2{,}72 \cdot 10^{-6}$ См/км.

Результаты расчета приведены в таблице 1.

Таблица 1. **Влияние земли на схемные параметры**

	без учета влияния земли			с учетом влияния земли		
линия	А-1	А-2	1-2	А-1	А-2	1-2
x_0, Ом/км	0,408	0,408	0,421	0,408	0,408	0,421
b_0, См/км	$2{,}79 \cdot 10^{-6}$	$2{,}79 \cdot 10^{-6}$	$2{,}7 \cdot 10^{-6}$	$2{,}82 \cdot 10^{-6}$	$2{,}82 \cdot 10^{-6}$	$2{,}72 \cdot 10^{-6}$

Далее приведено влияние неучета земли на режимные параметры. Оценку проводена для сети 220кВ. Параметры режима для обоих случаев учета и неучета близости земли представлены в таблице 2.

Таблица 2. **Влияние земли на режимные параметры**

Параметр режима	без учета влияния земли	с учетом влияния земли
U_1	248,031	248,04
U_2	246,094	246,04
$\dot{S}'_{A-1}$	130,475+j26,606	130,475+j26,518
$\dot{S}''_{A-1}$	128,79+j17,185	128,79+j17,098
$\dot{S}'_{A-2}$	139,002+j29,453	139,002+j29,378
$\dot{S}''_{A-2}$	136,524+j15,603	136,524+j15,53
$\dot{S}'_{1-2}$	88,585+j3,898	88,584+j3,881
$\dot{S}''_{1-2}$	87,89+j1,419	87,89+j1,402

Таким образом, как видно из таблицы 1, неучет влияния земли дает ошибку в 1,1% при определении реактивной проводимости линии. В других случаях процент ошибки от неучета влияния земли может оценен максимум в 2-3%. В то же время, как видно из таблицы 2, неучет близости земли практически не влияет на параметры режима. Исследование показывает, что пользоваться удельными параметрами воздушных линий без учета влияния земли можно при расчете режимов без больших погрешностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Конюхова Е. А.* Электроснабжение объектов. - М.: Мастерство, 2002. –320с.
2. Под редакцией Б.А.Алексеева. Схемы АПВ в электрических сетях. – М.: НЦ ЭНАС, 2002. – 80с.
3. *Макаров Е.Ф.* Справочник по электрическим сетям 0,4-35кВ и 110-1150кВ. Том 2. Папирус Про, 2003. – 624с.

Резюме

Мақалада электр торабының орнықтылығын және сенімділігін бағалау мәселелері қарастырылады. Ауалық желінің схемалық және режим параметрлерінің өзгеруіне жер әсері зерттелді.

Summary

In article questions of an estimation of stability and reliability of electric networks are considered. It is investigated influences of the earth on change of circuit and regime parameters of an air-line.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 29. 02. 12 г.*

УДК 519.6

Н. К. Курмангалиева

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПЛАНИРОВАНИЯ, ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА СТАТЕЙ БАЛАНСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИЛОЖЕНИЯ MICROSOFT EXCEL

Работа бухгалтера связана с использованием некоторых инструментов экономики, информатики, делопроизводства. Одни функции, выполняемые бухгалтером, автоматизированы различными пакетами программного обеспечения, другие – обрабатываются вручную. Независимо от способа обработки информация бухгалтерская (финансовая) отчетность предприятия является завершающим этапом учетного процесса. В ней отражаются итоговые данные, характеризующие имущественное и финансовое положение предприятия, результаты его хозяйственной деятельности.

Анализ данных бухгалтерской отчетности позволяет определить истинное имущественное и финансовое состояние предприятия.

По данным бухгалтерской отчетности устанавливается излишек или недостаток источников средств для формирования запасов и затрат, при этом имеется возможность определить обеспеченность предприятия собственными, кредитными и другими заемными источниками.

Вручную бухгалтер обрабатывает информацию, касающуюся планирования: планирование объема прибыли в следующем году, планирование расхода ГСМ в будущем периоде, планирование роста основных средств и т.д.

Планирование основано на данных текущего и предыдущих периодов, обработанных и проанализированных методами прогнозирования. Ни один программный продукт для ведения бухгалтерского учета не отвечает требованиям прогнозирования. На практике такие расчеты делаются либо аналитически, либо интуитивно.

Данный вопрос не стоит, когда часть функций по обработке и планированию информации берет на себя аналитический отдел, но сегодня такие отделы могут себе позволить только большие фирмы с развитой структурой управления. В большинстве случаев роль бухгалтера и аналитика выполняет один человек.

При составлении текущей и итоговой отчетности очень важно правильно запланировать основные показатели (прибыль, кредиторская задолженность). Такие расчеты вести очень сложно: необходимый материал нужно изучить, отобрать необходимый перечень математических формул, произвести все расчеты, расшифровать выводы на основе полученных данных.

Процесс планирования показателей можно упростить, используя определенную методику расчета. Более всего в данном случае подходит метод корреляционно-регрессионного анализа (КРА). Данное понятие описывается во многих учебниках и пособиях, приведу здесь наиболее упрощенное понятие: связь между показателями не является строго детерминированной, то она корреляционна. Она характеризуется тем, что помимо изучаемых основных факторов на результативный показатель оказывают влияние и побочные факторы, искажающие влияние основного.

Обязательным условием применения корреляционного метода является массовость значений изучаемых показателей, позволяющая выявить тенденцию, закономерность развития. Форма взаимосвязи между факторами и результативными показателями выявляется только тогда, когда для исследования используется большое количество наблюдений. Тогда в соответствии с законом больших чисел влияние других факторов сглаживается, нейтрализуется.

Реализовать КРА вручную достаточно трудоемко, а главное – нецелесообразно использовать огромные расчеты, результаты которых нужны незамедлительно. Можно использовать математическую среду программного приложения, но для создания типового расчета необходимо проштудировать литературу и потратить много времени для программной реализации. Есть вариант, связанный с покупкой готового приложения или разработкой персонального программного обеспечения. Здесь также процесс затянется во времени, а также нет необходимости тратить немалые финансовые активы для решения мимолетной задачи. Такие варианты для бухгалтера неприемлемы.

В данной работе рассмотрена возможность решения задач планирования, прогнозирования и анализа статей баланса.

Обоснование выбора среды программирования

Основой создания проекта является приложение пакета Microsoft Office – Excel, расширенное при помощи среды объектно-ориентированного программирования Visual Basic for Application (VBA). Данный выбор обусловлен следующими факторами:

– данный программный продукт Microsoft Excel является одним из основных в типовом пакете офисного программного обеспечения предприятия;

– для начала работы с приложением нет необходимости проводить вводный обзор;

– бухгалтера, экономисты, финансисты и аналитики малого и среднего бизнеса используют Microsoft Excel в качестве основного средства для математических и финансовых расчетов, связанных с деятельностью предприятия;

– возможность доработки проекта осуществлена за счет интегрированного языка программирования VBA;

– проект имеет удобный и знакомый дружественный интерфейс;

– отсутствуют дополнительные сложности, связанные с инсталляцией и запуском проекта.

На казахстанском рынке программное обеспечение от фирмы Microsoft является самым распространенным и широко используемым. Это не только операционная система, но и продукты Microsoft Office, созданные для решения типовых задач пользователя. Каждый работник знаком с такими приложениями Microsoft Office как: Excel, Word, Access, Power Point, Outlook, FrontPage. Их использование не вызывает сложностей. Основные расчеты бухгалтера, финансисты и экономисты ведут в приложении Microsoft Excel, создание и работа с базами данных обеспечивается средствами Microsoft Access, презентации и слайды конструируются с помощью Microsoft Power Point и так далее.

Такая популярность обусловлена многими факторами, такими как: простота и дружелюбность интерфейса, наличие мощного пакета финансового и математического анализа, возможность создания и ведения отчетных документов и баз данных, возможность интегрирования файлов Microsoft Excel во многие другие приложения и наоборот, легкость создания идеальной по своему оформлению документации даже для начинающего пользователя. Поэтому разработка проекта на основе Microsoft Excel является оптимальной для пользователя.

Для разработки проекта была использована среда объектно-ориентированного программирования VBA. Интеграция VBA в офисные продукты и саму операционную среду позволила разрабатывать новые проекты на основе пакета Microsoft Office, интегрировать одно приложение в другое, вести незримую работу нескольких программ и предоставлять итог работы в наглядном представлении средствами любого компонента Office.

Такая мультифункциональность позволит в полной мере отразить весь разрабатываемый проект и позволит расширить возможности теоретических аспектов при помощи визуальных компонентов.

Алгоритм решения задачи

Алгоритм решения задачи представлен схематично (см. рис.1).

На начальном этапе производится сбор информации. Сбор информации включает в себя составление отчетных документов, т.е. бухгалтерских балансов. Период составления балансов определяется пользователем (ежемесячно, поквартально, ежегодно). Следует отметить, что выбранный период рассматриваемых документов должен быть равномерным. Например, если задан период ежегодно, то ежемесячные и поквартальные балансы не заносятся в форму. После завершения формирования формы осуществляется переход на следующий этап.

На этапе обработки информации собранная информация вводится в форму приложения, производится анализ показателей, определяется зависимость, и процентное соотношение показателей к прибыли, влияние остальных статей баланса на формирование прибыли, степень взаимосвязи элементов анализа друг от друга и их динамика в зависимости от случайных переменных. Также пользователем определяются прогнозируемые показатели, задаются рамки периода прогнозирования показателей, типы отчетов. Если на первом этапе основную работу проделывал пользователь, то здесь управление процессом передается программному обеспечению. Определяются все перечисленные выше показатели КРА. Процесс обработки входной информации занимает несколько секунд.



Рис. 1. Алгоритм решения задачи

На завершающем этапе обработанная и проанализированная информация представляется в виде отчета, наглядных графических изображений динамики показателей (диаграмм), прогнозных значений на выбранный пользователем период. Вся итоговая информация может быть перенесена на бумажный носитель или сохранена в электронной форме. Электронные формы хранятся в заданном пользователем месте и могут быть в любой момент открыты, изменены, распечатаны и вновь сохранены.

Завершающий этап в любой момент может стать подготовительным для нового начального этапа. Корректировка значений может быть произведена после завершающего этапа или пользователь вновь может ввести новые данные, задать иные критерии анализа и вывода информации.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Черенков А.П.* Информационные системы для экономистов. Учебное пособие. –М.: «Экзамен»,2004.

2. *Карминский А.М., Черников Б.В.* Информационные системы в экономике: В 2-х ч. Ч.2. Практика использования: Учеб. пособие. – М.: Финансы и статистика, 2006

3. *Курмангалиева Н.К.* Применение экономико-математического моделирования в экономике Материалы международной научно-практической конференции «Устойчивое развитие АПК Республики Казахстан в условиях глобализации: опыт и перспективы» КазФЭИ, г.Семипалатинск, 2007.

4. *Семенов Н.И.* Автоматизированные информационные технологий в экономике, -М.: Юнити,1999г.

5. *Хачатерян С.Р., Пинегина М.В., Буянов В.П.* Методы и модели решения экономических задач: Учебное пособие – М.: Издательство «Экзамен», 2005 – 384с.

Резюме

Бұл мақалада жоспарлау, болжау және талдаудың есептерінің шешімін табу барысында MS EXCEL-дің көмегімен корреляция - регрессиялық талдау әдісін қолдану мүмкіндігі қарастырылған. Сонымен бірге есепті шешу алгоритмі суреттеледі. Математикалық талдау әдісілері және бүгінгі таңда өндірістік кәсіпорындардың жоспарлы, аналитикалық, маркетинг бөлімдерінің қызметінде маңызды құрал болады.

Summary

In this article possibility of the solution of problems of planning, forecasting and the analysis is considered. In particular the method of the correlation and regression analysis is considered. Also the algorithm of the solution of these tasks is described. Now mathematical methods of the analysis and forecasting become the important tool in activity of planning, analytical, marketing sections of manufacturing enterprises.

КазФЭА г.Семей *Поступила 7.04. 12 г.*

МАЗМҰНЫ

Жер туралы ғылымдар

Сатыбалдиев С.Б.
ҚҰРЫЛЫМНЫҢ ҚАРАТАУ ЖОТЫ ЭФОЛЮЦИЯСЫ 3
Жолдасбекова Б.С.
МОДЕЛДІК ТӘЖІРИБЕЛЕРДЕ МҰНАЙМЕН ЛАСТАНҒАН ТОПЫРАҚТЫҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІЛІГІНЕ АШЫТҚЫЛАР МЕН БАКТЕРИЯЛАРДЫҢ АССОЦИАЦИЯСЫ ЫҚПАЛЫН ЗЕРТТЕУ..... 5

Техникалық ғылымдар

Қасымқанова Х.М.
КАРЬЕР БЕТКЕЙЛЕРІНІҢ КОНСТРУКТИВТІК ПАРАМЕТРЛЕРІ МӘСЕЛЕЛЕРІНЕ 10
Турдалиев А.Т., Мырзасейтов М.Н.
ЗАМАНАУИ КРАН-МАНИПУЛЯТОР (ГИДРОМАНИПУЛЯТОР)..... 13
Дәрібаев Ж.Е., Турметова Г.Ж., Дәрібаева Н.Г.
ГИПС БАЙЛАНЫСТЫРҒЫШЫ МАТЕРИАЛЫНЫҢ СЫҒЫМДАУ БЕРІКТІЛІГІНІҢ ОТЫН ТҮРЛЕРІНЕ ТӘУЕЛДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ..... 16
Атчибаева А.Е.
ДЕНЕНІ АҒЫП ӨТУ АЭРОДИНАМИКАСЫН ТӘЖІРИБЕЛІК ЗЕРТТЕУ ТҰЙЫҚ ТИПТІ ДЫБЫС ЖЫЛДАМДЫҒЫНА ДЕЙІНГІ АЭРОДИНАМИКАЛЫҚ ҚҰБЫРДЫҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН ЕСЕПТЕУ..... 19
Омаров Т.И., Қырықбаев Б.Ж., Туғанбаева Д.Т.
КӨЛДЕНЕҢ ҚИМАСЫ АЙНЫМАЛЫ КОНСОЛЬДІ АРҚАЛЫҚТЫҢ КЕЛТІРІЛГЕН МАССАСЫН АНЫҚТАУ..... 21
Цеховой А.Ф., Шильдибеков Е.Ж.
ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ГЛОБАЛДЫ БӘСЕКЕЛЕСТІК ИНДЕКСІ: ФАКТІЛЕР МЕН БАҒАЛАМАЛАР.... 27
Поветкин В.В., Сушкова О.А., Ибрагимова З.А.
МАШИНА ТЕТІКТЕРІНІҢ ЖЫЛЖЫМАЛЫ ҚОСЫЛУ БЕТТЕРІНІҢ ТОЗУЛАРЫНЫҢ ЖАЛПЫ ЕРЕЖЕЛЕРІ..... 33
Абдуллина В.З., Ламашева Ж.Б.
СТАЦИОНАРЛЫҚ ЖӘНЕ СТАЦИОНАРЛЫҚ ЕМЕС ЭКОНОМИКАЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРДІ ИМИТАЦИЯЛЫҚ МОДЕЛДЕУ МӘСЕЛЕСІНЕ..... 38
Мырзахметов Б.А., Нугуманов К.К., Омиргали А., Мырзахметов Е.Б., Темержанов А.Т.
БҰРАНДАЛЫ ҰҢҒЫМАЛЫ СОРАПТАРДЫҢ ІСТЕН ШЫҒУ СЕБЕПТЕРІ..... 43
Ягфарова Н.И.
БҰЛТТЫ ЕСЕПТЕУЛЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ҚОЛДАНУЫНЫҢ АРТЫҚШЫЛЫҒЫ..... 47
Искаков Б.М., Рахимбекова А.Е.
КУБТЫ КРИСТАЛДАҒЫ АТОМДАРДЫҢ ӨЗАРА ӘСЕРЛЕСУ ЭНЕРГИЯСЫН ЕСЕПТЕУ ӘДІСІ..... 53
Дуаметұлы Б., Құсайынов С.Қ., Нұрахметова К.Қ.
ЭЛЕКТР ӨРІСІ ЖӘНЕ ЭЛЕКТР ӨРІСІ КЕРНЕУЛІГІ..... 58
Нұрымғалиев А.Х., Оспанов А.А., Ажигалиев Р.М., Смағұлов Д.Ұ., Әменова Ә.Ә.
ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ ЖӘНЕ MN-O-C НЕГІЗІНДЕГІ КҮРДЕЛІ ЖҮЙЕЛЕРДІҢ ҚОРЫТПА КОМПОНЕНТТЕРІНІҢ ӨЗАРА ӘСЕРЛЕСУ ПРОЦЕСІН ТАЛДАУ..... 61
Курлапов Л.И., Спицын А.А., Майлина Х.Р., Кошкинбаев А.Д.
ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ҚОНДЫРҒЫЛАРДАҒЫ ЖҰМЫС ДЕНЕЛЕРІНІҢ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ..... 67
Гусейнова Г.Д.
ҚАЛДЫҚТАРДЫ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІ: ЭКОЛОГИЯНЫ ҚАЛАЙ ЖАҚСАРТУҒА БОЛАДЫ?..... 71
Катков Д.В., Куанышев Г.И., Михайлов Г.Ф.
ТИЕГІШ ЖАБДЫҚТЫҢ ЖҰМЫСТЫҚ ОРГАНЫНЫҢ ШӨМІШІНЕ ЖАПСЫРМАНЫ БЕКІТУ..... 76
Нурмуханова А.З.
ЦИКЛДІК ЖӘНЕ ТОҚТАУСЫЗ БАРАБАН АРАЛАСТЫРҒЫШТЫҢ ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ ӘДІСТЕРІ ЕСЕБІНІҢ ЖОБАЛАНУЫ..... 79
Абдуллина В.З., Рамазанов П.Р.
БІРӨЛШЕМДІ ЖӘНЕ КӨПӨЛШЕМДІ ЭКОНОМИКАЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРДІ ИМИТАЦИЯЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ..... 81
Молдабаева Г.Ж., Токбанов Е.К.
ӨЗЕН КЕНОРНЫНДА КӨЛДЕНЕҢ ҰҢҒЫМАЛАРДЫ БҰРҒЫЛАУДЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ЭКОНМИКАЛЫҚ ТИІМДІЛІГІН АНЫҚТАУДЫҢ ӘДІСІ..... 87

Скаков М.К., Козлов Э.В., Шеффлер М., Уазырханова Г.К.
ТЕРМИЯЛЫҚ ӨҢДЕУ МЕН ДЕФОРМАЦИЯЛАУДЫҢ 30 ХГСА БОЛАТЫНЫҢ ДИСЛОКАЦИЯЛЫҚ ҚҰРЫЛЫМЫНА ТИГІЗЕТІН ЫҚПАЛЫ..... 91
Лесбаев А.У., Мусабекова Л.М., Құрақбаев Д.С.
ХИМИЯЛЫҚ РЕАКТОРЛАРДАҒЫ АВТОТОЛҚЫНДЫ ҮДЕРІСТЕРДІҢ ТАЛДАУЫ..... 98
Генбач А.А., Байбекова В.О.
ЭЛЕКТР СТАНСАЛАРЫ ҮШІН КЕУЕКТІ МАТЕРИАЛДАРДАН ЖАСАЛҒАН ЭНЕРГИЯ ЖАБДЫҚТЫ ҮЛГІЛЕУГЕ АРНАЛҒАН ТӘЖІРИБЕЛІК ҚОНДЫРҒЫ 104
Камбаков Т.У. Қазангап А.З. Алтенов С.С.
КЕУЕКТІ ОРТАҒА ҚҰРАМЫНДА РАДИОАКТИВТІ ЗАТТАР АРАЛАСҚАН СҰЙЫҚТЫҚТЫ АЙДАҒАНДА ҚАБАТ ТЕМПЕРАТУРАСЫНЫҢ ӨЗГЕРУІ..... 108
Абаканов Т., Абаканов А.Т., Дюсембаев И.Н.
ҚАПШАҒАЙ СУ ЭЛЕКТР СТАНЦИЯСЫНЫҢ ПАЙДАЛАНЫМДЫҚ ЖӘНЕ СЕЙСМИКАЛЫҚ БЕРІКТІГІН САРАПТАУ..... 112
Ажибекова С.С., Керейбаева Г.Х.
БҰРҒЫЛАУ ҚАЛДЫҚТАРЫН УТИЛИЗАЦИЯЛАУ ӘДІСТЕРІ..... 116
Искаков Б.М., Бакранова Д.И.
КӨЛЕМ-ОРТАҒА ЦЕНТРЛЕНГЕН КРИСТАЛЛ МЕТАЛДАРДЫҢ МОРЗЕ ПОТЕНЦИАЛЫНЫҢ ПАРАМЕТРЛЕРІ 119
Жанбиров Ж.Г., Кантарбаева Ш.М., Турсымбекова З.Ж.
ЗАМАНАУИ ИНЖЕНЕРЛЕРДІ ДАЙЫНДАУ САПАСЫН КӨТЕРУ АМАЛДАРЫ..... 124
Жанбиров Ж.Г., Кантарбаева Ш.М., Турсымбекова З.Ж.
ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ИНЖЕНЕР МАМАНДАРЫН ДАЙЫНДАУ МӘСЕЛЕСІ ТУРАЛЫ..... 127
Сыздыкова Б.О., Телешева А.Б., Чумаков Е.В.
ИЛЕМДЕУДЕГІ ДЕФОРМАЦИЯ ЖЫЛДАМДЫҚТАРЫНЫҢ ӘРТЕКТІЛІГІ..... 130
Мұсанов А., Шалбай А.
ТАМПОНДАУДЫҢ ЖАҢА ӘДІСІ ЖӘНЕ ОНЫ ОРЫНДАУҒА АРНАЛҒАН ҚОНДЫРҒЫ..... 135
Жолтаев Г.Ж., Енсепбаев Т.А., Изар А.
ПРИКАСПИЙ СИНЕКЛИЗАСЫНЫҢ ШЫҒЫС ЖАҒЫНДА ЖОҒАРЫ ПАЛЕОЗОЙ МҰНАЙ ШЫҒАРЫЛАТЫН ЖЫНЫСТАРДЫҢ ПИРОЛИТИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ХРОМАТОГРАФИЯЛЫҚ ӘДІСТЕРМЕН ЗЕРТТЕУЛЕРІ..... 137
Мухамеди Л.С.
ҚЫСЫМНЫҢ ПЬЕЗОЭЛЕКТРЛІК ДАТЧИГІ БАЗАСЫНДАҒЫ ТАМЫР СОҒУЫН ӨЛШЕЙТІН ҚҰРЫЛҒЫ..... 141
Есқалиев М.Е., Әділжанова А.Ә.
«MATHCAD» ЖҮЙЕСІНДЕ ПАРАМЕТРЛІК ФУНКЦИЯЛАР ГРАФИГІН ҚҰРУ МҮМКІНДІКТЕРІ 143
Нұрлыбайтегі Э.Н., Сағымбаев А.К.
ЖЫЛУ АҒЫНДАРЫНЫҢ СТЕРЖЕНЬГЕ ӘСЕРІН ЕСЕПТЕУ АЛГОРИТМІН ҚҰР..... 148
Бұқашев А.А., Сқақов К.М.
КОРПОРАТИВТІК АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕНІ ҮЛГІЛЕУ МІНДЕТТЕРІНІҢ ЖҮЙЕЛІК АНАЛИЗ..... 153
Айтбаева М.А.
ОЙЫНҚЫ БАСЫЛЫМНЫҢ ҚАЛЫПТАРЫН ДАЙЫНДАУ САПАСЫНА НЕГІЗГІ КӨРСЕТКІШТЕРДІҢ ӘСЕРІН БАҒАЛАУДЫҢ ӘДІСТЕМЕСІН АНЫҚТАУ..... 156
Омаров Қ.А., Алиакбарқызы Д., Сейілова А.А., Қасымов Ө.Т.
КОНТЕЙНЕРЛІК ЖҮК ТАСЫМАЛДАРЫНА ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУДІҢ АНАЛИТИКАЛЫҚ ҮЛГІСІ... 160
Омаров Қ. А., Алиакбарқызы Д., Сейілова А.А., Қасымов Ө.Т.
БІРЫҢҒАЙ ЕМЕС АҒЫМДАҒЫ КОНТЕЙНЕРЛІК ТАСЫМАЛДАРЫНА ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУДІҢ АНАЛИТИКАЛЫҚ ҮЛГІСІ..... 165
Есентураева Л.Б.
СЫМСЫЗ ЖЕЛІЛЕРДЕГІ ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУ САПАСЫН ҚАМТАМАСЫЗДАНДЫРУ МЕХАНИЗМДЕРІ..... 169

Химия-металлургия ғылымдары

Бугенов Е.С., Бугенов А.Е., Жолдыбалин А.Т.
НАТРИДЫҢ АНТИМОНАТАСЫНЫҢ ҚЫШҚЫЛ ЕРІТІНДІЛЕРІНІҢ ЕРИТІН ҚОСПАЛАРЫНАН ТАЗАРТУ..... 174
Тлеуғабулов С.М., Тлеуғабулова С.С., Абиков С.Б., Койшина Г.М., Досмағанбетов А.Ш., М.Н. Какеева
ТЕМІРКЕНДІК МАТЕРИАЛДАРДЫ РЕЦИРКУЛЯЦИЯЛЫҚ РЕЖИМДЕ АСЫЛДАНДЫРУ АЙМАҚТАРДЫҢ ЭКОНОМИКАЛЫҚ МӘСЕЛЕЛЕРІНІҢ ШЕШІМІ 177

Утепов Е.Б., Малгаждарова М.К., Мадижанова А.Т., Егемова Ш.Б.
ҚҰРАМЫНДА МАРГАНЕЦІ БАР КӨМІРТЕКТІК БОЛАТТАРДЫҢ АКУСТИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ДЕМПФИРЛЕУШІ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ 182
Тлеугабулов С.М., Сұлтамұрат Г.И., Достаева А.М., Койшина Г.М.
ҰСАҚ ДИСПЕРСТІ ТЕХНОГЕНДІ ҚАЛДЫҚТАРДЫ ПАЙДАҒА АСЫРУ..... 188
Телешева А.Б, Чумаков Е.В.
АД31 АЛЮМИНИЙ ҚОРЫТПАСЫНАН ЖАСАЛҒАН ҮЛГІЛІРДІ ИЛЕМДЕУДЕГІ ДЕФОРМАЦИЯ ЖЫЛДАМДЫҒЫНЫҢ ҚЫСҚА УАҚЫТТЫ МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ 192
Генбач А.А., Олжабаева К.С.
КЕУЕКТІ ЭЛЕМЕНТТЕРДЕГІ МАЙСАЛҚЫНДАТҚЫШ ……. 195
Бугенов Е.С.
ЕРІТІНДІЛЕРДЕН ЖЕР АСТЫ СУЫ ШАРТҚА СҮРМЕНІҢ ҮЗДІКСІЗ ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУІ ҮШІН ҚОЮЛАР 200
Бугенов Е.С., Бугенов Б.Е., Бугенов А.Е., Жолдыбалин А.Т.
ФОРМАЛИНДЫ СҮРМЕНІҢ ҮЗДІКСІЗ ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУІ БОЙЫНША БАЛАНСТЫҚ ТӘЖІРИБЕЛЕР..... 202
Суюндиков М.М., Қамзин Ж.Ж.
ГЛИНОЗЕМ ТҮРЛЕРІНІҢ ЭЛЕКТРОЛИТТЕ ЕРУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ..... 206
Иманбеков Ж.Ж., Иманбекова Т.Д.
НИОБИЙ АТОМДАРЫНЫҢ БОЛУ ЖАҒДАЙЫНДА (110) W ЖАҚТАРЫНЫҢ ШЫҒУ ЖҰМЫСЫ..... 209
Иманбеков Ж.Ж., Иманбекова Т.Д.
НИОБИЙ АТОМДАРЫНЫҢ БОЛУ ЖАҒДАЙЫНДА (110) W ЖАҚТАРЫНЫҢ ШЫҒУ ЖҰМЫСЫ..... 213
Бейсембаев А.А., Акышева Г.К., Омирбекова Ж.Ж., Бурлібай А.Ә.
ТАУАРЛЫ МАГНИЙ ӨНДІРІСІНДЕ ҚҰЮ КОНВЕЙЕРІНІҢ ҚОЗҒАЛЫСТАҒЫ ҚҰЙМАҚАЛЫБЫНЫҢ ТЕМПЕРАТУРАСЫН ӨЛШЕУГЕ АРНАЛҒАН ҚҰРЫЛҒЫ…… 216
Мырзахметова В.В., Бестереков У.Б., Петропавловский И.А.
ТӨМЕНГІ САПАЛЫ КОКСУ ФОСФОРИТІНІҢ ҚҰРАМЫ МЕН ОНЫ МЕХАНИКАЛЫҚ ӘДІСПЕН БАЙЫТУ МҮМКІНДІГІН АНЫҚТАУ РЕЗТТЕУЛЕРІНІҢ НӘТИЖЕЛЕРІ..... 220

Физика-математика ғылымдары

Аменова Ф.С.
СЫҒЫЛМАЙТЫН СҰЙЫҚТЫҚТАРДЫҢ БІРӨЛШЕМДІ ТОРЛЫҚ ТЕҢДЕУЛЕРІН ШЕШУ ҮШІН ИТЕРАЦИЯЛЫҚ АЛГОРИТМНІҢ ЖИНАҚТЫЛЫҚ ЖЫЛДАМДЫҒЫН ЗЕРТТЕУ..... 224
Мукашева Р.У.
ҚЫЗМЕТТЕРІ ИНТЕГРАЦИЯЛЫ ЦИФРЛЫ ЖЕЛІЛЕРДІҢ ӨТКІЗУ ҚАБІЛЕТІН ТИІМДІ ҮЛЕСТІРЕТІН АЛГОРИТМДІ ҚҰРУ..... 231
Рахметуллина Ж.Т.
ЖАЗЫҚ ДИСК ПОТЕНЦИАЛЫН ОНЫҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ҚОЛДАНЫП, ЕСЕПТЕУ..... 236
Божанов Е.Т., Абжапарова А.А., Ожанов Р.
ГИБКОСТЬ РЕЗЕРВУАРА СО СТЕКЛОТКАНЬЮ ОРТОГОНАЛЬНОГО АРМИРОВАНИЯ МЯГКОЙ МАТРИЦЫ 240
Хасеинов К.А.
БИСЫЗДЫ ЛАГРАНЖ ТҮРІ - КӨПНҮКТЕЛІ ШЕТТІК ЕСЕПТЕРДІҢ ТҮЙІНДЕСІН ШЕШУДІҢ ҚҰРАЛЫ 244
Хасеинов К.А.
ТҮЙІНДЕС КӨПНҮКТЕЛІ ЕСЕПТІҢ ШЕТТІК ШАРТЫНЫҢ ОПЕРАТОРЫН ТАБУ 249
Бессмертный И.А., Балғайрақова А.С., Ковбаско Д.В.
БІЛІМ БАЗАСЫ ҮШІН ПРЕЦЕНДЕНТТЕРДІҢ НЕГІЗІНДЕ ҚОРЫТЫНДЫНЫҢ ЗЕРТТЕУІ..... 255
Джелеунова Ш.Е., Купчишин А.И., Черикбаева Л.Ш., Шмыгалева Т.А.
ТИТАНДАҒЫ АҚАУ ҚҰРЫЛУ УДЕРІСІН КОМПЬЮТЕРЛІК МОДЕЛЬДЕУ 258
.....
Рахметулаева С.Б., Сманов Н. М.,
ИНТЕРНЕТ ҚЫЗМЕТТЕРДІҢ ҚАЗАҚ ТІЛІН ҮЙРЕНУГЕ ЫҚПАЛЫНЫҢ ҚЫСҚАША ШОЛУЫ 263

Экономикалық ғылымдар

Сабитова Г.М.
БІРІНҒАЙ ЭКОНОМИКАЛЫҚ КЕҢЕСТІК ГЛОБАЛИЗАЦИЯЛАУДЫҢ НЕГІЗГІ ФАКТОРЫ..... 268

Данабаева Д.И.
ШАҒЫН ЖӘНЕ ОРТА КӘСІПОРЫНДАРЫНДАҒЫ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ҚЫЗМЕТТІ БАСҚАРУ..... 270
Азретбергенова Г., Бекжанова Ж.
ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ МАҚТА ӨНДІРІСІНІҢ ДАМУ БАҒЫТЫ 276
Беделбекова Т.Н.
ӨНЕРКӘСІПТІҢ ИНДУСТРИЯЛЫҚ ДЕҢГЕЙІН КӨТЕРУДІҢ ЭКОНОМИКАЛЫҚ МЕХАНИЗМІН ЖЕТІЛДІРУ..... 279
Биготанов Қ.С., Тулешова Г.Б., Габдуллина Р.Ж.
ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ТУРИЗМ САЛАСЫНЫҢ ДАМУЫНЫҢ КЕЙБІР ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ..... 282
Құрманбаева Н.Н.
ӨҢДЕУ ӨНЕРКӘСІБІ КӘСІПОРЫНДАРЫНЫҢ ИНДУСТРИЯЛЫҚ-ИННОВАЦИЯЛЫҚ ДАМУ БАҒДАРЛАМАСЫН ЖАСАУ ӘДІСТЕМЕСІ..... 285
Малаева Р. А.
ҚР МҰНАЙ-ГАЗ САЛАСЫН МЕМЛЕКЕТТІК РЕТТЕУДІ ҰЙЫМДЫҚ-ЭКОНОМИКАЛЫҚ ЖЕТІЛДІРУДІҢ ТЕТІКТЕРІ..... 289

Қоғамдық ғылымдар

Сафаргалиева А.Ы.
ОҚУШЫЛАРДЫҢ ТҰЛҒАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ДАМЫТУ ТҰРҒЫСЫНДА ТІЛДІ ОҚЫТУ..... 292

Жас ғалымдар зерттеулері

Ибраев А.Х., Бейсенова П.С.
ФОСФОР ӨҢДЕУДЕГІ ТЕРМИЯЛЫҚ ПЕШІНІҢ АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЖҮЙЕСІН ӨҢДЕУ БАРЫСЫНДАҒЫ МӘСЕЛЕЛЕР 295
Бекбаев А.Б., Акпанбетов Д.Б., Сариев Э.
ЖҰМЫС РЕЖИМІНЕ АУАЛЫҚ ЖЕЛІНІҢ КОНСТРУКТИВТІ ОРЫНДАЛУЫНЫҢ ӘСЕРІ..... 297
Құрманғалиева Н. Қ.
ЖОСПАРЛАУ, БОЛЖАУ ЖӘНЕ БАЛАНС СТАТЬЯЛАРЫН САРАПТАУ ЕСЕПТЕРІН ШЕШУДЕ MICROSOFT EXCEL-ді ҚОЛДАНУ..... 303

СОДЕРЖАНИЕ

Науки о Земле

Сатыбалдиев С.Б.
СТРУКТУРНАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ХРЕБТА КАРАТАУ ……. 3
Жолдасбекова Б.С.
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ АССОЦИАЦИЙ ДРОЖЖЕЙ И БАКТЕРИЙ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ В МОДЕЛЬНЫХ ОПЫТАХ …….. 5

Технические науки

Касымканова Х.М.
К ВОПРОСУ О КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРАХ БОРТОВ КАРЬЕРОВ…… 10
Турдалиев А.Т., Мырзасейтов М.Н.
СОВРЕМЕННЫЕ КРАНЫ-МАНИПУЛЯТОРЫ (ГИДРОМАНИПУЛЯТОРЫ)..... 13
Дарибаев Ж.Е., Турметова Г.Ж., Дарибаева Н.Г.
ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВЛИЯНИЯ ВИДОВ ТОПЛИВА НА СЖАТИЕ ПРОЧНОСТИ ГИПСОВОГО ВЯЖУЩЕГО МАТЕРИАЛА…….. 16
Атчибаева А.Е.
РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ БОЛЬШОЙ ДОЗВУКОВОЙ АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ ТРУБЫ ЗАМКНУТОГО ТИПА ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ АЭРОДИНАМИКИ ОБТЕКАЕМЫХ ТЕЛ……... 19
Омаров Т.И., Қырықбаев Б.Ж., Туғанбаева Д.Т.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИВЕДЕННОЙ МАССЫ КОНСОЛЬНОЙ БАЛКИ ПЕРЕМЕННОГО ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ……..... 21
Цеховой А.Ф., Шильдибеков Е.Ж.
ИНДЕКС ГЛОБАЛЬНОЙ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ В КАЗАХСТАНЕ: ФАКТЫ И ОЦЕНКИ..... 27
Поветкин В.В., Сушкова О.А., Ибрагимова З.А.
ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ИЗНАШИВАНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПОДВИЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН…… 33
Абдуллина В.З., Ламашева Ж.Б.
К ВОПРОСУ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СТАЦИОНАРНЫХ И НЕСТАЦИОНАРНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ…….. 38
Мырзахметов Б.А., Нугуманов К.К., Омиргали А., Мырзахметов Е.Б., Темержанов А.Т.
ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ СКВАЖИННЫХ ВИНТОВЫХ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК……... 43
Ягфарова Н. И.
ОБЛАЧНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ И ПРЕИМУЩЕСТВА ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ…… 47
Искаков Б.М., Рахимбекова А.Е.
МЕТОД ВЫЧИСЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АТОМОВ В КУБИЧЕСКОМ КРИСТАЛЛЕ 53
Дуаметулы Б., Кусайынов С.Қ., Нурахметова К.Қ.
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ И ЕГО НАПРЯЖЕННОСТЬ..... 58
Нурумгалиев А.Х., Оспанов А.А., Ажигалиев Р.М., Смагулов Д.У., Аменова А.А.
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОМПОНЕНТОВ СПЛАВОВ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ MN-O-C …… 61
Курлапов Л.И., Спицын А.А., Майлина Х.Р., Кошкинбаев А.Д.
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАБОЧИХ ТЕЛ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ …….. 67
Гусейнова Г.Д.
СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ: КАК УЛУЧШИТЬ ЭКОЛОГИЮ?..... 71
Катков Д.В., Куанышев Г.И., Михайлов Г.Ф.,
КРЕПЛЕНИЕ НАКЛАДКИ НА КОВШ РАБОЧЕГО ОРГАНА ПОГРУЗОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ…… 76
Нурмуханова А.З.
НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РАСЧЕТА БЕТОНОСМЕСИТЕЛЕЙ ЦИКЛИЧНОГО ДЕЙСТВИЯ 79
Абдуллина В.З., Рамазанов П.Р.
ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОДНОМЕРНЫХ И МНОГОМЕРНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ…… 81
Молдабаева Г.Ж., Токбанов Е.К.
МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ БУРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН НА МЕСТОРОЖДЕНИИ УЗЕНЬ…… 87

Скаков М.К., Козлов Э.В., Шеффлер М., Уазырханова Г.К.
ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ И ДЕФОРМАЦИИ НА ДИСЛОКАЦИОННУЮ СТРУКТУРУ СТАЛИ 30 ХГСА …… 91
Лесбаев А.У., Мусабекова Л.М., Куракбаев Д.С.
АНАЛИЗ АВТОВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ХИМИЧЕСКИХ РЕАКТОРАХ…….. 98
Генбач А.А., Байбекова В.О.
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭНЕРГООБОРУДОВАНИЯ С ПОРИСТЫМИ МАТЕРИАЛАМИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ…….. 104
Камбаков Т.У. Казангап А.З. Алтенов С.С.
ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ПОВЫШЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ ЗАКАЧКЕ ЖИДКОСТИ С РАСТВОРЕННЫМИ РАДИОАКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ В ПЛАСТ……... 108
Абаканов Т., Абаканов А.Т., Дюсембаев И.Н.
ОЦЕНКА СЕЙСМИЧЕСКОЙ И ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ КАПЧАГАЙСКОЙ ГЭС..... 112
Ажибекова С.С., Керейбаева Г.Х.
СПОСОБЫ УТИЛИЗАЦИИ БУРОВЫХ ОТХОДОВ……... 116
Искаков Б.М., Бакранова Д.И.
ПАРАМЕТРЫ ПОТЕНЦИАЛА МОРЗЕ ОЦК МЕТАЛЛОВ ……. 119
Жанбиров Ж.Г., Кантарбаева Ш.М., Турсымбекова З.Ж.
ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ СОВРЕМЕННЫХ ИНЖЕНЕРОВ……. 124
Жанбиров Ж.Г., Кантарбаева Ш.М., Турсымбекова З.Ж.
О ПРОБЛЕМАХ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ В УСЛОВИЯХ КАЗАХСТАНА..... 127
Сыздыкова Б.О., Телешева А.Б., Чумаков Е.В.
НЕРАВНОМЕРНОСТЬ СКОРОСТЕЙ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ПРИ ПРОКАТКЕ…… 130
Мусанов А., Шалбай А.
СПОСОБ ТАМПОНИРОВАНИЯ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ……. 135
Жолтаев Г.Ж., Енсепбаев Т.А., Изар А.
АНАЛИЗ ПИРОЛИТИЧЕСКОГО И ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ НЕФТЕМАТЕРИНСКИХ ПОРОД ПОДСОЛЕВОГО КОМПЛЕКСА ВОСТОКА ПРИКАСПИЙСКОЙ СИНЕКЛИЗЫ…… 137
Мухамеди Л.С.
ПУЛЬСОМЕТР НА БАЗЕ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ДАТЧИКА ДАВЛЕНИЯ 141
Ескалиев М.Е., Адилжанова А.А.
ВОЗМОЖНОСТИ ИЛИ СПОСОБЫ ДЛЯ ПОСТРЕНИЯ ГРАФИКОВ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ В СИСТЕМЕ «MATHCAD» 143
Нурлыбаева Э.Н., Сагимбаев А.К.
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ВЫЧИСЛЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ НА СТЕРЖЕНЬ….. 148
Букашев А.А., Скаков К.М.
СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ЗАДАЧ МОДЕЛИРОВАНИЯ КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ…… 153
Айтбаева М.А.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА КАЧЕСТВО ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФОРМ ГЛУБОКОЙ ПЕЧАТИ…… 156
Омаров К.А., Алиакбаркызы Д., Сейлова А.А., Касымов У.Т.
АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОБСЛУЖИВАНИЯ КОНТЕЙНЕРНЫМИ ГРУЗОВЫМИ ПЕРЕВОЗКАМИ……... 160
Омаров К. А., Алиакбаркызы Д., Сейлова А.А., Касымов У.Т.
АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОБСЛУЖИВАНИЯ ПОТОКОВ НЕОДНОРОДНЫХ КОНТЕЙНЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК……. 165
Есентураева Л.Б.
МЕХАНИЗМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЯХ…….. 169

Химико-металлургические науки

Бугенов Е.С., Бугенов А.Е., Жолдыбалин А.Т.
ОЧИСТКА КИСЛЫХ РАСТВОРОВ АНТИМОНАТА НАТРИЯ ОТ РАСТВОРИМЫХ ПРИМЕСЕЙ….. 174
С.М. Тлеугабулов, С.С. Тлеугабулова, С.Б Абиков, Г.М. Койшина, А.Ш. Досмаганбетов, М.Н. Какеева
ОБЛАГОРАЖИВАНИЕ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МАТЕРИАЛОВ В РЕЦИРКУЛЯЦИОННОМ РЕЖИМЕ …. 177
Утепов Е.Б., Малгаждарова М.К., Мадижанова А.Т., Егемова Ш.Б.
ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ И ДЕМПФИРУЮЩИХ СВОЙСТВ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ МАРГАНЕЦ ……. 182
Тлеугабулов С.М., Султамурат Г.И., Достаева А.М., Койшина Г.М.
УТИЛИЗАЦИЯ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ…….. 188

Телешева А.Б, Чумаков Е.В.
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СКОРОСТЕЙ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ОБРАЗЦОВ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА АД31 НА КРАТКОВРЕМЕННЫЕ МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА…… 192
Генбач А.А., Олжабаева К.С.
МАСЛООХЛАДИТЕЛИ НА ПОРИСТЫХ ЭЛЕМЕНТАХ …….. 195
Бугенов Е.С.
УСТАНОВКИ ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ СУРЬМЫ ИЗ РАСТВОРОВ В ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ …… 200
Бугенов Е.С., Бугенов Б.Е., Бугенов А.Е., Жолдыбалин А.Т.
БАЛАНСОВЫЕ ОПЫТЫ ПО НЕПРЕРЫВНОМУ ВОССТАНОВЛЕНИЮ СУРЬМЫ ФОРМАЛИНОМ……... 202
Суюндиков М.М., Қамзин Ж.Ж.
ОСОБЕННОСТИ РАСТВОРЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ГЛИНОЗЕМОВ В ЭЛЕКТРОЛИТЕ..... 206
Иманбеков Ж.Ж., Иманбекова Т.Д.
РАБОТА ВЫХОДА ГРАНИ (110)W В ПРИСУТСТВИИ АТОМОВ НИОБИЯ …… 209
Иманбеков Ж.Ж., Иманбекова Т.Д.
ПОВЕРХНОСТНАЯ И ОБЪЕМНАЯ ДИФФУЗИЯ АТОМОВ НИОБИЯ НА ГРАНИ (110) ВОЛЬФРАМА …… 213
Бейсембаев А.А., Акышева Г.К., Омирбекова Ж.Ж., Бурлібай А.Ә.
УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ДВИЖУЩИХСЯ ИЗЛОЖНИЦ ЛИТЕЙНОГО КОНВЕЙЕРА ПРОИЗВОДСТВА ТОВАРНОГО МАГНИЯ …….... 216
Мырзахметова В.В., Бестереков У.Б., Петропавловский И.А.
О СОСТАВЕ НИЗКОСОРТНОГО ФОСФОРИТА КОКСУ И О РЕЗУЛЬТАТАХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО УСТАНОВЛЕНИЮ ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО МЕХАНООБАГАЩЕНИЯ..... 220

Физико-математические науки

Аменова Ф.С.
ИССЛЕДОВАНИЕ СХОДИМОСТИ ИТЕРАЦИОННЫХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ОДНОМЕРНЫХ СЕТОЧНЫХ УРАВНЕНИЙ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ 224
Мукашева Р.У.
ПОСТРОЕНИЕ АЛГОРИТМА ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЦИФРОВОЙ СЕТИ С ИНТЕГРАЦИЕЙ СЛУЖБ……... 231
Рахметуллина Ж.Т.
ВЫЧИСЛЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛА ПЛОСКОГО ДИСКА С ПРИМЕНЕНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ…….. 236
Божанов Е.Т., Абжапарова А.А, Ожанов Р.
ГИБКОСТЬ РЕЗЕРВУАРА СО СТЕКЛОТКАНЬЮ ОРТОГОНАЛЬНОГО АРМИРОВАНИЯ МЯГКОЙ МАТРИЦЫ..... 240
Хасеинов К.А.
БИЛИНЕЙНАЯ ФОРМА ЛАГРАНЖА -ИНСТРУМЕНТ К РЕШЕНИЮ СОПРЯЖЕНИЯ МНОГОТОЧЕЧНЫХ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ …… 244
Хасеинов К.А.
НАХОЖДЕНИЕ ОПЕРАТОРА КРАЕВЫХ УСЛОВИЙ СОПРЯЖЕННОЙ МНОГОТОЧЕЧНОЙ ЗАДАЧИ …….. 249
Бессмертный И.А., Балгайракова А.С., Ковбаско Д.В.
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫВОДА НА ОСНОВЕ ПРЕЦЕДЕНТОВ ДЛЯ БАЗЫ ЗНАНИЙ В СРЕДЕ JENA…… 255
Джелеунова Ш.Е., Купчишин А.И., Черикбаева Л.Ш., Шмыгалева Т.А.
МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ЭВМ ПРОЦЕССОВ РАДИАЦИОННОГО ДЕФЕКТООБРАЗОВАНИЯ В ТИТАНЕ …….. 258
Рахметулаева С.Б., Османов Н. М.
КРАТКИЙ ОБЗОР ВЛИЯНИЯ ИНТЕРНЕТ СЕРВИСОВ НА ИЗУЧЕНИЕ КАЗАХСКОГО ЯЗЫКА……. 263

Экономические науки

Сабитова Г.М.
ЕДИНОЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ПРОСТРАНСТВО КАК ФАКТОР ГЛОБАЛИЗАЦИИ…… 268
Данабаева Д.И.
УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ НА МАЛЫХ И СРЕДНИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ…… 270

Азретбергенова Г., Бекжанова Ж.
РАЗВИТИЕ ХЛОПКОВОДСТВА В КАЗАХСТАНЕ 276
Беделбекова Т.Н.
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА ПОВЫШЕНИЯ ИНДУСТРИАЛЬНОГО УРОВНЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ..... 279
Биготанов Қ.С., Тулешова Г.Б., Габдуллина Р.Ж.
НЕКОТОРЫЕ АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ТУРИСТСКОЙ ОТРАСЛИ В КАЗАХСТАНЕ..... 282
Құрманбаева Н.Н.
МЕТОДОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММЫ ИНДУСТРИАЛЬНО- ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ..... 285
Малаева Р. А.
ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ РК……. 289

Общественные науки

Сафаргалиева А.Ы.
ОБУЧЕНИЕ ЯЗЫКУ В АСПЕКТЕ РАЗВИТИЯ ЛИЧНОСТНЫХ КАЧЕСТВ ОБУЧАЕМЫХ..... 292

Исследования молодых ученых

Ибраев А.Х., Бейсенова П.С.
НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ РУДНОТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕЧИ ФОСФОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА..... 295
Бекбаев А.Б., Акпанбетов Д.Б., Сариев Э.
ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ НА РЕЖИМ РАБОТЫ 297
Курмангалиева Н. К.
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПЛАНИРОВАНИЯ, ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА СТАТЕЙ БАЛАНСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИЛОЖЕНИЯ MICROSOFT EXCEL…… 303

CONTENTS

Earth sciences

Satybaldiyev S.B.
STRUCTURAL EVOLUTION OF KARATAU RIDGE …….. 3
Zholdasbekov B.S.
STUDIES ON THE EFFECT OF ASSOCIATION OF YEAST AND BACTERIA ON THE BIOLOGICAL ACTIVITY OF CONTAMINATED SOILS IN MODEL EXPERIMENTS……. 5

Technical sciences

Kassymkanova K.
THE ISSUE PITS FORM FACTOR…….. 10
Turdaliev A.T., Myrzaseitov M.N.
MODERN CRANES (HYDRAULIC MANIPULATORS)..... 13
Daribayev Zh., Turmetova G., Daribayeva N.
THE INVESTIGATION OF DEPENDING ON TYPES OF FUEL OF PHOSPHORUS GYPSUM CEMENTING MATERIAL ON FLU COMPRESSION OF ITS HARDENING……. 16
Atchibayeva A.E.
CALCULATION OF WIND TUNNEL PARAMETERS OF HIGH SUBSONIC CLOSED-CIRCUIT FOR THE EXPERIMENTAL RESEARCH OF AERODYNAMIC STREAMLINED BODIES ……. 19
Omarov T., Kyrkybayev B., Turganbayeva D.
DEFINITION OF THE RESULTED WEIGHT OF THE CONSOLE BEAM OF VARIABLE CROSS-SECTION …… 21
Tsechovoy A., Sholdibekov E.
GLOBAL COMPETETIVENESS INDEX IN KAZAKHSTAN: FACTS AND EVALUATIONS…….. 27
Povetkin V., Sushkova O., Ibragimova Z.
GENERAL PROVISIONS OF WEAR PROCESS OF SURFACES MOBILE CONNECTIONS OF DETAILS OF CARS……. 33
Abdullina V.Z., Lamasheva Zh.B.
TO THE QUESTION OF ECONOMICAL PROCESSES OF STATIONARY AND NON-STATIONARY SIMULATION MODELING…… 38
Myrzakhmetov B., Nugmanov K., Onirgali A., Myrzakhmetov E., Temerzhanov A.
THE QUESTIONS OF REALIBILITY OF WELLS OF SCREW-TYPE PUMP UNITS……. 43
Yagfarova N. I.
CLOUD COMPUTING AND ADVANTAGES OF THEIR USE…….. 47
Iskakov B.M., Rakhimbekova A.E.
METHOD FOR CALCULATING THE INTERACTION ENERGY OF ATOMS IN A CUBIC CRYSTAL….. 53
Duamet B., Kusainov .S.K., Nurahmetova K.K.
THE ELECTPIC FIELD AND ELECTRIC FIELD STRENGTH…….. 58
Nurumgaliev A.H., Ospanov A.A., Azhigaliev R.M., Smagulov D.U., Amenova A.A.
THERMODYNAMICAL MODELING AND ANALYSIS OF THE ALLOY COMPONENTS INTERACTION OF COMPLEX SYSTEMS BASED ON MN-O-C……. 61
Kurlapov L.I., Spitsyn A.A., Majlina H.R., Koshkinbaev A.D.
THERMODYNAMIC PROPERTIES OF WORKERS BODIES OF POWER DEVICES…… 67
Guseyinova G.
THE SYSTEM OF WASTE MANAGEMENT: HOW TO IMPROVE THE ECOLOGY?..... 71
Katkov D.V., Kuanishev G.I., Mihailov G.F.
MOUNT OF THE LINING ON THE BUCKET'S BODY LOADING EQUIPMENT…… 76
Nurmukhanova A.
SOME ASPECTS OF THE CALCULATION OF CONCRETE MIXERS OF THE CYCLIC ACTIONS…….. 79
Abdullina V.Z., Ramazanov P.R.
IMITATING MODELLING OF ONE-DIMENSIONAL AND MULTIDIMENSIONAL ECONOMIC PARAMETERS..... 81
Moldabayeva G.Zh., Tokbanov Y.K.
METHODS FOR FORECASTING TECHNOLOGICAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF DRILLING HORIZONTAL WELLS IN THE OIL FIELD UZEN…… 87

Skakov M.K., Kozlov E.V., Scheffler M., Uazyrhanova G.K.
INFLUENCE OF HEAT TREATMENT AND DEFORMATION ON THE DISLOCATION STRUCTURE OF STEEL 30 HGSA…….. 91
Lesbayev A.U., Musabekova L.M., Kurakbayev D.S.
ANALYSIS OF THE SELF-OSCILLATION PROCESSES IN CHEMICAL REACTORS……. 98
Генбач А.А., Байбекова В.О.
EXPERIMENTAL INSTALLATION FOR MODELING OF TEA POWER EQUIPMENT WITH POROUS MATERIALS FOR POWER STATIONS ……. 104
Kambakov T.U. Kazangap A.Z. Altenov S.S.
INFLUENCE OF THERMAL PROCESSES ON THE TEMPERATURE RISE IN THE INJECTION FLUID CONTAINING DISSOLVED RADIOACTIVE SUBSTANCES IN THE STRATUM…… 108
Abakanov T., Abakanov A.T., Dyussembayev I.N.
ASSESSMENT OF OPERATIONAL AND SEISMICAL RELIABILITY OF THE KAPCHAGAI HYDROPOWER STATION……... 112
Azhibekova S.S., Kereibayeva G.H.
THE METHODS OF RECYCLING THE CHISEL'S WASTE…….. 116
Iskakov B.M., Bakranova D.I.
MORSE POTENTIAL FUNCTION PARAMETERS IN BODY-CENTERED CUBIC METALS……. 119
Zhanbirov Zh., Kantarbayeva Sh., Tursymbekova Z.
WAYS TO IMPROVE THE QUALITY OF PREPARATION MODERN ENGINEERS…… 124
Zhanbirov Zh., Kantarbayeva Sh., Tursymbekova Z.
ON THE PROBLEMS OF TRAINING OF ENGINEERS IN KAZAKHSTAN…… 127
Syzdykova B. O, Telesheva A.B., Chumakov E.V.
NON-UNIFORMITY OF SPEEDS OF DEFORMATION AT THE PROSKATING RINK…… 130
Musanov A., Shalbay A.
BACKFILLING METHOD AND UNIT FOR IT`S REALIZATION…… 135
G.Joltayev, T.Ensepbayev, A.Izar
STUDY OF PETROLEUM ROCKS OF UPPER PALEOZOIC OF EASTERN PART OF PRECASPIAN BASIN BY PYROLYSIS AND CHROMATOGRAPHY ANALYSIS……. 137
Muhamedi L.C.
PULSATOR ON THE BASIS OF THE PIEZOELECTRIC GAUGE OF PRESSURE……..... 141
Eskaliev M. E., Adilzhanova A.A.
POSSIBILITY OFCONSTRUCTING THE GRAPHS PARAMETRIC FURCTIONS IN THE SYSTEM «MATHCAD»..... 143
Nurlybaeva E. N., Sagimbaev A.K.
DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM TO COMPUTE THE INFLUENCE OF HEAT FLUXES AT THE CORE…… 148
Bukashev A., Skakov K.
SYSTEM ANALYSIS OF PROBLEMS MODELING OF THE CORPORATE INFORMATION SYSTEM… 153
M.Aiytbayeva
DEFINITION OF METHODOLOGY FOR ASSESSING THE INFLUENCE OF KEY PARAMETERS ON THE QUALITY OF MANUFACTURING GRAVURE PRINTING FORMS…….. 156
Omarov K. A., Aliakbarkyzy D., Seilova A.A., Kasymov U.
ANALYTICAL MODEL OF CONTAINER FREIGHT SERVICES…… 160
Omarov K. A., Aliakbarkyzy D., Seilova A.A., Kasymov U.
ANALYTICAL MODEL OF SERVICE FLOWS ACROSS HETEROGENEOUS CONTAINERS..... 165
L.Esenturayeva
MECHANISMS TO ENSURE QUALITY OF SERVICE IN WIRELESS NETWORKS…… 169

Chemico-metallurgical sciences

Bugenov E.S., Bugenov A.E., Zholdybalin A.T.
CLEARING OF SOUR SOLUTIONS ANTIMONAT SODIUM FROM SOLUBLE IMPURITY…….. 174
S.Tleugabulov, S.Tleugabulova, S.Abikov, G.Koiyshina, A.Dosmagambetov, M.Kakeyeva
UPGRADING OF IRON-ORE MATERIALS IN RECYCLING MODES SOLVES ……..... 177
Utepov E.B., Malgazhdarova M.K., Madizhanova A.T., Egemova Sh.B.
STUDY OF ACOUSTIC AND DAMPING PROPERTIES OF CARBON STEEL CONTAINING MANGANESE ……... 182
Tleugabylov S.M., Sultamurat G.I., Dostayeva A.M., Koishina G.M.
RECYCLING FINELY DIVIDED A TECHNOGENIC WASTE..... 188

Telesheva A.B., Chumakov E.V.
RESEARCH OF INFLUENCE OF SPEEDS OF DEFORMATION OF SAMPLES OF ALUMINIUM ALLOY AD31 ON SHORT-TERM MECHANICAL PROPERTIES……... 192
Genbach A., K.Olzhabayeva
OILCOOLLERS ON POROUS ELEMENTS ……... 195
Bugenov E.S.
INSTALLATIONS FOR CONTINUOUS RESTORATION OF ANTIMONY FROM SOLUTIONS IN HYDROTHERMAL CONDITIONS…….. 200
Bugenov E.S., Bugenov B.E., Bugenov A.E., Zholdybalin A.T.
BALANCE EXPERIENCES ON CONTINUOUS RESTORATION OF ANTIMONY BY FORMALIN…….. 202
M.Suindikov, Zh.Kamzin
"THE FEATURES OF THE DISSOLUTION OF THE VARIOUS ALUMINA IN THE ELECTROLITE"… 206
Imanbekov Zh. Zh., Imanbekova T.D.
PLANE WORK FUNCTION (110)W IN PRESENCE OF NIOBIUM ATOMS…… 209
Imanbekov Zh. Zh., Imanbekova T.D.
PLANE WORK FUNCTION (110)W IN PRESENCE OF NIOBIUM ATOMS…… 213
A.Beisembayev, G.Akysheva, Zh.Omirbekova, A.Burlybay
THE DEVICE FOR MEASUREMENT OF TEMPERATURE OF MOVING MOLDS OF THE FOUNDRY CONVEYOR OF PRODUCTION OF COMMODITY MAGNESIUM..... 216
Myrzakhmetova B. B., Besterekov U.B., Petropavlovsky I. A
ABOUT STRUCTURE OF LOW-GRADE PHOSPHORITE KOKSU AND ABOUT RESULTS OF RESEARCHING ON ESTABLISHMENT ITS POSSIBILITY ENRICHMENT BY MECHANICAL METHOD …….. 220

Physico-mathematical sciences

Amenova F.S.
RESEARCH OF CONVERGENCE OF ITERATION ALGORITHMS FOR SOLUTION OF ONE-DIMENSIONAL FINITE-DIFFERENCE EQUATION OF INCOMPRESSIBLE LIQUID…….. 224
Mukasheva R.U.
CONSTRUCTION OF ALGORITHM OF OPTIMAL DISTRIBUTION OF CARRYING CAPACITY OF DIGITAL NETWORK WITH INTEGRATION OF SERVICES…….. 231
Rakhmetullina Z.T.
CALCULATION OF POTENTIAL OF THE FLAT DISK WITH APPLICATION OF MATHEMATICAL PROPERTIES …….. 236
Bozhanov E., Abzhapaporva A., Ozhanov R.
FLEXIBILITY OF TANK WITH GLASS TISSUE WITH ORTHOGONAL REINFORCEMENT OF SOFT MATRIX 240
Khaseinov K.
BILINEAR FORM OF THE LAGRANGE - TOOL FOR SOLVING CONJUGATE MULTIPOINT BOUNDARY VALUE PROBLEMS……. 244
Khaseinov K.
FINDING THE CONJUGATE OPERATOR OF THE BOUNDARY CONDITIONS OF A MULTIPOINT PROBLEM…… 249
Bessmertny I.A., Balgayrakova A.S., Kovbasko D.V.
RESEARCH OF A CONCLUSION ON THE BASIS OF PRECEDENTS FOR THE KNOWLEDGE BASE IN JENA……. 255
Dzheleunova Sh., Kupchishin A., Chirikbayeva L., Shymagaleva T.
A COMPUTING MODELING OF PROCESSES OF THE RADIATION-INDUCED DEFECTS GENERATIONS IN TITANIUM……... 258
Rakhmetullayeva S., Osmanov N.
A BRIEF SURVEY OF INFLUENCE OF THE INTERNET SERVICES TO LEARNING THE KAZAKH LANGUAGE…….. 263

Economical sciences

Sabitova G.
THE UNITED ECONOMIC SPACE AS A FACTOR OF GLOBALIZATION……... 268
Danabayeva D.
MANAGEMENT OF INNOVATIVE ACTIVITY ON THE SMALL AND AVERAGE ENTERPRISES..... 270
Azretbergenova Dr. G., Bekjanova J.
DEVELOPMENTS OF COTTON OF PRODUCTION IN KAZAKHSTAN…….. 276
Bedelbekova T.N.

PERFECTION OF THE ECONOMIC MECHANISM OF INCREASE INDUSTRY LEVEL..... 279
Bigotanov K.S., Tuleshova G.B., Gabdullina R.J.
SOME ACTUAL PROBLEMS OF TOURISM INDUSTRY DEVELOPMENT IN KAZAKHSTAN…… 282
N.Kurmabayeva
METHODOLOGY OF WORKING OUT OF THE PROGRAM INDUSTRIALLY - INNOVATION DEVELOPMENTS OF THE ENTERPRISE OF MANUFACTURING INDUSTRY..... 285
Malaeva R.A.
ORGANIZATIONAL AND ECONOMICAL MECHANISMS OF STATE REGULATION OF OIL AND GAS SECTOR OF THE REPUBLIC KAZAKSTAN…… 289

Social sciences

Safargaliyeva A.
LANGUAGE LEARNING IN ASPECT OF STUDENT'S LARVAL QUALITY DEVELOPMENT…….. 292

Investiqations of Younq Scientists

Ибраев А.Х., Бейсенова П.С.
SOME ISSUES THE DEVELOPMENT AUTOMATION SYSTEM OF THE PHOSPHORIC ORE-SMELTING FURNACE PRODUCTION..... 295
Бекбаев А.Б., Акпанбетов Д.Б., Сариев Э.
INFLUENCES OF CONSTRUCTIVE PERFORMANCE OF AIR-LINES ON THE OPERATING MODE..... 297
Kurmangalieva N.
THE SOLUTION OF PROBLEMS OF PLANNING, FORECASTING AND THE ANALYSIS OF ARTICLES OF BALANCE WITH USE MICROSOFT EXCEL 303

Редакторы: *Н.Ф. Федосенко*
А.И. Бейсебаева
Верстка на компьютере: *Л.Т. Касжанова*
А.Н. Оразалиева

Подписано в печать 26.03.2012 г.
Формат 60x84 $^{1}/_{8}$. Усл. п.л 19,9. Тираж 500 экз.
Заказ № 483

Адрес редакции:
ул. Сатпаева, 22, КазНТУ каб. 904, тел. 292-63-46
Адрес типографии: 480013, г. Алматы, ул. Ладыгина, 32
тел.: +7(727) 309-66-06; 7+(727) 309-66-14 (109)
Отпечатано в Научно-техническом издательском центре
Казахского национального технического университета имени К.И. Сатпаева