

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

"Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті" коммерциялық емес  
акционерлік қоғамы

Ө.А. Байқоңыров атындағы тау – кен металлургия институты

«Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы материалдар технологиясы»  
кафедрасы

Алтынбек Ерсін

Алтынды үйінді шаймалау процесінің технологиялық параметрлерін зерттеу

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

6B07203 – Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ  
"Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті" коммерциялық  
емес акционерлік қоғамы

Ө.А.Байқоңыров атындағы тау – кен металлургия институты

«Металлургиялық процестер, жылутехникасы және арнайы материалдар технологиясы»  
кафедрасы

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**

МПЖжАМТ кафедра меңгерушісі қауымд. проф.,

Ph.D. тех.ғыл.канд,

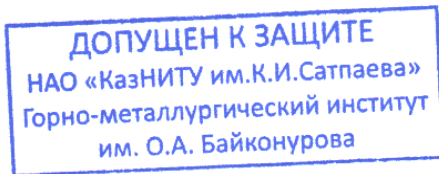
*Т.А. Чепуштанова* Чепуштанова Т.А.

« 09 » 06 2023 ж.

### ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: "Алтынды үйінді шаймалау процесінің технологиялық параметрлерін зерттеу"

6B07203 – Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту



Орындаған

Алтынбек Е.

Рецензент  
т.ғ.к. «Гидрометаллургияның  
арнайы әдістері»

зертханасының меңгерушісі  
*А.К. Койжанова* Койжанова А. К.

« 07 » 06 2023 ж.

Ғылыми жетекші  
тех.ғыл.кандид., аға оқытушы

*С.С. Коньратбекова* Коньратбекова С.С.  
« 07 » маусым 2023 ж.

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ


"Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті"  
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ө.А.Байқоңыров атындағы тау – кен металлургия институты

«Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы материалдар  
технологиясы» кафедрасы

6В07203 – Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту

**БЕКІТЕМІН**  
МТЖЖАМТ кафедра меңгерушісі  
қауымд. проф., Ph.D., техн. ғыл. канд.  
*Т.А. Ченуланова*  
Ченуланова Т.А.  
Тау-кен металлургия институты 2023 ж.



**Дипломдық жұмысты орындауға арналған  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Алтынбек Ерсін

Тақырыбы: Алтынды үйінді шаймалау процесінің технологиялық параметрлерін зерттеу

Университет Ректорының 2022 жылғы " 23 " қараша № 408–П/Ө бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «08» маусым 2023 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы деректері: *Алтынды үйінді шаймалау процесінің технологиялық параметрлерін зерттеу*

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

- а) алтын кенорынын үйінді шаймалау процесін зерттеу;*
- б) алтын құрамды кендерді циан ерітіндісімен өңдеу;*
- в) сорбенттермен алтынды бөліп алудың оптималды параметрлерін зерттеу;*
- г) экономикалық тиімділікті зерттеу есебі;*
- д) тіршілік қауіпсіздігі және еңбекті қорғау мәселелері;*

Графикалық материалдар тізімі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып) жұмыс презентациясы слайдтарда 15 көрсетілген.




Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 25 атаулардан тұрады

Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау

**КЕСТЕСІ**

Бөлімдердің атауы, зерттеп дайындалатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
Аналитикалық бөлім	20.02.2023 ж.	
Тәжірибелік бөлім	14.04.2023 ж.	
Экономикалық бөлім	26.04.2023 ж.	
Еңбекті қорғау	16.05.2023 ж.	
Қорытынды	23.05.2023 ж.	
Норма бақылау	08.06.2023 ж.	

Аяқталған дипломдық жұмыс (жоба) үшін оған қатысты бөлімдердің жұмыстарын (жобасын) көрсетумен, кеңесшілер мен норма бақылаушының қойған қолдары

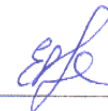
Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, тегі, аты, әкесінің аты, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Экономикалық бөлімі	С.С. Коныратбекова т.ғ.к., аға оқытушы	16.05.2023	
Еңбекті қорғау бөлімі	С.С. Коныратбекова т.ғ.к., аға оқытушы	25.05.2023	
Норма бақылаушы	С.С. Коныратбекова т.ғ.к., аға оқытушы	08.06.2023	

Ғылыми жетекші



Коньратбекова С.С.

Білім алушы тапсырманы орындауға алды



Алтынбек Е

Күні

"23" маусым 2022 ж.

## АҢДАТПА

Дипломдық жұмыс алтынды үйінді шаймалау процесінің технологиялық параметрлерін зерттеуге бағытталған.

Дипломдық жұмыс компьютермен терілген. Дипломдық жұмыс: 41 бет, 10 сурет, 14 кесте және пайдаланылған әдебиеттер тізімінің тұрады.

Дипломдық жұмыстың мақсаты – шаймалаудан кейін алынған ерітіндіден алтынды табиғи сорбенттермен бөліп алу арқылы салыстырмалы түрде тиімді классты анықтау.

Алтынның физикалық және химиялық қасиеттеріне, алтын өндіру кезінде үйінді шаймалау әдістеріне және үйінді шаймалау процесіне әсер ететін табиғи факторларға әдеби шолу жасалды.

Жұмыста алтынды алу үшін үйінді шаймалаудың оңтайлы көрсеткіштерін таңдау мақсатында эксперименттік зертеулер жүргізілді.

Алынған мәліметтер кестеде көрсетілді.

Сондай-ақ дипломдық жұмыста экономикалық бөлім, еңбек және қоршаған ортаны қорғау бөлімдері қарастырылған.

## АННОТАЦИЯ

Дипломная работа направлена на изучение технологических параметров процесса выщелачивания золота.

Дипломная работа набрана компьютером. Дипломная работа состоит из: 41 страниц, 10 рисунков, 14 таблиц и списка использованной литературы.

Целью дипломной работы является определение относительно эффективного класса путем извлечения золота из раствора, полученного после выщелачивания, с помощью природных сорбентов.

Был проведен литературный обзор физических и химических свойств золота, методов выщелачивания кучи при добыче золота и природных факторов, влияющих на процесс выщелачивания кучи.

В работе проведены экспериментальные исследования с целью выбора оптимальных показателей выщелачивания отвалов для получения золота.

Полученные данные отражены в таблице.

В дипломной работе также рассматриваются экономический отдел, отдел труда и охраны окружающей среды.

## ANNOTATION

The thesis is aimed at studying the technological parameters of the gold pile leaching process. The thesis is typed by computer. The thesis consists of: 41 pages, 10 figures, 14 tables and a list of references.

The purpose of the thesis is to determine a relatively effective class by separating gold from the solution obtained after leaching by means of natural sorbents.

A literature review of the physical and chemical properties of gold, methods of pile leaching during gold mining, and natural factors affecting the pile leaching process has been conducted.

In the work, experimental studies were carried out in order to select the optimal indicators of pile leaching for gold extraction.

The data obtained were shown in the table.

The thesis also provides for the economic part, labor and Environmental Protection sections.

## МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Әдебиеттерге аналитикалық шолу	10
1.1 Алтынның физикалық және химиялық қасиеттері	10
1.2 Алтын өндіруде үймелі шаймалау әдісін жүзеге асыру	12
1.3 Үйінді шаймалау процесіне әсер ететін табиғи факторлар	14
2 Тәжірибелік бөлім	18
2.1 Зерттеуге кен үлгісін дайындау	18
2.2 Кен үлгілерінің аналитикалық және технологиялық зерттеулері	19
2.3 Талдау нәтижелері	19
2.4 Кеннің физикалық және елеуіш сипаттамалары	20
2.5 Агитация әдісімен кенді цианидтеу	21
2.6 Ұсақталған түйіршіктелмеген кеннің перколяциялық қасиеттерін анықтау	23
2.7 Колонанылық сынақтар	24
3 Экономикалық бөлім	32
3.1 Зерттеу жүргізуге арналған шығындарды есептеу	32
3.2 Амортизациялық аударымдарды есептеу	32
3.2.1 Негізгі және қосалқы материалдарға арналған шығындарды есептеу	32
3.2.2 Электр энергиясының шығындарын есептеу	33
3.2.3 Суық су шығындарын есептеу	33
3.3 Шығындардың жалпы сомасын есептеу	34
4 Еңбекті қорғау	35
4.1 Қауіпті және зиянды өндірістік факторларды талдау	35
4.2 Өрт қауіпсіздігі	35
4.3 Электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету	36
Қорытынды	39
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	40



## КІРІСПЕ

Үйінді шаймалау әдісімен алтын өндіру технологиясы жүз жылдан бері белгілі. XX ғасырдың екінші жартысынан бастап бұл технология Америка Құрама Штаттарындағы кен орындарынан бағалы металдарды өндіруде кеңінен қолданысқа ие болды. Үйінді шаймалау қазіргі уақытта кеннен алтын алудың басқа технологиялары арасында жетекші орын алады.

Пайдалы қазбаларды өндіргенде орындалуы керек бірнеше қағидалар бар:

- кен орнының болуы;
- зерттейтін ғылыми орындар және білімді мамандардың болуы;
- қайта өңдейтін кешендердің болуы;
- кен орындарын игеру кезінде барлық мүмкіндіктерді беретін қордың

болуы.

Жоғарыда айтылғандардың барлығы Қазақстанда бар.

Қазақстанда алтын өндіруді дамыту жөніндегі жоспарлары, ең алдымен, жұмыс істеп тұрған бірқатар тау-кен өндіру кәсіпорындарын кеңейту және жұмыс істеп тұрған алтын кендерінің жаңа кен орындарын тарту, сондай-ақ жер асты пайдаланушыларының кен орындарын пайдалануды оңтайландыру есебінен шикізат проблемасын шешумен байланысты. Сонымен қатар, қолданыстағы технологияларды жетілдіру және теориялық және қолданбалы зерттеулердің нәтижелеріне негізделген жаңаларын іздеу қажет.

Алтынды үйінді шаймалау технологиясы іс жүзінде әртүрлі химиялық реакциялардан тұратын гидрометаллургиялық процестерге негізделген. Бағалы металл натрий цианидінің ерітіндісінде ериді. Содан кейін ерітінді арнайы сүзгілерде тазартылады (сорбциялық-десорбциялық). Төмен сұрыпты кендерден бағалы металдарды алудың бұл әдісі шетелде ғана емес, Қазақстанда да кең таралған. Тотыққан кендерден үйінді шаймалау әдісімен алтын өндіру бойынша қазақстандық кәсіпорындардың әлемдік тәжірибесі әдістің технологиялық орындылығы мен экономикалық тиімділігін дәлелдеді. Әлемдік алтын өндірісінің 40 пайыздан астамы үйінді шаймалау технологиясымен алынып келеді.

КСРО-да шаймалаудың алғашқы тәжірибесі Васильков тау-кен байыту комбинатында (Қазақстан) алынды [1]. Қазіргі уақытта Қазақстанда алтын өндіру тәжірибесінде, шағын масштабты және басқа да байырғы кедей кен орындарын үйінді шаймалау есебінен алтын өндіруді едәуір ұлғайту үрдісі байқалады. Сонымен қатар, алтын кендерін өндірудің барлық үйінді шаймалау технологиясының тиімділігін анықтайтын негізгі факторлар минералды шикізаттың технологиялық қасиеттері мен сапасы, кенді алу әдістері болып табылады.

## 1 Аналитикалық шолу

### 1.1 Алтынның физикалық және химиялық қасиеттері

Алтын-таза күйінде жағымды ашық сары түске ие жалғыз металл. Жылтырату кезінде алтынның жылтырлығы одан да артады. Бұл өте жұмсақ, иілгіш және тұтқыр металл. Бір грамм алтыннан ұзындығы 3,5 км сымды соза аламыз. Алтынды жарықтың өтуіне мүмкіндік беретін етіп илеуге болады. Мұндай парақтың қалыңдығы 0,00008 мм-ден аспайды. бұл жұқа жапырақтар алтын жапырақ деп аталады және сәндік жабындар үшін қолданылады. Алтынды суықпен өңдеу кезінде жұмыстың қатаюының әсері байқалады, оны күйдіру арқылы оңай жоюға болады.

Табиғатта алтын негізінен өзінің табиғи түрінде, күміспен, біршама мыспен, темірмен, платинамен және басқа металдармен құйма түрінде кездеседі. Табиғаттағы алтынның химиялық қосылыстарынан оның теллурмен  $AuTe_2$  қосылысы ғана белгілі. Алтынның күміспен және басқа металдармен табиғи қорытпаларынан басқа платина алтыны және родий алтыны белгілі, оларға сәйкесінше платина мен родий кіреді. Табиғи алтында күміс мөлшері 40 %-ға жетеді. Табиғатта әдетте 74,3-80,2 % алтын, 2,3-16 % күміс және 9,0-20,4 % мыстан тұратын мыс алтын жиі кездеседі [1], [2], [3].

*Алтын қорытпалары.* Алтын қорытпасының құрамына кіретін барлық металдар оның балку температурасын төмендетеді және алтынның механикалық қасиеттерін өзгертеді. Күміспен және мыспен алтын барлық пропорцияларда қатты ерітінділер түзеді. Алтын қорытпасындағы күмістің сандық құрамына байланысты оның түсі өзгереді. Сонымен, құрамында 20-40 % Ag бар қорытпалар жасыл-сары түске ие болады. Күміс 50 % - ға дейін көтерілген кезде қорытпа сарғыш-ақ түске ие болады, ал 60 % Ag – да сарғыш-жасыл реңкпен ақ болады [4], [5], [6].

*Алтынның химиялық қосылыстары және олардың қасиеттері.* Периодтық жүйеде Алтын 79 нөмірінде, оның атомдық салмағы 197,2. Алтынды асыл металдардың ішіндегі ең асыл металл деп санауға болады.

Алтынның ең құнды қасиеті-оның химиялық инерттілігі. Алтын ауада қызған кезде де тотықпайды, ылғалға ұшыраған кезде тұрақты, сілтілер мен қышқылдармен – күкірт, тұз, азот, фтор және органикалық қышқылдармен әрекеттеспейді.

Жоғарыда айтылғандай, кендерден алтын алудың цианидті технологиясының негізі алтынның сілтілі цианид ерітінділерінде еру реакциясы болып табылады [1]:



Сонымен қатар, алтын үшін жақсы еріткіш тотықтырғыш ретінде құрамында темір хлориді немесе сульфат бар тиокарбамидтің сулы ерітіндісі болып табылады.

Оның химиялық қосылыстарында алтынның тотығу дәрежесі +1 және +3 болуы мүмкін. Алтынның барлық химиялық қосылыстары салыстырмалы түрде нәзік және қыздырылғанда және күйдірілгенде де металлға оңай тотықсызданады. Алтын қосылыстарының бұл химиялық қасиеттері тазарту әдістерімен химиялық таза металл алуда қолданылады

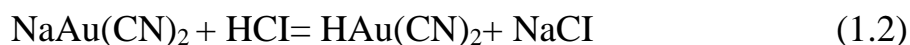
Цианидпен алтын қосылыстары екі қарапайым цианидті қосылыс түрінде түзіледі – бір валентті және үш валентті [7].

Моновалентті алтын цианидін  $\text{AuCN}$  күрделі цианидті тұз немесе күкірт қышқылымен ыдырату арқылы алуға болады.

Цианидті алтын – лимон тәрізді сары ұнтақ, дәмі де, иісі де жоқ, жарықта құрғақ күйінде өзгермейді, ылғалды күйде жасыл түске боялады, суда ерімейді. Қыздырған кезде цианидті алтын металдық алтынға және көгілдір түске ыдырайды, ал тез қыздырғанда ол күйіп, металл алтын түзеді.

Үш валентті алтын цианиді, оның туындылары сияқты, тұрақсыз және практикалық мәні жоқ.

Моновалентті алтын цианиді натриймен, калиймен және кальциймен бірқатар күрделі қосылыстар түзеді, олар алтынды цианидтеу процестерінде өте маңызды. Алтын цианидті қосылыстар суда жақсы ериді, ерітіндіні  $50\text{ }^\circ\text{C}$ -тан жоғары қыздырған кезде олар қышқылдармен ыдырап, цианид сутегінің бөлінуімен және ерітіндіден алтын цианидінің тұндыруымен реакциялар арқылы түседі [8]:



Күкірт қышқылды темір алтынның күрделі цианид қосылыстарына әсер етпейді, бірақ күкірт және қымыздық қышқылдары алтынның цианид тұзын ыстық ерітінділерден тұндырады.

Шетелдегі негізгі алтын кен орындары кембрийге дейінгі және үшінші болып табылады, жалпы алғанда олар алтын өндірудің 90 % қамтамасыз етеді. ТМД елдерінде киммерий және палеозой эндогендік кен орындары айтарлықтай үлес қосады.

Алтын құрамды пирит пен арсенопирит, сондай-ақ сфалерит, галенаит, халькопирит, пирротин, марказит, тетраэдрит, пираргирит, магнетит, гематит, висмутит, антимонит, шеелит, ильменит, рутил, аргентит, табиғи күміс кен минералдарының бастапқы кендеріне тән. "Күміс алтынмен" ұсынылған кен орындары күміс құрамды сульфидтер мен сульфотұздардың (аргентит, бозарған кендер, прустит, кераргирит) болуымен сипатталады. Жеке кен орындарында борнит, калаверит, гессит, молибденит, вольфрамит, кобальтин, энаргит, табиғи теллур және сурьма бар.

Әлемнің алтын рудалы минералды-шикізат базасымен салыстырғанда Қазақстанда [9] қорларда да, өндіруде де кешенді кен орындары аса маңызды рөл атқарады, алтын – мыс-порфирлі кен орындарының үлес салмағы әлдеқайда аз болып табылады. Қазақстанда алтын түсті металдар өндірісінде полиметалл шикізатының құрамдас бөлігі ретінде де, жергілікті алтын кен орындарында да

өндіріледі. Кейбір бағалаулар бойынша, оның республикадағы ең ірі өндірушісі "Казцинк" ААҚ болып табылады, ол жыл сайын шамамен 5,5-6 тонна алтын өндіреді. Екінші орынды "Қазмыс" ААҚ алады, ол мыс өндірісінің ілеспе компоненті ретінде шамамен 3-4 тонна шығарады.

## **1.2 Алтын өндіруде үймелі шаймалау әдісін жүзеге асыру**

Негізінде үйінді шаймалау перколяция процесінің бір түрі болып табылады. Перколяция процесіндегі сияқты, үйінді шаймалау цианид ерітіндісін өткізетін кеукеті, сондай-ақ алтын негізінен жарықшақтардың ішкі бетінде шоғырланған кендерді өңдеуге жарамды, сондықтан цианид ерітіндісіне қол жетімді кендер үшін қолайлы. Бұл жағдайда алтын негізінен ұсақ болуы керек.

Үйінді шаймалау әдісі – арнайы су өткізбейтін негізде қадаларға (үйінділерге) салынған кендерді жоғарыдан цианид ерітіндісімен суарады. Ерітінді кен қабаты арқылы баяу сіңген кезде алтын мен күміс ериді. Төменнен ағып жатқан ерітінді асыл металдарды тұндыруға түседі.

Дәстүрлі зауыттық экстракция әдістеріне балама ретінде үйінді шаймалау алғаш рет АҚШ-та 20 ғасырдың 60-шы жылдарының соңында [10] қолданылды, ал 70-ші жылдардың басында "Кортец Голд" науқаны 2 миллион тонна кен үйіндісінен алтынды шаймалады. Үйінді шаймалау әдісінің пайда болуы әлемнің көптеген алтын өндіруші кәсіпорындарында миллиондаған тонна баланстан тыс кендердің жиналып, үйінділерде сақталуына байланысты болды, олардың саны ондаған тоннаны құрады. Сондықтан Алтынды үймелі шаймалау технологиясы қысқа уақыт ішінде әлемдік алтын өндіру өнеркәсібінде кең таралды. Қазіргі уақытта әлемде 150-ден астам үйінді шаймалау кәсіпорындары жұмыс істейді. Үйінді шаймалау әдістері мен технологиясы үнемі жетілдірілуде.

Әдетте үймелі шаймалауды 5-50 мм бөлшектердің мөлшеріне дейін ұсақтағаннан кейін кенді қолданады. Бірақ кейде бөлшектерінің мөлшері 100 мм-ге дейін немесе одан да көп ұсақталмаған рудалар шаймаланады. Кенде сазды бөлшектердің болуы үйіндінің өткізгіштігін төмендетеді, шаймалауды баяулатады және алтынның алынуын азайтады. Мұндай жағдайларда кенді алдын ала цемент, цианид ерітіндісі және сілтіні аздап қосу арқылы түйіршіктейді [11].

Үйінді шаймалау ашық ауада арнайы дайындалған учаскелерде жүргізіледі. Төсенішке су өткізбейтін қасиеттерді беру үшін ол гидроокшаулағыш жабынмен, содан кейін бетон, асфальт немесе тығыздалған саз қабатымен жабылады. Соңғы кездері қадаларға су өткізбейтін іргетастарды салуға экологиялық талаптардың күшейтілуіне байланысты көп көңіл бөлініп, қыруар қаржы жұмсалуда. Ерітінділердің ағынын жеңілдету үшін төсенішке әдетте 2-4 ° шамалы көлбеу беріледі. Дайындалған алаңға үйінді төгіледі. Бұл операция бүкіл технологияның ең маңызды бөлігі болып табылады. Толтырғышты үйіндідегі кен біртекті, борпылдақ массада болатындай етіп жасау керек. Толтыру алдыңғы тиегішпен, бульдозерлермен немесе жылжымалы

контейнерлермен (үйлестіргіштермен) жүзеге асырылады. Үйіндінің неғұрлым кең тараған түрі – төртбұрышты кесілген пирамида. Үйінділердің биіктігі 3 метрден 80 метрге дейін, ал кен сыйымдылығы миллион тонна немесе одан да көп болуы мүмкін.

Үйінділер цианид ерітіндісімен арнайы шашыратқыш құрылғылардың – тамшы эмитенттердің көмегімен суарылады. Цианид ерітіндісінің берілу жылдамдығы кеннің сипатына байланысты және кең ауқымда өзгеруі мүмкін – тәулігіне үйінді бетінің 1 м<sup>2</sup> үшін 0,15-тен 3 м<sup>3</sup>-ге дейін. Ерітінді концентрациясы – 0,05-0,10 % NaCN рН – 10,5-11. Күйдіргіш сода қорғаныс сілті ретінде пайдаланылады, өйткені әк саптамалардың жиі бітелуін тудырады [12], [13].

Үйіндіден ағып жатқан алтын құрамды ерітінділер үйіндінің ұзын жағымен төселген дренаждық ойықтарға түсіп, олар арқылы жинау тоғанына немесе шұңқырға шығарылады. Ерітіндіден асыл металдарды тұндыру белсендірілген көмір немесе ион алмастырғыш шайыр бар бағандарда қондырғыда жүзеге асырылады. Алтын жалатылған цианид ерітінділері қажетті концентрацияға дейін цианидпен және сілтімен күшейтіледі және үйіндіні суару үшін қайтадан қайтарылады.

Шаймалау аяқталғаннан кейін үйінді сумен суарып, еріген алтынды және цианидті кетіреді, содан кейін жуу ерітіндісін төгіп тастағаннан кейін сілтіленген кенді үйіндіге тасымалдайды. Үйінді төгуді, цианид ерітіндісімен суаруды, сумен жууды, жуу ерітіндісін ағызуды және үйінді түсіруді қоса алғанда, өңдеудің бүкіл циклінің ұзақтығы 90 күннен 250 күнге дейін жүреді. Үйінді шаймалау кезінде алтын мен күмістің алынуы әдетте 50-70 %-дан аспайды.

Үйінді шаймалау процесі қарапайым технологиямен және күрделі шығындардың төмендігімен ерекшеленеді. Осы факторлардың барлығын ескере отырып, үйінді шаймалауда құрамында 0,8–1,9 г/т құрайтын нашар шикізатты өңдеу үшін, негізінен баланстан тыс рудаларды, алтын алу зауыттарының ескі үйінділерін, ескірген қалдықтарды және т.б. қолданылады.

Қазіргі уақытта Қазақстан Республикасында жалпы жиынтық өнімділігі жылына 11 млн тоннадан астам және алтын өндіру жылына 7 тоннадан асатын 18 үйінді шаймалау кәсіпорны жұмыс істейді [14].

Шөгінді кен орындарының минералдық құрамы өзен жүйесінің бассейнін құрайтын бастапқы көздердің және тау жыныстарының құрамына байланысты әр түрлі болуы мүмкін. Платинаның (орта Орал, Алдан), осмисттік иридийдің (орта Орал, Салаир), моназиттің (Оңтүстік Орал, Виллюй, Алдан) алтын құмдарындағы құрамының жоғарылауы анықталды. Алтын шоғырларының көпшілігі үшін магнетиттің жоғарылауы тән. Қазіргі уақытта алтын шөгінділерін өңдеу үшін үйінді шаймалау әдісі қолданылмайды, дегенмен олар сілтілеу және сүзу сипаттамалары бойынша технология бойынша ең қолайлы шикізат болып табылады.

1989 жылдан 1998 жылға дейінгі 10 жыл ішінде бүкіл әлемде 22822,3 тонна алтын алынды, оның ішінде 1989 жылы – 2063 тонна, 1998 жылы – 2555,4 тонна өндірістің жылдық өсімі 10 жылда 492,4 тоннаны құрады, 1998 жылы – 364,4 т, яғни 10 жыл ішінде өндірудің жылдық өсімі 98,7 т құрады [15]. Дүние жүзінде

және әсіресе АҚШ-та өндірістің мұндай жоғары өсу қарқыны алтын өндіру тәжірибесіне үйінді шаймалау әдісінің кеңінен енгізілуімен түсіндіріледі. Өндірісті ұйымдастыру үшін салыстырмалы түрде шағын бастапқы капитал, белгілі бір артықшылықтарға ие цианид технологиясын пайдалану арқылы, өндірілген алтынның құны 150-280 доллар деңгейінде әлемдік бағамен 380-290 доллар трой унциясына әдісті алтын өндіруші кәсіпорындардың тәжірибесіне енгізуге ықпал етті. Үйінді шаймалау алаңдарының ең көп саны қазіргі уақытта АҚШ-та шоғырланған, бұл бірқатар қолайлы факторлармен түсіндіріледі: осы технологияға жарамды алтын құрамды кендердің болуы, отыз жылдан астам жұмыс барысында жинақталған мол ғылыми және практикалық тәжірибе. Әртүрлі бағалауларға сәйкес, Америка Құрама Штаттарында әртүрлі уақытта 80-нен 120-ға дейін үйінді шаймалау орындары болған [16]. Қазіргі таңда үлкен тәжірибе АҚШ компанияларына әлемнің әртүрлі аймақтарында жобаларды белсенді түрде құруға және жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

Қазақстанда өндірілетін барлық алтынның 70 %-ы негізінен шағын (қоры 25 тоннаға дейін) және орташа (25-тен 100 тоннаға дейін) кен орындарында өндіріледі. Алтын кен орындары Қазақстанның барлық аймақтарында анықталды, қоры бойынша Шығыс, Солтүстік және Орталық Қазақстан көш бастап тұр. Шағын кен орындары тобына барланған 62 кен орны кіреді. Бұл топтағы объектілердің басым көпшілігі (62 кен орнының 46-сы) жұмыс істемейді. Алтын-руда және алтын бар кен орындары 16 кен өндіруші аймақта кездеседі. Олардың ең маңыздылары: Шығыс Қазақстандағы Калбинский және Кенді-Алтай (Бақыршық, Большевик, Риддер-Сокольное және т.б. кен орындары); Көкшетау және Жолымбет – Солтүстік Қазақстандағы Бестюбинск (Васильковское, Жолымбет, Бестүбе және т.б. кен орындары); Шу – Оңтүстік Қазақстандағы Іле мен Жоңғар (Ақбақай, Бескемпір, Арқарлы, т.б.); Орталық Қазақстандағы Майқайың және Северо-Балқаш (Майқайың, Башчекул, Саяк, Долинное, т.б.); Батыс Қазақстандағы Жетіғара және Мүгоджарский [17] (Жетіғара, Комаровский, Юбилейное, т.б.).

### **1.3 Үйінді шаймалау процесіне әсер ететін табиғи факторлар**

Үйінді шаймалауға ұшыраған материал бұрын жинақталған төмен сұрыпты (баланстан тыс) кен, минералданған қалдық, флотациядан немесе гравитациялық байытудан кейінгі ұсақталған қалдық және жаңадан өндірілген кен болып табылады. Бұл материалдар физикалық және технологиялық қасиеттері бойынша айтарлықтай ерекшеленеді және олардың сипаттамалары әдісті таңдауды талап етеді, содан кейін оларды шаймалау процесін жүргізу үшін алдын ала дайындалуы керек. Ағымдағы жұмыс істеп тұрған үйінді шаймалау полигондарының көпшілігі жаңадан өндірілген, мақсатты түрде немесе баланстық рудамен бірге ашық карьерлерден алынған кенді өңдейді, өйткені ескі шикізаттың қалған бөлігі негізінен үйіндімен шаймалау әдісін игерудің бастапқы кезеңдерінде бұрын өңделген. Жаңадан өндірілген кенді үйемелі сілтілеу, әсіресе,

көлемі жағынан ірі, алтын ы бар кендерді өңдеу үшін үнемді.

Үймелі шаймалау, әдетте, кенді шаймалауға алдын ала дайындау кезеңін талап етеді, ол бастапқы материалдың түріне байланысты әдетте ұсақтауды, немесе ұсақтауды және агломерацияны немесе тек агломерацияны (ұсақ кендер мен флотациялық қалдықтар үшін) қамтиды. Басқа жағдайларда сілтілеуді алдын ала дайындықсыз жүргізуге болады. Жоғарыда аталған кендерді дайындаудың стандартты операцияларынан басқа, үйінді шаймалау [18], [19] үшін кейінгі шаймалауды күшейту үшін химиялық өңдеу технологиялық тұрғыдан қажет болуы мүмкін, бірақ бұл операция әсерлі шығындармен байланысты болады.

Кезеңдер саны мен кенді дайындау құны металды алу экономикасына тікелей байланысты, ол түптеп келгенде үйінді шаймалауға түсетін шикізаттың қасиеттерінің жиынтығымен анықталады.

Алтынды үймелі шаймалау процесінің қолданылуы мен тиімділігіне процесті ұйымдастыру шарттарын (географиялық және олармен байланысты экономикалық және экологиялық факторлар), сондай-ақ қайта өңделетін кендердің геологиялық-минералогиялық, технологиялық ерекшеліктерін анықтайтын әртүрлі факторлардың көптігі әсер етеді. Жалпы алғанда, геологиялық-географиялық факторлардың үлкен тобы қарастырылып отырған процестің мүмкіндігі мен сәтті жүзеге асырылуын анықтайды.

*Географиялық жағдайлар.* Кен орнының географиялық орналасуы үйінді шаймалаудың көрсеткіштеріне айтарлықтай әсер етеді [20], көбінесе оны пайдаланудың мақсаттылығын анықтайды. Қолайлы географиялық жағдайлар:

- үйме шаймалау қондырғыларын инфрақұрылымы дамыған аудандарда және ең алдымен жұмыс істеп тұрған тау-кен өндіру кәсіпорындарының жанында орналастыру;

- ұзақ шаймалау маусымын қамтамасыз ететін және химиялық экстракция процесіне әсер етпейтін (төмен температура металды ерітіндіге ауыстыру кинетикасын баяулатады), жауын-шашын мөлшері мен табиғатын ескере отырып, қолайлы климаттық жағдайлары бар аймақтарда үйінді шаймалау полигондарын орналастыру. Ерітінділердің тепе-теңдігіне әсер ететін және процесті бақылауды қиындататын олардың жауын-шашыны (дауыл немесе біркелкі). Жауын-шашын мөлшері аз және оң температураның ұзақ кезеңі бар аудандарда орналасқан кен орындары қолайлы;

- қолайлы жер бедері және үйінді шаймалау қондырғысын орналастыру үшін жеткілікті жер аумағы;

- процесті ұйымдастыру үшін жеткілікті мөлшердегі тұщы судың болуы.

Цианидті шаймалауды қолдануға қатысты экологиялық аспектілерге байланысты талаптар географиялық жағдайлармен байланысты. Олар, әдетте, қажетті табиғатты қорғау шараларының ауқымын анықтайды және бірқатар факторларды, атап айтқанда, салынып жатқан үйінді шаймалау алаңдарының астындағы негізгі жыныстарының сипатын ескеруді талап етеді; алаңның орналасқан аймағындағы жер үсті су қоймалары бассейнінің құрылымы және соңғы жолдарда уақытша су ағындарының болуы.

*Климаттық жағдайлар.* Ашық ауада үйінді шаймалауды

ұйымдастырудың ерекшелігі әр түрлі табиғи құбылыстардың – жаңбырдың, қардың, құрғақшылықтың, желдің және т.б. бұл құбылыстар белгілі бір дәрежеде процестің көрсеткіштеріне әсер етеді және полигонды жобалау кезінде ескерілуі керек. Үйінді шаймалау орындары әртүрлі климаттық аймақтарда орналасады, әрине, өндірісті ұйымдастыру кезінде осы ауданда басым ауа райы жағдайлары ескеріледі [21]. Бір жағдайда бұл қатал климаттық аймақтар, екіншісінде қалыпты жаңбырлы аймақтар немесе қатты құрғақшылық аймақтар. Кейде климаттық жағдайлар алтынды үймелі шаймалау әдісін қолдану мүмкіндігі мен табысытылығын анықтайды.

Сонымен, Магадан облысы, Чукотка және Якутия аудандарында орташа тәуліктік температурасы 0 °С-тан жоғары кезең 100-120 күнді құрайды. Бұл дегеніміз, су мен ерітінділерді жылытудың және инженерлік құрылыстарды теріс температураның әсерінен қорғаудың арнайы шараларынсыз технологиялық ерітінділерді үймелі шаймалау және өңдеу процестерін ұйымдастыру өте қиын.

Канадада, Аляскада, АҚШ-тың батыс аймақтарында, Оңтүстік Америкада суық климаты бар аудандарда үйінді шаймалауды ұйымдастыру тәжірибесі жинақталған. Түрлі өңірлерде түсті және асыл металдарды үймелі шаймалау жұмыстары бойыншы туралы ақпарат бар. Атап айтқанда, Л.Герцог (1990) Онтарио, Аляска және Невада штаттарындағы үйіндімен сілтілеу кәсіпорындарының оң тәжірибесіне сілтеме жасайды, бұл жерде сілтісіздендіру кезеңінде ерітінділерді тасымалдау жүйесін қатып қалудан қорғау үшін көмілген эмитенттер қолданылады [22], [23].

Қатал климаттық жағдайларда жыл бойы үймелі шаймалауды ұйымдастырған кезде түпкілікті өнімнің өзіндік құны едәуір жоғары. Атап айтқанда, Аляска жағдайлары үшін үйінді шаймалау өнімдерінің құны Невада жағдайына қарағанда 1,7-2 есе жоғары.

Қатал климаттық жағдайлар үшін мыналар [24] ұсынылады:

- мәңгілік мұз учаскелерінде құрылыс салудан аулақ болу;
- жылу шығынын азайтуды қамтамасыз ететін кюветті шаймалауды қолдану;
- мұздатудың алдын алу үшін үйінді шаймалау жүйесіндегі ерітінділер ағынын басқаруға назар аудару;
- жүйенің жылу балансын үнемі талдау;
- температураның ауытқуының нақты жағдайында өзінің беріктігі мен гидроокшаулағыш қасиеттерін сақтауға қабілетті пленка жабындарын пайдалану;
- жазда суару үшін спринклерлерді қолдану;
- қатарлар мен құбырларды оқшаулау үшін қар жамылғысын пайдалану.

Баррат пен Макелроу (1990) памур кенішінің (Онтарио штаты) және АҚШ-тың батыс аймақтарында теңіз деңгейінен 3600 м биіктікте орналасқан шахталардың тәжірибесіне сүйене отырып, үйінді шаймалауды қатал климатта сәтті қолдануға болатынын көрсетеді [136 мың]. Көмілген тамшылатып суару жүйесі олар шаймалау маусымын ұзарту және жыл бойы өндірісті ұйымдастыру мәселесінің негізгі шешімі ретінде сипатталады [25].



Пилоттық сынақтардың нәтижелері бойынша келесі қорытындылар жасалды:

- көмілген эмитенттер жағдайында (1 м тереңдікте), штабель қармен жабылған кезде, белсенді тамшылатып суару кезінде қабаттың қату тереңдігі 0,5 м жетеді;

- қабаттың ашық жақтары 4-5 м тереңдікте (болжам бойынша) қатып қалады;

- ерітіндіні қыздыру режимі айналымдағы ерітіндінің температурасын 20 °С деңгейінде қамтамасыз етуі керек;

- ерітіндіні қосымша қыздыру үйінді сілтілеуде табыстың кепілі болып табылады.

- Мысты қышқылмен шаймалау қышқылдық гидратация және кенмен әрекеттесу арқылы біраз жылуды тудырады.

- Аталмыш авторлардың зерттеулерін қорытындылай келе, қысқы жағдайларда бағалы металдарды үйінді шаймалауды ұйымдастырудың негізгі ережелерін тұжырымдауға болады:

- үймелі шаймалау қабатын орналастыру және бағдарлау күн радиациясының максималды мүмкін болатын әсерін және желдің ең аз әсерін ескере отырып жүзеге асырылуы тиіс;

- мүмкіндігінше кәсіпорынды ерітінді және агломерациялық кен материалын дайындау үшін жылы су көзімен қамтамасыз ету;

- штабель негізінің бөлімдерінде ерітінділер ағынын (гидравликалық бақылау) және жылу балансын (жылу реттеу) басқаруға мүмкіндік беретін техникалық шешімдерді қамтамасыз ету;

- жылуды сақтау үшін ұяшықты шаймалау нұсқасын немесе үйінді сілтілеу алаңын құру әдісін қолданыңыз;

- жылуды үнемдеу үшін көмілген тамшылатып суаруды қолдану;

- қабат пен құбырларды жылу оқшаулау үшін қар жамылғысын пайдалануға;

- ерітінді құбырларында жылу оқшаулау және қорғаныш қаптамаларын қолдану;

- ерітінділерді қыздыру үшін энергия тасымалдаушыларды қолданыңыз, олардың қолданылуы нақты шарттармен (газ, сұйық, қатты отын) анықталады.

## 2 Тәжірибелік бөлім

### 2.1 Зерттеуге кен үлгісін дайындау

Орталық Қазақстандағы құрамында алтыны бар кен орнының кен үлгісін зерттеуге дайындау көрсетілген схемаға сәйкес жүргізілді.

Массасы 269,9 кг руда сынамасы қаптардан құйылып, диаметрі 25 мм тесігі бар електен өткізілді. Таңдалған класс +25 мм (үлкен габаритті өнім) саңылауы 25 мм болатын жаққышты ұсатқышта ұсақталып, 25 мм елеуіште қайтадан електен өтті. Бұл операциялар ұсақталған кен 25 мм електен толығымен өткенше жалғасты. Осыдан кейін «сақина және конус» әдісімен төменгі өлшемді өнім (өлшемі -25 мм) мұқият орташаланады.

Кеннің алғашқы түрі мен ұсақталғаннан кейінгі түрі 2.1–2.2-суретте көрсетілген.

Орташа және ширектелгеннен кейін үлгілер алынды:

- алтынды үймелі шаймалауға бағаналық сынақ жүргізу үшін;
- електен талдау үшін;
- түйіршіктелмеген руданың перколяциялық сипаттамаларын анықтауға;
- бөлшектердің өлшемі -2,5 мм дейін ұсақтау үшін;
- артығы кейінге қалдырылды.



2.1 - сурет – Кеннің алғашқы түрі



2.2 - сурет – Кеннің ұсатылғаннан кейінгі түрі

## 2.2 Кен үлгілерінің аналитикалық және технологиялық зерттеулері

Аналитикалық зерттеудің міндеті алтын мен күмістің құрамын гравиметриялық талдауды жүргізу болды.

Технологиялық зерттеудің міндеті келесі анықтама түрлерін жүзеге асыруды қамтыды:

– кен үлгілерінің физикалық сипаттамалары: үлес салмағы, ұсақталған руданың көлемдік тығыздығы, жеткізілген үлгідегі кеннің ылғалдылығы, отыру бұрышы;

– өлшем кластары бойынша алтынның бөлінуімен ұсақталған руданың елеуіш сипаттамалары;

– мөлшері -2,5 мм ұсақталған рудадан және 90 % класс мөлшерімен ұсақталған рудадан алтынды цианидпен шаймалаудың стандартты бөтелкелік сынақтары -0,074 мм;

– көлемі -25 мм және -15 мм ұсақталған түйіршіктелмеген кеннің перколяциялық қасиеттері;

– натрий цианидінің және рН концентрациясын түзеткеннен кейін еріген алтынды сорбенттермен және алтынсыздандырылған ерітінділердің айналымымен кейіннен сорбциялай отырып, ұнтақталған кендердің ірілігі -25 мм және -15 мм сынамаларынан алтынды үймелі шаймалау бойынша стандартты бағаналы сынақтар.

## 2.3 Талдау нәтижелері

Бөлшектерінің мөлшері -2,5 мм ұсақталған үлгіден стандартты әдіс бойынша сынамалар алынып, дайындалды және алтын мен күмістің құрамын талдау-гравиметриялық әдіспен талдау жүргізілді (2.1-кесте).

Кесте 2.1 – Талдау нәтижелері

Анықтамалар, №	Құрамы, г/т	
	алтын	күміс
1	2,48	-
2	2,84	-
3	2,12	3,38
4	2,54	3,14
Орташасы	2,495	3,26
Паспорт бойынша	2,09	2,27

Сараптамалық талдаулардың нәтижелері бойынша кен үлгісіндегі алтынның орташа мөлшері 2,495 г/т, күміс 3,26 г/т.

## 2.4 Кеннің физикалық және елеуіш сипаттамалары

Кеннің физикалық сипаттамалары анықталды (2.2-кесте).

Кесте 2.2 – Ұсақталған руданың физикалық сипаттамалары

Көрсеткіштердің атаулары	Өлшем бірліктері	Көрсеткіштер
Ұсақталған кен мөлшерінің меншікті салмағы -2,5 мм	т/м <sup>3</sup>	2,76
Жеткізілген үлгідегі кеннің ылғалдылығы	%	1,05
Ұсақталған кеннің көлемдік тығыздығы -25 мм -15 мм	т/м <sup>3</sup> т/м <sup>3</sup>	1,39 1,43
Ұсақталған кеннің отыру бұрышы -25 мм -15 мм	градус градус	37,4 39,2

Ұсақталған рудаға елеуіштен жасалған талдаулар орындалды (2.3-кесте).

Кесте 2.3 – Әр түрлі іріліктегі ұсақталған кен сынамаларының ылғалды електік талдау нәтижелері

Өлшемі, мм	ШЫҒЫМЫ		Аи құрамы, г/т	Аи таралуы, %
	г	%		
Ірілік -25 мм				
-25+20	1220	12,03	5,2	20,29
-20+10	4520	44,55	1,44	20,82
-10+5	2010	19,81	3,22	20,70
-5+2,5	850	8,38	4,66	12,67
-2,5+1,2	335	3,30	5,48	5,87
-1,2+0,63	270	2,66	4,7	4,06
-0,63	940	9,27	5,18	15,58
Кен	10145	100,00	3,081	100,00
Ірілік -15 мм				
-15+10	1305	13,07	1,22	4,99
-10+5	2970	29,74	3,96	36,88
-5+2,5	1810	18,13	2,04	11,58
-2,5+1,2	880	8,81	3,6	9,93
-1,2+0,63	650	6,51	4,18	8,52

### 2.3-кестенің жалғасы

Өлшемі, мм	ШЫҒЫМЫ		Au құрамы, г/т	Au таралуы, %
	г	%		
-0,63	2370	23.74	3,78	28,09
Кен	9985	100,00	3,194	100,00

Елек талдауларының нәтижелері бойынша сынамадағы алтынның есептік мөлшері тікелей сынамалық талдаумен анықталғаннан жоғары және 3,081-3,194 г/т құрайды, бұл кенде жергілікті учаскелердің (аймақтардың) болуына байланысты болуы мүмкін, олардың кейбіреулері алтынмен байытылған, басқалары кедейленген. Бұл елек талдауларының нәтижелерінен айқын көрінеді. Сонымен, кендердің ұсақталған сынамасында -25 мм, құрамында алтын мөлшері жоғары жергілікті учаскелер бар (ірілік сыныбы -10 +0 мм, құрамында алтын мөлшері 3,22-5,48 г/т және ірілік сыныбы -25 +20 мм, құрамында алтын мөлшері 5,2 г/т) және құрамында алтын мөлшері аз (ірілік сыныбы -20 +10 мм құрамында 1,44 г/т алтын бар). Алтынның максималды және минималды мөлшері арасындағы еселік 3,6 есе. Дәл осындай учаскелер ірілігі – 15 мм ұсақталған кенді сынамада байқалады. Сонымен, -15 +10 мм сыныбы алтынмен сарқылған (алтынның мөлшері 1,22 г/т), ал -10 +5 мм және -2,5 +0 мм сыныптары алтынмен байытылған (алтынның мөлшері 3,6-4,18 г/т). Максималды және минималды мазмұн арасындағы еселік 3,43 құрайды. Нәтижелер бағаналық сынақтарды жүргізу кезінде алтынның еру дәрежесі цианидті шаймалау ерітіндісінің алтынмен байытылған немесе алтын сарқыдған кен учаскелеріне (аймақтарына) қол жетімділігіне байланысты болады деп үлкен сенімділікпен болжауға мүмкіндік береді.

### 2.5 Агитация әдісімен кенді цианидтеу

Алтынды кеннен цианидті шаймалаудың принципті тиімділігін бағалау агитациялық режиміндегі бөтелке сынақтары болып табылады, олар 2,0 - 2,5 мм ұсақталған кенде және 90 % класс -0,074 мм ұсақталған кенде жүргізіледі. Еру дәрежесі бойынша қол жеткізілген көрсеткіштер барынша мүмкін деп қарастырылуы тиіс, өйткені үгіт режимінде сілтілі цианид ерітіндісінің алтындарына барынша қол жеткізу қамтамасыз етіледі.

Бұл жұмыста 4 бөтелкелі сынақ жүргізілді, бұдан 2 бөтелкелі сынақ кенді ұсақтағаннан кейін -2,5 мм, 2 бөтелкелі сынақ ірілігі 90 % -0,074 мм класстағы ұсақталған кенді қолдана отырып.

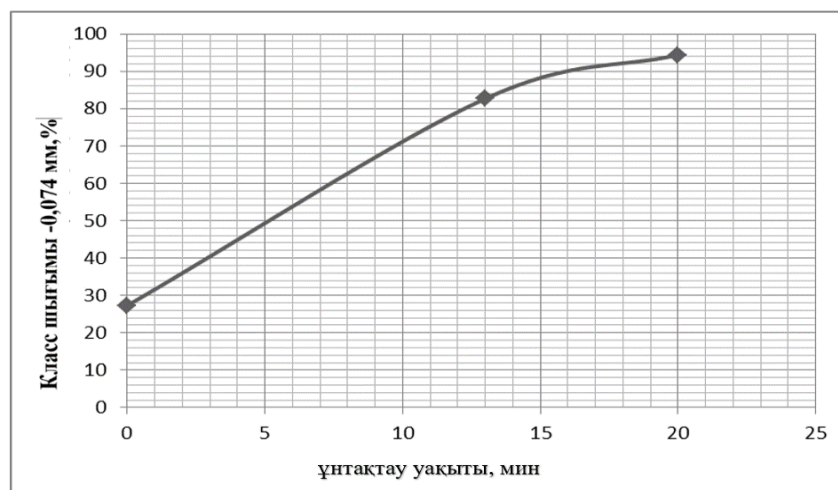
Цианидтеу қатты мен сұйық арасындағы Қ:С = 1:2 қатынаста жүзеге асырылады. Кеннің массасы 0,3 кг. Цианидтеудің жалпы уақыты – 24 сағат. Сынақтардағы натрий цианидінің концентрациясы 0,10 % құрады.

Ұнтақталған кендердің көрсетілген мөлшерін алу үшін ұсақталған кенді қолдана отырып, ұнтақтау кинетикасы бойынша сынақтар жүргізілді, ұнтақтау шарлы зертханалық диірменде келесі параметрлерде жүргізілді: кенді тиеу 0,3 кг; су 0,3 л; диірмендегі қатынас руда: шарлар = 1:10.

2.4-кестеде кен сынағасының ұсақталуы бойынша сынақтардың нәтижелері және 2.3-суретте - класс шығысының -0,074 мм кенді ұнтақтау ұзақтығына тәуелділігі көрсетілген.

Кесте 2.4 – -2,5 мм іріліктегі ұсақталған кеннің ұнтақталуының әртүрлі уақытындағы -0,074 мм класының шығымы

Ұнтақтау уақыты, мин.	-0,074 мм класының шығымы, %
0	27,27
13	82,68
20	94,39



2.3 - сурет – Кен үлгісін ұнтақтау кестесі

Өлшемі -0,074 мм 90 % кенді алу үшін ұнтақталған кенді -2,5 мм 16 минутта ұсақтау керек.

2.5-кестеде ұсақталған кенді -2,5 мм және 90 % -0,074 мм ұсақталған кенді агитациялық цианидтеу бойынша бөтелке сынақтарының нәтижелері келтірілген.

Кесте 2.5 – Бөтелке сынақтарының нәтижелері

Көрсеткіштердің атауы	Көрсеткіштер			
	90 % -0,074 мм		-2,5 мм	
Пульпаның сұйық фазасындағы алтынның мөлшері, мг/л: 24 сағаттан кейін	1,83	1,28	1,27	1,28

2.5-кестенің жалғасы

Көрсеткіштердің атауы	Көрсеткіштер			
	90 % -0,074 мм		-2,5 мм	
Пульпаның сұйық фазасындағы алтынның мөлшері, мг/л: 24 сағаттан кейін	1,83	1,28	1,27	1,28
24 сағ цианидтеуден кейін пульпаның сұйық фазасының құрамы, мг/л:				
күміс	1,03	0,90	0,63	0,56
мыс	42,2	42,2	22,7	22,0
мырыш	1,60	1,50	2,01	2,20
натрий цианиді				
кальций оксиді				
pH (бірлік)				
Цианидтеу қалдықтарының қатты фазасындағы алтынның мөлшері, г/т	0,14	0,22	1,52	0,62
Кендегі алтынның есептік көрсеткіші, г/т	3,8	2,78	4,06	3,18
Кеннен алтынның еру дәрежесі, %	96,32	92,09	62,56	80,50

2.5-кестедегі мәліметтерден ұнтақталған кендерден алтын ұсақталған кендерге карағанда жақсы ериді және осыған байланысты кенді гидрометаллургиялық өңдеу кезінде кендердің мөлшері және тиісінше цианид ерітіндісінің алтындарға қол жетімділігі шешуші мәнге ие болады деп айтуға болады. Ұнтақталған кендерден алтынның еру дәрежесі -2,5 мм 62,56-80,50 %, ұнтақталған кендерден 90 % класс -0,074 мм 92,09-96,32 % құрады. Бөтелке сынамаларының нәтижелері бойынша кен сынамасындағы алтынның есептік құрамы 2,78-4,06 г/т құрайды. Ұнтақталған кенді цианидтеу қалдықтарында алтынның мөлшері 0,14-0,22 г/т, яғни алтын құрамындағы диапазон салыстырмалы түрде үлкен емес (0,08 г/т). Сонымен қатар, ұсақталған кенді цианидтеу қалдықтарында -2,5 мм алтын мөлшері 0,62-1,52 г/т құрайды, яғни алтын құрамындағы диапазон өте үлкен (0,9 г/т), бұл ұсақтау кезінде алтынның ашылуының жеткіліксіздігін көрсетеді.

## 2.6 Ұсақталған түйіршіктелмеген кеннің перколяциялық қасиеттерін анықтау

Шикізатты орау үшін байланыстырғыш, әдетте портланд цементі қолданылады. Шұңқырлар әртүрлі типтегі агломерациялық құрылғыларда жүзеге асырылады. Мұның бәрі белгілі бір материалдық шығындарды талап

етеді және алтын өндірісінің құнын арттырады. Осыған байланысты перколяциялық қасиеттерді анықтау арқылы үймелі шаймалау үшін өңделмеген шикізатты пайдалану мүмкіндігі тексеріледі.

Кесілмеген кенді үймелі шаймалау үшін пайдалану мүмкіндігін тексеру үшін ұсақталған кенді перколяциялау бойынша сынақтар жүргізілді.

Перколяция бойынша сынақтар Kappes Cassidy and Associates компаниясы әзірлеген әдістемеге сәйкес, диаметрі 97 мм, биіктігі 515 мм бағанда жүргізілді. бағанға 5,0 кг кен құйылды, оны шайқау арқылы нығыздады, төменнен жоғары қарай су берілді, суланғаннан кейін, 2 сағат ұстағаннан кейін және қосымша шайқалғаннан кейін кеннің шөгу дәрежесін, сондай-ақ кен қабаты арқылы судың перколяциясының шекті жылдамдығын анықтады. Жұмыс бағдарламасында ірі -25 мм және -15 мм ЛТ-2 кендерінің ұсақталған сынамасынан алтынды перколяциялық шаймалау бойынша сынақтар жүргізу көзделген және осыған байланысты көрсетілген ірі кендер үшін перколяциялық сипаттамалар айқындалған, олардың нәтижелері 2.6-кестеде келтірілген.

Кесте 2.6 – Әр түрлі мөлшердегі ұсақталған кендердің перколяциялық сипаттамаларын анықтау бойынша тест нәтижелері

Көрсеткіштердің атауы	Көрсеткіштер	
	-25 мм	-15 мм
Кеннің биіктігі, мм:		
– сусыз шайқалғаннан кейін	488	472
– жібіткеннен кейін	487	469
– сумен шайқалғаннан кейін	483	442
Жібітуден кейінгі кеннің отыру дәрежесі, %	0,20	0,64
Сумен шайқаудан және жібітуден кейінгі кеннің отыру дәрежесі, %	1,02	6,36
Сусыз шайқаудан кейінгі құрғақ кеннің көлемдік (сеппелі) салмағы, т/м <sup>3</sup>	1,39	1,43
Кеннің қабаты арқылы судың перколяциялау жылдамдығы, сағ.	51,3	10,83

2.6-кестедегі мәліметтерден -25 мм және -15 мм ұсақталған кен алдын-ала түйіршіктеусіз үйінді шаймалауға жарамды екендігі шығады. Кен қабаты арқылы судың перколяциясының шекті жылдамдығы реттелгеннен (10 м/сағ) асады, суланғаннан кейін және жібітіп сумен шайқалғаннан кейін кеннің шөгу дәрежесі де реттелетін талаптарды қанағаттандырады.

## 2.7 Колонанылық сынақтар

Бұл жұмыста -25 мм және 15 мм ұсақталмаған кенді пайдалана отырып, екі бағаналы сынақ жүргізілді.



Бағаналы сынақтар жүргізуге арналған қондырғыға алтынды шаймалауға арналған 2 бағана, оларға айналымды алтынсыздандырылған және алтынмен қаныққан (өнімді) ерітінділерге арналған сыйымдылықтар; сорбциялық колонналар, оларға алтынмен қаныққан және алтынсыздандырылған ерітінділерге арналған сыйымдылықтар кірді. Төменде орнату сипаттамасы берілген.

Шаймалау бағандарының мөлшері, мм:

- диаметрі 145;
- биіктігі 2100.
- Кенді бағандарға енгізу:
- 25 мм 54,40 кг ылғалды, құрғақ салмаққа есептегенде 53,82 кг;
- 15 мм 59,80 кг ылғалды, құрғақ салмаққа 59,17 кг.

Бағандардағы кен қабатының биіктігі сәйкесінше 2086 мм және 2079 мм.

Айналымдағы (жұмысшыларға), алтынмен қаныққан және алтынсыздандырылған ерітінділерге арналған сыйымдылықтардың көлемі (сорбциядан кейін) әрқайсысы 10 л.

Сорбциялық бағандар:

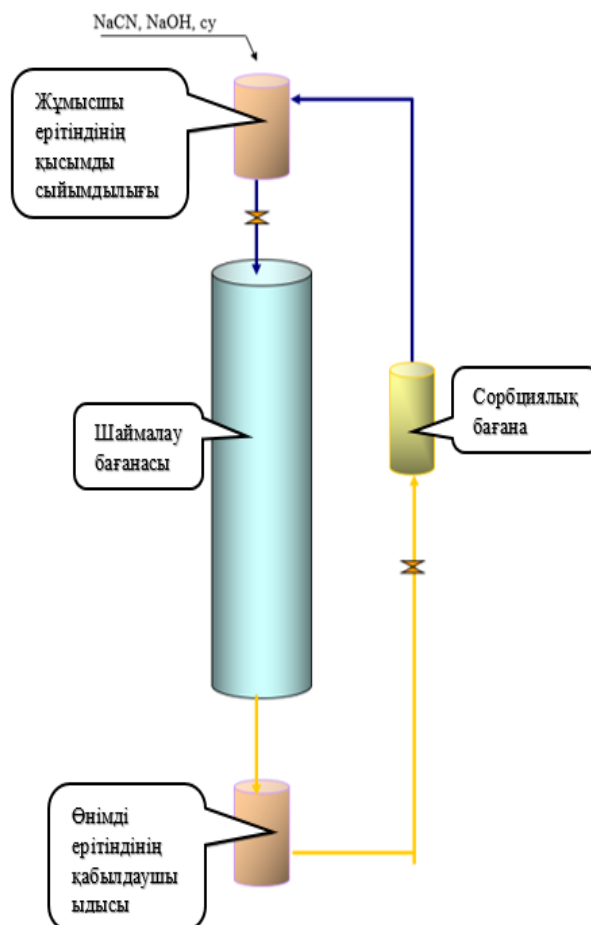
- диаметрі 60 мм;
- биіктігі 200 мм;
- көлемі 0,5 л;
- Сорбент көлемі 0,45 л.

Шаймалау бағандарының жалпы көрінісі 2.4-суретте келтірілген.

Сорбент ретінде алтынмен қаныққан (өнімді) ерітінділерден еріген алтынды алу үшін кокос қабығынан жасалған белсендірілген көмір қолданылады. Бұл сорбент сілтілі цианқұрамды ерітінділерден еріген алтынды алу үшін қолданылатын ең жақсы сорбенттердің бірі болып табылады және алтынмен қатар ауыр металдар-қоспалары бар поликомпонентті ерітінділерден сорбция кезінде алтынға қатысты жоғары селективтілікке ие. Сорбциялық бағандарға салмас бұрын белсендірілген көмір құрамындағы ұсақ бөлшектер мен көмір шаңынан сумен жуылады.



2.4 - сурет – Шаймалау жүргізілетін бағандардың жалпы түрі



2.5 - сурет – Үйінді шаймалау қондырғысының схемасы

Кенді суаруға арналған жұмыс ерітінділері жоғарыдан 10-12 л/м<sup>2</sup>\*сағ жылдамдықпен, онда ерітінді шалшықтары мен құрғақ учаскелердің пайда болуына жол бермеу мақсатында бағандағы кен бетінің жай-күйін қатаң бақылау кезінде берілді.

Процесс циклдарға бөлінді, олардың әрқайсысы кеннен алтынды шаймалауды және оны ерітінділерден белсендірілген көмірмен сорбциялауды қамтыды.

Әр бағандағы байлаудың схемалық схемасы және орнатудың жалпы көрінісі 2.5-суретте келтірілген.

Шаймалау аяқталғаннан кейін әр циклде алтынның құрамы, рН және натрий цианидінің концентрациясы анықталған өнімді ерітіндінің массасы тіркелді. Содан кейін өнімді ерітінді алтынның сорбция кезеңінен өтті. Сорбция бір кезеңде жүргізілді. Алтынға секіруді болдырмау үшін сорбенттің көп мөлшері алынды. Сорбциядан кейін алтынсыздандырылған ерітіндінің массасы тіркелді, алтын құрамы, рН және натрий цианидінің қалдық концентрациясы талданды. Қажет болса, ерітінді натрий цианиді мен натрий гидроксиді арқылы нығайтылды, содан кейін ерітінді бағандағы кенді суару үшін айналымға жіберілді. Әрі қарай, шаймалау және сорбция циклдары ұқсас режимде жүргізілді.



2.6 - сурет – Шаймалаудан кейінгі алынған ерітінділерді сорбциялаудың жалпы көрінісі

Алғашқы сілтілі цианид ерітінділерін дайындау үшін Алматылық су құбыры суының, 5,0 % натрий гидроксиді ерітіндісі және 10 % натрий цианиді ерітіндісі пайдаланылды.

2.6-суретте ерітінділерді сорбциялаудың жалпы көрінісі келтірілген.

Ірілігі -15 мм кендерге арналған бірінші және соңғы өнімді ерітінділер алтынмен бірге олардың құрамындағы күміс, ауыр металдар-қоспалар мен тұз түзетін компоненттер үшін талданады (2.7-кесте). Салыстыру үшін осы кестеде алғашқы жұмыс ерітінділерін дайындау үшін пайдаланылған Алматылық су құбыры суының химиялық талдау нәтижелері келтірілген.

Кесте 2.7 – Алматылық су құбыры суының, алғашқы және соңғы өнімді ерітінділердің химиялық талдауларының нәтижелері

Компоненттер	Құрылымы, мг/л		
	алматы суы	алғашқы өнімді ерітінді	соңғы өнімді ерітінді
Алтын	н/о	1,40	0,09
Күміс	н/о	0,40	0,19
Мыс	н/о	66,9	148,0
Мырыш	н/о	0,09	12,8
Никель	н/о	1,10	0,28
Кобальт	н/о	0,38	0,54
Темір	0,8	1,5	6,0
Кальций	84,17	312,6	200,4

2.7-кестенің жалғасы

Компоненттер	Құрылымы, мг/л		
	алматы суы	алғашқы өнімді ерітінді	соңғы өнімді ерітінді
Магний	8,50	126,5	72,9
Калий + натрий	17,80	486,1	904,8
Мышьяк	н/о	0,12	0,06
Сульфат-ионы	21,40	823,8	208,2
Хлорид-ионы	20,20	255,6	99,4
Карбонат-ионы	н/о	н/о	233,0
Гидрокарбонат-ионы	224,10	219,7	318,0
Цианид-ионы	н/о	1,91	33,4
Роданид-ионы	н/о	3,3	н/о
Гидроксид-ионы	н/о	н/о	9,35
pH	7,43	7,92	3002,0
Құрғақ қалдық	391,20	2102,0	744,0

Салыстыру үшін -25 мм кеннен алтынды шаймалау кезінде алынған соңғы өнімді ерітінді алтынмен бірге ауыр металдар-қоспалардың құрамына талданды, мг/л: алтын 0,08; күміс 0,28; мыс 140,0; мырыш 8,79; никель 0,24; кобальт 0,46.

2.7-кестенің деректерінен Алматылық ағын сумен салыстырғанда өнімді ерітінділер айтарлықтай дәрежеде кеннен шаймаланатын әртүрлі қосылыстармен байытылғаны және соның нәтижесінде оларда жалпы тұз мөлшері (құрғақ қалдық) 391,2 мг/л-ден 2102,0 мг/л-ге дейін артқаны шығады.

Ауыр металдардың ішінде мыстың жоғары мөлшері назар аударады, ол 66,9 мг/л-ден (алғашқы өнімді ерітіндіде) 148,0 мг/л-ге дейін (соңғы өнімді ерітіндіде) артады. Бұл кенде сілтілі цианид ерітінділерінде еритін құрамында мыс бар минералдар бар екенін көрсетеді. Олардан алынған мыс алтынмен бірге ид ерітінділерін дайындау үшін Алматылық су құбыры суы, 5,0 % натрий гидроксиді ерітіндісі және 10 % натрий цианиді ерітіндісі пайдаланылды.

Ірілігі -15 мм кендерге арналған бірінші және соңғы өнімді ерітінділер алтынмен бірге олардың құрамындағы күміс, ауыр металдар-қоспалар мен тұз түзетін компоненттер үшін талданады (2.7-кесте). Салыстыру үшін осы кестеде алғашқы жұмыс ерітінділерін дайындау үшін пайдаланылған Алматылық су құбыры суын ерітіндіге ауысады және оның құрамы еріткіш – натрий цианидінің тұрақты қоспалары және поликомпонентті сілтілі цианид ерітінділерінен сорбция кезінде алтынға өте жоғары селективтілікке ие активтендірілген көмірмен еріген мысты алу дәрежесінің төмендеуіне байланысты артады. Әдетте, алтынды сорбциялаудан кейінгі соңғы өнімді ерітінділер алтынды кейінгі кен қабаттарынан шаймалау кезінде қолданылады және осыған байланысты өнеркәсіптік жағдайларда осы ерітінділерді мыс бойынша кондиционерлеу мәселесін шешу қажет болады. Әйтпесе, мыс мөлшері артады

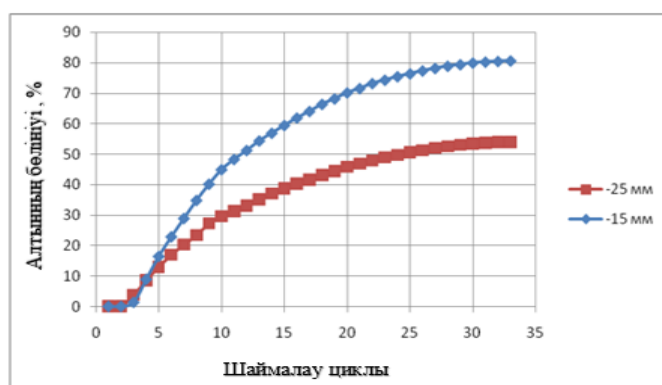
және бұл алтынның кеннен шаймалануының кинетикасы мен толықтығын төмендетеді.

Кенді шаймалау үшін қолданылатын кендердің мөлшері аз мөлшерде ауыр металдардың-коспалардың ерігіштігіне әсер етеді, олардың құрамы кендердің мөлшерінің төмендеуімен айтарлықтай жоғарыламайды.

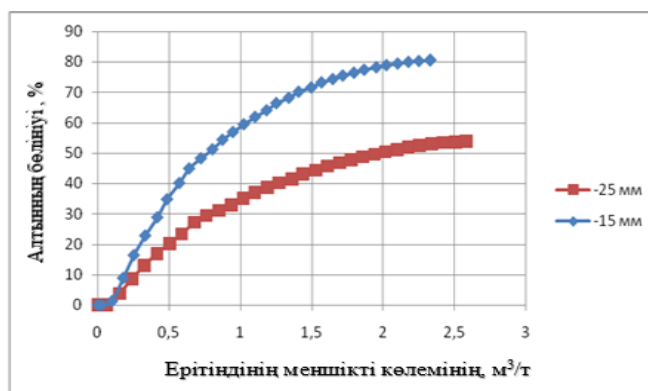
2.8-кестеде және 2.7-2.10-суреттерде алтынды алу (жедел деректер бойынша), өткізілген ерітінділердің көлемі және реагенттердің шығыны бойынша көрсеткіштер келтірілген.

Кесте 2.8 – Алтынды алу, өткізілген ерітінділердің көлемі және реагенттер шығыны бойынша көрсеткіштер

Параметрлер мен көрсеткіштердің атауы	Көрсеткіштер	
	кеннің ірілігі -25мм	кеннің ірілігі -15мм
Шаймалау және сорбциялау циклдарының саны	33	33
Кенді суарудың нақты орташа қарқындылығы, л/м <sup>2</sup> /сағ	11,33	11,24
Кенді суарудың нақты меншікті қарқындылығы, л/кг/тәу.	0,083	0,075
Өнімді ерітіндінің жалпы мөлшері, м <sup>3</sup> /т	2,584	2,331
Шайылу ерітінділерін есептемегенде жедел деректер бойынша ерітіндіге алтын алу, %	53,98	80,65
Натрий цианидінің шығыны, кг/т	0,424	0,65
Сілті шығыны, кг/т	1,32	1,19



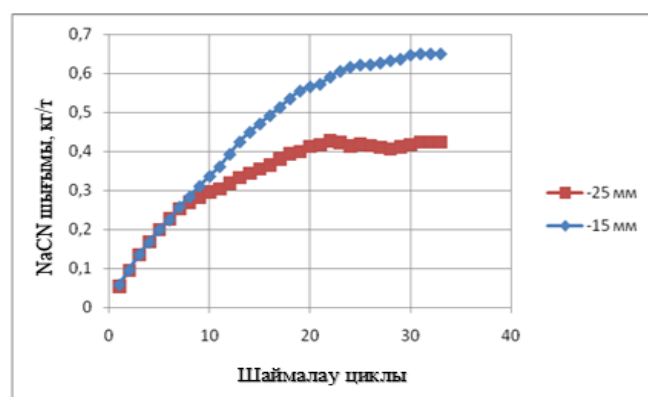
2.7 - сурет – Алтынды алудың шаймалау ұзақтығына тәуелділігі



2.8 - сурет – Алтынды алудың өткізіп алған ерітіндінің мөлшеріне тәуелділігі



2.9 - сурет – Шаймалау процесінде өнімді ерітінділердегі натрий цианидінің концентрациясының өзгеруі



2.10 - сурет – Шаймалау кезінде натрий цианидінің шығыны

Алынған мәліметтер мен үймелі шаймалау әдісін өнеркәсіптік пайдалану тәжірибесінің негізінде тауарлық өнімге – Доре қорытпасына алтын балансы мен күтілетін алтын алу есебі жүргізілді (2.9-кесте).

Өнеркәсіптік жағдайда тауарлық өнімге күтілетін алтын алуды есептеу үшін келесі коэффициенттер пайдаланылды:

0,9960 (99,60 %) – сорбенттен және электролизден алтынды десорбциялау операцияларында алтын алу;

0,9985 (99,85 %) – Доре қорытпасында катодты тұнбаны күйдіру және балқыту кезінде алтын алу;

0,9 – бағандық сынақтардан өнеркәсіптік пайдалануға көшу коэффициенті.

Кесте 2.9 – Алтынның балансы

Көрсеткіштер атауы	Көрсеткіштер	
	-25 мм	-15 мм
Көмірмен өндірілген алтын: г/т кен	1,393	2,017
%	59,03	72,76
Сумен жуу операциялары нәтижесінде алынған алтын, г/т кен	0,012	0,012
Сорбциядан кейінгі соңғы ерітінділермен және талданатын ерітінділермен шығарылған алтын, г/т кен	0,010	0,053
Бағаналық шаймалаудың қалдықтарындағы алтынның мөлшері, г/т	0,945	0,690
Бастапқы кендегі алтынның есептік мөлшері, г/т	2,360	2,772
Баланс бойынша кеннен алтынның еру дәрежесі, %	59,56	75,11
Тауарлы өнімге күтілетін алтынның бөлінуі, %	53,67	67,23

### 3 Экономикалық бөлім

#### 3.1 Зерттеу жүргізуге арналған шығындарды есептеу

Бұл бөлімде эксперименттер жүргізуге кететін негізгі шығындардың есебі келтірілген. Барлық зерттеулер барысында барлығы 1 тәжірибе жүргізілді.

#### 3.2 Амортизациялық аударымдарды есептеу

Зертхана жабдықтары үшін амортизациялық аударымдарды есептейміз (3.1-кесте). Демек, амортизация нормасы ( $H_a$ ) формулаға сәйкес жабдықтың қызмет ету мерзімі бойынша анықталады:

$$H_a = \frac{100}{B}, \quad (3.1)$$

мұндағы  $B$  – қызмет көрсету мерзімі.

Кесте 3.1 – Амортизациялық шығындар

Қондырғы атаулары	Қызмет мерзімі, жыл	Саны	Бағасы, тг	Жылдық құны, тг	$H_a$ , %	Амортизацияның жылдық сомасы, тг
Таразы	10	1	70000	70000	10	3000
Құйғыш	4	1	2000	2000	25	500
Стақан	4	5	870	4350	25	1087,5
Колба	4	1	1000	1000	25	100
Ерітіндіге арналған сыйымдылық	5	3	1500	4500	20	600
Ұсатқыш	10	1	22000000	22000000	10	1000
Барлығы	27	11	22075370	22081850	115	6287,5

Жабдықтың жалпы құны 81850 теңгені құрайды. Бір жыл ішінде жабдық үшін амортизациялық аударымдар сомасы 6287.5 теңгені құрайды. Жабдықтардың бір айдағы амортизациялық шығыны – 523.9 тг.

#### 3.2.1 Негізгі және қосалқы материалдарға арналған шығындарды есептеу

Біз эксперимент жүргізу үшін, сондай-ақ химиялық талдаулар жүргізу үшін тікелей қолданылатын негізгі және қосалқы материалдардың шығындарын



есептейміз. Негізгі және қосалқы материалдардың шығындары 1 тәжірибеге есептелген. Есептеу нәтижелері 3.2-кестеде келтірілген.

Кесте 3.2 – Негізгі және қосалқы материалдарға арналған шығындар

Материал атауы	Материал шығыны	Бағасы, тг	Жалпы бағасы, тг
Су, л	41	161	6601
NaOH, кг	3	600	1800
NaCN, л	1	200	200
Сорбент, кг	1	250	250
Барлығы:	46	1411	8851

Осылайша, негізгі және қосалқы материалдардың шығындары бір айда 8851 теңгені құрайды.

### 3.2.2 Электр энергиясының шығындарын есептеу

Электр энергиясын тұтынады:

– ұнтақтағыш 1 тәжірибе үшін 20 кВт/сағ тұтынады;

Осылайша, электр энергиясының жалпы шығыны 20 кВт \* сағ болады, 1 кВт \* сағ электр энергиясының құны 24.84 тг құрайды. Сонда жұмсалған 20 кВт \* сағ болады:

$$20 \cdot 24.84 = 496.8 \text{ тг.}$$

Демек, электр энергиясына 496.8 тг жұмсалды.

### 3.2.3 Суық су шығындарын есептеу

Суық суды тұтыну 1 тәжірибеге есептеледі. Орташа алғанда, тәжірибеге 40 литр су жұмсалады.

Химиялық ыдыстарды жууға арналған су шығыны 0,03 м<sup>3</sup> құрайды.

1 м<sup>3</sup> суық судың құны 161 тг құрайды, содан кейін 0,0033 м<sup>3</sup> тұрады:

$$0,0033 \cdot 161 = 0.53 \text{ тг.}$$

Химиялық ыдыстарды жуу шығындары:

$$30 \cdot 161 = 4830 \text{ тг.}$$

Барлық тәжірибелер бойынша суық су шығындары:

$$4830 + 0,53 = 4830.3 \text{ тг.}$$

### 3.3 Шығындардың жалпы сомасын есептеу

Шығындардың жалпы сомасын есептеу шикізат, реактивтер, суық су, электр энергиясы, жабдық үшін амортизациялық аударымдар және жалақы шығындарын қамтиды.

Барлық шығындар 3.3-кестеде келтірілген.

Кесте 3.3 – Ғылыми-зерттеу жұмыстарының жалпы шығындары

Шығындар атауы	Шығын соммасы, тг
Бір айға кеткен амортизациялық шығындар	523.9
Қосалқы және негізгі материалдар	8851
Электр қуаты	496.8
Суық су	4830.3
Барлығы:	14702

Осылайша, зерттеу шығындарының сомасы 14702 теңгені құрайды.

## 4 Еңбекті қорғау

Қауіпті және зиянды өндірістік факторларды талдау Қазақстан Республикасының заңдарын ескере отырып жүргізілді:

- 2007 жылғы 22 мамырдағы Қазақстан Республикасының Еңбек кодексі;
- Өрт қауіпсіздігі туралы заң 23.11.15 ж.;
- «Қауіпті өндірістік объектілердегі өнеркәсіптік қауіпсіздік туралы» 2007 жылғы 15 мамырдағы № 251-3-ІІ ҚРЗ Заңы;
- «Техникалық реттеу туралы» Қазақстан Республикасының Заңы.

### 4.1 Қауіпті және зиянды өндірістік факторларды талдау

«Қазақстан Республикасы Минералды шикізатты кешенді қайта өңдеу ұлттық орталығы» республикалық мемлекеттік қазыналық кәсіпорнында (ҚР КПМС ҰТ РМК) асыл металдар зертханасында No материалдар, технологиялық процестің бұзылуы, персоналдың қате әрекеттері), жарақат алу мүмкіндігін тудыратын денеге лезде зақым келтіру қаупі бар.

Бұл жұмысты орындау кезінде қауіпсіздік ережелерін бұзу салдарынан бірқатар өндірістік жарақаттар болуы мүмкін, атап айтқанда:

- ақаулы электр жабдығымен жанасқанда және қауіпсіздік ережелерін сақтамағанда, сондай-ақ жабдыққа химиялық белсенді орта әсер еткенде электр тогының соғуы;
- қышқылдардың, сілтілердің және органикалық заттардың зиянды ерітінділерімен.
- химиялық агрессивті және улы заттармен және олардың ерітінділерімен (күкірт қышқылы, аммоний нитраты) зақымдану қаупі;
- механикалық жарақат алу қаупі (шыны колбалармен жұмыс істегенде, жабдықты орнату және жөндеу кезінде);
- электр тогының соғу қаупі;
- өрт және жарылыс қауіпті сұйықтықтармен және заттармен жұмыс істеу;
- жұмыс орнының жеткіліксіз жарықтандырылуы.

Бұл өндірістегі ең қауіпті және зиянды заттар  $\text{CaO}$ ,  $\text{NaCN}$  және  $\text{NaOH}$ .  $\text{NaCN}$  - суда жақсы ериді және басқа цианидтерге қарағанда күштірек әрекет етеді. Улану кезінде бас ауруы, арықтау және т.б.  $\text{NaCN}$  ерітінділерімен жұмыс істейтін жұмысшылар қол тері ауруларымен, қышумен және созылмалы экземадан зардап шегеді.

### 4.2 Өрт қауіпсіздігі

Өрттің себептері алуан түрлі – құрылыс конструкцияларындағы, құрылыстардағы, үй-жайларды орналастырудағы кемшіліктер, жабдықтардың ақаулары, технологиялық процестердің бұзылуы, дұрыс жұмыс істемеуі,

персоналдың салғырттығы мен салғырттығы. Лабораториялар институтын құру кезінде өрт қауіпсіздігі бойынша кең ауқымды жұмыстарды жүргізу қажет.

Зертханадағы өрт қауіпсіздігіне жауапкершілік зертхана меңгерушісі мен кәсіпорынның өрт қауіпсіздігі бөліміне жүктеледі.

Құрылыс-техникалық шараларға институт аумақтарын дұрыс жоспарлау, ғимаратта өрттің таралуын болдырмайтын арнайы тосқауылдар орнату, зертханалар мен басқа да үй-жайларды өрт сөндіргіштермен жабдықтау жатады.

Бастапқы өрт сөндіру жабдықтарына: өрт сөндіргіштер, асбест және ірі жүн маталар, құм жәшіктер, су бөшекелері және т.б.

Ұйымдастырушылық шараларға мыналар жатады: жұмыс өндірісінде темекі шегуге және ашық отты пайдалануға тыйым салу, жоспар құру, үй-жайлардан адамдар мен мүлікті эвакуациялау, жеке құрамды өрт қауіпсіздігі шараларына үйрету.

### 4.3 Электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету

Электр жабдығымен жұмыс істемеу, қысқа тұйықталу, сымдардың шамадан тыс жүктелу салдарынан өрт шығу қаупі бар. Ағзаға электр тогының әсері әртүрлі электр жарақаттарын (электр күйіктері, тері жамылғылары, электр белгілері, электрофтальмия) және электр тогының соғуына әкелуі мүмкін. Электр тогы жергілікті әсер етеді, тіндерді зақымдайды және рефлекторлы – жүйке жүйесі арқылы (4.3-кесте). Электр қондырғыларын пайдалану қауіпсіздігі үшін қоршаған ортаның сипаттамаларымен, электр жабдығының қолжетімділік дәрежесімен және электр тогының кернеуімен сипатталатын өндірістік жағдайлардың маңызы зор. Электр жабдығы орнатылған үй-жайлар электр тогының соғу қаупінің дәрежесі бойынша үш топқа бөлінеді:

- тәуекелдің жоғарылауынсыз;
- тәуекелдің жоғарылауымен;
- ерекше қауіпті.

Кесте 4.1 – Электр тогының адам ағзасына әсер ету сипаты

Ток, мА	Айнымалы ток	DC
20 - 25	Қолдар бірден сал болып қалады, оларды электродтардан жұлып алу мүмкін емес, қатты ауырсыну, тыныс алу қиын.	Жылыту сезімінің одан да жоғарылауы, қолдың бұлшықеттерінің айтарлықтай қысқаруы байқалады

#### 4.1-кестенің жалғасы

Ток, мА	Айнымалы ток	DC
25 - 50	Қолдар мен кеудедегі өте қатты ауырсыну. Тыныс алу өте қиын токтың ұзақ әсер етуі тыныс алудың салдануын немесе сананың жоғалуымен жүректің әлсіреуін тудыруы мүмкін	Қарқынды жылу сезімі. Қолдардағы құрысулардағы ауырсыну. Сағат қолдар электродтардан бөлінгенде, бұлшықеттің конвульсиялық жиырылуының нәтижесінде әрең төзімді ауырсыну пайда болады.
50 - 80	Тыныс алу бірнеше секундтан кейін салданады, жүрек жұмысы бұзылады. Ұзақ ток ағынымен жүрек фибрилляциясы пайда болуы мүмкін.	Өте күшті ішкі қызу сезімі, бүкіл қол мен кеуде аймағында қатты ауырсыну. Тыныс алудың қиындауы. Қатты ауырсынудан қолды электродтардан жұлып алуға болмайды
100	2-3 секундтан кейін жүректің фибрилляциясы; жүрек жеткіліксіздігінен кейін	Қарқынды жылу сезімі. Қолдардағы ауырсыну. Қолдар электродтардан бөлінгенде, бұлшықеттің конвульсиялық жиырылуы нәтижесінде әрең төзімді ауырсыну пайда болады.
300	Тыныс алу бірнеше секундтан кейін салданады, жүрек жұмысы бұзылады. Ұзақ ток ағынымен жүрек фибрилляциясы пайда болуы мүмкін.	Өте күшті үстірт және ішкі қызу сезімі, бүкіл қол және кеуде аймағында қатты ауырсыну.

Кәсіпорында техникалық қызмет көрсететін персоналдың токтың әсерін азайту үшін барлық электр қондырғылары жерге тұйықталды. Жерге қосу өткізгіші жабдықты жерге тұйықтау өткізгішіне қосатын өткізгіш болды. Жерге қосу болды: жұмыс – негізгі қондырғының жұмысын қамтамасыз ету және қорғаныс – адамдардың қауіпсіздігін қамтамасыз ету.

Осы дипломдық жұмыс бойынша зерттеу жұмысы жүргізілген зертхана «қауіпсіз» тобына жатады.

Кәсіпорында техникалық қызмет көрсетуші персоналдың токтың әсерін азайту үшін барлық электр қондырғылары жерге тұйықталды (4.2-кесте).

Кесте 4.2 – Электр қондырғыларының қалыпты жұмысы кезіндегі жанасу кернеуінің (U) және токтардың (I) рұқсат етілген мәндері

Ток түрі	Ағымдағы әсердің рұқсат етілген мөлшері, с											
	бұрын 0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0,5	0.6	0,7	0,8	0,9	1	1-ден көп
Айны малы 50 Гц	550	340	160	135	120	105	95	85	75	70	60	20
	650	400	190	160	140	125	105	90	75	65	50	60
Айны малы 450 Гц	650	500	500	330	250	200	170	140	130	110	100	368
Тұрақ ты 450 Гц	650	500	400	350	300	250	240	230	220	210	200	-

## ҚОРЫТЫНДЫ

Орталық Қазақстанның құрамында алтыны бар кен орнынан алынған кен сынамаларына аналитикалық және технологиялық зерттеулер жүргізілді.

Сынамалық талдау деректері бойынша кен сынамасындағы алтынның орташа мөлшері 2,495 г/т, күміс 3,26 г/т.

Агитациялық режиміндегі алтынды ұсақталған кеннен -2,5 мм сілтілі цианид ерітіндісімен және 90 % класты ұнтақталған кеннен -0,074 мм еріту үшін бөтелке сынақтары жүргізілді, ірі кендерден -2,5 мм орта есеппен 71,53 %, 90 % класты кендерден -0,074 мм 94,2 % ериді.

Ұсақталған кендердің перколяциялық қасиеттерін зерттеу нәтижесінде -25 мм және -15 мм ұсақталған кендер алдын-ала түйіршіктеусіз үймелі шаймалауға жарамды екендігі анықталды.

Сынақтар тұйық режимде: сілтілі цианид ерітінділерімен кеннен алтынды шаймалау – белсендірілген көмірмен еріген алтынды алу – натрий цианиді мен рН концентрациясын түзеткеннен кейін айналымдағы алтынсыздандырылған ерітінділерді пайдалануымен өткізілді.

Ірілігі -25 мм кеннен үймелі шаймалау арқылы алтынның еру дәрежесі 59,96 %, ірі кеннен -15 мм 75,11 % құрады. Натрий цианидінің шығыны 0,424 – 0,65 кг/т, натрий гидроксиді 1,32-1,19 кг/т. Өнеркәсіптік жағдайда үймелі шаймалау әдісімен кенді өңдеу кезінде тауарлық өнімге күтілетін алтын алу есебі жүргізілді.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Чугаева Л.В., Борбат В.Ф. Металлургия благородных металлов – Москва Metallurgia, 1987. – 432 с.
- 2 Техника и технология. Извлечение золота из руд за рубежом. / Под общей редакцией В.В. Лодейщикова. – Москва Metallurgia, 1973.
- 3 Авдюков В.И., Авдюков В.В. Специальные и комбинированные методы обогащения. – Алматы: КазГосИНТИ, 1999. – 208 с.
- 4 Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии – М.: Химия, 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.: Metallurgizdat, 1939. – 286 с.
- 7 Кавун К.П. Методы и технологии рудоподготовки, цианирования и извлечения золота (по зарубежным материалам) // Кучное выщелачивания: уровень развития, экономика, природоохранные аспекты. – М.: Мисис, 2001. – 110 с.
- 8 Плаксин И.Н. Металлургия благородных металлов. – М.: Metallurgizdat, 1958. – 366 с.
- 9 Бакенов М.М. Золоторудные формации Казахстана. – Алма – Ата: издательство Наука Казахской ССР, 1976. – 286 с.
- 10 Роменец В.А., Юзов О.В., Рубинштейн Т.Б. Металлургический комплекс стран СНГ: Экономический аспект. – М.: Мисис, 2003. – 208 с.
- 11 Зеленов В.И. Методика исследования золота и серебросодержащих руд. – М.: Недра, 1989. – 320 с.
- 12 Бусев А.Н., Иванов В.М. Аналитическая химия золота. – М.: Наука, 1973. – 216 с.
- 13 Перельман А.В. Краткий справочник химика – М: Химия, 1959 – 620 с.
- 14 Савицкий Е.М. Благородные металлы – М.: Metallurgia, 1984 – 592 с.
- 15 Ласкорин Б.Н., Вялков В.И., Доброскокин В.В. Гидрометаллургия золота. – М.: Наука, 1980. – С. 173-179.
- 16 Гучетль И.С., Друкер Е.Я., Барышников И.Ф. Переработка упорных золотосодержащих руд и концентратов. – М.: Цветметинформация, 1972. – 60 с.
- 17 Зеликман А.Н., Вольдман Г.М., Беляевская Л.В. Теория гидрометаллургических процессов. – М.: Metallurgia, 1983. – 424 с.
- 18 Фазлуллин М.И. Кучное выщелачивание благородных металлов. – М.: Издательство Академии горных наук, 2001. – 647 с.
- 19 Кучное выщелачивание золота – зарубежный опыт и перспективы развития. Справочник. / Под редакцией В.В. Карагаова и Б.С. Ужкенова. – М. – Алматы: АСМИ, 2002. – 288 с.
- 20 Рысев В.П., Садыков Р.Х., Фазлуллин М.И. Опыт кучного выщелачивания золота // Горный журнал. – 1994. – № 12. – С.8-10.
- 21 Минеев Г.Г., Леонов С.Б. Кучное выщелачивание золотосодержащих руд. – Иркутск: ИрГТУ, 1997. – 99 с.
- 22 Кучное и подземное выщелачивание металлов / С.Н.Волощука. – М.: Недра, 1982. – 111 с.



23 Гахтанов В.Д., Черных С.И. Кучное выщелачивание золотосодержащих руд / Цветная Металлургия. – 1997. – №5-6. – С. 26-44.

24 Воробьев А.Е, Чекушина Т.В. Классификация штабелей кучного выщелачивания металлов // Горный журнал. – 1997. – №3. – С. 36-42.

25 Дружина Г.Я., Строганов Г.А., Зырянов М.Н. Кучное выщелачивание золота из предварительно окомкованных руд // Цветные металлы. – 1997. – № 9. – С. 17-19.