

<https://doi.org/10.51301/ejsu.2023.i3.03>

The main characteristics of the development of ores of the gold-bearing Vasilkovskoye deposit

G.E. Askarova^{1*}, A.B. Begalinov¹, M.R. Shautenov¹, K. Amantaiuly²

¹Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

²Al-Farabi Kazakh national university, Almaty, Kazakhstan

*Corresponding author: askarova_guljan@mail.ru

Abstract. In the article, the continuous growth in the development of the gold mining industry in our country, the growth in the consumption of metals and other minerals justify the search for and development of new minerals, the development of new efficient technological schemes for mining. processing of minerals, development of new types of raw materials from difficult-to-enrich ores. Research is aimed not only at the preparation and development of new deposits, the determination of the enrichment of gold-bearing ores, but also at the theoretical development of methods for separating the components of mineral raw materials.

There are more than 2.000 gold deposits in the Republic of Kazakhstan. Over the past two decades, studies of the structure of gold-bearing raw materials show an increasing trend in the extraction of ores.

The continuous growth in the rate of development of the gold mining industry, the increase in the consumption of metals and other minerals justify the search for and development of new minerals, the development of new efficient technological schemes for the processing of minerals, the development of new types of raw materials from hard-to-enrich ores. Research is aimed not only at the preparation and development of new deposits, the determination of the enrichment of gold-bearing ores, but also at the theoretical development of methods for separating the components of mineral raw materials. In the last two or three decades, the proportion of gold obtained from technologically simple gold ores has been steadily declining. In nature, gold occurs mainly in the form of a native metal, intermetallic compounds and minerals containing gold, silver, copper, iron, mercury, bismuth, platinum, palladium, iridium, rhodium and gold telluride minerals. In addition, gold occurs in the form of compounds with organic acids.

Keywords: raw materials, gold, deposit, enrichment, minerals, technological schemes, mineral, size class.

1. Кіріспе

Қазақстан Республикасы аумағында құрамында алтыны бар кен орындар жеткілікті. Алтын бастапқы құрамында болатын алтын кен орындарында да, сонымен қатар түсті металдар өндірісінде де шикізат құрамдас бөлігі ретінде өндіріледі. Дүниежүзілік алтын кеңесінің мәліметтері бойынша, Қазақстанның 2019 жылғы маусымдағы қорының көлемі 375.34 тоннаны құрайды (әлемде 15-ші орын).

Қазіргі уақытта Қазақстанда 100-ге жуық әртүрлі компанияның алтын кен орындарын өндіру және игеру құқығы бар, олардың 35-ке жуығы ірі көлемде алтын өндірумен айналысады. Солардың бірі: «Алтыналмас» ААҚ, «Майкайналтын» ААҚ, «Бақыршық ЖДП» ЖШС, «Шаралтын» ЖШС, «ГРК АБС Балхаш», «ГМП Пустынное» ЖАҚ, «ГРК Алтын төбе» ЖАҚ, «Кен» компаниясы, «ФИК Алел» ААҚ, «ГРК Андас Алтын» ЖШС, «Қазақалтын» ММК «Алтын» ЖАҚ, Аймақ [1,2].

Соңғы екі онжылдықта құрамында алтыны бар шикізаттың құрылымын зерттеу, қиын өңделетін кендерді өндірудің ұлғаю тенденциясы бар екенін көрсетеді.

Алтын өндіру өнеркәсібінің даму қарқынының үздіксіз артуы, металдар мен басқа да пайдалы

қазбаларды тұтынудың өсуі жаңа минералдық ресурстарды іздестіруді және игеруді, пайдалы қазбаларды өңдеудің жаңа тиімді технологиялық сұлбаларын әзірлеуді, байытылуы қиын кендердегі шикізаттың жаңа түрлерін игеруді негіздейді. Зерттеулер жаңа кен орындарын дайындауға және игеруге, құрамында алтыны бар кендердің байытылуын анықтауға ғана емес, сонымен қатар минералды шикізат компоненттерін заманауи әдістермен бөліп алудың теориялық негізін әзірлеуге де бағытталған. Соңғы екі-үш онжылдықта технологиялық тұрғыдан қарапайым алтын кендерінен алынған алтынның үлесі тұрақты түрде азайып келеді. Табиғатта алтын көбінесе табиғи металл, металл аралық қосылыстар және құрамында алтын, күміс, мыс, темір, сынап, висмут, платина, палладий, иридий, родий және алтын геллурид бар минералдар түрінде кездеседі. Сонымен қатар, алтын органикалық қышқылдары бар қосылыстар түрінде де кездеседі.

Табиғи алтын ешқашан химиялық таза емес және құрамында 50% қоспалар болады. Алтындағы бөгде қоспалардың болуы оның сапасы мен қасиеттеріне күрт әсер етеді. Мысалы, мышьяк, қорғасын, платина, кадмий, висмут, теллур алтынға сынғыштық береді, бұл кен дайындау үрдісінде алтынның асыра ұнтақталуына және

бөлуге бірқатар әсер етеді. Сонымен қатар, табиғи алтын түйіршіктері темір оксидтері мен тау жыныстары минералдарының қабыршықтарымен («кабаттармен») жабылуы мүмкін, бұл шаймалау мен цианидтау кезінде алтынды бөліп алуды қиындатады. Табиғи алтынның тығыздығы жоғары – 15.5-тен 19.7 т/м³ дейін.

Соңғы кездері дүние жүзінде құрамында мышьяк бар алтын кендерінің кең таралған кен орындары – мышьяк-мыс, мышьяк-алтын, мышьяк-полиметалл, мышьяк-қалайы, мышьяк-кобальт және мышьяқты (арсенопирит және реалгар-аурипигмент) кен орындары игерілуде. Мұндай сипаттағы кенорындар негізінен Оралда, Қиыр Шығыста, Кавказда, Забайкальеде, Орта Азияда және Қазақстанда кездеседі. Қазіргі таңда Қазақстанда мұндай кенорынның 30-ға жуығы ашылды, олардың көпшілігі құрамында алтыны бар шикізатқа жатады.

Қазақстандағы ірі алтын кен орны – Васильков кен орны. Алтынның қоры шамамен 370 тонна, кендегі металл мөлшері 2.8 г/т. Көкшетау қаласынан солтүстік-батысқа қарай 17 км жерде орналасқан. Бүгінде ол «Алтынтау» компаниялар тобының активтерінің құрамына кіреді. Кенорынның құрылысын Қазақстан үкіметі мен голландиялық Fooldgate Holding компаниясы құрған «Васильков алтын» ААҚ бірлескен кәсіпорны жүргізіп жатыр. Кен орнының геологиясы және кенорынкендерінің жарамдылық сапасы жақсы зерттелген. Кен орнының геологиясы бойынша жалпы, Васильков алтын кенінің ауданы Солтүстік Қазақстанда Көкшетау орта массивінің аумағында орналасқан. Ол солтүстік-батыс, солтүстік-шығыс және ендік бағыттардың өңірлік ақауларының қиылысу торабымен және екінші ретті күмбездермен күрделенген өлшемі 55x30 км солтүстік Көкшетау эллипсоидты күмбезді-сақиналы құрылымымен болып келеді. Кен орнын суландыруға интрузивті жыныстар - гранодиориттер, диориттер, габбро-диориттер және т.б. сулы кешен қатысады. Васильков кен орнының ерекшелігі - ондағы жыныстардың күрт біркелкі жарықшақтылығы бар және тиісінше, жерасты суларының сүзгіш қасиеттерінің жоғары өзгергіштігі бар бұзылулар жүйесі өте күрделі тектоникалық блоктарға ұштасуы болып табылады. Барлау шахтасындағы ең жоғары су деңгейі 66.4 л/с жетті. Кенорында дренаждық сулардың минералдануы 0.9-ден 2.0 г/дм³-ге дейін өзгереді, химиялық құрамы бойынша гидрокарбонатты-хлоридті кальцийлі-магний-натрийлі басым. Кен орнын өңдеу соңында минералдандыру 3 г/дм³ дейін артады, су хлоридті-натрийлі болып келген. Васильков кенорынның кен қоры бойынша карьеріндегі С1 қор санатының қорлары кен және алтын бойынша карьердегі жалпы көлемінің 83-84% құрайды. Карьердегі жіктеу бойынша (С1+С2) қорлары орта шамамен 70% құрайды, қалған бөлігі болжамды санатқа жатады. Кен орнындағы қорларды есептеу арнайы Micromine (ММ) бағдарламасының көмегімен геостатистиканы қолдану арқылы блокты модельдеу әдісімен жүргізілген. Кенорынның 01.01.2013 жыл бойынша баланстық қорлары 1-кестеде келтірілген [1,2].

Баланстан тыс кендердің есептелген қорларын назарға алу қажет. Ашық әдіспен өндіру үшін С1+С2 санаттары: кен 38 296.3 мың тонна, алтын 24 505.2 кг, 0.64 г/т құрайды. Жерасты әдіспен өндіру үшін С1+С2 санаттары: кен 30 092.9 мың тонна, алтын 49 952.3 кг, 1.66 г/т тең.

Кесте 1. 01.01.2013 жыл бойынша баланстық қорлар

Көрсеткіш	Санат	Баланстық кендер		
		Кен, т	Ау, г/т	Ау, кг
карьер тереңдігі 450 м дейін	С ₁	73 955.2	2.58	190 650.2
карьер тереңдігі 450 м дейін	С ₂	18 251.4	2.34	42 644.6
Барлығы, карьер С ₁ +С ₂		92 206.5	2.53	233 294.8
жерасты (-425) м горизонттына дейін өңдеу	С ₁	369.6	3.29	1 216.3
жерасты (-425) м горизонттына дейін өңдеу	С ₂	19 204.0	3.90	74 958.9
жерасты (-425) м горизонттан төмен өңдеу	С ₂	885.8	3.06	2 707.0
жер асты қазу жиыны С ₁ +С ₂		20 459.4	3.86	78 882.2
Барлығы С ₁ +С ₂		112666.0	2.77	312 177.0

Игерілетін кен орнындағы қосымша әр түрлі геологиялық барлаудың мақсаты кенорынды кеңейту, кенорынның мерзімін ұзарту, минералдық-шикізаттық базасы болып табылады, сонымен қатар кенорындарда әртүрлі қосымша барлаулар жүргізіледі, мысалы кеннің түрін және объектілерін зерттеу, кен орнының нашар зерттелген учаскелері бағалау, сондай-ақ іргелес келешегі бар аймақтар кендегі бағалы заттың пайыздық үлесі үнемі тексеру.

Кенді өндіру жағдайлары мен кен денелерінің жатқан тереңдігі 450 м құрайтын тереңдікте ашық әдіспен өндіріледі. Карьердің негізгі параметрлеріне мыналар жатады: жер беті бойынша карьердің ұзындығы және ені, карьердің табанының ұзындығы мен ені, карьер тереңдігі, карьердің соңғы контурларындағы тау-кен массасының және аршыма жыныстарының көлемі, карьерде жұмыс жасалынатын және жасалынбайтын ернеуінің беткей бұрышы.

Карьерді қазу кезінде игеру жүйесінің келесі параметрлері қабылданды:

- кемер биіктігі – 15 м, соңғы контурды өтеу кезінде 30 м қосарланған, кен аймағында өңдеу жұмыстарын жүргізу үшін 7.5 м бойынша жүргізіледі;

- жұмыс жасалатын кемерлерінің бұрыштары 65÷70°;

- соңғы контурдағы кемерлер еңістерінің бұрыштары бетінен 220 м белг.дейін - 40°; 220 м белг. 205м дейін - 50°; 205 м белг. 175 м дейін -55°; 175 м белг. 115 м дейін -60°; 115 м белг. -5 м дейін -65°; -5 м белг. -215 м дейін -70°;

- сақтандыру бермасының ені - 10 м;

- көліктік бермасының ені - 25 м.

- конвейерлік берманың ені - 25 м;

- автокөлік бермасын бойлық еңістігі - 10%;

- конвейерлік берманың бойлық еңістігі - 13.2%;

Соңғы контурдағы кемерлерді өтеу 30 м құрайды, бірақ уақытша кемерлер биіктігінің әрбір 15 м сайын горизонттарды өңдеу кезінде 10 м уақытша сақтандырғыш бермалар қалдырылады (төменде сұлбада көрсетілген) [3,4].

Жұмыс деңгейжиектерін ашу арнайы қазбалармен арқылы жүргізіледі. Тау-кен пайдалы қазбаларды тасымалдау үшін әрбір деңгейжиек көлбеу күрделі оржолмен ашылуы керек, ол ашылатын деңгейжиектің биіктік белгісін жұмыс жүргізіліп жатқан деңгейжиек пен жер бетінің биіктік белгілерімен қосылған. Оржол жер бетінен қазылған ор тәрізді қазба оның түбі топырақ қабатымен бүйірлері көлбеу жазықтықтарымен ені

бойынша – оның бүйірімен шектелген. Оржол жағдауының жазықтыққа көлбеу бұрышы оржол жағдауының қиябет бұрышы деп аталады. Ол бұрыштың мәні кемердің қиябет бұрышы сияқты оржол жүргізілетін жыныстардың не пайдалы қазбаларының беріктігіне байланысты болады. Оржолдар көлбеу және жазық оржолдар болып бөлінеді. Қазіргі уақытта Васильков кенорны көлбеу оржолдармен ашылған. Ашудың осы тәсілі кезінде, жоғарыда жатқан горизонттан, төменгі жатқан кемер белгісіне дейін тілме оржолы жүргізіліп, деңгейжиекті тазалап қазып алуға байланысты дайындайтын горизонтальды тілме оржолы жүргізіледі. Тау-кен жұмыстарының дамуына қарай, жоғарыда жатқан горизонттардан төменгі горизонттарға тілме оржолы жүргізіледі, бұл ретте өтетін ор көлденең алаңның оржол бөліктерінің арасында болған кезде, жатқан ордың жоғары жалғасуы болып табылады [5,6].

2. Негізгі бөлім

2.1. Жұмыстың өзектілігі

Жер қойнауындағы дүниежүзілік алтын қорының үлесі 40%-дан астамды құрайды, сарапшылардың пікірінше, осы салада қиын байытылатын алтыны бар шикізатты өңдеу жақын болашақтың өзекті міндеті болмақ. Васильковск кенорнының алтын құрамды кендерде мышьяк мөлшерінің артуы олардан алтынды байыту және құрамындағы пайдалы компоненттерді бөліп алу кезінде жаңа мәселе тудырады. Асыл металдарға деген сұраныстың артуына байланысты қазіргі таңда қиын байытылатын алтын құрамды кендерді байыту өнеркәсіптік пайдалануға сұраныстың артуына байланысты олардың валюталық өсуі сапасыз және қиын байытылатын алтын шикізатты өңдеуге де әкеп соғады, сонымен қатар қоршаған ортаны қорғау талаптарын күшейту қажет болады. Сондықтан жаңа технологиялық сұлбаларды, заманауи өндірістік байыту әдістерін құру мәселесі ең өзекті болып табылады.

2.2. Жұмыстың мақсаты

Васильковск кен орнының қиын байытылатын алтынқұрамды кенінің физика-химиялық қасиеттерін анықтау және заманауи байыту әдістерін пайдалана отырып, өндіру технологиясын жасақтау, сондай-ақ өңдеу үрдістерінің оңтайлы режимдерін анықтау процесті оңтайландыру бағдарламасы бар математикалық моделін құру болып табылады. Сонымен қатар, осындай кендерден алынған алтынның үлесі артады, оларды тиімді өңдеу гравитациялық, флотациялық байыту, күйдіру, балқыту, шаймалау және т.б. операцияларды қамтитын едәуір күрделі және дамыған сұлбаларды қолдануды қажет етеді. Құрамында алтыны бар кендерді технологиялық зерттеу, негізінен, кендердің нақты құрамын және олардан асыл металдар мен басқа да құнды компоненттерді алу технологиясын анықтау үшін қажетті талдаулар мен эксперименттер жүргізуден тұрады.

Зерттеудің түпкі мақсаты қауіпсіздік талаптарын сақтай отырып, экономикалық жағынан тиімділігі жоғары барлық өнеркәсіптік құнды компоненттерді алтын құрамды кендерден максималды түрде бөліп алу технологиясын жасау. Құрамында алтыны бар кендерді технологиялық зерттеу, негізінен, кендердің нақты

құрамын және олардан асыл металдар мен басқа да құнды компоненттерді алу технологиясын анықтау үшін қажетті талдаулар мен эксперименттер жүргізуден тұрады. Васильков кенорнын зерттеудің түпкі мақсаты-қауіпсіздік техникасы мен зерттеу объектілері туралы талаптарды сақтай отырып, экономикалық тиімділігі жоғары барлық өнеркәсіптік құнды компоненттерді кендерден максималды бөліп алу технологиясын әзірлеу болып табылады.

Байыту үдерісі - бұл жеке элементтер өзара байланысты болатын біртұтас жүйе. Жүйе элементтерінің өзара әрекеттесуі ескерілетін жүйелік тәсілді ескере отырып, жоғары нәтижелерге қол жеткізуге болады, яғни бұл жағдайда бірнеше үдерістердің толық жиынтығы алтын құрамды кендердің байыту сұлбалары мен режимдері олардың минералдық құрамына, тағы басқа қасиеттеріне байланысты.

2.3. Зерттеу нысаны

Зерттеу нысаны ретінде байытылуы қиын алтын құрамды Васильков кенорны болып табылады. Бұл кен орнындағы бос алтын бөлшектерінің негізгі бөлігі 20 мкм-ден аз. Кен орнының осы түрінің байытылуы қиын алтын құрамды кендер қатарына жатқызамыз [1-2]. Бұл кеннің ерекшеліктері, әдетте, пирит, арсенопиритке немесе басқа сульфидтерге қиылысатын және сульфидтердің минералды бөлшектерінің ішінде ашылмайтын жұқа дисперсті алтынның түйіршігінің болуы. Бұл кен орнының технологиялық сынамалары әртүрлі дәрежеде механикалық ұсату және ұнтақтау кезінде алтын құрамды минералдардың және сондай -ақ тау жыныстарын құрайтын минералдар кварц, плагиоклаз, калий дала шпаты, биотит, серицит, хлорит, флюорит; магнетит, ильменит минералдарынан алтынды олардан бөліп алуды қиындататын қоспалардың болуына немесе олардың болмауы, сондай-ақ алтын бөлшектерінің сеппелігіне байланысты. Бұл аталған кенорныдан алтыннан басқа негізгі пайдалы компонент, кен минералдарының ішінде арсенопирит пен пирит едәуір мөлшерде байқалады, ал пирротин, висмутин, халькопирит, марказит, кенде табиғи висмутта кездеседі. Табиғи сап алтынның жалпы қоспалары - күміс, темір және мыс т.б. жатады [3,4].

Алтын түсі әртүрлі ақтан, ашық сарыдан қызғылт сарыға өзгереді. Алтын түстердің мөлшері микрометрдің үлесінен 60 микрометрге дейін өзгереді; олардың кендегі негізгі массасы (шамамен 60%) 3-12 микрометрді құрайды. Әр түрлі ірілік кластарда алтындардың мөлшері әр түрлі. Кварцта олар микрометрдің бөліктерінен 10-12 микрометрге дейін өте жұқа қосылыстар түзеді, кейде 30-ға жетеді. Тұрақты кендерден алтын алу технологиясын әзірлеу бойынша әртүрлі зерттеулер Васильков кенорнында жүргізілді. Кендерде, сондай-ақ, мышьяқтың болуы және жұқа дисперсті алтын түйіршіктерінің болуы алтынды бөліп алу үдерісін қиындатады. Зерттеудің негізгі маңызы, қиын байытылатын алтын кендерін байыту туралы жаңа білім алу қажеттілігімен, ресурстық базасын дамыту қажеттілігімен, атап айтқанда жер қойнауы объектілерін экономикалық тұрғыдан тиімді технологиясын құрумен байланысты [5,6].

Алтын кендерінің байытылымдылығын зерттеудің мақсаты:

1. Қиын байытылатын алтын кендерін және олардың концентраттарын өңдеудің заманауи әдістерін талдау;

2. Зерттелетін кеннің минералдық құрамының ерекшеліктерін зерттеу;

3. Байыту кезінде байытудың әр түрлі сатысында алтынның алынуын жоғарылату және жоғалтуларды азайту мақсатында болжамды модельдерді әзірлеу және процесс параметрлерін негіздеу үшін модельдеуді пайдалану.

4. Байыту кезеңіндегі технологиялық көрсеткіштер бойынша тәжірибелік түрде анықтау.

5. Байыту технологиялық параметрлерінің әсерін теориялық зерттеу (ұсақты ұнтақтау, қолданатын реагенттердің шығыны және олардың түрлері және т.б.);

6. Құрамында алтыны бар кендерді өңдеудің тиімді сұлбасын жасау және оны жүзеге асыруды экономикалық түрде бағалау болып табылады.

Құрамында алтыны бар кендердің технологиялық ерекшеліктері бөліп алу әдістерін анықтайтын көптеген талдаулардың жиынтығы бар байыту әдістерінде және оларды байыту сұлбаларында сипатталады. Технологиялық ерекшеліктердің ішіндегі ең маңыздылары:

- алтынның мөлшері, пішіні, кен түзуші минералдар, химиялық және минералогиялық құрамы, алтын және алтыннан басқа өнеркәсіптік бағалы компоненттердің болуы. Алтын құрамды кендерді бағалау және бөлу әдістерін таңдау үшін байыту өзінің сапалық сипаттамаларына ие болатын пайдалы компоненттер және соның ішінде, ең алдымен, алтынның мөлшері оны пайдалануға мүмкіндік береді, сондай ақ өңдеуді қамтамасыз ететін ең озық әдістерді пайдалану арқылы алтыннан басқа бағалы металдарды қоса байытып бөліп алу. Алтын құрамды кендерді байытылуын зерттеуде тәжірибелік не теориялық мәселелерді шешуге көптеген эксперименттік және аналитикалық, операциялардың жиынтығы қолданылады. Көпшілік жағдайда кеннің байытылуын зерттеу мына бағыттарда жүргізіледі:

1) жаңа табылған кен орнынан шығатын қазбаның байытылуын технологиясын жасау;

2) қазіргі кезде жұмыс істейтін байыту фабрикасында қолданылатын технологиясын жетілдіру;

3) жетілдірілген заманауи, не жаңадан жасалған аппараттарды сынақтан өткізу;

4) флотациялық жаңа реагенттерді синтездеу, олардың минералдар бетімен әрекет механизмдерін анықтап, тәжірибелік сынақтардан өткізу.

Бұлардың ішіндегі ең маңызды роль атқаратын зерттеу жұмысына жаңадан табылған қазба байлықтың байыту технологиясын жасау жатады.

Сондықтан, бұл мақалада сай қазбаның байыту технологиясын жасауда орындалатын зерттеу кезеңдері қаралып, әр кезеңде жүргізілетін жұмыстардың мазмұндары келтіріледі. Ол кезеңдерге жататындар:

1) технологиялық сынамаларды алу тәсілдері;

2) бастапқы сынаманы өңдеу тәсілдері;

3) кеннің затты-минералды құрамын зерттеу, соның нәтижесінде тиімді деп саналатын байыту әдісін және байыту схемасын таңдау;

3) байыту әдісіне және схемаға сәйкес қолданылатын операциялардың режимдерін зерттеу;

4) лабораториялық зерттеулер таңдалған технология бойынша тәжірибелерді тұйық циклде жүргізу;

5) жасалған технологияны жартылай өндірістік сынақтан өткізу. Пайдалы қазбалардың кен орындарының көпшілігінде кен біркелкі қасиетті болмайды және кеннің әртүрлі типтері бірге кездесіп отырады. Олардың әрқайсысы әртүрлі байыту әдістерін және байыту сұлбаларын қолдануды қажет етеді. Олар тек бағалы компоненттердің түрлерімен ғана емес, сонымен қатар минералогиялық құрамдарымен, сепкілдіктерімен, текстуралық ерекшеліктерімен сипатталады. Сол сияқты кен орнында қоры және қасиеттері жағынан айтарлықтай айырмашылықтары бар бірнеше кен денелері кездеседі. Олардың келешекте қалай пайдаланылатындары алдын ала жүргізілетін технологиялық карталау нәтижесінде анықталады. Соны жүргізу арқасында келешекте байыту фабрикасында кен орнының әр жерінен алынатын кен бірге қосылып байытыла, не тек жеке байыту қажеттігі сияқты мәселелер шешіледі.

Кенді байытудың мақсаты: минералды шикізатты байытудың интеграцияланған технологиясын қолдана отырып, қиын байытылатын алтын кендерін өңдеудің зерттеулерін жүргізу. Кеннің тиімді байыту әдісін таңдау оның барлық қасиеттерін жан жақты зерттеп білумен тікелей байланысты. Осы мақсатпен көптеген талдау әдістері қолданылады. Олардың ішінде кенді байыту әдісін талдауға тікелей қатысы бар талдауларға жататындар: химиялық (элементті), спектральды, минералогиялық, фазалық және аспапты талдаулар. Кеннің тиімді байыту әдісін таңдау оның барлық қасиеттерін жан жақты зерттеп білумен тікелей байланысты. Осы мақсатпен көптеген талдау әдістері қолданылады. Олардың ішінде кенді байыту әдісін талдауға тікелей қатысы бар талдауларға жататындар: химиялық (элементті), спектральды, минералогиялық талдаулар. Зерттеу әдістемесі пайдалы қазбаларды өңдеудің теориялық негіздеріне негізделді. Әр талдау әдісі қолданылғанда алға үш мақсат қойылуы қажет: талдау не үшін жүргізіледі, жүргізу методологиясы және талдау нәтижесінде алынған деректерден қорытынды шығару. Көптеген кен түрлерінде бірсыпыра бағалы компоненттер бірнеше минералдар түрінде кездеседі. Осы мақсат үшін компоненттің кенде тек жалпы пайызды үлесін білу жеткіліксіз, оның әр минералдың үлесіне тиетін мөлшерін білу керек.

Кен және байыту өнімдерінің материалдық құрамын зерттеу үшін химиялық, минералогиялық және т.б. зерттеулер жүргізілді (кестелер 2 және 3) [1,2].

Кесте 2. Зерттелетін кендегі алтынның рационалды құрамы

№	Алтынның бірлесу нысаны	Бағалы заттың үлесі, г/т	Бөліп алу дәрежесі, %
1	Сап алтын	6.6	68.75
2	Сульфидтер мен тау жыныстары бірге	2.1	21.87
3	Сульфидтермен байланысқан түрі	0.64	6.67
4	Тау жыныстарымен байланысқан түрі	0.26	2.71
	Барлығы	9.6	100

Кенді рационалды талдау нәтижесі бойынша ілеспе алтынның мөлшері: сульфидтермен 7-20%, тау жыныстарымен минералдармен 2.7-7.11%. Сап алтынның мөлшері 2.4-3.8 г/т құрайды.

Кесте 3. Зерттелетін алтын құрамды кеннің химиялық құрамы

№	Элемент, байланыс	Символы	Бағалы заттың үлесі, %
1	Кремний оксиды	SiO ₂	64.62
2	Алюминий оксиды	Al ₂ O ₃	12.99
3	Кальций оксиды	CaO	4.2
4	Магний оксиды	MgO	1.43
5	Темір жалпы	Fe _{жал}	4.7
6	Күкірт жалпы	S _{жал}	1.22
7	Сульфидті күкірт	S _{сульфид}	1.18
8	Титан оксиды	TiO ₂	0.43
9	Мыс	Cu	0.005
10	Қорғасын	Pb	0.05
11	Мырыш	Zn	0.01
12	Мышьяк	As	2.22
13	Алтын	Au	9.6
14	Күміс	Ag	1.5

Кесте 4. Зерттелетін алтын құрамды кеннің минералогиялық құрамы

Минералы, минералдар тобы	Массалық құрамы, %
Кварц	40
Микроклин	24
Олигоклаз	20
Бiotит	5.0
Хлорит, гидрослюда	5.0
Темір гидроксиды: гётит, лимонит	2.0
Темір оксиды: гематит, магнетит	2.0
Сульфидтер: арсенопирит	2.8-3.2
Пирит	бірлік мәні
Халькопирит	бірлік мәні
Аксессуарлық минералдар: апатит	бірлік мәні
Циркон	бірлік мәні
Циртолит	бірлік мәні
Флюорит	бірлік мәні
Сап алтын	бірлік мәні
Барлығы :	100.0

Минералогиялық талдауға сәйкес зерттеу сульфидті минералдануы орташа гранодиориттермен ұсынылған.

Бастапқы кенде ең маңызды алтын минералдары арсенопирит және висмут минералдары жатады. Сондай-ақ алынған кен минералдарының ішінде арсенопирит басым. Кенде пирит, халькопирит, пирротит сияқты сульфидтер негізінен кенде кездеседі және олардың негізгі массалары кенге шаққанда шамалы мөлшерде кездеседі. Кенді зерттеудің технологиялық сипаттамаларына сүйене отырып, кенорындағы алтынды ірілігіне байланысты үш топқа шартты түрде бөлеміз:

- алтын мөлшері 0.07 мм-ден асатын үлкен алтын;
- бөлшектердің мөлшері 0.01-ден 0.07 мм-ге дейінгі ұсақ алтын;
- өлшемі 0.01 мм-ден аз жұқа дисперсті [5,6].

3. Қорытынды

Алынған нәтижелерге сәйкес келесі қорытындылар жасалды:

1. Алтын туралы жалпы мәліметтер, табиғатта алтынның болу формалары, әдістері келтірілген. Васильков кенорының 01.01.2013 жыл бойынша баланстық қорлар есептелді.

2. Құрамында алтын бар кендерді өңдеу бойынша бастапқы шикізат туралы мәліметтер, негізгі компоненттер бойынша «Васильков» кен орнының кендерінің химиялық, минералогиялық және басқа талдаулар арқылы кеннің құрамы қаралды. Кеннің минералдық құрамын рентгендік құрылымдық және микроскопиялық талдаулармен анықталады. Васильков кенорының кенқұрамы 95% тау жыныстарын құрайтын минералдардан тұрады, олардың негізгілері микроклин, олигоклаз, биотит, кварц, гидрослюда, хлорит. Кен минералдары негізінен арсенопиритпен (2.8-3.2%) ұсынылған. Жұқа сирек дақтар түріндегі жалғыз дәндерде пирит, халькопирит, темір гидроксидтері кездеседі. Темір минералдарының жалпы үлесі кеннің жалпы массасының 4% құрайды [7,8].

Әдебиеттер / References

- [1] LLP «Kazakhstan Mineral Kompani». (2009). Otchet «Pod-schet zapasov rudy i zolota mestorozhdenija Vasil'kovskoe po sostojaniju na 01.01.2008g.»
- [2] Rakyshev, B. (2013). Kar'er aлаңдарың ashu zhөne ashық igeru zhыjeleri. *Almaty*
- [3] Bitimbaev, M., Kabetenov, T. (2011). Osnovy gornogo dela. *Almaty*
- [4] Begalinov, A. (2016). Tau ken isinin negizderi. *Almaty*
- [5] Begalinov, A., Zhajsaңbaev, N., Zulkarnaev, E., Kalybekov, T., Sandibekov, M. (2012). Ashық tau-ken zhұmystaryнuң tehnologijasy. *Almaty*
- [6] Mitrofanov, S.I. (1962). Issledovanie poleznyh iskopaemyh na obogatimost'. *M.: Gosgortehizdat*
- [7] Spravochnik po proektirovaniju rudnyh obogatitel'nyh fabrik. Kniga 1. (1988). *M.: Metallurgia*
- [8] Spravochnik po proektirovaniju rudnyh obogatitel'nyh fabrik. Kniga 2. (1988). *M.: Metallurgia*

Алтынқұрамды Васильков кенорының кендерін игерудің негізгі сипаттамалары

Г.Е. Аскарлова^{1*}, А.Б. Бегалинов¹, М.Р. Шаутенов¹, Қ. Амантайұлы²

¹Satbayev University, Алматы, Қазақстан

²әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

*Корреспонденция үшін автор: askarova_guljan@mail.ru

Аңдатпа. Мақалада елімізде алтын өндіру өнеркәсібінің даму қарқынының үздіксіз артуы металдар мен басқа да пайдалы қазбаларды тұтынудың өсуі жаңа минералдық ресурстарды іздестіруді және игеруді, пайдалы қазбаларды өңдеудің жаңа тиімді технологиясын сұлбаларды әзірлеуді, байытылуы қиын кендердегі шикізаттың жаңа түрлерін игеруді негіздейді. Зерттеулер жаңа кен орындарын дайындауға және игеруге, құрамында алтын бар кендердің

байытылуын анықтауға ғана емес, сонымен қатар минералды шикізат компоненттерін бөлу әдістерін теориялық әзірлеуге де бағытталған. Қазақстан Республикасының құрамында алтыны бар кендердің қорында 2 мыңнан астам кен орындары бар. Соңғы екі онжылдықта құрамында алтыны бар шикізаттың құрылымын зерттеу қиын өнделетін кендерді өндірудің ұлғаю тенденциясы бар екенін көрсетеді.

Алтын өндіру өнеркәсібінің даму қарқынының үздіксіз артуы металдар мен басқа да пайдалы қазбаларды тұтынудың өсуі жаңа минералдық ресурстарды іздестіруді және игеруді, пайдалы қазбаларды өңдеудің жаңа тиімді технологиясын сұлбаларды әзірлеуді, байытылуы қиын кендердегі шикізаттың жаңа түрлерін игеруді негіздейді. Зерттеулер жаңа кен орындарын дайындауға және игеруге, құрамында алтыны бар кендердің байытылуын анықтауға ғана емес, сонымен қатар минералды шикізат компоненттерін бөлу әдістерін теориялық әзірлеуге де бағытталған. Соңғы екі-үш онжылдықта технологиялық тұрғыдан қарапайым алтын кендерінен алынған алтынның үлесі тұрақты түрде азайып келеді. Табиғатта алтын көбінесе табиғи металл, металл аралық қосылыстар және құрамында алтын, күміс, мыс, темір, сынап, висмут, платина, палладий, иридий, родий және алтын геллурид минералдары бар минералдар түрінде кездеседі. Сонымен қатар, алтын органикалық қышқылдары бар қосылыстар түрінде кездеседі.

Негізгі сөздер: шикізат, алтын, кенорны, пайдалы қазбалар, байыту, технологиялық сұлба, минерал, ірілік класс.

Основные характеристики разработки руд золотосодержащего Васильковского месторождения

Г.Е. Аскарова^{1*}, А.Б. Бегалинов¹, М.Р. Шаутенов¹, Қ. Амантайұлы²

¹Satbayev University, Алматы, Казахстан

²Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

*Автор для корреспонденции: askarova_guljan@mail.ru

Аннотация. В статье непрерывный рост темпов развития золотодобывающей промышленности в нашей стране, рост потребления металлов и других полезных ископаемых обосновывают поиск и разработку новых полезных ископаемых, разработку новых эффективных технологических схем добычи, переработка полезных ископаемых, разработка новых видов сырья из труднообогатяемых руд. Исследования направлены не только на подготовку и разработку новых месторождений, определение обогащения золотосодержащих руд, но и на теоретическую разработку методов разделения компонентов минерального сырья. В Республике Казахстан насчитывается более 2000 месторождений золота. За последние два десятилетия исследования структуры золотосодержащего сырья показывают нарастающую тенденцию добычи руд.

Непрерывный рост темпов развития золотодобывающей промышленности, увеличение потребления металлов и других полезных ископаемых обосновывают поиск и разработку новых полезных ископаемых, разработку новых эффективных технологических схем переработки полезных ископаемых, разработку новых видов сырья из труднообогатяемых руд. Исследования направлены не только на подготовку и разработку новых месторождений, определение обогащения золотосодержащих руд, но и на теоретическую разработку методов разделения компонентов минерального сырья. В последние два-три десятилетия доля золота, полученного из технологически простых золоторудных руд, неуклонно снижается. В природе золото встречается в основном в виде самородного металла, интерметаллических соединений и минералов, содержащих золото, серебро, медь, железо, ртуть, висмут, платину, палладий, иридий, родий и геллуридные минералы золота. Кроме того, золото встречается в виде соединений с органическими кислотами.

Ключевые слова: сырьё, золото, месторождение, обогащение, полезных ископаемых, технологические схемы, минерал, класс крупности.

Received: 20 March 2023

Accepted: 15 June 2023

Available online: 30 June 2023