ҚАЗАҚСТАНРЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты
«Металлургиялық процестер, жылутехникасы және арнайы материалдар технологиясы» кафедрасы

Ильясов Асылжан Ерланович

Тақырыбы: «Алтын құрамды кенді үйінді шаймалау үшін оның заттық құрамын зерттеу»

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5В070900 – Металлургия

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАНРЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

«Металлургиялық процестер, жылутехникасы және арнайы материалдар технологиясы» кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

МПЖ және АМТ кафедра меңгерушісі PhD докторы, техн. ғыл. кандидаты, қауымдас-ған профессор

_____ Чепуштанова Т.А.

«13» 05 2019 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Алтын құрамды кенді үйінді шаймалау үшін оның заттық құрамын зерттеу»

5В070900 – Металлургия

Орындаған Ильясов А.Е.

Ғылымижетекшілер
тех. ғыл. док, профессор
_____ А.О. Байконурова
Доктор PhD
_____ Алтынбек Ш.Ч.
«14» 05 2019 ж.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
НАО «КазНИТУ им. К.И. Сатпаева»
Горно-металлургический
институт им. О.А. Байконурова

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАНРЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

«Металлургиялық процестер, жылутехникасы және арнайы материалдар технологиясы» кафедрасы

5В070900 – Металлургия

БЕКІТЕМІН
МПЖ және АМТ кафедра меңгерушісі PhD докторы, техн. ғыл. кандидаты, қауымдас-ған профессор
_____ Чепуштанова Т.А.
«13» 05 2019 ж.

Дипломдық жұмыс орындауға

ТАПСЫРМА

Білім алушы *Ильясову Асылжан Ерланович.*
Тақырыбы: *«Алтын құрамды кенді үйінді шаймалау үшін оның заттық құрамын зерттеу»*
Университет ректорының «08» қазан 2018 *жылғы* №1113-б *бұйрығымен бекітілді*
Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «30» сәуір 2019 ж.
Дипломдық жұмыста қолданған бастапқы мәліметтер: *Бестөбе кен орнының құрамында алтын бар кендерінің негізгі құрамдастары, кен дайындау әдістемесі, бастапқы кеннің гидродинамикалық сипаттамалары, кен құраушы компоненттерді талдау әдістері мен зертханалық жабдықтар.*
Дипломдық жұмыстың қысқаша мазмұны:
а) әдеби шолуда алтын өндіру тарихын қарастыру, алтынның негізгі физикалық және химиялық қасиеттерін зерттеу, кен дайындау негіздерін

зерттеу.

б) құрамында алтыны бар кен туралы деректерді көрсету, үймелеп шаймалау процесін зерделеу және нәтижелерін көрсету; түйіршіктеу процесін зерделеу;

в) дипломдық жұмысты орындау шығындарын көрсететін және осы жұмыстың тиімділігін бағалайтын экономикалық бөлім;

г) адамға әсер ететін зиянды факторларды көрсететін еңбекті қорғау жөніндегі бөлім еңбекті қорғау жөніндегі іс-шараларды әзірлеу.

Графикалық материалдар тізімі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып): *жұмыстың 24 слайдтарын ұсыну.*

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер:

1 Зырянов М.Н. Кучное выщелачивание золота из предварительно окомкованных руд // Цветные металлы. – 1997. – № 9. – С. 17-19

2 Фазлуллин М.И. Кучное выщелачивание благородных металлов. – М.: Издательство Академии горных наук, 2001. – 647 с.

3 В.И. Авдюков, В.В. Авдюков. Специальные и комбинированные методы обогащения. Алматы 1999.

Дипломдық жұмысты дайындау

КЕСТЕСІ

№ п/п	Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
1	Кіріспе	18.04.2019	
2	Аналитикалық бөлім	18.04.2019	
3	Тәжірибелік бөлім	20.04.2019	
4	Экономикалық бөлім	21.04.2019	
5	Еңбекті қорғау	22.04.2019	
6	Қорытынды	22.04.2019	
7	Норма бақылау	13.05.2019	

Дипломдық жұмысбөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған

қолтаңбалары

Бөлімдератауы	**Ғылыми жетекші (ғылыми дәрежесі мен атағын көрсете отырып)**	**Күні**	**Қолы**
Кіріспе	Байконурова А.О., тех. ғыл. док, профессор	17.04.2019	
Аналитикалық бөлім		17.04.2019	
Тәжірибелік бөлім		20.04.2019	
Экономикалық бөлім		21.04.2019	
Еңбекті қорғау		22.04.2019	
Қорытынды		22.04.2019	
Норма бақылау	Көккөзов Д.Қ. техника және технология магистрі	13.05.2019	

Ғылыми жетекшілер _____ Байконурова А.О.

_____ Алтынбек Ш.Ч.

Тапсырманы орындауға алған білімалушы _____ Ильясов А.Е.

Күні «14» 05 2019 ж.

АҢДАТПА

Дипломдық жұмыс тапсырмадан, кіріспеден, 4 бөлімнен, қорытындыдан, әдебиеттер тізімінен тұрады. Жұмыс, әдістеме пунктін қоса отырып 35 бетте жазылып, 4 сурет, 21 кестені біріктіреді. Әдебиеттер тізімі 31 атаудан тұрады.

Берілген жұмыстың мақсаты Бестөбе кенді аймағының алтынқұрамды кеннен алтынды үйінді шаймалау әдісінің тиімділігін дайындау арқылы көтеру.

Жұмыста алтынды алу үшін үйінді шаймалаудың оңтайлы көрсеткіштерін таңдау мақсатында алтынқұрамды шикізат құрамын зерттеу нәтижелері көрсетілген.

Түйіршіктерді зерттеу жұмыстары ірілігі минус 40 мм және минус 15 мм кенді өңдеудің және дайындаудың оңтайлы режимін анықтады.

АННОТАЦИЯ

Настоящая дипломная работа состоит из задания, введения, 4 разделов, заключения, списка литературы. Работа, включая приложения, изложена на 35 страницах машинописного текста, включает 4 рисунков, 21 таблицы. Список литературы содержит 31 наименований.

Целью настоящей работы является поиск путей повышения эффективности технологии КВ золота из руд месторождения Бестюбе на основе предварительной рудоподготовки.

В работе представлены результаты изучения вещественного состава золотосодержащего сырья с целью выбора оптимальных параметров формирования кучи для последующего выщелачивания золота.

Комплекс исследований по окомкованию позволил определить оптимальные режимы подготовки лежалых хвостов, а также их смеси с рудой крупности минус 40 мм и минус 15 мм для дальнейшей переработки.

ANNOTATION

The present master's degree work consists of the following: task, introduction, 4 chapters, conclusion and list of literature. The given work is stated on 35 pages of the typewritten text which includes 4 figures, 21 tables. The list of literature contains 31 titles.

The purpose of the work is to increase the efficiency of the gold heap leaching technology of Bestube deposit by prebenefication of ore.

The results of gold – bearing raw materials composition is presented. They are needed to choose optimal parameters of the heap for the next gold leaching.

The complex studying of pelletizing allowed determining regimes of stale tailings and also their mi with ore size of – 40 mm and – 15 mm for the next treatment.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	10
1	Ғылыми-техникалық мәселенің қазіргі жағдайы	11
1.1	Алтын өндіру тарихы	11
1.2	Алтынның физикалық және химиялық қасиеттері	11
1.3	Үймелеп шаймалау әдісін алтын өндіру тәжірибесіне енгізу	13
2	Тәжірибелік бөлім	16
2.1	Бестөбе кен орнының кен сынамаларын сілтілеу процесіне дайындау	16
2.2	Цианид кешендерінің орнықтылығын термодинамикалық талдау	16
2.3	Кеннің заттық құрамын анықтау	18
2.4	Құрамында алтын бар материалдарды түйіршіктеу процесін зерттеу	23
3	Экономикалық бөлім	28
3.1	Амортизациялық аударымдарды есептеу	28
3.2	Негізгі және қосалқы материалдарға арналған шығындарды есептеу	28
3.3	Электр энергиясына арналған шығындарды есептеу	29
3.4	Суық суға арналған шығындарды есептеу	29
3.5	Есеп және жалақы есептеулер	30
3.6	Шығындардың жалпы сомасын есептеу	30
4	Еңбекті қорғау	31
	Қорытынды	32
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	33

КІРІСПЕ

Үймелеп шаймалау әдісімен алтын өндіру технологиясы жүз жыл бойы белгілі болып келеді. XX ғасырдың екінші жартысында бұл технология Құрама Штаттардағы кен орындарынан бағалы металдарды өндіру кезінде кеңінен қолданыла бастады. Қазір үймелеп шаймалау кеннен алтын өндірудің басқа технологияларының арасында жетекші орынға ие.

Қазақстанның алтын өндірісін дамыту жоспарлары, бірінші кезекте, жұмыс істеп тұрған бірқатар өндіруші кәсіпорындарды кеңейту және құрамында алтын бар кендердің жаңа кен орындарын пайдалануға тарту есебінен шикізат проблемасын шешумен, сондай-ақ жер қойнауын пайдаланушылар тарапынан кен орындарын пайдалануды оңтайландырумен байланысты. Бұдан басқа, теориялық және қолданбалы зерттеулердің нәтижелеріне негізделген қолданыстағы технологияларды жетілдіру және жаңа технологияларды іздеу талап етіледі.

Алтынды үймелеп шаймалау технологиясы гидрометаллургиялық процестерге негізделеді, олар шын мәнінде әртүрлі химиялық реакциялардан тұрады. Бағалы металл натрий цианидінің ерітіндісінде ериді. Содан кейін ерітінді тазартудан (сорбция-десорбция) арнайы сүзгілерде өтеді. Төмен сұрыпты кендерден асыл металдарды алудың бұл тәсілі тек шетелде ғана емес, Қазақстанда да кеңінен таралған. Тотыққан кендерден үймелеп шаймалау әдісімен алтын өндіру бойынша қазақстандық кәсіпорындардың әлемдік тәжірибесі мен әдістің технологиялық орындылығы мен экономикалық тиімділігін көрсетті.

Қазіргі уақытта үймелеп шаймалау әдісі АҚШ, Австралия, Канада, Мексика, Бразилия, Сауд Арабиясы, Индонезия, Жаңа Гвинея, Чили, Зимбабве, Гана және т. б. алтын өндірудің өнеркәсіптік тәжірибесіне берік кірді. Әлемдік алтын өндірудің 40 пайыздан астамы үймелеп шаймалау технологиясына тиесілі [1].

КСРО-да үймелеп шаймалаудың алғашқы тәжірибесі Васильков Тау-кен байыту компаниясында (Қазақстан) алынған [1]. Қазіргі уақытта Қазақстанның алтын өндіру тәжірибесінде байырғы кедей, аз ауқымды және тағы басқа кен орындарынан үймелеп шаймалау (ҮШ) тәсілімен алтын өндірудің айтарлықтай ұлғаю үрдісі байқалуда. Бұл ретте құрамында алтыны бар кендердің ҮШ технологиясының тиімділігін анықтайтын негізгі факторлар минералды шикізаттың технологиялық қасиеттері мен сапасы, кен дайындау әдістері болып табылады.

1 Құрамында алтын бар шикізатты қайта өңдеу және оны сілтілеу үшін кен дайындау тәсілдерінің қазіргі жай-күйін талдау

1.1 Алтын өндіру тарихы

Алтын өндіру тас ғасырының соңында басталды. Алтын жердің барлық ежелгі өркениеттеріне белгілі. Ежелгі Египет, Греция және Рим кеннен алтын өндіру технологиясын, оларды байыту, тазарту және металды өңдеу технологиясын дамытудың жоғары деңгейіне жетті [1-6]. Ежелгі Египет металлургтеріне белгілі жұқа фольга (0,01-001 мкм) алу технологиясы Еуропада б. з. б. II мыңжылдықтың ортасында Египетте ғана қайта жасалған. Тутмос II Фараоны кезінде жылына 50 тоннаға дейін алтын өндірді [2-4]. Азияда ежелгі алтын өндіру іздері Иранда, Парсы шығанағының жағалауларында, Арабияда табылған. Б. з. б. III мыңжылдықтан бастап Үндістан мен Тибетте алтынның едәуір мөлшерін өндірді. Қытайда б. з. б. II мыңжылдықта алтын монеталар соғылды. Б. з. б. I мыңжылдықта Белуджистан (Пәкістан), Қашғария (Қытай), Батыс Сібір, Приамурья, Орта және Кіші Азияны игеру басталды [2-4]. Археологиялық деректерге қарағанда, Америка құрлығында алтын кен орындарын игеру негізінен қазіргі заманғы Мексика, Гватемала, Колумбия, Панама, Перу және Куба аумағында жүргізілді [2-4]. Қазақстандағы алтынның жалпы қоры 6 мың тонна бағаланып отыр [10], ең ірі кен орындары Бақыршық, Васильков және Ақбақай болып табылады. Алтын шамамен 65 кен орнында өндіріледі және оның ең үлкен бөлігі түсті металдар өндірісінің жанама өнімі ретінде алынады.

1.2 Алтынның физикалық және химиялық қасиеттері

Алтын-өте жұмсақ, шөмішті, пластикалық және тартқыш металл; таза күйінде аз қаттылыққа ие; ол күмістен жұмсақ, біраққалайыдан қатты. Басқа металдармен қорытылу оның механикалық қасиеттерін айтарлықтай өзгертеді, оған үлкен қаттылық, кейбір жағдайларда және сынғыштықты береді, мысалы, мышьяк, қорғасын, кадмий, висмут, платина және теллур. Әсіресе алтынның нәзік әсеріне қорғасын әсер етеді. Барлық металдар арасында алтын 45,6 м/ом·мм^2 жоғары меншікті электрөткізгіштігі бар [1-6].

Алтынның тығыздығы 19,26 г/см^3, химиялық таза алтынның балқу температурасы – 1063 °С, қайнау температурасы-2530 ºС. Алтын мен оның қорытпаларын балқу температурасынан жоғары қыздыру кезінде Алтын ұша бастайды және оның температурасы жоғары болған сайын ұшады. Розе деректері бойынша таза алтынның ұшуы салыстырмалы түрде аз емес және 1125 °С – 1 температурада салмағы бөлігін құрайды, ал 1250 °С – 2,6 алтынның 1000 тонна салмағы бөлігін құрайды [1-6].

Табиғатта алтын негізінен күміс, мыс, темір, платина және басқа да металдар бар қорытпада кездеседі. Табиғатта алтынның химиялық қосылыстарынан тек $AuTe_2$ теллурымен байланыстыру ғана белгілі. Күміс және басқа да металдармен алтынның табиғи қорытпаларынан басқа платиналы алтын мен родий кіретін алтын белгілі. Алтындағы күміс мөлшері 40 % - ға дейін жетеді. Табиғатта 74,3-80,2 пайызы алтыннан, 2,3-16 пайызы күмістен және 9,0-20,4 пайызы мыстан тұрады [1-6].

Менделеевтің периодтық кестесінде 79 нөмірлі Алтын, оның атомдық салмағы 197,2. Алтынды күміс, платина, палладия және басқа асыл металдан алуға болады.

Алтынның құнды қасиеті-оның химиялық инерттілігі. Алтын қыздырғанда да ауада тотықпайды, оған ылғал әсер еткен кезде де тұрақты, сілтілер мен қышқылдармен − күкірт, тұз, азот, жүзбелі және органикалық қышқылдармен әсер етпейді.

Дегенмен, алтынды патша арағында ерітуге болады, ол тұз қышқылының үш бөлігінен және азот бір бөлігінен тұрады. Бұл жағдайда реакция жүреді [1-6]:

$$3Au + HNO_3 + 6HCI = 3HAuCI_2 + NO + 2H_2O. \quad (1)$$

Жоғарыда айтылғандай, кеннен алтынды алудың цианды технологиясының негізі сілтілі цианды ерітінділерде алтынды еріту реакциясы болып табылады [1-6]:

$$2Au + 4KCN + H_2O + 1/2O_2 = 2KAu(CN)_2 + 2KOH. \quad (2)$$

Бұдан басқа, алтынның жақсы еріткіші-тотықтырғыш ретінде хлорид немесе темір сульфаты бар тиомочевинаның (тиокарбамид) сулы ерітіндісі.

Оның химиялық қосылыстарында алтын тотығу дәрежесі +1 және +3 болуы мүмкін.

Хлормен алтын қарапайым және күрделі кешенді қосылыстарды құрайды. AuCl лимон-сары ұнтақ болып табылады, ол бөлме температурасы мен атмосфералық қысымда бөлінбейді, суда баяу еритін хлорлы алтынды түзумен және ұнтақ түріндегі металл алтынды бөлумен ыдырайды.

AuCN бір валентті алтынның цианиді тұз немесе күкірт қышқылымен кешенді цианидтің ыдырауымен алынуы мүмкін.

Алтынның кешенді цианды қосылыстары суда жақсы ериді, ерітіндіні 50 °С жоғары қыздырғанда олар цианды сутегін бөле отырып және цианды алтын ерітіндісінен реакциялар бойынша түсіп, қышқылдармен ыдырайды [1]:

$$NaAu(CN)_2 + HCI = HAu(CN)_2 + NaCI. \quad (3)$$

Алтын мен күмістің тиокарбамидтері осы металдар мен олардың тұздарының тиомочевиндегі (тиокарбамид) $CS(NH_2)_2$ еруімен алынады.

Алтын тиокарбамиді үшін $AuSi•2CS(NH_2)_2$ формуласы орнатылған. Алтын, күміс және олардың қорытпалары аз концентрациядағы тиомочевинаның (0,3-1,0 пайыз) әлсіз қышқыл ерітінділерінде тотықтырғыштар − сутегі пероксидінің немесе хлорлы темірдің қатысуымен ғана ерітіледі.

1.3 Алтын өндіру тәжірибесіне үймелеп шаймалау әдісін енгізу

Үймелеп шаймалау тәсілі арнайы су өткізбейтін негізде қатарға (үймелерге) салынған кен жоғарыдан цианды ерітіндімен суланады. Ерітіндіні кен қабаты арқылы баяу жібергенде алтын мен күмісті ерітеді. Төменнен ағатын ерітінді асыл металдардың шөгуіне түседі.

Үймелеп шаймалау дәстүрлі фабрикалық әдіске балама ретінде алғаш рет АҚШ-та 20-шы ғасырдың 60-шы жылдарының аяғында қолданылған [1], ал 70-ші жылдардың басында "Кортец Голд" компаниясы салмағы 2 миллион тонна кеннің үйіндісінен алтынды шаймалау жүргізді. Алтынды үймелеп шаймалау технологиясы қысқа уақыт ішінде әлемдік алтын өндіру өнеркәсібінде кеңінен таралған. Қазіргі уақытта әлемде 150-ден астам үймелеп шаймалау кәсіпорындары жұмыс істейді.

Әдетте 5-50 мм ірілігіне дейін ұсақтағаннан кейін кенді үймелеп шаймалайды. Бірақ кейде кесек ірілігі 100 мм дейін және одан да көп ұсақталмаған кендерді шаймалайды. Мұндай жағдайларда кенді цементті, цианды ерітіндіні және сілтіні шағын қоспамен алдын ала түйіршіктейді.

Үймелеп шаймалау ашық ауада арнайы дайындалған алаңдарда жүргізіледі. Алаңға су өткізбейтін қасиеттер беру үшін оны гидрооқшаулағыш жабынмен, содан кейін бетон, асфальт немесе тегістелген саз қабатымен жабады. Соңғы уақытта су өткізбейтін негіз құрылғысына қойылатын экологиялық талаптардың қатаңдауына байланысты көп көңіл бөлінеді және көп қаражат жұмсалады. Ерітінділердің ағынын жеңілдету үшін, алаң әдетте 2-4 ° шағын көлбеу береді. Дайындалған алаңда үйінді себеді. Бұл операция − барлық технологияның ең жауапты бөлігі. Үйіндіні үймедегі кен біртекті, борпылдақ массамен жататындай етіп орындау керек. Бұлардың кең тараған түрі-төртбұрышты пирамида. Үйме биіктігі 3-80 метрге дейін болуы мүмкін, ал кеннің сыйымдылығы бір және одан да көп миллион тоннаға жетуі мүмкін.

Үйінділерді арнайы шашыратқыш құрылғылар − тамшы эмитенттердің көмегімен цианисті ерітіндімен суарады. Цианисті ерітіндіні беру жылдамдығы кеннің сипатына байланысты және кең шектерде – тәулігіне 1 $м^2$ үйінді бетіне 0,15-тен 3 $м^3$ дейін өзгеруі мүмкін. Ерітіндінің концентрациясы − 0,05-0,10% NaCN pH-10,5-11 кезінде жүргізеді. Қорғаныс сілтісі ретінде күйдіргіш натр қолданылады [1].

Үйіндіден туындайтын құрамында алтын бар ерітінділер үйіндінің ұзын жағы бойынша салынған дренажды жыраларға түседі, олар бойынша тоған-жинаққа немесе шұңқырға жіберіледі. Ерітіндіден асыл металдарды

тұндыру белсендірілген көмір немесе ион алмасу шайыры бар колонналарда жүргізіледі.

Шаймалау аяқталғаннан кейін үйінді ерітілген алтын мен цианидтен жуу үшін сумен сулайды, содан кейін шайылатын ерітіндіні дренаждағаннан кейін шайылған кенді үйіндіге тасымалдайды. Барлық өңдеу циклінің ұзақтығы, соның ішінде үйінді себу 90-нан 250 тәулікке дейін құрайды. Үймелеп шаймалау кезінде алтын мен күмісті алу әдетте 50-70 пйыздан аспайды.

Үймелеп шаймалау процесі технология қарапайымдылығымен, төмен күрделі шығындармен ерекшеленеді. Осы барлық факторларды есепке ала отырып, үймелеп шаймалау құрамында 0,8-1,9 г/т бар кедей шикізатты өңдеу үшін қолданылады, негізінен баланстан тыс кендер, аршу жыныстары, алтын шығару фабрикаларының ескі үйінділері, жатқан қалдықтар және тағы басқа үшін қолданылады.

2003 жылға қарай үймелеп шаймалау технологиясы Ресейдің 10 алтын өндіруші кәсіпорындарында, соның ішінде Чукотка, Якутия, Қиыр Шығыс сияқты солтүстік аудандарда өнеркәсіптік қолданылуда.

Қазіргі уақытта Қазақстан Республикасында жиынтық өнімділігі жылына 11 миллион тоннадан асатын және алтын өндіру көлемі жылына 7 тоннадан асатын 18 үймелеп шаймалау кәсіпорны жұмыс істейді [2].

Үймелеп шаймалаудың табысты қолданылуы өңдеуге жіберілетін кендер осы әдіс үшін белгілі бір, қолайлы сипаттамаларға ие болған жағдайларда мүмкін. Олардың ішінде ең бастысы кеннің жоғары өткізгіштігі, олар ұсақтауға немесе басқа да өңдеу түрлеріне ұшырағаннан кейін және штабельге жиналғаннан кейін болады [7].

Үймелеп шаймалаудың жоғары көрсеткіштерін қамтамасыз ету ең қиын алтын-күміс кендерінің қатарына ұнтақтау кезінде пайда болған сазды құрамдастары немесе жұқа фракциялары шамадан тыс жоғары кендер жатады. Бұл сілтісіздендіру кезеңдерінің ұзақтығын ақталмаған ұзартуға және металдардың шығарылуын айтарлықтай төмендетуге әкелуі мүмкін.

Үймелеп шаймалауға дайындалатын асыл металдардың кендерін түйіршіктеудіңнегізгі мақсаты-ауыстырып тиеу, қатарларға тиеу және одан сілтісіздендіру агентін түсіру кезінде механикалық жүктемелерге тұрақты кеуекті өнім алу болып табылады.

Кенді ұнтақтау кезінде жол құрылысында қолданылатындарға ұқсас байланыстырғыштар қолданылады. Жоғарыда көрсетілген барлық байланыстырушылар екі аса маңызды физикалық-химиялық параметрлермен сипатталады, оларды қолданудың тиімділігін едәуір дәрежеде анықтайды:

- байланыстырғыштардағы кальций катиондары бар кеннің сазды бөлшектеріндегі натрий катиондарының иондық алмасуына қабілеттілік, бұл сазды материалдардың өткізгіштігін және олардың механикалық жүктеме кезінде орнықтылықты сақтау қабілетін жақсартатын фактор болып табылады;

- цементтеуші байланыстырушының тотықтанған материалмен беріктігін беретін әсері.

Бағалы металдар кендері үшін алдын ала агрегаттау операциясын сәтті жүргізудің екі негізгі жолы анықталады, атап айтқанда [7]:

- ұсақталған кендердің немесе қалдықтардың жұқа фракциясын ірі өлшемдегі кесектерді алумен жиектеу;

- берік шекемтастарды алумен жұқа фракцияны түйіршіктеу.

Ұсақталған материал (мысалы, кендер) түйіршіктеуге жатса, онда балшығы мүлдем жоқ немесе аз мөлшерде бар болса, ұсақ бөлшектер портланд-цемент сияқты байланыстырғышты пайдалана отырып агрегацияланады. Байланыстырушы әктас және портланд-цемент ретінде пайдаланған кезде сазды кендер тотықтануға ұшырауы ұсынылады. Әк балшықты минералдарды "тұрақтандырады", ал портланд-цемент шекемтастарда берік ішкі байланыстарды қалыптастыруды қамтамасыз етеді. Бұл ретте балшықты тиімді "тұрақтандыруға" қол жеткізу үшін әктің сазды минералдармен тығыз байланысын қамтамасыз ету қажет. Агломерациялайтын қондырғы кен қатарларын салу кезінде "барлық қыртыс" шекемшелерінің қажетті беріктігі үшін материалдың араластырылуын және қозғалысын қамтамасыз етуі тиіс. Алтын және күміс күйдіретін кендерді ұнтақтауға арналған қондырғылардың үш негізгі түрі конвейерлік, барабанды және тарелкалы агломераттарды қамтиды [7]. Түйіршіктеу процесі үшін қажетті ылғал құрамы бастапқы шикізат бөлшектерінің өлшемімен, құрамында сазды компонент, ылғалдану режимінің сипаттамаларымен және түйіршіктеу процесінде окатыштарды алынған түйіршікктердітығыздаудың берілген дәрежесімен анықталады[7].

2 Тәжірибелік бөлім

2.1 Бестөбе кен орнының кен сынамаларын сілтілеу процесіне дайындау

Зерттеу мақсаты - Бестөбе кен орнындағы кен сынамалары қоспасының байытылу тәуелділігін және ескіқалдықтарының материалдың ірілігінен (минус 40 мм және минус 15 мм) тәуелділігін зерттеу. Сынаманы орташалау, қысқарту және біріктіру үшін стандартты тәсілдер қолданылды [7].

Құрамында алтыны бар кеннің төрт сынамасы, байыту фабрикасының жатқан қалдықтарының бір сынамасы және 1008 аймағын сипаттайтын үш кен сынамасы қолданылды. Сыналған кендерден елек анализі мен колонналы тест үшін сынама алынды. Сынамалардың қалған жартысы минус 15 мм ірілігіне дейін сыналды, одан әрі елек анализі, колонналы тест, физика-химиялық талдау үшін сынамалар алынды.

Ұсақтағыштар мен басқа да байыту машиналарының жұмысы туралы айту үшін жекелеген дәндердің ірілігі мен олардың қоспаларының ірілігі бойынша таралуын білу қажет.

Електі талдау нәтижесінде бөлшектердің көлемі екі аралас (көршілес) електердің тесіктерінің өлшемдерімен анықталатын әртүрлі кластардың материалын алады. Електен өткен материал төменгі өнім деп аталады және минус (–) белгісімен қысқартылады; електе қалған материал – жоғарғы өнім деп аталады және плюс (+) белгісімен белгіленеді.

Електі талдау нәтижесінде алынған әрбір сынып материалын өлшейді және содан кейін електі талдау үшін алынған өлшеудің жалпы массасына пайызбен көрсетеді.

Талдау үшін іріктелген сынамалар минус 2 мм ірілігіне дейін сыналды, сынамалық, химиялық, спектральды жартылай, рентгенқұрылымдық талдау жүргізу үшін сынамалар 100 пайыз класс минус 0,044 мм-ге дейін зертханалық уатқышта сыналды.

Сынамалы талдау көптеген асыл металдарды анықтаудың негізгі әдісі болып табылады. Сынамалық талдау кезінде, әдетте, үлкен (өкілдік) заттарды пайдаланады, бұл салыстырмалы кедей материалдарда да асыл металдардың құрамын анықтауға мүмкіндік береді.

2.2 Цианид кешендерінің орнықтылығын термодинамикалық талдау

Құрамында алтын бар кендерді цианидтік шаймалау цианидтік қосылыстардың жоғары уыттылығына қарамастан осы уақытқа дейін алтынды су ерітіндісіне ауыстырудың ең кең қолданылатын тәсілі болып табылады. Кен шикізатынаналтынды цианидті шаймалау процесінде алтынмен қатар су ерітіндісіне бірқатар басқа қоспалы металдардың иондары

өтеді: $[Au(CN)_2]^-$, $[Ag(CN)_2]^-$, $[Cu(CN)_3]^{2-}$, $[Ni(CN)_4]^{2-}$, $[Zn(CN)_4]^{2-}$, $[Co(CN)_6]^4$, $[Fe(CN)_6^{4-}$ [76-78].

Outokumpu HSC Chemistry 5.1 нұсқасындағы термодинамикалық есептеулердің компьютерлік бағдарламасы арқылы жүргізілген Au-CN жүйесінің термодинамикалық талдауы реакцияның жоғары ықтималдығын көрсетті:

$$4Au + 8CN^- + O_2 + 2H_2O = 4[Au(CN)_2]^- + 4OH \quad (5)$$

ауа оттегінің қатысуымен. Бөлме температурасында Гиббс энергиясы ΔG = -395,62 кДж/моль мәні бар.

1 кестеде ауа оттегінің қатысуымен Au, Cu, Zn, Ni цианидті ерітінділермен еру реакциясының 273 К - 313 К дейінгі температураларда термодинамикалық көрсеткіштері көрсетілген.

1 Кесте − Жүйе температурасына байланысты ауа оттегінің қатысуымен цианидті ерітінділермен Au, Cu, Zn, Ni еру реакциясының термодинамикалық көрсеткіштері

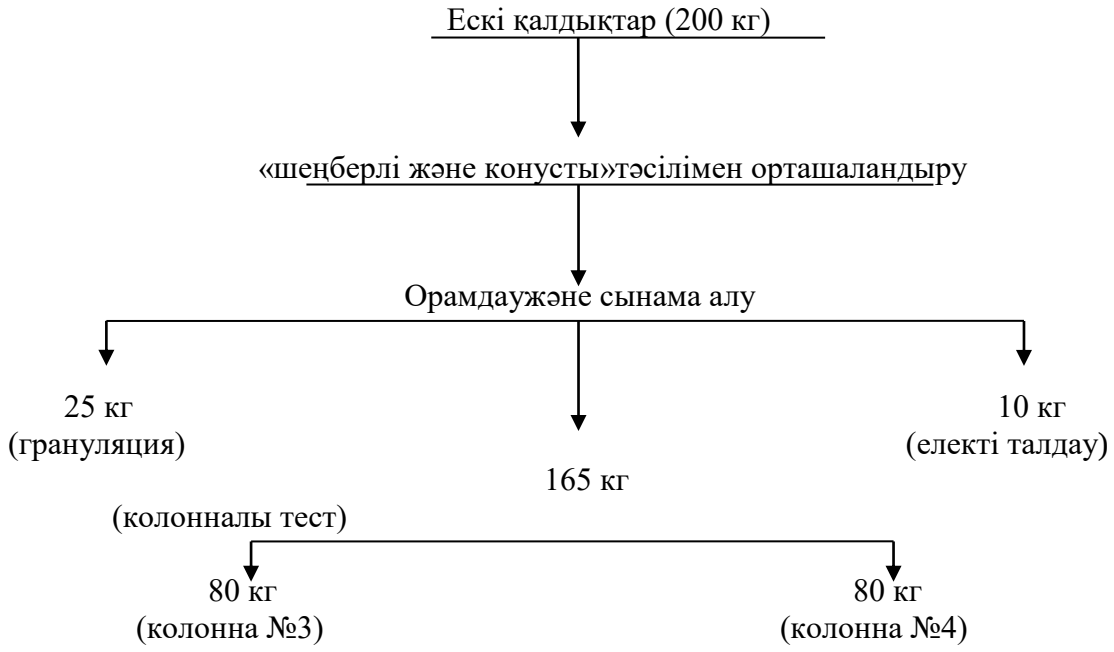
$4Au + 8CN^- + O_2 + 2H_2O = 4Au(CN)_2^- + 4OH^-$ (6)					
T, K	ΔH, kJ	ΔS, J/K	ΔG, kJ	K	Log K
273	-586,174	-648,446	-407,644	9,13E+77	77,961
283	-592,292	-671,221	-401,729	1,31E+74	74,116
293	-586,782	-652,096	-395,564	3,08E+70	70,489
303	-581,369	-633,939	-389,135	1,14E+67	67,056
313	-575,863	-616,070	-382,434	6,26E+63	63,797
$4Cu + 8CN^- + O_2 + 2H_2O = 4Cu(CN)_2^- + 4OH^-$ (7)					
273	-432,968	-366,144	-332,956	4,75E+63	63,677
283	-449,425	-426,092	-328,777	4,54E+60	60,657
293	-454,632	-444,159	-324,427	6,49E+57	57,812
303	-460,313	-463,211	-319,890	1,33E+55	55,124
313	-466,277	-482,565	-315,162	3,75E+52	52,575
$2Zn + 4CN^- + O_2 + 2H_2O = 2Zn(CN)_2 + 4OH^-$ (8)					
273	-721,865	-475,424	-592,074	1,97E+113	113,294
283	-739,943	-541,233	-586,774	2,05E+108	108,313
293	-745,230	-559,601	-581,267	4,31E+103	103,634
303	-750,052	-575,786	-575,589	1,72E+99	99,235
313	-754,618	-590,615	-569,756	1,23E+95	95,091
$2Ni + 4CN^- + O_2 + 2H_2O = 2Ni(CN)_2 + 4OH^-$ (9)					
273	-698,249	-542,982	-550,015	1,76E+105	105,246
283	-716,332	-608,806	-544,040	2,66E+100	100,424
293	-721,627	-627,202	-537,857	7,85E+95	95,895
303	-726,460	-643,425	-531,503	4,31E+91	91,634
313	-731,042	-658,302	-524,993	4,17E+87	87,620

2.3 Кеннің заттық құрамын анықтау

Зерттеу үшін Бестөбе кен орнының бір кен аймағының әр түрлі аймақтарын сипаттайтын жатқан қалдықтар мен кендердің сынамалары жеткізілді.

Материалдардың заттай құрамын зерттеу мақсатында сынамалық, химиялық, спектралдық жартылай, рентгенқұрылымдық және Елек анализдері жүргізілді.

Үлгілердің рентгенограммалары дифрагирленген шоғырдағы монохроматоры Бар C_O-К альфа сәулеленуін пайдалана отырып ДРОН-3М дифрактометрінде алынды. Үлгілердің фазалық құрамы халықаралық jcpds рентгендік деректер картотекасының көмегімен анықталды. Бестөбе кен орнының байыту фабрикасының жатқан қалдықтарын кен дайындау схемасы 1 - суретте көрсетілген.



1 Сурет − Бестөбе кен орнының байыту фабрикасының ескіқалдықтарын кен дайындау схемасы

Технологиялық сынама 1008 аймағы карьерінің оңтүстік-батыс кемерінде горстев тәсілімен іріктелген жеке сынамалардан тұрады. Заттай құрамы бойынша іріктелген материал тотыққан сыйымды жыныстар (полимиктік құмтастар, тақтатастар, алевролиттер), кварц және тотыққан кен минералдары (пирит, арсенопирит, балеклды кендер) болып табылатыны анықталды.

3 - 1008 аймақтың технологиялық сынамасы Бестөбе кен орнының 1008 аймағының оңтүстік қапталынан алынған.

Рентгенқұрылымдық талдау зерттелетін үлгілердің барлығында рентгенограммада 3,50 А қабықаралық қашықтығы бар максимуммен қатты

шайылған сызықпен ұсынылған рентгеноаморфтық фаза бар екенін көрсетті.Негізгі фазалардың бірі қабатты құрылыстың алюмосиликаттарына жатады-рентгенографиялық жақын, бұл фазаның дәл сәйкестендірілуін қиындатады. Кейбір белгілер бойынша оны мусковитке жатқызуға болады (2 кесте).Сынамалы, химиялық, жақын спектральды талдаулардың нәтижелері 3-5 кестеде келтірілген.

2 Кесте − Бестөбе кен орны сынамаларының рентгенофазалық жартылай сандық талдауының нәтижелері

Компоненттер	Құрамы, %		
	Кедей кен	Оң фланг	Ескі кендер
Кварц - SiO_2	27,2	32,3	33,4
Мусковит – $KAl_2(Si_3Al)O_{10}(OH)_2$	36,5	40,6	32,9
Альбит – $NaAl\ Si_3\ O_8$	0,5	1,9	2,2
Клинохлор – $(Mg,Fe)_6\ (Si,Al)_4O_{10}(OH)_8$	15,9	5,6	8,8
Кальцит – $CaCO_3$	-	-	1,5
Доломит – $CaMg(CO_3)_2$	-	-	4,2
Рентгеноаморфты фаза	20,0	19,5	16,9

3 Кесте − Құрамында алтыныбар материалды сынамалы талдау нәтижелері

Сынама нөмірі	Алтынның құрамы, г/т			
	Кедей кендер	Бай кендер	Оң фланг	Ескі қалдықтар
1	1,1	6,8	0,6	2,8
2	1,0	12,6	0,6	0,1
3	1,2	12,6	0,5	1,8
4	1,1	9,2	0,6	2,4
Орташа	1,1	10,3	0,6	1,8

4 Кесте − Сынамаларды химиялық талдау нәтижелері

Компоненттер	Құрамы, %			
	Кедей кендер	Бай кендер	Оң фланг	Ескі қалдықтар
Мыс Cu	0,012	0,006	0,013	0,007
Никель Ni	0,017	0,003	0,018	0,013
Мырыш Zn	0,048	0,007	0,02	0,016
Кобальт Co	0,004	< 0,001	0,003	0,002
Темір Fe	5,44	4,35	6,42	4,97
Кальций оксиді CaO	0,7	0,56	0,7	3,92
Магний оксиді MgO	1,55	0,20	1,35	1,95
Кремний оксиді SiO_2	57,77	76,44	60,42	58,63

4 Кестенің жалғасы

Сурьма Sb	0,01	0,012	0,04	0,04
Сульфидті күкірт	0,25	1,65	0,19	0,49

5 Кесте − Құрамында алтыны бар сынамаларды спектралдық талдау нәтижелері

Компоненттер	Құрамы, %			
	Кедей кендер	Бай кендер	Оң фланг	Ескі қалдықтар
Мыс	0,007	0,005	0,01	0,005
Қорғасын	0,003	0,002	0,002	0,002
Мышьяк	~ 1,0	0,2	~ 1,0	~ 1,0
Сурьма	0,03	0,02	0,05	0,03
Марганец	0,03	0,03	0,07	0,05
Титан	0,2	0,01	0,2	0,2
Галлий	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
Вольфрам	0,007	н/о	0,007	0,007
Ванадий	0,005	0,002	0,005	0,005
Хром	0,01	0,003	0,01	0,01
Никель	0,01	0,002	0,01	0,005
Висмут	н/о	н/о	0,0002	н/о
Молибден	0,0005	0,0003	0,0007	0,0005
Кадмий	0,005	н/о	0,005	0,005
Мырыш	0,1	0,02	0,03	0,03
Күміс	0,00005	0,00002	0,00005	0,001
Кобальт	0,005	0,0005	0,005	0,005
Цирконий	0,001	0,001	0,001	0,001

6-12 кестеде ірілігі минус 40 мм және минус 15 мм болатын кен сынамалары мен алтынды сыныптар бойынша бөле отырып, бастапқы ірілік қалдықтары Елек анализдерінің нәтижелері келтірілген. 6, 7 кестелерден көрініп тұрғандай, ірілік сыныптары бойынша алтын біркелкі бөлінген. Ірілігі минус 15 мм және ірілігі минус 40 мм кен үшін ұсақ класты минус 0,63 мм жеткілікті үлкен шығу тән: тиісінше 28,23 пайыз және 16,13 пайыз. Бұл факт кен қатарларының сілтісіздендіру ерітіндісі үшін төмен өткізгіштігін және соның салдарынан кенді штабельге салу алдында алдын ала ұнтақтау қажеттілігін туындатады.

6 Кесте − 1008 аймағы, ірілігі -40 мм кедей кенді електік талдау нәтижелері

Ірілік класы, мм	Кластың шығу мөлшері		Құрамы Au, г/т	Бөлінуі Au, %
	г	%		
-40 +20	3220	33,72	1,2	33,69
-20 +10	2300	24,08	1,2	24,07
-10 +5	1400	14,66	1,1	13,43

6 Кестенің жалғасы

-5 +2,5	700	7,33	1,3	7,94
-2,5 +0,63	390	4,08	1,4	4,76
-0,63	1540	16,13	1,2	16,11
Кен	9550	100,00	1,201	100,00

7 Кесте − 1008 аймағы, ірілігі минус 15 мм кедей кенді електік талдау нәтижелері

Ірілік класы, мм	Кластың шығу мөлшері		ҚұрамыAu, г/т	БөлінуіAu, %
	г	%		
-15 +10	1260	13,13	1,2	12,19
-10 +5	3150	32,81	1,2	30,48
-5 +2,5	1550	16,15	1,3	16,25
-2,5 +0,63	930	9,69	1,4	10,50
-0,63	2710	28,23	1,4	30,59
Кен	9600	100,00	1,29	100,00

Бай кен үшін 8, 9-кестелерден көрініп тұрғандай, ірілік класының азаюымен алтын құрамының ұлғаюы тән. Кеннің електік сипаттамалары кен өте күшті, ұсақ кластардың шығуы шағын.

8 Кесте − 1008 аймағының бай кенінің ірілігі минус 40 мм елек талдауының нәтижелері

Ірілік класы, мм	Кластың шығу мөлшері		Құрамы Au, г/т	Бөлінуі Au, %
	г	%		
-40 +20	1720	35,17	7,9	30,77
-20 +10	1230	25,15	8,8	24,51
-10 +5	680	13,91	9,3	14,32
-5 +2,5	430	8,79	9,6	9,35
-2,5 +0,63	360	7,36	9,9	8,07
-0,63	470	9,61	12,2	12,98
Кен	4890	100,00	9,03	100,00

9 Кесте − 1008 аймағының бай кенінің ірілігі минус 15 мм елек талдауының нәтижелері

Ірілік класы, мм	Кластың шығу мөлшері		ҚұрамыAu, г/т	БөлінуіAu, %
	г	%		
-15 +10	530	10,69	7,6	9,14
-10 +5	2220	44,78	8,4	42,31
-5 +2,5	930	18,75	8,5	17,94
-2,5 +0,63	610	12,30	9,6	13,29
-0,63	670	13,51	11,4	17,33
Кен	4960	100,00	8,89	100,00

10 Кесте − 1008 аймақтың оңтүстік қапталдағы елек талдау нәтижелері, кеннің ірілігі минус 40 мм.

Ірілік класы, мм	Кластың шығу мөлшері		ҚұрамыAu, г/т	Бөлінуі Au, %
	г	%		
-40 +20	2850	29,81	0,6	26,28
-20 +10	2070	21,65	0,8	25,45
-10 +5	1180	12,34	0,8	14,51
-5 +2,5	680	7,11	0,6	6,27
-2,5 +0,63	400	4,18	0,9	5,53
-0,63	2380	24,90	0,6	21,95
Кен	9560	100,00	0,680	100,00

Оңтүстік қапталдағы кеннің електік сипаттамалары кеннің төменгі бекінісін және соның салдарынан ұсақ кластардың үлкен шығысын көрсетеді (11, 12 кестелер).

Бұл факт кен қабаты арқылы шаймалау ерітіндісінің төмен ылғалдануын болжайды, осыған байланысты үенді үймелеп шаймалау әдісімен өңдеу алдында алдын ала агломерациялау қажет.

11 Кесте − 1008 аймақтың оңтүстік қапталдағы кеннің ірілігі минус 15 мм елек талдауының нәтижелері

Ірілік класы, мм	Кластың шығу мөлшері		Құрамы Au, г/т	Бөлінуі Au, %
	г	%		
-15 +10	1070	11,05	0,6	9,60
-10 +5	2810	29,03	0,5	21,01
-5 +2,5	1450	14,98	0,8	17,35
-2,5 +0,63	910	9,40	0,8	10,89
-0,63	3440	35,54	0,8	41,15
Кен	9680	100,00	0,691	100,00

12 Кесте − Бастапқы іріліктің жатқан құйрықтарын елек талдауының нәтижелері

Ірілік класы, мм	Кластың шығу мөлшері		Құрамы Au, г/т	Бөлінуі Au, %
	г	%		
+ 0,074	426	42,60	1,4	32,08
- 0,074	574	57,40	2,2	67,92
Барлығы	1000	100,00	1,86	100,00

Қалған қалдықтар ұсақ материалмен (57,4 пайызы минус 0,074 мм) ұсынылғанына қарамастан, оларда өте аз сазды фракциялар, ол ескі қалдықтарда басым құмды фракцияға қарағанда ұсақтауға жеңіл ұшырайды.

Тотыққан кеннің заттық құрамын және Бестөбе кен орнының жатаған қалдықтарын зерттеу келесі қорытынды жасауға мүмкіндік берді:кен мен қалдықтардағы құнды компоненттер-алтын және күміс;кен аймағы бойынша

1008 алтын бай кенде 0,6 г/т - 10,3 г/т дейін тең бөлінген; физикалық параметрлері бойынша 1008 кен аймағы өте біркелкі емес: Бай кендер өте күшті, ал төмен бекінісі бар Оңтүстік қапталдағы кендер үймелеп шаймалау әдісімен қайта өңдеу алдында алдын ала тотықтыруды талап етеді;кенде және ескі қалдықтарда алтынды үймелеп шаймалау процесін қиындатпайтын түсті металл қоспаларының аз мөлшері бар.

2.4 Құрамында алтыны бар материалдарды түйіршіктеу процесін зерттеу

Үймелеп шаймалаудың жоғары көрсеткіштерін қамтамасыз ету ең қиын кендердің қатарына ұнтақтау кезінде пайда болған сазды құрамдастары немесе жұқа фракциялары шамадан тыс жоғары кендер жатады.Саз немесе шламдардың көп мөлшері бар кендер үшін түйіршіктеу ұсынылады.

Бестөбе кен орнының ескі қалдықтары мен кендерін түйіршіктеу үшін байланыстырғыш ретінде цементті пайдалану шешілді.Түйіршіктеу қажеттілігі мен тиімділігін сынамалардың гидродинамикалық сипаттамалары бойынша бағалайды, ол үшін арнайы зерттеулер жүргізеді.

Түйіршіктеу қажеттілігін анықтау мақсатында келесі сынамалардың гидродинамикалық сипаттамалары зерттелді:ескі қалдықтардыңбастапқы ірілігі;ірілігі минус 40 мм және минус 15 мм 3:4:3 қатынасында 1008 кедей, бай және оңтүстік қапталдағы аймақ сынамаларының қоспасы.

Зерттеулер диаметрі 97 мм, биіктігі 480 мм бағаналарда жүргізілді. Сынама 2 сағат құйылды,содан кейін кеннің шөгу дәрежесі және ерітіндіні перколяциялаудың шекті жылдамдығы анықталды. Түйіршіктелмеген сынамалардағы тесттердің нәтижелері 13 кестеде келтірілген.

13 Кесте − Түйіршіктелмеген сынамалардағы перколяция бойынша тест нәтижелері

Көрсеткіштер атауы	Ескі қалдықтар	Кен қоспасы	
		-40 мм	-15 мм
Кеннің шөгу дәрежесі, % - сулаудан кейін - соңғы	 0,2 0,6	 3,6 4,7	 4,4 6,2
Ерітінді перколяциясының шекті жылдамдығы, л/м^2/ч	40,6	2527,4	1317,8

Үймелеп шаймалауға жарамды болып перколяциялау жылдамдығы 10000 л/(м^2/сағ) асатын материал болып табылады; сыналған материалдар, әсіресе ескі қалдықтар, перколяцияның өте төмен дәрежесі бар және қабаттандырусыз қатарға салу үшін жарамсыз. Ерітіндіні перколяциялаудың ең төменгі шекті дәрежесі ірілігі минус 15 мм, сондай-ақ минус 40 мм және

үймелеп шаймалау әдісімен өңдеу алдында ескі қалдықтары кенді алдын ала тотықтыру қажеттілігін көрсетеді.

Түйіршіктелген кендерді үймелеп шаймалау әдісімен өңдеу тәжірибесінде цемент шығынын азайту мақсатында барлық кенді емес, тек оның ұсақ фракциясын (мысалы минус 5 мм) түйіршіктеу тәжірибесі бар. Осыған байланысты, Бестөбе кен орнының 1008 аймағын сипаттайтын кен сынамаларын, тесік көлемі 5 мм елеуіште себу жүргізілді.Себу нәтижелері 14 кестеде келтірілген.

14 Кесте − Бестөбе кен орнының 1008 аймағын сипаттайтын кен сынамаларын елек талдауы (құрғақ себу)

Кендісынаутүрлері	Ірілігі-40 мм		Ірілігі -15 мм	
	Кластың шығу мөлшері, %			
	+5мм	-5мм	+5мм	-5мм
Кедей кендер	75,7	24,3	60,0	40,0
Бай кендер	88,2	11,8	62,9	37,1
Оң флангқа тән кендер	74,3	25,7	55,0	45,0

6- 11 және 14 кестелерден кенді елеу (құрғақ себу) кезінде қабаттаудың алдында минус 5 мм класының шығуы елек талдауын (сулы себу) жүргізгеннен төмен. Бұл, әрине, стандартты әдістеме бойынша елек талдауын жүргізген кезде (сулы себу) балшықтың кесектерін деструкциялау жүргізіледі және ұсақ кластардың шығуы құрғақ тұзды себумен салыстырғанда ұлғаяды. Ірілігі минус 40 мм және ірілігі минус 15 мм кенде минус 15 мм және ірілігі минус 15 мм кенде минус 5 мм өңдеу мүмкіндігін анықтау мақсатында олардың гидродинамикалық сипаттамалары зерттелді. Зерттеу нәтижелері 15 кестеде келтірілген.

15 Кесте − Ірілігі минус 40 плюс 5 мм және минус 15 плюс 5 мм түйіршіктелмеген фракциялардың Гидродинамикалық сипаттамалары

Көрсеткіштер атауы	Фракция -40 + 5 мм	Фракция -15 + 5 мм
Кеннің шөгу дәрежесі, % - сулаудан кейін - соңғы	 0,3 0,3	 0,4 0,5
Ерітінді перколяциясының шекті жылдамдығы, л/(м^2/ч)	42700,0	39680,0

15 кестенің нәтижелері ірілігі минус 40 плюс 5 мм және минус 15 плюс 5 мм кен фракцияларын ұсақтамай өңдеуге болатынын көрсетеді.

Содан кейін ірілігі минус 5 мм болатын кен фракцияларының гидродинамикалық сипаттамалары және оның ауыр қалдықтары бар қоспалары тотықтанбаған.

Нәтижелер 16 кестеде келтірілген. Ерітіндіні перколяциялаудың шекті жылдамдығының төмен мәні фракцияны минус 5 мм және үймелеп шаймалау әдісімен өңдеу алдында ескі қалдықтарды ұнтақтау қажеттілігін көрсетеді.

16 Кесте − Ірілігі минус 5 мм түйіршіктелмеген кен фракциясындағы перколяция бойынша тесттердің нәтижелері және оның ескі қалдықтары бар қоспалары

Көрсеткіштер атауы	Кен - 40 мм		Кен-15 мм	
	фракция -5 мм	Фракция қоспасы -5 мм қалдықтармен	фракция -5 мм	Фракция қоспасы -5 мм қалдықтармен
Кеннің шөгу дәрежесі, % - сулаудан кейін - соңғы	3,2 4,0	3,4 3,7	3,0 4,2	3,6 4,1
Ерітінді перколяциясының шекті жылдамдығы, л/(м^2/ч)	796,4	192,4	780,0	212,6

Колонналық тесттер 1008 аймағын, ірілігі минус 40 мм және минус 15 мм болатын бастапқы іріліктегі ескі қалдықтардың және кен сынамаларының қоспасына өткізу шешілді. Бұл ретте ескі қалдықтар мен 1008 кедей, бай және оңтүстік қапталдағы кен сынамаларының есептік құрамы 10 : 3 : 4 : 3 болды. Бұл қоспаның жартысын, әдетте, кенге қарағанда нашар қабықшаға ұшырайтын жатық қалдықтары құрайды. Осыған байланысты гидродинамикалық сипаттамаларды анықтай отырып, кенді қоспай жатқан қалдықтар үшін түйіршіктеу режимдерін әзірлеу шешілді.

Түйіршіктеуді барабан түріндегі зертханалық түйіршіктегіште цементтің әр түрлі мөлшерін қосумен жүргізді. 70-80 сағат бойы ұстаудан кейін шекемтастар перколяция бойынша стандартты тест жүргізу үшін колонналарға жүктелді. Тест нәтижелері 17-кестеде келтірілген.

17 Кесте − Сынған ескі қалдықтарды перколяциялау бойынша тесттердің нәтижелері

Көрсеткіштер атауы	Цемент шығыны, кг/т			
	20	30	35	40
Кеннің шөгу дәрежесі, % - сулаудан кейін - соңғы	9,0 16,4	6,2 14,2	2,4 7,0	1,6 4,8
Ерітінді перколяциясының шекті жылдамдығы, л/м^2/ч	5374,8	6372,2	9300,0	34100,1
Шекемтастың соңғы ылғалдылығы, %	17,3	17,5	17,8	17,9

Тест нәтижесінен процесті жүргізу талаптарын қанағаттандыратын көрсеткіштер (түйіршіктердің тұну дәрежесі < 5 % және ерітіндінің перколяциясы дәрежесі > 10000 л/м^2/сағ) 40 кг/т қалдық цементті шығындау кезінде алынғаны көрінеді. Одан әрі ірілігі 40 мм және минус 15 мм болатын кеннен алынған минус 5 мм фракция және бастапқы ірілігі бар ескі қалдықтардан жасалған қоспаны сынауға шешім қабылданды.Бұл ретте 1008 аймағын сипаттайтын кен қалдықтары мен сынамаларының жоғарыда көрсетілген арақатынасы сақталды. Қалдықтардың түйіршіктелген қоспасын және минус 5 мм кен фракциясын перколяциялау бойынша тесттердің нәтижелері 18 кестеде келтірілген.

18 Кесте – Ірілігі минус 40 мм кеннен алынған минус 5 мм фракцияның және қалдықтардың түйіршіктелген қоспасын перколяциялау бойынша тесттердің нәтижелері

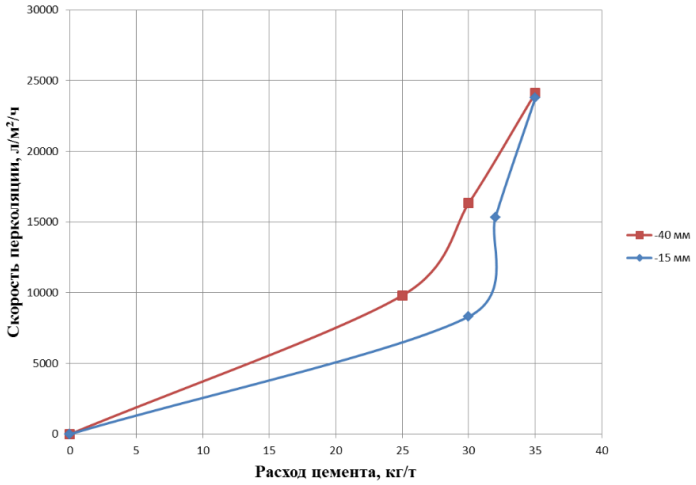
Көрсеткіштер атауы	Цемент шығыны, кг/т		
	25	30	35
Кеннің шөгу дәрежесі, % - сулаудан кейін - соңғы	 12,2 20,7	 3,6 7,4	 1,2 4,1
Ерітінді перколяциясының шекті жылдамдығы, л/(м^2/ч)	9807,7	16332,8	24118,3
Шекемтастың соңғы ылғалдылығы, %	15,7	16,5	17,3
Цемент шығыны, кг/т кенде	15,0	18,0	21,0

2 суретте − барабанды агломератордағы кенді түйіршіктеу процесінің сәті көрсетілген.

2 Сурет – Барабанды агломератордағы кенді түйіршіктеу

Тест нәтижесінен технология талаптарын қанағаттандыратын гидродинамикалық сипаттамалар түйіршіктелетін қоспаның 32 кг/т цементінің шығыны кезінде және одан жоғары (еленбеген кендер мен

қалдықтар 22,4 кг/т) алынды. Перколяция жылдамдығының цемент шығынына тәуелділігі 3 суретте көрсетілген.



3 Сурет − Перколяция жылдамдығының цемент шығынына тәуелділігі

4 суретте бағандардың жалпы түрі көрсетілген. Сілтілеу қондырғысына биіктігі 2100 мм, диаметрі 150 мм екі сілтілеу бағанасы; өнімді және алтынсыз ерітінділерге арналған қабылдау ыдыстары және әрқайсысының көлемі 10 л өнімді және айналмалы ерітінділерге арналған шығыс ыдыстары кіреді.

4 Сурет − Үймелеп шаймалау процесін модельдейтін колонналардың жалпы түрі

Жартылай түйіршіктелген кенді колонналарға тиеу ірілік сыныптары бойынша сегрегациялауды болдырмау үшін шағын үлестермен жүргізілді. Кенді суландыруға арналған ерітінді колонналардағы кен бетінің жай-күйін қатаң бақылау кезінде 12-20 л/(м^2/сағ) жылдамдығымен жоғарыдан берілген. Процесс циклдарға бөлінді, олардың әрқайсысы кеннен алтынды сілтілеу және ерітіндіден сорбциялық бөліп алу болды.

3 Экономикалық бөлім

Зертхана жабдығын амортизациялық аударымдар үшін есептейміз (3.1-кесте). Осылайша, амортизацияның сомасын мына формулаға сәйкес жабдықтың қызмет ету мерзімі бойынша анықтаймыз:

$$Н_а = \frac{100}{В}, \qquad (3.1)$$

В – қызмет мерзімі

3.1Кесте − Амортизациялық аударымдар

Жабдық атауы	Қызмет мерзімі, жыл	Саны	Бағасы, тг	Жылдық құны, тг	$Н_а$, %	Амортизацияның жылдық соммасы, тг
Сорғыш шкаф	10	1	120000	120000	10	12000
Муфельді печь	10	1	17000	17000	10	1700
Перколяциялық колонна	10	2	20000	40000	10	4000
Ерітіндіге арналған сыйымдылық	5	2	1500	3000	20	600
Пайдаланылған ерітіндіге арналған сыйымдылық	5	2	1500	3000	20	600
Барлығы:	40	8	160000	183000	70	18900

Осылайша, жабдықтың жалпы құны 160000 теңгені құрайды. Жыл ішінде құрал-жабдық үшін амортизациялық аударымдар сомасы 18900 теңгені құрайды. Бір айда жабдық үшін амортизациялық аударымдар сомасы 1575 теңгені құрайды.

Экспериментті жүргізу үшін, сондай-ақ химиялық талдау жүргізу үшін тікелей пайдаланылатын негізгі және қосалқы материалдарға жұмсалатын шығындарды есептейміз. Негізгі және қосалқы материалдарға арналған шығындар 2 тәжірибеге есептелген. Есептеу нәтижелері 3.2 кестеде келтірілген**.** Электр шығыны: сорғыш шкаф 2 зерттеуге 20 кВт·с пайдаланады; электроараластырғыш (12 сағат жұмыс үшін) 12 кВт·с пайдаланады; муфельді печь 14 кВт·с.

Осылайша, электр энергиясының жалпы шығыны1 кВт * сағ электр құны 8,84 теңге. Сонда жұмсалған 46 кВт·сағ:

$$46 \cdot 8{,}84 = 406{,}64 \text{ теңге.}$$

Демек, электр энергиясына 406,64 теңге жұмсалған

3.2 Кесте − Негізгі және қосалқы материалдарға арналған шығындар

Материалдар атауы	Материалдар шығыны	Бірлік құны, тг	Жалпы құны, тг
Цемент, кг	0,1	12000	12
Натрий цианиді, кг	0,005	300	1,5
Сілті, кг	0,002	140000	280
Зертханалық түйіршіктегіш	0,02	21150	423
Көмір Haycarb YA00-60	0,02	107500	2150
Тазартылған(дистилденген)су, л	50	10	500
Барлығы:		280960	3366,5

Осылайша, негізгі және қосалқы материалдарға кететін шығындар бір айда 3366,5 теңгені құрайды. Суық су шығыны 2 тәжірибеге есептеледі. Орташа есеппен бір тәжірибеге 5 литр су жұмсалады, 2 тәжірибеге тиісінше 10 литр су жұмсалады. Химиялық ыдысты жууға арналған су шығыны 2 $м^3$ құрайды.

1 $м^3$ суық судың құны 20 теңге, ал 0,01 $м^3$:0,01 · 20 = 0,2 теңге

Химиялық ыдыстарды жууға арналған шығындар:2 · 20 = 40 теңге

Барлық тәжірибелер ішінде суық суға шығындар:

Бір айда 40 + 0,2 = 40,2 теңге

Жалақы басшысының (кіші ғылыми қызметкер, 1 ставка) құрайды 40000 теңге айына. Жұмыс ұзақтығы - 1 ай, жұмыс істейтіндер саны-1. Осылайша, еңбекақылары құрайды 40000 теңге. Сақтандыру қорына есептеу төленетін жалақының жалпы сомасының белгіленген 10 пайызы мөлшерінде айқындалады және оған тең:40000 · 0,10= 4000 теңге.

Зейнетақы қорына есептеу - 10 пайыз, демек:40000 · 0,10= 4000 теңге.

Барлық есептерімен бірге жалақы жиынтығы:

40000 + 4000 + 4000 = 48000 теңге.

Шығынның жалпы сомасын есептеу шикізатқа, реактивтерге, суық суға, электр энергиясына, жабдық үшін амортизациялық аударымдар мен жалақыға жұмсалатын шығындарды қамтиды (3.3 кесте)

3.3 Кесте – Ғылыми-зерттеу жұмысына жалпы шығындар

Шығындар атауы	Шығын соммасы, тг
Бір ай үшін амортизациялық аударымдар	2530
Негізгі және қосалқы материалдар	3762,5
Электр энергиясы	406,64
Суық су	40,2
Жалақы жиынтығы	48000
Барлығы:	54740

Осылайша, зерттеуге кеткен шығын сомасы 54740 теңгені құрайды.

4 Еңбекті қорғау

Қауіпсіздік техникасын бұзылу салдарынан бірқатар өндірістік жарақат алуға болады: ақаулы электр жабдығымен жанасқан және қауіпсіздік техникасын сақтамаған кезде, сондай-ақ жабдыққа химиялық белсенді орта әсер еткен кезде электр тогының зақымдануы;химиялық агрессивті және улы заттармен және олардың ерітінділерімен зақымдану қаупі;механикалық жарақат алу қаупі (шыны колбалармен жұмыс істеу кезінде, жабдықтарды монтаждау және жөндеу);өрт және жарылыс қауіпті сұйықтықтармен және заттармен жұмыс істеу;жұмыс орнын жарықтандырумен жеткіліксіз.

Еңбек жағдайларын талдау әлеуетті қауіптер мен зияндылықтарды бөлу үшін жүргізіледі. Еңбек және өндірістік процестердің қолайсыз факторлары ағзаға лезде зақым келтіруі мүмкінЕңбек жағдайларын жан-жақты талдау кәсіпорындар мен зертханаларды ұтымды орналастыру, жабдықтардың құрылымы мен технологиялық процестердің сипаты, жарақаттану мен аурулардың пайда болу мүмкіндігін болдырмайтын еңбекті ұйымдастыру жөнінде ұсыныстар беруге мүмкіндік береді.

Электр техникалық қондырғылардың құрылысы мен пайдаланылуы электр техникалық қондырғыларды орнату мен пайдаланудың барлық ережелеріне міндетті сәйкес болуы тиіс.

Электр техникалық қондырғыларды пайдалану қауіпсіздігі үшін қоршаған ортаның ерекшеліктерімен, электр жабдықтарының қол жетімділік дәрежесімен, электр тогының кернеуімен сипатталатын өндірістік жағдайлар үлкен маңызға ие.

Қызмет көрсетуші персоналдың токқа түсуін азайту үшін барлық электр қондырғылары жерге тұйықталған.

Жұмыс орнының тиімді жарықтандыруының маңызы зор. Зертханадағы жарықтандыру жұмыс істеп тұрған ұзақ уақыт бойы кернеусіз және көздің шаршауынсыз барлық операцияларға бақылау жүргізетіндей болуы тиіс. Жарық қабілеті бойынша жарықтандыру табиғи және жасанды болып бөлінеді.

Зертханадағы табиғи жарықтандыру бүйірлік терезелер арқылы, ал жасанды жарық арқылы жүзеге асырылады. Зертханада ауданы 3,4 $м^2$ болатын 4 терезе ойығы арқылы табиғи жарықтандыру, сондай-ақ жасанды жарықтандыру қарастырылған.

Алғашқы өрт сөндіру құралдарына: өрт сөндіргіштер, асбест және қылшық жүнді жаймалар, құм салынған жәшіктер, суы бар бөшкелер және т. б. жатады.

Ұйымдастыру іс-шараларына: жұмыс жүргізу кезінде темекі шегуге және ашық отты пайдалануға тыйым салу, үй-жайлардан адамдар мен мүлікті эвакуациялау жоспарын әзірлеу, қызметкерлерді өрт қауіпсіздігі шараларына оқыту жатады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Ғылыми-техникалық әдебиетті талдау Қазақстанда құрамында осы бағалы металдары бар құрамында алтын бар және полиметалл кендерінің қорлары айтарлықтай екенін анықтауға мүмкіндік берді, бұл оларды қайта өңдеу тәсілдерін жетілдіруді талап етеді.

Кенді дайындаудан кейін ең қолайлы белгілі әдістермен, оның ішінде ұсақталған кенді ұсақтаумен үймелеп шаймалау әдісі болып табылады.

Құрамында алтын бар өнімді ерітінділерді өңдеудің тиімді тәсілі көмір мен шайырдағы сорбция болып табылады.

Бастапқы құрамында алтын бар материалдарға физика-химиялық талдау жүргізілді. Рентгенофазды талдау әдісімен Бестөбе кен орнының құрамына кварц, мусковит, альбит, клинохлор, кальцит, доломит кіреді.

Зерттеу жүргізу үшін Бестөбе кен орнынан төрт сынама қолданылды: байыту фабрикасының ескі қалдықтарының бір сынамасы және 1008 аймағын сипаттайтын үш кен сынамасы. Кен сынамаларының екеуі - кедей және оңтүстік қапталдан минералдандырылған аймақ, мұнда алтын 0,6 г/т – 1,4 г/т дейін тең бөлінген, біреуі-бай кварц-талшық типті, мұнда алтын біркелкі бөлінбеген (орташа құрамы 10,3 г/т). Кен мен құйрықтардағы бағалы компоненттер алтын мен күміс болып табылады. Кендегі алтын цианидті ерітінділермен жақсы сілтілеуге болатын нысандарда табылды. Ескі қалдықтар де цианирлеуді өңдеуге жарамды.

Ірілігі минус 40 мм және минус 15 мм ескі қалдықтар мен кендердің қоспасына алынған гидродинамикалық сипаттамалар екі қоспаның қабаттап шаймалау әдісімен өңдеуге жарамсыз екенін көрсетті.

Колонналық тесттер ірілігі минус 40 мм және минус 15 мм тотыққан кенмен ескі қалдық қоспаларының үймелеп шаймалау әдісімен қайта өңдеуге жарамды екенін көрсетті.

Колонналық шаймалау қалдықтарының гидродинамикалық сипаттамалары байланыстырғыш ретінде түйіршіктеу кезінде қосылған цемент мөлшерін дұрыс таңдау туралы куәландырады.

Реагенттердің шығысы анықталды, ол, кг/т: ірілігі минус 40 мм натрий цианидінің қоспасы үшін – 0,752; сілтілер үшін – 0,200; ірілігі минус 15 мм натрий цианидінің қоспасы үшін – 0,709; сілтілер үшін – 0,201;

Түйіршіктеу бойынша зерттеулер кешені ескі қалдықтарды дайындаудың оңтайлы режимдерін, сондай-ақ одан әрі сілтілеу арқылы өңдеу үшін минус 40 мм және минус 15 мм ірілігі бар олардың қоспаларын анықтауға мүмкіндік берді.

Таңдалған бағыт бойынша зерттеулер жүргізуге экономикалық шығындар есебі жүргізілді.

Қауіпсіз еңбек шарты бойынша шаралар кешені қарастырылған.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Под общей редакцией Л.В. Чугаева Металлургия благородных металлов Москва «Металлургия» 1987

2 Техника и технология. Извлечения золота из руд за рубежом. Под общей редакцией В.В.Лодейщиков Москва «Металлургия» 1973

3 Специальные и комбинированные методы обогащения. Алматы 1999 В.И.Авдюков, В.В.Авдюков

4 Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии – М.: 1989. – 423 с.

5 Поконова Ю.В. грабовский А.И//Цветные металлы 1999 № 5 с.: 58-60

6 Плаксин И.Н Металлургия золота, серебра и платины. М.: металлургиздат, 1939

7 Кавун К.П. Кучное выщелачивание: уровень развития, экономика, природоохранные аспекты. .– М.: –2001.

8 И.Н. Плаксин. Металлургия благородных металлов М., Металлургиздат. – 1958

9 М.М. Бакенов «золоторудные формации Казахстана» Алма – Ата 1976 издательство «Наука» Казахской ССР

10 Металлургический комплекс стран СНГ: Экономический аспект. Роменец В.А., Юзов О.В., Рубинштейн Т.Б. и др. – М.: Мисис, 2003. – 208с.

11 Зейлик Б.С. Золотое оруденение в герцинидах Центрального Казахстана. Вестник АН Каз СССР 19689, № 2

12 Летников Ф.А. Некоторые черты металлогении золота в Северном Казахстане КазИМС, 1968 вып., № 1

13 Зеленов В.И. методика исследования золота и серебросодержащих руд. – М.: Недра, 1989 – 320 с.

12 Тверитинов Ю.И. К проблеме тонкого и связанного золота россыпных техногенных месторождений золота// Горный журнал – 1998 № 5 с. 26 -28.

15 Стахеев И.С.. Мартьянов А.С. – «Золотая промышленность», 1940, № 11-12, с. 29

16 Маренков Е.А. – «Советская золотопромышленность», 1934, №3, с. 41

17 Бусев А.Н., Иванов В.М., Аналитическая химия золота. Наука, М., 1973

18 Краткий справочник химика /Под ред. Перельмана. − М.:Химия 1959. – 620 с.

19 Благородные металлы Справочник пол редакцией Савицкого Е.М. М.: Металлургия, 1984. 592 с.

20 Ласкорин Б.Н., Вялков В.И., Доброскокин В.В. – Гидрометаллургия золота. М.: Наука 1980, с. 173-179

21 Гучетль И.С., Друкер Е.Я., Барышников И.Ф. Переработку упорных золотосодержащих руд и концентратов. М.: Цветметинформация, 1972, 60с.

22 Барышева К.Ф. исследование упорных золотосодержащих руд, Металлургиздат

23 Зеликман А.Н., Вольдман Г.М., Беляевская Л.В. Теория гидрометаллургических процессов. – М.: Металлургия, 1983. – 424 с.

24 Фазлуллин М.И. Кучное выщелачивание благородных металлов/ М.: изд. Академии горных наук, 2001, 647 с.

25 Сидельникова Г.В., Крылова Г.С., Королев Н.И. и др. Кучное выщелачивание – перспективный способ переработки техногенного золотосодержащего сырья//руды и металлы.2000 №5.С. 63-65

26 Зырянов М.Н. кучное выщелачивание золота из предварительно окомкованных руд// Цветные металлы. 1997. № 9.с. 17-19

27 Adamson R.J. The chemistry of the extraction of gold from its ores// Gold metallurgy in South Africa, Cape and Transvaal

27 Справочник. Кучное выщелачивание золота зарубежный опыт и перспективы развития. Москва – Алматы 2002. Под редакцией В.В. Караганова и Б.С.Ужкенова

28 Heap leaching of noble metals under the editorship of prof. D. Sc. M.I.Fazlullin. Moscow Academy of Mining Sciences Publishing House.2001

29 Толстов Е.А. и др. Кучное выщелачивание золота из забалансовой руды карьера Мурунтау на совместность предприятии «Зарафшан – Ньюмонт»// Цветная металлургия 1999 № 7 .с. 53-56

30 Геотехнология. Кучное выщелачивание бедного минерального сырья/ Л.И.Водолазов, В.П. Дроботенко, Д.П. Лабанов., Н.Г.Малухиню – Москва, 2000

31 Давыдова Л.А., Таужнянская З.А. зарубежный опыт кучного выщелачивания цветных и драгоценных металлов из забалансовых руд// Цветная металлургия – 1982 - № 19.- с. 19- 21

А қосымшасы

Үймелеп шаймалау процесін жүргізу бақылау кестесі - 15 мм

Бестюбе *кол. 6*

Вес образца начальный 52,6 кг
Влажность руды 5,3 %

крупность образ -15 мм

Вес абсолютно сухой руды 49,8 кг

Содержание Au в исходной пробе по данным анализа 3,40 г/т

Приложение Б
Высота слоя руды начальная 2080 мм

Высота слоя руды конечная 2030 мм

Степень усадки 2,40 %

Вода алматинская, pH 7,43
СОРБЕНТ: HAYCARB YA00-60

Цикл выще-лачив.	Насыщенный раствор				Обеззолоченный раствор				Оборотный раствор			Добавка реагента, кг			Расход NaCN			Объем пропущенного раствора			Извлечение Au			
	Вес ,кг	Au, мг/л	NaCN, %	pH	Вес, кг	Au, мг/л	NaCN, %	pH	Вес, кг	NaCN, %	pH	вода	NaCN	NaOH	тек., г	сум., г	сум.,кг/т	текущ.,л	сум.,л	сум.,л/кг	тек., мг	сум.,мг	тек.,%	сум.,%
1	0	0	0	0	0	0	0	0	8,00	0,050	11,44	8,00	0,0040	0,0030	4,000	4,000	0,080	0	0	0	0	0	0	0
2	2,15	4,47	0,003	11,26	0	0	0	0	6,00	0,052	11,44	6,00	0,0030	0,0025	3,120	7,120	0,143	2,15	2,15	0,0432	9,61	9,61	5,68	5,676
3	6,62	4,40	0,012	11,39	0	0	0	11,17	8,00	0,050	10,92	8,00	0,0040	0,0025	4,080	11,200	0,225	6,62	8,77	0,1761	29,13	38,74	17,20	22,879
4	7,06	3,90	0,026	11,28	7,15	0,005	0,004	11,44	7,08	0,051	11,38	0	0,0030	0,0020	3,320	14,520	0,292	7,06	15,83	0,3179	27,50	66,24	16,24	39,119
5	7,31	1,42	0,029	11,16	6,90	0,005	0,018	11,41	8,40	0,049	11,38	1,50	0,0030	0	2,960	17,480	0,351	7,31	23,14	0,4647	10,35	76,58	6,11	45,229
6	7,04	0,96	0,031	11,29	7,23	0,005	0,024	11,33	7,23	0,050	11,20	0	0,0020	0	2,020	19,500	0,392	7,04	30,18	0,6060	6,72	83,30	3,97	49,200
7	8,13	0,37	0,034	11,31	6,90	0,005	0,027	11,35	6,90	0,050	11,23	0	0,0015	0	1,520	21,020	0,422	8,13	38,31	0,7693	2,97	86,28	1,76	50,956
8	5,74	0,37	0,035	11,40	7,96	0,005	0,036	11,43	7,96	0,051	11,21	0	0,0012	0	1,190	22,210	0,446	5,74	44,05	0,8845	2,08	88,36	1,23	52,187
9	8,48	0,32	0,036	11,35	5,62	0,005	0,035	11,33	7,62	0,050	11,37	2,00	0,0017	0	1,840	24,050	0,483	8,48	52,53	1,0548	2,69	91,05	1,59	53,773
10	8,43	0,30	0,040	11,40	8,40	0,005	0,040	11,38	8,40	0,051	11,40	0	0,0009	0	0,840	24,890	0,500	8,43	60,96	1,2241	2,49	93,53	1,47	55,241
11	7,73	0,33	0,035	11,05	8,35	0,005	0,034	10,73	8,35	0,052	10,79	0	0,0012	0	1,440	26,330	0,529	7,73	68,69	1,3793	2,51	96,04	1,48	56,723
12	9,02	0,28	0,035	11,09	7,62	0,005	0,034	11,32	8,62	0,050	10,83	1,00	0,0018	0	1,780	28,110	0,564	9,02	77,71	1,5604	2,49	98,53	1,47	58,192
13	8,12	0,24	0,038	11,13	8,94	0,005	0,035	10,95	8,94	0,050	10,91	0	0,0014	0	1,320	29,430	0,591	8,12	85,83	1,7235	1,90	100,44	1,12	59,317
14	8,72	0,22	0,041	11,22	8,08	0,005	0,037	11,29	8,08	0,050	11,31	0	0,0012	0	1,020	30,450	0,611	8,72	94,55	1,8986	1,88	102,31	1,11	60,426
15	8,19	0,21	0,040	11,21	8,64	0,005	0,040	11,25	8,64	0,050	11,07	0	0,0010	0	0,840	31,290	0,628	8,19	102,74	2,0631	1,68	103,99	0,99	61,416
16	8,60	0,17	0,040	11,09	8,12	0,005	0,040	11,27	8,12	0,050	11,12	0	0,0008	0	0,710	32,000	0,643	8,60	111,34	2,2357	1,42	105,41	0,84	62,256
17	7,11	0,14	0,042	10,93	8,53	0,005	0,040	11,13	8,53	0,049	11,08	0	0,0009	0	0,670	32,670	0,656	7,11	118,45	2,3785	0,95	106,36	0,56	62,819
18	8,30	0,15	0,044	11,02	7,07	0,005	0,041	11,25	8,07	0,050	10,73	1,00	0,0012	0	1,030	33,700	0,677	8,30	126,75	2,5452	1,21	107,57	0,71	63,533
19	8,89	0,12	0,042	11,09	8,24	0,005	0,042	11,14	8,24	0,050	11,04	0	0,0008	0	0,630	34,330	0,689	8,89	135,64	2,7237	1,03	108,60	0,61	64,139
20	8,30	0,10	0,045	11,07	8,82	0,005	0,042	11,23	8,82	0,050	10,83	0	0,0009	0	0,690	35,020	0,703	8,30	143,94	2,8904	0,79	109,39	0,46	64,603
21	8,22	0,07	0,048	11,08	8,23	0,005	0,045	11,32	8,23	0,050	11,14	0	0,0005	0	0,310	35,330	0,709	8,22	152,16	3,0554	0,53	109,92	0,32	64,918
22	8,52	0,08	0,048	11,21	8,17	0,005	0,048	11,03	8,17	0	0	0	0	0	0	0	0	8,52	160,68	3,2265	0,64	110,56	0,38	65,297

Во 2-м и 22-ом циклах выведено по 1 л насыщенного раствора для проведения общего химического анализа, в других циклах выведено по 30 мл насыщенного и обезоллоченного растворов для проведения анализов на содержание золото и цианида натрия

Б Қосымшасы

Үймелеп шаймалау процесін жедел бақылау кестесі - 40 мм

Приложение А

Бестюбе *кол. 5*

Вес образца начальный 50,2 кг

Влажность руды 5,1 %

Содержание Au в исходной пробе по данным анализа 3,40 г/т

Высота слоя руды начальная 2080 мм

крупность образца -40 мм

Вес абсолютно сухой руды 47,6 кг

Высота слоя руды конечная 2040 мм

Вода алматинская, pH 7,43

СОРБЕНТ: HAYCARB YA00-60

Степень усадки 1,90 %

Цикл выще-лачив.	Насыщенный раствор				Обеззолоченный раствор				Оборотный раствор			Добавка реагента, кг			Расход NaCN			Объем пропущенного раствора			Извлечение Au			
	Вес ,кг	Au, мг/л	NaCN, %	pH	Вес, кг	Au, мг/л	NaCN, %	pH	Вес, кг	NaCN, %	pH	вода	NaCN	NaOH	тек., г	сум., г	сум.,кг/т	текущ.,л	сум.,л	сум.,л/кг	тек., мг	сум.,мг	тек.,%	сум.,%
1	0	0	0	0	0	0	0	0	8,00	0,050	11,44	8,00	0,0040	0,0030	4,000	4,000	0,084	0	0	0	0	0	0	0
2	3,60	3,52	0,014	11,26	0	0	0	0	6,00	0,049	11,44	6,00	0,0030	0,0025	2,940	6,940	0,146	3,60	3,60	0,0756	0	0	0	0
3	6,11	3,12	0,026	11,39	0	0	0	11,17	8,00	0,050	10,92	8,00	0,0040	0,0030	4,000	10,940	0,230	6,11	9,71	0,2040	12,67	12,67	7,83	7,830
4	7,54	1,88	0,030	11,28	8,23	0,005	0,008	11,44	8,15	0,051	11,38	0	0,0035	0,0010	3,490	14,430	0,303	7,54	17,25	0,3624	19,02	31,69	11,75	19,584
5	8,11	0,97	0,034	11,16	7,49	0,005	0,030	11,41	8,49	0,049	11,38	1,00	0,0020	0	1,910	16,340	0,343	8,11	25,36	0,5328	14,14	45,83	8,74	28,319
6	7,91	0,59	0,032	11,29	8,03	0,005	0,029	11,33	8,03	0,050	11,20	0	0,0017	0	1,690	18,030	0,379	7,91	33,27	0,6989	7,83	53,66	4,84	33,155
7	7,66	0,35	0,039	11,31	7,80	0,005	0,031	11,35	7,80	0,050	11,23	0	0,0015	0	1,480	19,510	0,410	7,66	40,93	0,8599	4,63	58,29	2,86	36,015
8	8,03	0,22	0,043	11,40	7,83	0,005	0,040	11,43	7,63	0,051	11,21	0	0,0008	0	0,840	20,350	0,428	8,03	48,96	1,0286	2,64	60,93	1,63	37,647
9	6,31	0,36	0,037	11,35	7,95	0,005	0,041	11,33	7,95	0,050	11,37	0	0,0008	0	0,720	21,070	0,443	6,31	55,27	1,1611	1,73	62,65	1,07	38,714
10	9,41	0,22	0,040	11,40	6,25	0,005	0,046	11,38	7,25	0,051	11,40	2,00	0,0008	0	0,820	21,890	0,460	9,41	64,68	1,3588	2,24	64,90	1,38	40,098
11	6,81	0,23	0,035	11,05	9,34	0,005	0,035	10,73	9,34	0,052	10,79	0	0,0015	0	1,590	23,480	0,493	6,81	71,49	1,5019	2,02	66,92	1,25	41,349
12	9,95	0,25	0,032	11,09	6,75	0,005	0,035	11,32	6,75	0,050	10,83	0	0,0232	0	1,990	25,470	0,535	9,95	81,44	1,7109	1,53	68,45	0,95	42,296
13	8,30	0,21	0,030	11,13	9,90	0,005	0,030	10,95	9,90	0,050	10,91	0	0,0019	0	1,950	27,420	0,576	8,30	89,74	1,8853	2,44	70,89	1,51	43,802
14	9,57	0,17	0,034	11,22	8,25	0,005	0,030	11,29	8,25	0,050	11,31	0	0,0017	0	1,620	29,040	0,610	9,57	99,31	2,0863	1,70	72,59	1,05	44,854
15	8,33	0,17	0,036	11,21	9,52	0,005	0,034	11,25	9,52	0,050	11,07	0	0,0015	0	1,510	30,550	0,642	8,33	107,64	2,2613	1,58	74,17	0,98	45,829
16	9,11	0,14	0,038	11,09	8,26	0,005	0,036	11,27	8,26	0,050	11,12	0	0,0012	0	1,130	31,680	0,666	9,11	116,75	2,4527	1,37	75,55	0,85	46,679
17	7,42	0,15	0,040	10,93	9,04	0,005	0,038	11,13	9,04	0,049	11,08	0	0,0013	0	0,990	32,670	0,686	7,42	124,17	2,6086	1,23	76,78	0,76	47,439
18	8,90	0,12	0,038	11,02	7,38	0,005	0,040	11,25	7,38	0,050	10,73	0	0,0011	0	0,730	33,400	0,702	8,90	133,07	2,7956	1,08	77,85	0,66	48,104
19	7,51	0,14	0,040	11,09	8,85	0,005	0,038	11,14	8,85	0,050	11,04	0	0,0010	0	1,030	34,430	0,723	7,51	140,58	2,9534	1,02	78,88	0,63	48,737
20	8,39	0,11	0,043	11,07	7,47	0,005	0,040	11,23	7,47	0,050	10,83	0	0,0006	0	0,750	35,180	0,739	8,39	148,97	3,1296	1,01	79,89	0,63	49,363
21	7,90	0,09	0,046	11,08	8,34	0,005	0,043	11,32	8,34	0,050	11,14	0	0,0005	0	0,590	35,770	0,751	7,90	156,87	3,2956	0,88	80,77	0,54	49,908
22	8,11	0,07	0,048	11,21	7,76	0,005	0,046	11,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,11	164,98	3,4660	0,67	81,44	0,42	50,323

Во 2-м и 22-ом циклах выведено по 1 л насыщенного раствора для проведения общего химического анализа, в других циклах выведено по 30 мл насыщенного и обезоллоченного растворов для проведения анализов на содержание золота и цианида натрия