

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциалық  
емес акционерлік қоғамы

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

«Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту» кафедрасы

Сатжанұлы Бекзат

«Алтынқұрамды кендерді шаймалау және сорбциялау учаскелерімен өңдеу цехы. Өнімділік  
жылына 5 тонна алтын»

## **ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

6B07203 – Металлургия пайдалы қазбаларды байыту

Алматы 2024

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ  
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциалық  
емес акционерлік қоғамы

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты  
«Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту» кафедрасы

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**  
«Металлургия және пайдалы қазбаларды  
байыту» кафедрасының меңгерушісі  
техн. ғыл. канд., қауым. профессор  
М.Б. Барменшинова  
« 11 » 06 2024 ж.

### ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Алтынқұрамды кендерді шаймалау және сорбциялау учаскелерімен өңдеу цехы.  
Өнімділік жылына 5 тонна алтын»

6B07203 – Металлургия пайдалы қазбаларды байыту

Орындаған

Сатжанұлы Б.

Рецензент  
PhD докторы, Қазақстан-Британ  
техникалық университетінің перспективті  
материалдар мен технологиялар

Ғылыми жетекші  
PhD докторы, аға оқытушы

зертханасының басшысы  
Марипов Р.Х.  
« 11 » 06 2024 ж.

К. Джуманкулов Джуманкулов С.К.  
« 11 » 06 2024 ж.



Алматы 2024

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ  
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциалық  
емес акционерлік қоғамы

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

«Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту» кафедрасы

6B07203 – Металлургия пайдалы қазбаларды байыту

**БЕКІТЕМІН**

«Металлургия және пайдалы қазбаларды  
байыту» кафедрасының меңгерушісі  
техн. ғыл. канд., қауым. профессор  
М.Б. Барменшинова  
«02» 18/01 2024 ж.

Дипломдық жұмысты орындауға  
**ТАПСЫРМА**

Білім алушы: Сатжанұлы Бекзат

Тақырыбы: «Алтынқұрамды кендерді шаймалау және сорбциялау учаскелерімен өңдеу цехы.  
Өнімділік жылына 5 тонна алтын»

Университет Ректорының 2023 жылғы «04» желтоқсан № 548 бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «11» маусым 2024 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: Құрамында алтыны бар кендерді қайта өңдеу  
цехының маңыздылығы мен өнімділігін арттыру.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) кіріспе;

б) теориялық зерттеулер;

в) тәжірибелік зерттеулер;

г) қорытынды.

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс):

1) Әр кезеңдегі алынған алтын мөлшері, тиімділігі мен шығындары

2) Алтын өндірісінің әр кезеңдегі күндік өнімділігі

3) АлтынАлмас компаниясының «Пустинное жобасының» Алтын өңдеу фабрикасының  
алтын өндеудің техникалық сұлбасы

4) АлтынАлмас компаниясының «Пустинное жобасының» Алтын өңдеу фабрикасының  
флотация процессінің техникалық сұлбасы

Ұсынылатын негізгі әдебиет:

1. Абалиев Б.Д. Техногендік жүктемені азайту Қырғызстанның қоршаған ортаға алтын  
өндіретін кәсіпорындары.

2. Абдурахмонов Сойиб, Холикулов Дониер Бахтиерович, Алматова Ирода Уразалиевна  
құрамында алтыны бар жт қайта өңдеуотоконцентраттарды термопара арқылы өңдеу //  
International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences. 2020.

Дипломдық жұмысты дайындау  
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Кіріспе	07.02.2024 ж.	
Әдеби шолу	14.03.2024 ж.	
Теориялық зерттеу бөлімі	04.04.2024 ж.	
Тәжірибелік зерттеу бөлімі	23.04.2024 ж.	
Қорытынды	16.05.2024 ж.	

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған  
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Кіріспе	Джуманкулова С.К. PhD докторы, аға оқытушы	10.06.2024	<i>К. Джуманкулова</i>
Әдеби шолу	Джуманкулова С.К. PhD докторы, аға оқытушы	10.06.2024	<i>К. Джуманкулова</i>
Теориялық зерттеу бөлімі	Джуманкулова С.К. PhD докторы, аға оқытушы	10.06.2024	<i>К. Джуманкулова</i>
Тәжірибелік зерттеу бөлімі	Джуманкулова С.К. PhD докторы, аға оқытушы	10.06.2024	<i>К. Джуманкулова</i>
Қорытынды	Джуманкулова С.К. PhD докторы, аға оқытушы	10.06.2024	<i>К. Джуманкулова</i>
Норма бақылау	Джуманкулова С.К. PhD докторы, аға оқытушы	10.06.2024	<i>К. Джуманкулова</i>

Ғылыми жетекші

*К. Джуманкулова*

Джуманкулова С.К.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы

*Сатжанұлы Б.*

Сатжанұлы Б.

Күні

«07» 01 2024 ж.

## АНДАТПА

Диссертация құрамында алтын бар кендерді өңдеу цехының маңыздылығын және оның өнімділігін оңтайландыру жолын сипаттайды. Құрамында алтын бар кендерді қайта өңдеу цехының жалпы сипаттамасы келтірілген, кенді қайта өңдеудің технологиялық процесі (ұсақтау, сұрыптау, флотациялау, сусыздандыру және кенді тазарту) цехтың жұмысын қамтамасыз ету үшін қажетті негізгі жабдықтар мен жүйелер қарастырылады. Цехтағы еңбек процесін ұйымдастыру және қауіпсіздік шаралары сипатталған.

Диссертацияда цианидті шаймалау, аммиакты шаймалау сияқты шаймалаудың негізгі әдістері сипатталған, шаймалау процесін бақылау және оның тиімділігін арттыру әдістері, сорбентті таңдау және оның қасиеттері қарастырылған: активтендірілген көмір, Шайыр және т. б. сияқты сорбцияның негізгі әдістері сипатталған, Алтынды сіңіру процесі: Алтынды сіңіру процесінің тиімділігіне әсер ететін негізгі факторлар қарастырылады, өңдеу цехының өнімділігін оңтайландыру, өндірістік көрсеткіштерді бақылау және талдау: факторларды талдау әдістері қарастырылады, процестегі кедергілерді анықтау және жою: өндірістік процестегі кедергілерді анықтау және жою әдістері, инновациялық технологиялар мен әдістерді енгізу ұсынылады: цехтың өнімділігін арттыру үшін инновациялық технологиялар мен әдістерді енгізу ұсынылады.

## АННОТАЦИЯ

В дипломной работе описывается важность цеха по переработке золотосодержащих руд и пути оптимизации его производительности. Приведена общая характеристика цеха по переработке золотосодержащих руд, технологический процесс переработки руды (дробление, сортировка, флотация, обезвоживание и очистка руды) Рассматриваются основные оборудования и системы, необходимые для обеспечения работы цеха. Описывается организация трудового процесса в цехе и меры безопасности.

В дипломной работе описаны основные методы выщелачивания, такие как выщелачивание цианида, выщелачивание аммиака, рассматриваются методы контроля процесса выщелачивания и повышения его эффективности, выбор сорбента и его свойства: описаны основные методы сорбции, такие как активированный уголь, смолы и др., процесс абсорбции золота: рассматриваются основные факторы, влияющие на эффективность процесса абсорбции золота, оптимизация производительности перерабатывающего цеха, мониторинг и анализ производственных показателей: рассматриваются методы анализа факторов, влияющих на производительность цеха, выявление и устранение барьеров в процессе: предлагаются методы выявления и устранения барьеров в производственном процессе, внедрение инновационных технологий и методов: для повышения производительности цеха предлагается внедрение инновационных технологий и методов.

## ANNOTATION

The thesis describes the importance of a gold ore processing workshop and ways to optimize its productivity. The general characteristics of the gold ore processing workshop, the technological process of ore processing (crushing, sorting, flotation, dewatering and ore purification) are given, the main equipment and systems necessary to ensure the operation of the workshop are considered. The organization of the labor process in the workshop and safety measures are described.

The thesis describes the main methods of leaching, such as cyanide leaching, ammonia leaching, considers methods for controlling the leaching process and increasing its efficiency, the choice of sorbent and its properties: describes the main methods of sorption, such as activated carbon, resins, etc., the process of gold absorption: considers the main factors affecting the effectiveness of the gold absorption process, optimization of the productivity of the processing plant, monitoring and analysis of production indicators: methods of factor analysis are considered, the methods of identifying and eliminating barriers in the production process, the introduction of innovative technologies and methods: to increase the productivity of the workshop, the introduction of innovative technologies and methods is proposed.

## МАЗМҰНЫ

Кіріспе	8
1 Құрамында алтыны бар кендерді қайта өңдеу цехының жалпы сипаттамасы	
1.1 Кенді қайта өңдеудің технологиялық процесі	10
1.2 Цехтың жабдықтары мен инфрақұрылымы	11
1.3 Цехтағы еңбекті ұйымдастыру және қауіпсіздік	13
2 Кеннен алтынды шаймалау учаскесі	
2.1 Кенді таңдау және оны алдын ала өңдеу	15
2.2 Алтынды шаймалау процесі	16
2.3 Шаймалауды бақылау және оңтайландыру	17
3 Алтынды сорбциялау учаскесі	
3.1 Сорбентті таңдау және оның қасиеттері	20
3.2 Алтынды сіңіру процесі	21
3.3 Сорбентті регенерациялау және пайдалану	22
4 Қайта өңдеу цехының өнімділігін оңтайландыру	
4.1 Өндірістік көрсеткіштерді мониторингілеу және талдау	24
4.2 Процестегі кедергілерді анықтау және жою	25
4.3 Инновациялық технологиялар мен әдістерді енгізу	26
4.4 Металлургиялық есептеулер	28
5 Экологияға тигізетін әсерлері	
5.1 Алтын өндіру процестерінің қоршаған ортаға тигізетін әсері	37
Қорытынды	40
Әдебиеттер тізімі	41

## КІРІСПЕ

Өнімділігі жылына бес тонна алтынды шаймалау және сіңіру учаскелері бар құрамында алтыны бар кендерді өңдейтін цех алтын өндірудегі маңызды буын болып табылады. өнеркәсіптің. Бұл жұмыста мұндай цех жұмысының негізгі аспектілері талданады және зерттеледі, сонымен қатар оның өнімділігін оңтайландыру бойынша ұсыныстар ұсынылады.

"Құрамында алтыны бар кендерді қайта өңдеу цехының жалпы сипаттамасы" атты бірінші тарау келесідей болады. Бұл шеберханада болып жатқан негізгі кезеңдер мен процестерге шолу жасау қасиетті. Цехта қолданылатын құрамында алтыны бар кендердің негізгі түрлері қарастырылып, оларды өңдеудің негізгі әдістері мен технологиялары сипатталады. Сондай-ақ, ұйымның құрылымы мен ұйымдастырылуы қарастырылатын болады. Цехтың жұмысын, оның ішінде оның тиімді жұмысын қамтамасыз ету үшін қажетті негізгі жабдықтар мен жүйелерді қамтамасыз ету.

Екінші тарау "Алтынды кеннен шаймалау учаскесі" алтынды кеннен шаймалау процесін егжей-тегжейлі зерттеуге арналады. Қаралатын болады сілтісіздендірудің негізгі әдістері, мысалы, цианидті сілтісіздендіру, аммиакты сілтісіздендіру және т.б. Сілтілеу кезінде болатын негізгі реакциялар мен физика-химиялық процестер сипатталады, сонымен қатар сілтіленуге әсер ететін негізгі факторлар қарастырылады. Бұл процестің тиімділігі.

Үшінші тарау "Алтын сорбциясы учаскесі" алтынды сорбциялау процесін зерттеуге арналады. Белсендірілген көмір, шайырлар және т.б. сияқты сорбцияның негізгі әдістері қарастырылады. Сорбциялық сорғы жұмысының негізгі принциптері сипатталатын болады. Материалдар, сондай-ақ алтынды сіңіру процесінің тиімділігіне әсер ететін негізгі факторлар қарастырылады.

"Қайта өңдеу цехының өнімділігін оңтайландыру" атты төртінші тарауда цехтың өнімділігін оңтайландыру бойынша ұсыныстар ұсынылады. Ра болады сөнімділікке әсер ететін әртүрлі аспектілер қарастырылады, шаймалау және сорбция процестерін оңтайландыру, жабдықтар мен технологияларды жетілдіру, еңбекті ұйымдастыру мен цехты басқаруды оңтайландыру сияқты. Сондай-ақ ықтимал проблемалар қарастырылады өнімділікті оңтайландырумен байланысты тәуекелдер де, оларды жою бойынша ұсыныстар да ұсынылады.

Нәтижесінде бұл жұмыс құрамында алтыны бар кендерді шаймалау және сорбциялау учаскелері бар қайта өңдеу цехының жұмысын кешенді талдау және зерттеу болып табылады. Цех жұмысының негізгі кезеңдері мен процестері қарастырылады, сонымен қатар оның өнімділігін оңтайландыру бойынша ұсыныстар ұсынылады. Бұл жұмыс алтын өндіру және кенді қайта өңдеу саласындағы мамандарға, сондай-ақ осы салаға қызығушылық танытқандардың барлығына пайдалы болады сыйымды.

"Құрамында алтыны бар кендерді шаймалау және сорбциялау учаскелері бар өңдеу цехының өнімділігі жылына бес тонна алтынды" зерттеу қазіргі жағдайда өзекті болып табылады, мұнда өндіру мен өңдеудің жаңа және тиімді әдістері үнемі іздестірілуде. Құрамында алтыны бар кендердің қалдықтары.



Оның тау-кен өнеркәсібін және жалпы экономиканы дамыту үшін маңызы зор, өйткені ол алтынды өңдеу және өндіру өнімділігін арттыруға мүмкіндік береді, бұл өз кезегінде пайданың артуына және экономиканың дамуына ықпал етеді. Мұндай зерттеулер құрамында алтыны бар кендерді тиімдірек пайдалануға, өндіріс шығындарын азайтуға және қоршаған ортаға кері әсерін азайтуға мүмкіндік беретін жаңа технологиялар мен әдістердің дамуына әкелуі мүмкін.

Зерттеу объектісі ретінде ания "Құрамында алтыны бар кендерді шаймалау және сорбциялау учаскелері бар қайта өңдеу цехы, өнімділігі жылына бес тонна алтын өндіру" жұмысында құрамында алтыны бар кендерді қайта өңдеуді жүзеге асыратын цех болып табылады. Зерттеу пәні сілтісіздендіру және со процестері болып табылады кеннен алтынды алу үшін цехта қолданылатын рбция. Жұмыс бағытталған жылына бес тонна алтынға қол жеткізу мақсатында процестерді оңтайландыру және цехтың өнімділігін арттыру.

# **1 Құрамында алтыны бар қайта өңдеу цехының жалпы сипаттамасы кендер**

## **1.1 Кенді қайта өңдеудің технологиялық процесі**

Құрамында алтыны бар кендерді қайта өңдеу цехы алтынды өндіру және өңдеу процесіндегі негізгі буын болып табылады. Ол алтынды кеннен және одан кейінгі көздерден алуға бағытталған бірқатар технологиялық операцияларды орындайды. Бұл жұмыста өнімділігі жылына бес тонна алтынды құрайтын шаймалау және сорбциялық учаскелері бар құрамында алтыны бар кендерді қайта өңдеу цехы қарастырылады.

Бұл цехтағы кенді қайта өңдеудің технологиялық процесі бірнеше негізгі кезеңдерді қамтиды. Бірінші кезең - кенді ұсақтау. Кен алдын ала ұсақтауға жіберіледі, онда ол белгілі бір мөлшерге дейін ұсақталады. Содан кейін ұсақталған кен негізгі ұсақтауға жіберіледі, мұнда бөлшектердің мөлшері қажетті мөлшерге дейін азаяды. кейінгі өңдеу.

Ұсақталғаннан кейін кен сұрыпталады. Бұл кезеңде кенді бөлшектердің мөлшеріне қарай фракцияларға бөлу жүреді. Бұл қайта өңдеу процесін одан әрі оңтайландыру үшін қажет. Кеннің әртүрлі фракцияларының әр түрлі ұштары болуы мүмкін. Алтынды және басқа да пайдалы компоненттерді нитрациялау, сондықтан сұрыптау ресурстарды тиімдірек пайдалануға және цехтың өнімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Технологиялық процестің келесі кезеңі кенді ұнтақтау болып табылады. Ұнтақтау көмегімен жүзеге асырылады кенді сумен және кен бөлшектерін ең кішкентай күйіне дейін ұнтақтайтын арнайы шарлармен араластыратын шарлы диірмендердің. Бұл келесі қадамда кеннің әрекеттесуші заттармен әрекеттесуінің максималды бетіне жетуге мүмкіндік береді.

Кенді ұнтақтағаннан кейін флотация кезеңіне жіберіледі. Флотация – минералдардың гидрофобтылығына қарай бөліну процесі. Бұл кезеңде қарай кенге көбіктенетін қосылыстар түзетін арнайы химиялық реагенттер қосылады. Бұл қосылыстар заттың бетіне жабысады, сондықтан олардықұрамында лотосы бар бөлшектер және флотациялық жасушалардың бетінде жиналатын көбік түзеді. Көбік фракциясындағы алтын басқа минералдардан бөлініп, кейіннен өңдеу үшін жиналады.

Флотациядан кейін құрамында алтыны бар көбік сусыздану сатысына жіберіледі. Бұл кезеңде алтын концентратын алу үшін көбік фракциясынан су алынады. Сусыздандыру центрифугалауды, сүзуді және кептіруді қоса алғанда, әртүрлі тәсілдермен жүзеге асырылуы мүмкін. Айналымнан кейін алынған алтын концентратысіңірілетін, құрамында алтынның жоғары концентрациясы бар және одан әрі өңдеуге дайын.

Технологиялық процестің соңғы сатысы алтын концентратын тазарту болып табылады. Бұл кезеңде шаймалау және сорбцияны қоса алғанда, әртүрлі әдістер қолданылады. Сілтісіздендіру – бұл цианид сияқты химиялық реагенттер

арқылы концентраттан алтынды алу процесі. Алтын әрекеттесуші заттарда ериді және ерітіндіге өтеді, содан кейін алтынды алу үшін одан әрі өңдеуден өтеді.

Сорбция – бұл процесс, онда алтын ерітіндіден арнайы сорбенттердің көмегімен алынады. Сорбенттер алтынды ерітіндіден сорып, комплекстер түзу қабілетіне ие, содан кейін оларды бөліп алып, алтынды алу үшін өңдеуге болады. Бұл әдіс алтынды тиімді түрде тазартуға мүмкіндік береді. Қоспалардан жасалған бұйымдар және жоғары сапалы алтын алу.

Осылайша, цехта құрамында алтыны бар кендерді өңдеудің технологиялық процесі кенді ұсақтау мен сұрыптаудан бастап, алтын концентратын шаймалау арқылы тазартуға дейінгі бірнеше кезеңдерді қамтиды тұндыру және сіңіру. Процестің әрбір қадамының өз мақсаты бар және арнайы жабдық пен реагенттерді қолдану арқылы жүзеге асырылады. Цехтың тиімділігі мен өнімділігі әр кезеңнің дұрыс орындалуына және ресурстарды оңтайлы пайдалануға байланысты.

## **1.2 Цехтың жабдықтары мен инфрақұрылымы**

Құрамында алтыны бар кендерді қайта өңдеу цехы алтынды өндіру және өңдеу процесіндегі негізгі буын болып табылады. Бұл арнайы жабдықтармен және инфрақұрылыммен жабдықталған интеграцияланған өндірістік фабрика шикізатты тиімді өңдеу және кеннен алтын алу үшін қажет. Бұл бөлімде құрамында алтыны бар кендерді өңдейтін цехтың жалпы сипаттамасын, сондай-ақ оның жұмысына қажетті құрал-жабдықтар мен инфрақұрылымды қарастырамыз.

Алтынды қайта өңдеу цехы құрамында алтыны бар кендер бірнеше негізгі учаскелерді қамтитын күрделі инженерлік-техникалық жүйе болып табылады: кенді ұсақтау және ұнтақтау учаскесі, алтынды шаймалау учаскесі, сорбция учаскесі және алтынды тазарту және концентрациялау учаскесі. Бұл учаскелердің өзіндік ерекшеліктері бар және құрамында алтыны бар кендерді өңдеу процесінде белгілі бір функцияларды орындайды.

Кенді ұсақтау және ұнтақтау учаскесі шикізатты кейіннен өңдеуге жарамды мөлшерге дейін бөлшектеуге және ұсақтауға арналған. Ол кенді ұнтақтаудың әр түрлі сатыларын жүзеге асыратын әр түрлі типтегі ұнтақтағыштар мен диірмендерден тұрады. Бұл учаскеде кеннің ірі және ұсақ фракцияларын бөлуге мүмкіндік беретін әртүрлі сұрыптау және жіктеу құрылғылары да қолданылады.

Алтынды шаймалау ағыны құрамында алтыны бар кендерді өңдеудің негізгі кезеңдерінің бірі болып табылады. Ол сілтісіздендірудің химиялық реакцияларын қолдану арқылы кеннен алтынды алуға арналған. Бұл учаскеде шаймалаудың әртүрлі әдістері қолданылады, соның ішінде цианидті шаймалау, хлорлы шаймалау және т.б. Бұл процестерді жүзеге асыру үшін химиялық

реагенттерді беру және бақылау жүйелерімен жабдықталған арнайы резервуарлар мен реакторлар пайдаланылады.

Сорбция учаскесі ерітінділерді тазалауға арналған алтынды қоспалардан және алтынның сұйық фазадағы концентрациясынан. Бұл учаскеде белсенді көмірді, шайырларды және басқа сорбенттерді қоса алғанда, сорбцияның әртүрлі әдістері қолданылады. Бұл процестерді жүзеге асыру үшін жүйелермен жабдықталған арнайы колонналар мен резервуарлар қолданылады ерітінділерді беру және іріктеу бойынша.

Алтынды тазарту және концентрациялау учаскесі алтын ерітінділерін қоспалардан түпкілікті тазартуға және алтынды таза металл ретінде шоғырландыруға арналған. Бұл учаскеде тазалаудың әртүрлі әдістері қолданылады, соның ішінде электрліколиз, цементтеу және т.б. Бұл процестерді жүзеге асыру үшін арнайы электролизерлер, цементтеу цистерналары және басқа жабдықтар қолданылады.

Құрамында алтыны бар кендерді өңдейтін цехтың жабдықтарына қажетті көптеген машиналар мен механизмдер кіреді, өңдеудің барлық кезеңдерін орындауға арналған жабдықтар. Бұған ұсатқыштардың, диірмендердің, сұрыптау және жіктеу құрылғыларының әртүрлі түрлері, шаймалауға арналған ыдыстар мен реакторлар, сорбциялық колонналар мен резервуарлар, электролизерлер мен цементтеу цистерналары жатады алтынды тазарту және шоғырландыру үшін. Сонымен қатар, цехта реагенттер мен ерітінділерді жеткізу, бақылау және іріктеудің әртүрлі жүйелері, сондай-ақ қалдықтарды тазарту және кәдеге жарату жүйелері қолданылады.

Құрамында алтыны бар кендерді қайта өңдеу цехының инфрақұрылымына құрылыс жабдықты орналастыру және оның қалыпты жұмысын қамтамасыз ету үшін қажетті жабдықтар мен қондырғылар. Бұған ұсақтау-ұнтақтау учаскесін, шаймалау учаскесін, сорбциялық учаскені және алтынды тазарту және концентрациялау алаңын орналастыруға арналған ғимараттар кіреді. Сонымен қатар, инфрақұрылымға энергиямен жабдықтау, сумен жабдықтау және су бұру жүйелері, желдету және ауа баптау жүйелері, өрт сөндіру жүйелері және басқа да инженерлік жүйелер кіреді.

Осылайша, құрамында алтыны бар кендерді қайта өңдеу цехы өз алдына арнайы жабдықтармен және инфрақұрылыммен жабдықталған күрделі инженерлік-техникалық жүйе. Ол алтынды өндіру және өңдеу процесінде маңызды функцияны орындайды, кеннен бағалы металды тиімді алуды қамтамасыз етеді. Дұрыс жұмыс істеуі және цехтың жабдықтары мен инфрақұрылымына техникалық қызмет көрсету жоғары өнімділік пен өнім сапасын қамтамасыз етудің негізгі факторлары болып табылады.

### 1.3 Цехтағы еңбекті ұйымдастыру және қауіпсіздік

Құрамында алтыны бар кендерді өңдейтін цехтың жалпы сипаттамасы алтынды өндіру және өңдеу процесінің маңызды құрамдас бөлігі болып табылады. Құрамында алтыны бар кендерді шаймалау және сорбциялау учаскелері бар қайта өңдеу цехы күл шығару мақсатында кенді өңдеудің бірнеше кезеңдерін қамтитын кешенді өндірістік нысан болып табыладыота.

Құрамында алтыны бар кендерді қайта өңдеу цехында еңбекті ұйымдастыру кенді қайта өңдеу процесінің өнімділігі мен тиімділігін арттыруға бағытталған. Цехта механиктер, электриктер және т.б. сияқты әртүрлі жұмыс түрлерімен айналысатын көптеген қызметкерлер жұмыс істейді.

Цехтағы еңбекті ұйымдастырудың негізгі міндеттерінің бірі жабдықтар мен ресурстарды оңтайлы пайдалану болып табылады. Ол үшін жабдықтың оңтайлы жұмыс кестесін әзірлеу, сонымен қатар оның жүйелі түрде жұмыс істеуін қамтамасыз ету қажет. техникалық тексеруді және қызмет көрсетуді. Сондай-ақ химиялық реагенттер, электр энергиясы және су сияқты қажетті ресурстарды қамтамасыз ету маңызды.

Құрамында алтыны бар кендерді қайта өңдеу цехындағы қауіпсіздік жұмысшылардың қауіпсіздігін қамтамасыз етуде шешуші рөл атқарады. Ықтимал авариялық жағдайлардың алдын алу және олардың алдын алу. Ол үшін заңнамада және нормативтік құжаттарда белгіленген еңбек қауіпсіздігі мен еңбекті қорғаудың барлық талаптарын сақтау қажет.

Қауіпсіздіктің негізгі шараларының бірі - оқыту мен әдістемелік қамтамасыз ету. Жұмысшылардың қауіпсіз жұмыс істеу және жабдықты пайдалану ережелері бойынша еңбек өтілі. Жұмысшылар ықтимал қауіптер туралы хабардар болуы және сақтық шараларын қолдана білуі керек.

Сондай-ақ, жұмысшылардың қауіпсіздігі үшін қажетті жеке қорғаныс құралдарының болуын қамтамасыз ету маңызды. Қорғаныс көзілдірігі, бетперде, қолғап және басқа құралдар сияқты ісов. Жабдықты жүйелі түрде тексеру және техникалық қызмет көрсету де қауіпсіздікті қамтамасыз етудің маңызды аспектісі болып табылады.

Ықтимал төтенше жағдайлардың алдын алу үшін бақылау жүйесі де болуы керек жабдықтың жұмысын бақылайтын және ықтимал ақауларға немесе ақауларға жауап беретін автоматты басқару және басқару.

Қауіпсіздіктің маңызды аспектісі экологиялық талаптардың сақталуын бақылау болып табылады. Алтынсодты қайта өңдеу процесіндезиянды кендерден қоршаған ортаға кері әсерін тигізетін қауіпті заттар бөлінуі мүмкін. Сондықтан ағынды сулар мен қалдықтарды тазартудың арнайы әдістерін қолдану, сондай-ақ атмосфераға зиянды заттардың шығарылуын бақылау қажет.

Қайта өңдеу цехында құрамында алтыны бар кендер кенді өңдеу процесі оны ұсақтау мен ұнтақтаудан басталады. Кен конвейерге жеткізіледі, онда ол

белгілі бір мөлшерге дейін ұнтақталады. Содан кейін кен сілтісіздендіру учаскесіне жеткізіледі.

Сілтілеу - бұл сілтіні бөліп алу процесі. Химиялық реагенттердің көмегімен кеннен алынады. Кен арнайы учаскелерге жеткізіледі, онда ол әрекеттесуші заттармен жанасады. Әрекеттесуші заттардың әсерінен алтынның еруі жүреді, содан кейін ол ерітіндіге өтеді.

Сілтіленгеннен кейін, мысалы, алтынмен ерітіндісорбция учаскесіне құйылады. Сорбция - арнайы сорбенттерді қолдану арқылы ерітіндіден алтынды алу процесі. Ерітінді алтынды ұстайтын сорбент қабатынан өтеді. Содан кейін алтынмен сорбент кері реакцияға түседі, нәтижесінде алтын мен оның қосылыстары сорбенттен алынады.

Алынған алтын қоспаларды кетіру және тазарту үшін қосымша өңдеуден өтеді. Содан кейін ол ылғал жойылатын дегидратация аймағына өтеді. Осыдан кейін алтын өңдеудің келесі кезеңіне өтуге дайын.

Осылайша, құрамында алтыны бар кендерді шаймалау және сорбциялау учаскелері бар қайта өңдеу цехы күрделі және технологиялық өндіріс орны болып табылады. Еңбекті ұйымдастыру және қауіпсіздік процестің тиімділігін қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады және қызметкерлерді қорғау. Заманауи технологияларды енгізу және қауіпсіздіктің барлық талаптарын сақтау құрамында алтыны бар кендерді өңдеу процесінде жоғары өнімділік пен сапаға қол жеткізуге мүмкіндік береді.

## **2 Кеннен алтынды шаймалау учаскесі**

### **2.1 Кенді таңдау және оны алдын ала өңдеу.**

Алтынды кеннен шаймалау учаскесі құрамында алтыны бар кендерді өңдеу процесіндегі маңызды кезеңдердің бірі болып табылады. Кенді таңдау және оны алдын ала өңдеу тиімділік пен өндірісте шешуші рөл атқарады. Осы учаскенің тазалығы.

Бастапқыда шаймалауға ең қолайлысын анықтау үшін кендердің әртүрлі түрлеріне талдау жүргізу қажет. Кеннің құрамында шаймалау процесіне әсер ететін әртүрлі қоспалар мен минералдар болуы мүмкін. Сондықтан бұл қажетсонымен қатар, кендегі алтынның мөлшері, басқа металдардың болуы, минералогиялық құрамы, физика-химиялық қасиеттері және өңдеудің технологиялық күрделілігі сияқты параметрлерді ескеру қажет.

Кенді таңдағаннан кейін оны алдын ала өңдеу жүргізіледі. Бұл кезең алтынды тасымалдаушы минералдардан тазартуға және оның сілтіленуін жақсартуға бағытталған бірнеше операцияларды қамтиды. Негізгі операциялардың бірі кенді ұсақтау болып табылады.

Кенді ұсақтау бөлшектердің мөлшерін азайту және жасау мақсатында жүзеге асырылады кейіннен шаймалау үшін оңтайлы жағдайлар. Ол үшін ұсақтағыш жабдықтардың әр түрлі типтері қолданылады, мысалы, жақ ұсатқыштар және конустық ұсатқыштар. Ұсақтау нәтижесінде кен ұсақ фракцияларға ыдырайды, бұл кеннің беріктігін арттыруға көмектеседі. Алтын мен сілтісіздендіру ерітіндісінің арасындағы байланыс қына.

Кенді ұсақтағаннан кейін оның классификациясы жүргізіледі. Классификация кенді әртүрлі мөлшердегі фракцияларға бөлуге мүмкіндік береді, бұл шаймалаудың келесі кезеңі үшін маңызды. Жіктеу үшін оларды қолдануға болады електерді, центрифугаларды және басқа жабдықтарды пайдалану. Жіктеу мүмкіндік береді ұсақ бөлшектерді ірі бөлшектерден бөліп алыңыз, бұл тиімдірек шаймалауды қамтамасыз етеді.

Кенді жіктегеннен кейін оның агломерациясы жүзеге асырылады. Агломерация – бұл кендерді біріктіру процесі. Ірі түйіршіктердегі кен бөлшектерін цемент немесе саз сияқты арнайы байланыстырғыш заттарды қосу арқылы жасалады. Агломерация шаймалау ерітіндісі үшін кеннің өткізгіштігін жақсартуға және ерітіндінің көлем бойынша біркелкі таралуын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді комму кенді.

Агломерациядан кейін кен күйдіріледі. Күйдіру – бұл органикалық заттарды, сульфидтерді және басқа қоспаларды кетіру үшін кенді белгілі бір температураға дейін қыздыру процесі. Күйдіру арнайы пештерде немесе айналмалы пештерде жүзеге асырылады. Нәтижесінде күйдіру кезінде кен кеуектірек болады және шаймалау ерітіндісі үшін оңай қол жетімді болады.

Күйдірілгеннен кейін кен флотацияға ұшырайды. Флотация – минералдардың гидрофильділігі мен гидрофобтылығына қарай бөліну процесі. Флотация үшін арнайы қондырғылар қолданылады. Минералды бөлшектерге белгілі бір қасиеттер беретін агенттер. Флотация нәтижесінде минералдар концентрат пен қалдықтарға бөлінеді. Концентрат құрамында алтынды қоса алғанда, одан да құнды компоненттер бар, содан кейін олар сілтіленуге ұшырайды.

Осылайша бірден кенді таңдау және оны алдын ала өңдеу алтынды кеннен шаймалау процесінің ажырамас кезеңдері болып табылады. Бұл операциялар алтынның шайылуын жақсартуға, технологиялық тиімділікті арттыруға және учаскенің жоғары өнімділігін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Кенді дұрыс таңдау және оңтайлы алдын ала өңдеу құрамында алтынды бар кендерді қайта өңдеу цехының табысты жұмысының негізі болып табылады.

## **2.2 Алтынды шаймалау процесі**

Алтынды кеннен шаймалау учаскесі процестің негізгі кезеңдерінің бірі болып табылады құрамында алтынды бар кендерді қайта өңдеу. Бұл процесс химиялық реакциялар мен физикалық әдістерді қолдана отырып, алтынды кеннен алуға мүмкіндік береді. Бұл жұмыста біз алтынды шаймалау процесін және оның құрамында алтынды бар цехтың өнімділігіне әсерін қарастырамыз.

Алтынды кеннен шаймалау процесі алтынды және басқа металдарды кеннен ерітуге қабілетті еріткіштерді қолдануға негізделген. Ең көп таралған еріткіштердің бірі - натрий цианиді. Натрий цианиді алтынмен комплекстер түзеді, бұл оны кеннен ерітуге мүмкіндік береді.

Алтынды шаймалау процесі кенді бөлшектердің белгілі бір мөлшеріне дейін ұсақтаудан басталады. Кенді ұсақтау еріткіш пен құрамында алтынды бар минералдар арасындағы жанасу бетінің ұлғаюына мүмкіндік береді, бұл кеннің ыдырауына ықпал етеді. Алтынды тиімдірек шаймалауға көмектеседі.

Кенді ұсақтағаннан кейін ол еріткішпен өңделеді. Құрамында натрий цианиді бар еріткіш кенмен жанасатын сілтісіздендіру учаскесіне жеткізіледі. Еріткіш ішке енеді кендер және алтын мен басқа металдарды еріте бастайды.

Алтынды шаймалау процесінің маңызды аспектісі еріткіш пен кен арасындағы реакция үшін оңтайлы жағдайларды сақтау болып табылады. Ол үшін температураны, рН деңгейін және концентрацияны бақылауды қолдануға болады. Еріткіштің шығыны. Оңтайлы жағдайлар шаймалау процесінің максималды өнімділігіне қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Еріткішпен жанасқаннан кейін кен фильтрация жүйесі арқылы өтеді, онда еріген алтын мен ерімейтін алтынның бөлінуі жүреді. еріген миналарералов. Сүзу алтынның жоғары концентрациясы бар ерітіндіні алуға мүмкіндік береді.



Алтынның жоғары концентрациясы бар алынған ерітінді процестің келесі кезеңіне - сорбция учаскесіне жіберіледі. Бұл кезеңде ерітіндідегі алтын арнайы сорбциялық ерітінділерге ауысады. белсендірілген көмір немесе шайырлар сияқты материалдар. Сорбция ерітіндіден алтынды алуға және оған жоғары концентрация беруге мүмкіндік береді.

Сорбция учаскесінен өткеннен кейін құрамында алтынмен қаныққан алтыны бар материал регенерация процесінен өтеді. Регенерация алтынды сорбциялық материалдан алуға және одан әрі зергерлік бұйымдарды өндіруге немесе басқа өнеркәсіптік мақсаттарға пайдалануға болатын алтын концентратын алуға мүмкіндік береді.

Алтынды сілтілеу процесі күрделі болып табылады және оны қажет етеді жоғары өнімділікке қол жеткізу үшін параметрлерді бақылау. Процестің тиімділігінің жеткіліксіздігі алынған ерітінділердегі алтынның төмен концентрациясына әкелуі мүмкін, бұл құрамында алтыны бар кендерді өңдейтін цехтың жалпы өнімділігін төмендетеді.

Алтынды шаймалау процесінің маңызды аспектісі сонымен қатар жұмысшылар мен қоршаған ортаның қауіпсіздігін қамтамасыз ету болып табылады. Еріткіш ретінде қолданылатын натрий цианиді улы зат болып табылады және оны қолдану кезінде сақтық шараларын қатаң сақтауды талап етеді. пайдалануда және сақтауда.

Қорытындылай келе, алтынды кеннен шаймалау учаскесі құрамында алтыны бар кендерді өңдеу процесіндегі маңызды қадам болып табылады. Ол натрий цианиді сияқты еріткіштерді пайдалана отырып, кеннен алтынды алуға мүмкіндік береді. Процестің оңтайлы шарттары шаймалау, параметрлерді бақылау және қауіпсіздік құрамында алтыны бар кендерді өңдейтін цехтың өнімділігін арттырудың негізгі факторлары болып табылады.

### **2.3 Шаймалауды бақылау және оңтайландыру**

Алтынды кеннен шаймалау учаскесі болып табылады құрамында алтыны бар кендерді қайта өңдеу цехындағы шешуші кезеңдердің бірі. Бұл процесс алтынды кеннен алуға және оны еритін түрге айналдыруға мүмкіндік беретін химиялық реакцияны қолдануға негізделген. Шаймалауды бақылау және оңтайландыру міндетті болып табылады процестің маңызды бөлігі және осы кезеңнің өнімділігі мен тиімділігін арттыруға бағытталған.

Алтынды кеннен шаймалаудың негізгі әдісі - цианидті шаймалау. Бұл процесс алтынмен әрекеттесетін натрий цианидін қолдануға негізделген рудада, суда оңай еритін күрделі қосылыс түзеді. Дегенмен, цианидтің улы зат екенін ескеру қажет, сондықтан оны пайдалануды бақылау және қызметкерлердің қауіпсіздігі процесті оңтайландыруда маңызды аспектілер болып табылады сілтісіздендіру.

Бақыланатын және оңтайландырылатын негізгі параметрлерге цианид концентрациясы, ерітіндінің рН, температура, сондай-ақ шаймалау уақыты кіреді. Цианидтің концентрациясы тиімді еруін қамтамасыз ету үшін жеткілікті болуы керек дегенмен, тым жоғары концентрация әрекеттесуші заттардың қымбаттауына және қауіпсіздіктің нашарлауына әкелуі мүмкін. Сондықтан цианид концентрациясы мен шаймалау тиімділігі арасындағы оңтайлы қатынасты табу керек.

Ерітіндінің рН-ы да шаймалау процесінде маңызды рөл атқарады і рөлі. Оңтайлы рН мәні кеннің түріне байланысты және оны тәжірибе жүзінде анықтауға болады. Әдетте цианид пен алтын арасындағы реакцияның оңтайлы жағдайларын қамтамасыз ету үшін ерітіндінің рН мәні 10-нан 11-ге дейін сақталады.

Температура алтынның шайылу жылдамдығына да әсер етеді. Температураның жоғарылауы реакцияны тездетуі мүмкін, бірақ тым жоғары температура қауіпсіздік мәселелеріне және энергия тұтынудың артуына әкелуі мүмкін. Сондықтан оңтайлы жылдамдықты табу керекературу, ол ең аз шығынмен шаймалаудың жеткілікті жылдамдығын қамтамасыз етеді.

Шаймалау уақыты да бақылауды және оңтайландыруды қажет ететін маңызды фактор болып табылады. Тым қысқа уақыт алтынның толық шайылмауына әкелуі мүмкін, ал тым ұзақ уақыт энергия мен әрекеттесуші заттардың қымбаттауына әкелуі мүмкін. Сондықтан шаймалаудың оңтайлы уақытын анықтау маңызды міндет болып табылады.

Алтынның кеннен шайылуын бақылау және оңтайландыру үшін әр түрлі әдістер қолданылады қазбалар мен аспаптар. Солардың бірі - автоматты басқару жүйелерін қолдана отырып, процестің параметрлерін бақылау. Бұл жүйелер цианид концентрациясын, ерітіндінің рН-ын, температурасын және басқа параметрлерді үздіксіз бақылауға мүмкіндік береді, бұл тез әрекет етуге мүмкіндік береді. Шаймалау процесін өзгертуге және түзетуге.

Сондай-ақ шаймалауды бақылау және оңтайландыру үшін зертханалық сынақтар қолданылады. Кендер мен ерітінділердің сынамаларын талдау негізінде бетон үшін шаймалау процесінің оңтайлы параметрлерін анықтауға болады кеннің кен түрінің. Зертханалық сынақтар сонымен қатар шаймалаудың тиімділігін бағалауға және ықтимал ақаулардың себептерін анықтауға мүмкіндік береді.

Алтынды шаймалауды бақылау мен оңтайландырудың маңызды аспектісі сонымен қатар персоналдың және қоршаған ортаның қауіпсіздігін қамтамасыз ету болып табылады тамақ. Цианидпен жұмыс істеу арнайы жабдықты пайдалануды, қызметкерлерді оқытуды және улы заттармен жұмыс істеу ережелерін сақтауды қоса алғанда, қатаң қауіпсіздік шараларын сақтауды талап етеді.

Қорытындылай келе, кеннен алтынды шаймалау учаскесі маңызды болып табылады құрамында алтыны бар кендерді қайта өңдеу цехындағы кезең.

Шаймалау процесін бақылау және оңтайландыру өнімділікті арттыруға және жақсартуға мүмкіндік береді осы кезеңнің тиімділігі. Цианид концентрациясы, ерітіндінің рН, температуралар сияқты шаймалаудың оңтайлы параметрлері және шаймалау уақыты зертханалық сынақтар мен процесі бақылау негізінде анықталады. Персонал мен қоршаған ортаның қауіпсіздігі де кеннен алтынның шайылуын бақылау мен оңтайландырудың маңызды аспектісі болып табылады.

### 3 Алтынды сорбциялау учаскесі

#### 3.1 Сорбентті таңдау және оның қасиеттері

Алтынды сорбциялау учаскесі құрамында алтыны бар кендерді өңдеу процесіндегі шешуші кезеңдердің бірі болып табылады. Ол алтынды шаймалаудың алдыңғы сатысында өндірілген ерітіндіден алуға арналған. Бұл бөлімде біз жұмыс істеймізбіз осы процестің тиімділігі мен тиімділігінде маңызды рөл атқаратын сорбентті және оның қасиеттерін таңдауға несие береміз.

Сорбентті таңдау алтынды сорбциялау учаскесін жобалаудағы маңызды қадам болып табылады. Сорбент белгілі бір қасиеттерге ие болуы керек, осылайша ерітіндіден алтынды алудың максималды тиімділігін қамтамасыз ету. Бұл процесте қолданылатын ең көп таралған сорбенттердің бірі белсендірілген көмір болып табылады.

Белсендірілген көмірдің бірқатар бірегей қасиеттері бар, олар мыналарды жасайды оның алтынды сіңіру үшін тамаша таңдауы. Біріншіден, оның үлкен беті бар, ол жоғары сорбциялық сыйымдылықты қамтамасыз етеді. Белсендірілген көмірдің үлкен беті оның ерітіндідегі алтын иондарымен тиімді әрекеттесуіне және ұсталуына мүмкіндік береді және өз бетінде.

Екіншіден, белсендірілген көмірдің жақсы селективтілігі бар, яғни ол ерітіндіден алтын иондарын таңдап, оларды басқа металдар мен қоспалар өткен кезде ұстай алады. Бұл алдын алуға мүмкіндік береді алтынның жоғалуы және алынған соңғы өнімнің тазалығын қамтамасыз ету.

Сонымен қатар, белсендірілген көмір жақсы механикалық беріктікке ие, бұл оны сынуға төзімді етеді және ұзақ қызмет ету мерзімін қамтамасыз етеді. Бұл әсіресе өсу жағдайында өте маңызды қалыпты жүктемелер мен қарқынды құрамында алтыны бар кендерді қайта өңдеу цехтарына тән эксплуатациялар.

Дегенмен, белсендірілген көмірден басқа, алтынды сіңіру үшін қолдануға болатын басқа да сорбенттер бар. Мысалы, ион алмастырғыш шайырлар қоршаған ортаға аяқтанды жоғары селективті және ерітіндіден алтынды алу үшін тиімді пайдалануға болады. Олардың алтын иондарымен комплекстер түзуге және оларды өз бетінде ұстауға қабілетті арнайы функционалдық топтары бар.

Сонымен қатар полимер негізіндегі сорбенттер бар, олардың сорбциялық қабілеті жоғары және механикалық беріктігі жақсы. Оларды алтынды сіңіру процесінің тиімділігін арттыру үшін басқа сорбенттермен біріктіріп қолдануға болады.

Атап өту маңызды сорбентті таңдау және оның қасиеттері алтынды сіңіру процесінің нақты шарттары мен талаптарына байланысты екенін. Мысалы, ерітіндінің рН мәні, алтынның концентрациясы, басқа металдар мен қоспалардың болуы сорбцияның тиімділігіне әсер етуі мүмкін. Сондықтан алдын алу қажеттілік зерттеуді жүргізіп, таңдалған сорбент үшін оңтайлы жағдайларды анықтаңыз.

Қорытындылай келе, алтынды сорбциялау учаскесі құрамында алтыны бар кендерді өңдеу процесіндегі маңызды кезең болып табылады. Сорбентті таңдау және оның қасиеттері қамтамасыз етуде шешуші рөл атқарады. Бұл процестің тиімділігі мен тиімділігінің ай. Белсендірілген көмір ең көп таралған және тиімді сорбенттердің бірі болып табылады, дегенмен нақты жағдайларға байланысты қолдануға болатын басқа баламалар да бар және талаптардың.

### 3.2 Алтынды сіңіру процесі

Алтынды сорбциялау учаскесі құрамында алтыны бар кендерді өңдеу процесінің негізгі кезеңдерінің бірі болып табылады. Бұл процесс сорбенттер деп аталатын белгілі бір материалдардың алтынды таңдау және ұстау қабілетіне негізделген ерітіндіден. Бұл бөлімде біз алтынды сорбциялау учаскесінің жұмыс істеу принциптерін, оның негізгі компоненттерін және алтынды сорбциялау процесін егжей-тегжейлі қарастырамыз.

Алтынды сіңіру процесінің сипаттамасына кіріспес бұрын, сорбцияның не екенін түсіну керек. Сорбция - бұл процесс бір затты екінші затқа сіңіру немесе ұстап тұру. Алтынның сорбциялық учаскесі жағдайында сорбенттер ерітіндіден алтынды сіңіріп, алтын-сорбент кешендерін түзеді.

Алтынды сорбциялау учаскесінде әр түрлі сорбенттер қолданылады, бірақ ең көп таралған мен белсендірілген көмір енгізіледі. Белсендірілген көмірдің беті үлкенірек, бұл алтынның тиімді сорбциясын қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, белсендірілген көмірдің химиялық инерттілігі мен тұрақтылығы бар, бұл оны көмірқышқыл газын сіңіру процесінде пайдалануға мүмкіндік береді.

Алтынды сорбциялау процесі құрамында алтыны бар ерітіндіні сорбция алаңына беруден басталады. Ерітінді сорбент қабатынан өтеді, онда алтын сорбентпен сіңеді. Осы процестің нәтижесінде ерітіндіде алтыннан тазартылған сұйықтық қана қалады сүйек. Содан кейін алтынмен сорбент ерітіндіден бөлініп, алтынды алу үшін одан әрі өңдеуден өтеді.

Алтынды сіңіру процесін бірнеше негізгі кезеңдерге бөлуге болады. Бірінші кадам - ерітіндінің сорбентпен жанасуы. Алтынмен ерітінді проол сорбент қабаты арқылы өтеді, онда алтынның сорбент бетіне адсорбциясы жүреді. Екінші кезең - алтын-сорбент кешендерінің түзілуі. Алтын сорбенттің белсенді учаскелерімен әрекеттесіп, тұрақты кешендер түзеді. Үшінші кезең - бөлу сорбент пен ерітіндінің. Алтын сорбентпен толық сіңгеннен кейін ерітінді сорбенттен бөлініп, одан әрі өңдеуден өтеді. Төртінші кезең - регенерация сорбенттің құрамы. Сорбент алтынмен қаныққаннан кейін оны қалпына келтіру керек, сондықтан оны сақтау керек. Алтынды алу және сорбентті бастапқы қасиеттеріне қайтару мақсатында.

Алтынды сорбциялау процесінің маңызды аспектісі сорбциялық учаскенің жұмыс жағдайын оңтайландыру болып табылады. Бұған оңтайлы сорбентті

таңдау, оңтайлы температураны, рН мен концентрацияны анықтау кіреді. Ерітіндінің Au, сонымен қатар ерітіндінің сорбентпен жанасуының оңтайлы уақытын анықтау. Алтынның сорбциясының максималды тиімділігін қамтамасыз ету үшін осы параметрлердің барлығын мұқият реттеу керек.

Алтынды сорбциялау учаскесі маңызды кезең болып табылады процессал құрамында алтыны бар кендерді қайта өңдеу. Ол алтынды ерітіндіден алуға және одан әрі өңдеуді қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Алтынды сорбциялау процесі сорбенттердің ерітіндіден алтынды сіңіріп, тұрақты алтын-сорбент кешендерін түзу қабілетіне негізделген. Көтермеалтын сорбциясының жоғары тиімділігін қамтамасыз етуде сорбциялық учаскенің жұмыс жағдайын имитациялау маңызды рөл атқарады.

Қорытындылай келе, алтынды сорбциялау учаскесі құрамында алтыны бар кендерді өңдеу процесінің маңызды кезеңі болып табылады. Ол алтынды ерітіндіден алуға мүмкіндік береді және оның әрі қарай өңделуін қамтамасыз ету. Алтынды сорбциялау процесі сорбенттердің ерітіндіден алтынды сіңіріп, тұрақты алтын-сорбент кешендерін түзу қабілетіне негізделген. Сорбциялық учаскенің жұмыс жағдайын оңтайландыру жоғары өнімділікті қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады алтынды сорбциялаудың тиімділігін бағалау.

### **3.3 Сорбентті регенерациялау және пайдалану**

Алтынды сорбциялау учаскесі құрамында алтыны бар кендерді өңдеу процесіндегі шешуші кезеңдердің бірі болып табылады. Бұл кадам алтынды ерітіндіден алуға және оны соңғы ерітіндіге айналдыруға мүмкіндік береді өнім - металл алтын құймасы. Бұл бөлімде біз алтынды сіңіру процесін, сондай-ақ оны қалпына келтіру және сорбентті қайта пайдалану әдістерін қарастырамыз.

Алтынның сорбциясы - бұл алтынды ерітіндіден алу және оны орнында ұстау процесі сорбенттің беттері. Сорбент, әдетте, белсендірілген көмір болып табылады, ол алтынға жоғары сіңіру қабілетіне ие. Сорбция процесі адсорбция принципіне, яғни алтынның сорбент бетіне тартылуына негізделген.

Сорбция учаскесінде алтын сорбциялық бағаналар немесе сүзгілер сияқты арнайы жабдықты пайдаланады. Алтынмен ерітінді колоннаның немесе сүзгінің жоғарғы жағына сорбентпен жанасатын жерде беріледі. Алтын сорбенттің бетіне адсорбцияланады, ал тазартылған ерітінді алтынмен ол бағанның немесе сүзгінің түбіне жиналады.

Дегенмен, уақыт өте келе сорбент алтынмен қаныққан және оның сіңіру қабілеті төмендейді. Бұл жағдайда сорбентті қалпына келтіру процесі оның бастапқы қасиеттерін қалпына келтіру және арттыру үшін жүргізілуі керек алтын сорбциясының тиімділігі.

Сорбентті регенерациялау - алтынды сорбенттің бетінен шығару және оның сіңіру қабілетін қалпына келтіру процесі. Ол үшін химиялық өңдеу, термиялық өңдеу немесе аралас өңдеу сияқты әртүрлі әдістер қолданылады.

Сорбентті қалпына келтірудің кең таралған әдістерінің бірі - химиялық өңдеу. Бұл жағдайда сорбент алтынды ерітуге қабілетті химиялық заты бар ерітіндіге батырылады. Астында химиялық ерітінділердің әсеріменора алтыны ерітіндіге өтеді, ал одан сорбент тазартылады. Содан кейін сорбент жуылады және кейінірек пайдалану үшін кептіріледі.

Термиялық өңдеу сорбентті қалпына келтіру үшін де кеңінен қолданылады. Бұл жағдайда сорбент әсер етедімен жоғары температураға дейін қыздырамын, бұл алтынды оның бетінен кетіруге мүмкіндік береді. Термиялық өңдеуді арнайы пештерде немесе айналмалы кептіргіштерде жүргізуге болады. Қыздырғаннан кейін сорбент салқындатылады және қайта пайдалануға дайын болады.

Химиялық және басқа заттардан басқа термиялық өңдеуден кейін сорбентті регенерациялаудың басқа әдістері бар, мысалы, электрохимиялық өңдеу немесе ультрадыбыспен өңдеу. Бұл әдістердің әрқайсысының өзіндік артықшылықтары мен шектеулері бар және әдісті таңдау нақты жағдайларға байланысты.

Сорбент регенерацияланғаннан кейін оны алтын сорбциясы орнында қайта пайдалануға болады. Бұл процестің экономикалық тиімділігін арттыруға және жаңа сорбентті сатып алуға кететін шығындарды азайтуға мүмкіндік береді. Бұл ретте мыналарды ескеру қажетthe сорбент уақыт өте келе өзінің сіңіргіш қасиеттерін жоғалтуы мүмкін және ауыстыруды қажет етеді.

Қорытындылай келе, алтынды сорбциялау учаскесі құрамында алтыны бар кендерді өңдеу процесіндегі маңызды кезең болып табылады. Сорбция процесі алтынның бетіне адсорбциясына негізделгенорбента. Сорбенттің регенерациясы алтынды оның бетінен кетіруге және оның сіңіру қабілетін қалпына келтіруге мүмкіндік береді. Регенерацияланған сорбентті қайта пайдалануға болады, бұл процестің тиімділігін арттыруға және жаңасын сатып алу құнын төмендетуге мүмкіндік береді сорбенттің құрамы.

## **4 Қайта өңдеу цехының өнімділігін оңтайландыру**

### **4.1 Өндірістік көрсеткіштерді мониторингілеу және талдау**

Құрамында алтыны бар кендерді өңдейтін цехтың өнімділігін оңтайландыру тау-кен және металлургия өнеркәсібіндегі маңызды міндеттердің бірі болып табылады. Бұл жұмыстың осы бөлімінде цех жұмысының тиімділігін анықтауға және өнімділікті арттыру мүмкіндіктерін анықтауға мүмкіндік беретін өндірістік көрсеткіштерді бақылау және талдау мәселелері қарастырылады.

Бастау үшін сізге қажет айта кетейік, құрамында алтыны бар кендерді өңдейтін цехтың өнімділігі белгілі бір уақыт аралығында өндірілген тонна алтынмен өлшенеді. Бұл жағдайда өнімділік жылына бес тонна алтынды құрайды. Алайда, мұндай көрсеткіштерге қол жеткізу үшін қайта өңдеу процесіне әсер етуі мүмкін көптеген факторларды ескеруі керек.

Цех өнімділігін оңтайландырудың бірінші қадамы өндірістік көрсеткіштерді бақылау болып табылады. Ол үшін деректерді жинау жүйесін орнату қажет, ол кеннің көлемі, кендегі алтынның мөлшері, энергия шығыны, уақыт шығыны және басқа факторлар сияқты өңдеу процесінің негізгі параметрлерін тіркейді.

Өнімділіктің негізгі көрсеткіштерінің бірі шаймалаудың тиімділігі болып табыладымен рудадан шыққан алтынмын. Бұл көрсеткішті бағалау үшін сілтісіздендіруден кейінгі ерітіндідегі алтынның концентрациясын анықтау және алтынды қалпына келтіру коэффициентін есептеу сияқты әртүрлі әдістер қолданылады. Бұл мәліметтер сілтісіздендіру процесінің тиімділігін бағалауға мүмкіндік бередімен және оны оңтайландыру мүмкіндіктерін анықтау.

Өндірістік көрсеткіштерді бақылаудың маңызды аспектісі сонымен қатар өнім сапасын бақылау болып табылады. Ол үшін талдау жүргізу қажет арнайы жабдықты пайдалана отырып, алынған өнімдегі алтынның құрамын аналитикалық әдістердің. Бұл деректер өндірілетін алтынның сапасын бағалауға және оны жақсарту мүмкіндіктерін анықтауға мүмкіндік береді.

Өндірістік көрсеткіштерді бақылаудан басқа, мүмкін болатын ауытқулардың себептерін анықтау үшін оларды талдауды да жүргізу қажет берілген өнімділік көрсеткіштерінен. Ол үшін статистикалық талдаудың вариациялық талдау, корреляциялық талдау және т.б. сияқты әртүрлі әдістері қолданылады. Бұл әдістер өнімділікке әсер ететін негізгі факторларды анықтауға мүмкіндік береді шеберханаларды құру және оларды жою шараларын әзірлеу.

Цехтың өнімділігіне әсер ететін негізгі факторлардың бірі жабдықтың жұмыс тиімділігі болып табылады. Бұл көрсеткішті бағалау үшін жабдықтың негізгі техникалық параметрлеріне мониторинг жүргізу қажет температура, қысым, ағын жылдамдығы және т.б. сияқты факторлар. Бұл жабдықтың ықтимал ақауларын анықтауға және оларды жою бойынша шаралар қабылдауға мүмкіндік береді.



Сонымен қатар, цехтың өнімділігін оңтайландыру үшін энергия шығынын талдау қажет. Ол үшін тұтынылатын энергия көлемін тіркейтін және оның негізгі өндірістік процестерге таралуын анықтайтын энергияны есепке алу жүйесін құру қажет. Бұл энергия шығынын азайту әлеуетін анықтауға және оларды оңтайландыру бойынша шаралар қабылдауға мүмкіндік береді.

Осылайша, өндірістік көрсеткіштерді бақылау және талдау құрамында алтыны бар кендерді қайта өңдеу цехының өнімділігін оңтайландырудың маңызды құрамдас бөлігі болып табылады. Мониторинг пен талдаудың дұрыс ұйымдастырылған жүйесі негізгі фактілерді анықтауға мүмкіндік береді өнімділікке әсер ететін АТҚ және оларды жою шараларын әзірлеу. Бұл цех жұмысының тиімділігін арттыруға және белгіленген өнімділік көрсеткіштеріне қол жеткізуге мүмкіндік береді.

## **4.2 Процестегі кедергілерді анықтау және жою**

Бағдарламаны оңтайландыру өңдеу цехының өндірістік қуаты тиімді жұмысты қамтамасыз етудің және құрамында алтыны бар кендерден алтынды барынша алудың негізгі міндеті болып табылады. Осы жұмыстың осы бөлімінде біз келесі мақсаттарда қолдануға болатын әдістер мен құралдарды қарастырамыз өңдеу процесіндегі кедергілерді анықтау және жою, сондай-ақ цехтың өнімділігін арттыру үшін жасалуы мүмкін нақты әрекеттердің мысалдарын келтіреміз.

Қайта өңдеу цехының өнімділігін оңтайландырудың бірінші қадамы болып табылады процесстегі кедергілерді анықтау. Тығырық - бұл цехтың жалпы өнімділігін шектейтін және оны жою үшін қосымша күш жұмсауды қажет ететін кезең немесе операция. Кедергілерді анықтау үшін әртүрлі әдістерді қолдануға болады, мысалы, анализаторлар өндірістік деректер, процесті бақылау, өндірістік желінің аудиті және т.б.

Кедергілерді анықтау әдістерінің бірі өндірістік деректерді талдау болып табылады. Ол үшін қайта өңдеудің әрбір кезеңінің өнімділігі туралы деректерді жинау қажет, мысалы, сіз жасаған уақыт операцияларды аяқтау, әр кезеңде алынған алтын мөлшері және т.б. Деректерді жинағаннан кейін оны талдауға және өнімділік күтілетін көрсеткіштерден артта қалатын кезеңдерді анықтауға болады.

Басқа әдіс - процесті бақылау. Бұл жағдайда жәнезерттеуші өңдеудің әрбір кезеңінің жұмысын бақылайды, операциялардың орындалу уақытын жазып алады, өнімділіктің төмендеуіне әкелуі мүмкін ықтимал проблемалар мен себептерді анықтайды. Процесті бақылау тар жолдарды анықтауға мүмкіндік береді нақты уақыт режимінде және оларды жою бойынша шаралар қабылдау.

Сондай-ақ, өндірістік желінің аудитін жүргізуге болады. Аудит - бұл қайта өңдеу процесін жүйелі түрде зерттеу проблемалық аймақтарды және жақсарту

мүмкіндіктерін анықтау мақсатында. Аудит тексерілуі мүмкінжабдықтың техникалық сипаттамаларын талдауды, персоналдың біліктілігін бағалауды, өндірістің құрылымы мен ұйымдастырылуын зерттеуді және т.б.

Кедергілерді анықтағаннан кейін оларды жоюға кірісу керек. Ол үшін әртүрлі бағдарламалық құралдарды пайдалануға боладытәсілдер мен әдістер. Осындай тәсілдердің бірі - жабдықтың техникалық сипаттамаларын жақсарту. Мысалы, ескірген жабдықты заманауирақ және тиімдірекке ауыстыру, процестерді бақылау мен реттеудің автоматты жүйелерін орнату, энергия тиімділігін арттыружабдықтың тиімділігі және т.б.

Басқа тәсіл - жұмыс процестерін оңтайландыру. Мысалы, операциялардың реттілігін қайта қарау және оңтайландыру, өндеудің жаңа технологиялары мен әдістерін енгізу, еңбекті ұйымдастыру мен өндірісті басқаруды жетілдіру. Оңтайландыружұмыс процестерінің өзіне жұмыс параметрлерін өзгерту, шикізат сапасын жақсарту, бақылаудың жаңа әдістерін енгізу және т.б. кіруі мүмкін.

Сондай-ақ өнімділікті оңтайландырудың маңызды аспектісі қызметкерлерді оқыту және дамыту болып табылады. Дұрыс оқыту және дамытуқызметкерлердің біліктілігін бағалау цехтың жұмысына айтарлықтай әсер етуі мүмкін. Тұрақты түрде тренингтер мен семинарлар өткізіп, қызметкерлерді жаңа жұмыс әдістері мен технологияларына үйретіп, олардың кәсіби өсуіне жағдай жасау қажет.

Жылы қорытындылай келе, қайта өңдеу цехының өнімділігін оңтайландыру жүйелі тәсілді және әртүрлі құралдар мен әдістерді қолдануды талап ететін күрделі және көп қырлы процесс болып табылады. Қайта өңдеу процесіндегі кедергілерді анықтау және жою маңызды қадам болып табылады. Цех жұмысының өнімділігі мен тиімділігін арттырудың бірінші міндеті. Кейін кедергілерді анықтау үшін жабдықтың техникалық сипаттамаларын жақсарту, жұмыс процестерін оңтайландыру, қызметкерлерді оқыту және т.б. сияқты бірқатар шараларды қолдануға болады. Барлық осы менры цехтың өнімділігін арттыруға және құрамында алтыны бар кендерден алтын өндіруді арттыруға мүмкіндік береді.

### **4.3 Инновациялық технологиялар мен әдістерді енгізу**

Қайта өңдеу цехының өнімділігін оңтайландыру тау-кен өнеркәсібіндегі негізгі міндеттердің бірі болып табыладыболуы. Инновациялық технологиялар мен әдістерді енгізу цех жұмысының тиімділігін арттыруда және алтын өндіруді арттыруда маңызды рөл атқарады. Бұл бөлімде құрамында алтыны бар кендерді өңдеу цехының өнімділігін оңтайландырудың мүмкін жолдарын қарастырамызсілтілеу және сорбция бөлшектерімен.

Өнімділікті оңтайландырудың негізгі бағыттарының бірі өңдеу процестерін бақылау мен басқарудың автоматтандырылған жүйелерін енгізу болып табылады. Мұндай жүйелер параметрлерді үздіксіз бақылауға мүмкіндік береді процестің, сондай-ақ туындайтын ауытқуларға жедел ден қою. Мысалы, автоматтандырылған бақылау жүйесі процестің әртүрлі кезеңдерінде кендегі алтынның концентрациясын бақылай алады және концентрация төмендеген жағдайда Р режимдерін автоматты түрде реттей аладыжабдық ааботтары.

Өнімділікті оңтайландырудың тағы бір маңызды аспектісі технологиялық процестерді жетілдіру болып табылады. Мысалы, шаймалау мен сорбцияның жаңа әдістерін енгізу кендерден алтынды алудың тиімділігін едәуір жақсарты алады. Осындай әдістердің бірі микроорганизмдердің белсенділігіне негізделген биотехнологиялық процестерді қолдану болып табылады. Биологиялық шаймалаудың арқасында алтынды тиімдірек және химиялық реагенттерге аз шығынмен алуға болады.

Сондай-ақ өнімділікті оңтайландырудың маңызды аспектісі өңдеу процесінде алтынның жоғалуын азайту болып табылады. Шығынның негізгі көздерінің бірі сорбция процесінің тиімділігінің жеткіліксіздігі болып табылады, онда алтын өндірілгеннен кейін ерітіндіде қалуы мүмкінсорбент арқылы жүру. Бұл мәселені шешу үшін жаңа түрлерді пайдалануға болады сорбциялық қабілеті анағұрлым жоғары сорбенттер. Сондай-ақ, сорбентті қалпына келтіру жүйелерін енгізуге болады, бұл алтынды қалпына келтіргеннен кейін оны қайта пайдалануға мүмкіндік береді.

Қайта өңдеу цехының өнімділігін арттыру ресурстарды ұтымды пайдалануды да қамтиды. Мысалы, алтынды жаңа порциядан шаймалау тиімділігін арттыру үшін пайдаланылған ерітінділер сияқты қайта өңдеу процесінің қалдықтарын пайдалануға болады. Сондай-ақ, өңдеу процесінде бөлінетін энергияны өндірістің басқа салаларын қуаттандыруға пайдалануға болады.

Инновациялық технологиялар мен әдістерді енгізу де қызметкерлерді оқытуды талап етеді. Цех жұмысшылары жаңа әдістер мен әдістер туралы хабардар болуы керек технологиялар, сондай-ақ оларды қолдануға үйретілген. Ол үшін арнайы тренингтер мен семинарларды ұйымдастыруға, сондай-ақ қызметкерлерге өз тәжірибелерімен бөлісуге және процестерді оңтайландыру бойынша өз идеяларын ұсынуға мүмкіндік беретін кері байланыс жүйесін енгізуге болады.

Осылайша, құрамында алтыны бар кендерді шаймалау және сорбциялау учаскелері бар қайта өңдеу цехының өнімділігін оңтайландыру маңызды міндет болып табылады, оның шешімі алтын өндірудің айтарлықтай артуына әкелуі мүмкін. Инновациялық технологиялар мен әдістерді енгізу, мысалы автоматтандырылған басқару және басқару жүйелері ретінде шаймалау мен сорбцияның жаңа әдістері, сондай-ақ ресурстарды ұтымды пайдалану цех жұмысының тиімділігін арттырып, оның өнімділігін арттырады. Дегенмен,

мұндай бағдарламаларды сәтті жүзеге асыру үшін өзгерістер қызметкерлерді оқытуды және кері байланыс жүйесін ұйымдастыруды талап етеді, бұл қызметкерлерге оңтайландыру процесіне белсенді қатысуға мүмкіндік береді.

Құрамында алтыны бар кендерді шаймалау және сорбциялау учаскелерімен өңдеу цехы. Өнімділік жылына 5 тонна алтын (гидрометаллургиялық әдіс)

#### 4.4 Metallургиялық есептеулер

*Тапсырманың шарттары:*

Құрамында алтын бар кендерді өңдеу цехы алтын алу үшін гидрометаллургиялық әдісті қолданады. Негізгі кезеңдерге мыналар жатады:

1. Шаймалау.
2. Сорбция.
3. Десорбция.
4. Электролиз және алтынды тазарту.

Жылына 5 тонна алтын алу үшін қажетті кен көлемін есептеуді, реагенттер мен белсендірілген көмір мөлшерін есептеуді, сондай-ақ процесті экономикалық бағалауды қамтитын қайта өңдеу жоспарын әзірлеу қажет.

*Деректер:*

1. Кендегі алтынның орташа мөлшері: 10 г/тонна.
2. Шаймалау тиімділігі: 90 %.
3. Сорбция тиімділігі: 95 %.
4. Десорбция тиімділігі: 98 %.
5. Электролиз және тазарту тиімділігі: 99 %.
6. Кен тығыздығы: 2,5 т/м<sup>3</sup>.
7. Шаймалау реагентінің құны: кг үшін 3 \$
8. Сорбция үшін белсендірілген көмірдің құны: кг үшін 4 \$.
9. Электр энергиясының құны 0,1 \$/кВт·сағ
10. 1 тонна кенді өңдеу құны (реагенттер мен көмірді қоспағанда): 40 \$.

*Шешімі:*

Жылына 5 тонна алтын алу үшін, кендегі алтынның орташа мөлшері 10 г/т (0,01 кг/т) болса:

Кеннің массасы:

$$5\ 000\ \text{кг} / 0,01\ \text{кг/т} = 500\ 000\ \text{т}$$

Шаймалау тиімділігі 90% болғандықтан:

Алынған алтын:

$$5\ 000\ \text{кг} \cdot 0,9 = 4\ 500\ \text{кг}$$

Реагенттің қажетті мөлшері: 1 тонна кенге 2 кг реагент қажет болса:  
Реагенттің массасы:

$$500\ 000\ \text{т} \cdot 2\ \text{кг/т} = 1\ 000\ 000\ \text{кг}$$

Реагенттің құны: 3 \$/кг болса:

Реагенттің құны:

$$1\ 000\ 000\ \text{кг} \cdot 3\ \$ = 3\ 000\ 000\ \$$$

Сорбцияның тиімділігі 95% болғандықтан:

Алынған алтын:

$$4\ 500\ \text{кг} \cdot 0,95 = 4\ 275\ \text{кг}$$

Белсендірілген көмірдің қажетті мөлшері: 1 тонна кенге 1 кг көмір қажет болса:

Көмірдің массасы:

$$500\ 000\ \text{т} \cdot 1\ \text{кг/т} = 500\ 000\ \text{кг}$$

Көмірдің құны: 4 \$/кг болса:

Көмірдің құны:

$$500\ 000\ \text{кг} \cdot 4 = 2\ 000\ 000\ \$$$

Десорбцияның тиімділігі 98 % болғандықтан:

Алынған алтын:

$$4\ 275\ \text{кг} \cdot 0,98 = 4\ 199,5\ \text{кг}$$

Десорбцияның шығындары: 1 тонна кенге 2,5 \$

Десорбция шығыны:

$$602\ 409,7\ \text{т} \cdot 2,5 = 1\ 506\ 024,25\ \$$$

Электролиздің тиімділігі 99 % болғандықтан:

Алынған алтын:

$$4\ 199,5\ \text{кг} \cdot 0,99 = 4\ 157,505\ \text{кг}$$

Электролиздің шығындары: 1 кг алтынға 0,5 \$:

Электролиздің:

$$4\ 157,505\ \text{кг} \cdot 0,5 \approx 2\ 078,8\ \$$$

Кен көлемі қайта есептеу

Процестің жалпы тиімділігі:

Жалпы тиімділік:

$$0,90 \cdot 0,95 \cdot 0,98 \cdot 0,99 = 0,83$$

Жалпы тиімділікті ескере отырып, 5 тонна (5 000 кг) алтын алу үшін қажетті кен массасы:

Кеннің массасы:

$$5\ 000\ \text{кг} / (0,83 \cdot 0,01\ \text{кг/т}) \approx 602\ 409,7\ \text{т}$$

Реагент пен көмір қажеттілігі

Реагенттің мөлшері:

Реагенттің массасы:

$$602\ 409,7\ \text{т} \cdot 2\ \text{кг/т} = 1\ 204\ 819,4\ \text{кг}$$

Реагенттің құны:

Реагенттің шығыны:

$$1\ 204\ 819,4\ \text{кг} \cdot 3 = 3\ 614\ 458,2\ \$$$

Көмірдің мөлшері:

Көмірдің массасы:

$$602\ 409,7\ \text{т} \cdot 1\ \text{кг/т} = 602\ 409,7\ \text{кг}$$

Көмірдің құны:

Көмірдің шығыны:

$$602\ 409,7\ \text{кг} \cdot 4 = 2\ 409\ 638,8\ \$$$

Жалпы шығындары

Кенді қайта өңдеу құны: 40 \$/т

Кенді қайта өңдеу шығыны:

$$602\ 409,7 \cdot 40 = 24\ 096\ 388\ \$$$

Жалпы шығындар:

$$3\,614\,458,2 \$ + 2\,409\,638,8 \$ + 24\,096\,388 \$ + 1\,506\,024,25 \$ + 2078,8 \$ = \\ = 31\,628\,588,05 \$$$

Экономикалық бағалау

Алтын сатудан түскен табыс:

Алтынның бағасы 50 \$/грамм болса:

Түске табыс:

$$5000 \text{ кг} \cdot 1000 \text{ г/кг} \cdot 50 = 250\,000\,000 \$$$

Таза пайда:

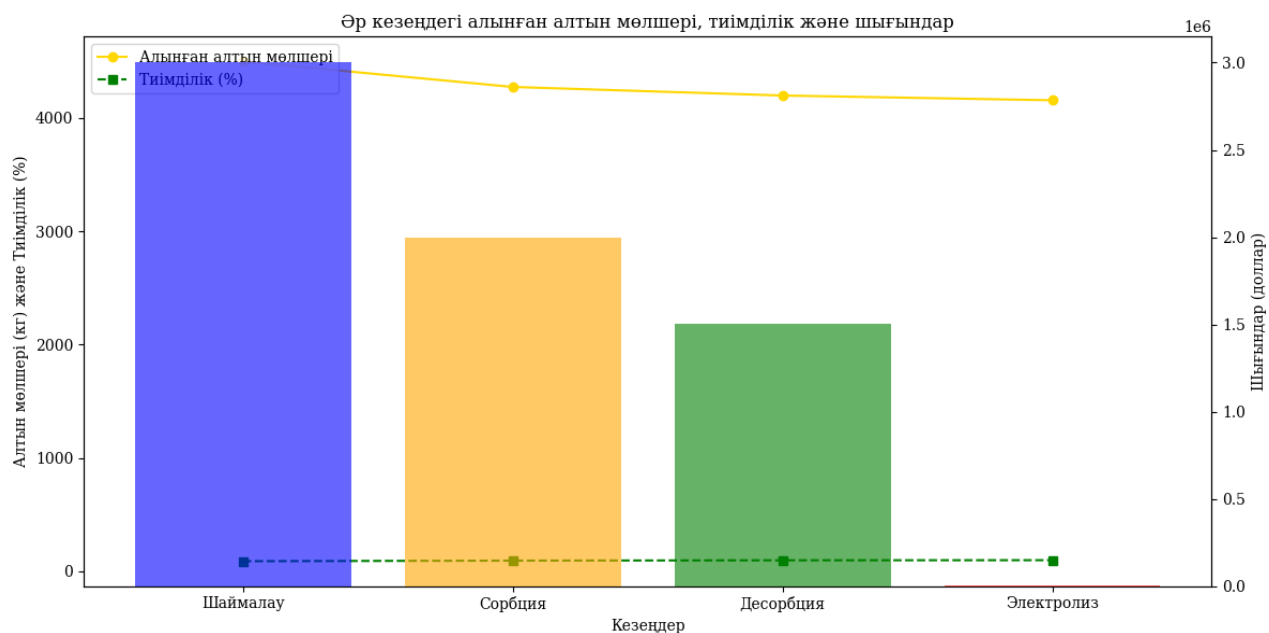
$$250\,000\,000 \$ - 31\,628\,588,05 \$ = 218\,371\,411,95 \$$$

1-кестеде Алтын алу процесінің кезеңдері бойынша алынған алтынның тиімділігі мен шығындары келтірілген.

1-суретте әр кезеңдегі алынған алтын мөлшері, тиімділігі мен шығындары көрсетілген.

1-кесте – Алтын алу процесінің кезеңдері бойынша алынған алтынның тиімділігі мен шығындары келтірілген.

Кезең	Тиімділік, %	Алынған алтын (кг)	Шығындар (доллар)
Шаймалау	90	4 500	3 000 000
Сорбция	95	4 275	2 000 000
Десорбция	98	4 199,5	1 506 024,25
Электролиз	99	4 157,505	2078,8
Жалпы	83,07	4 157,505	6 508 103,05



1-сурет – Әр кезеңдегі алынған алтын мөлшері, тиімділігі мен шығындары

Әр кезең үшін келесі уақыт мәндері

- Шаймалау: 24 сағат
- Сорбция: 12 сағат
- Десорбция: 8 сағат
- Электролиз және тазарту: 8 сағат

Өндіріс процесінің кестесі:

1. Шаймалау:

Бір циклге арналған кен көлемі:

$$500\,000 \text{ т} / 365 \text{ күн} = 1369,86 \text{ т/күн}$$

Бір күндік алтын өнімділігі:

$$5000 \text{ кг} / 365 \text{ күн} = 13,7 \text{ кг/күн}$$

Күніне алтын құрамы:

$$13,7 \text{ кг} / 0,90 \% = 15,2 \text{ кг}$$

2. Сорбция:

Бір күндік алтын өнімділігі:

$$15,2 \text{ кг} \cdot 0,95 = 14,44 \text{ кг/күн}$$

3. Десорбция:

Бір күндік алтын өнімділігі:



$$14,44 \cdot 0,98 = 14,15 \text{ кг/күн}$$

4. Электролиз және тазарту:  
Бір күндік алтын өнімділігі:

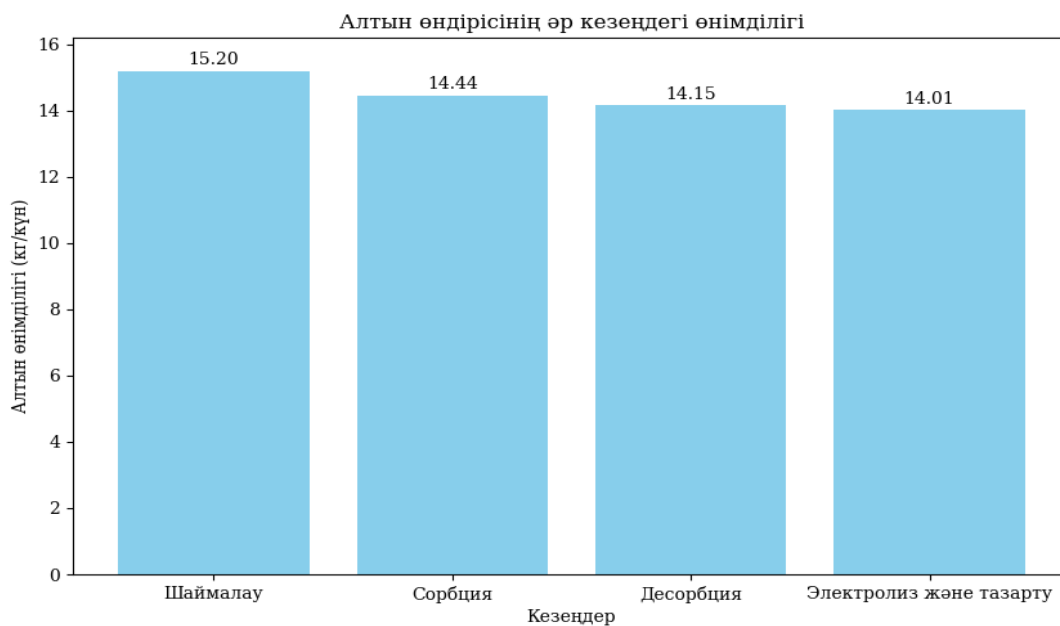
$$14,15 \text{ кг} \cdot 0,99 = 14,01 \text{ кг/күн}$$

2-кестеде Алтын өндірісінің кезеңдері бойынша бір күндік өнімділік келтірілген.

2-суретте Алтын өндірісінің әр кезеңдегі күндік өнімділігі көрсетілген.

2-кесте – Алтын өндірісінің кезеңдері бойынша бір күндік өнімділік

Кезең	Бір күндік өнімділік (кг)	Өндіріс тиімділігі (%)	Түзетілген өнімділік (кг)
Кенді қазу	13,7	100	13,7
Сорбция	15,2	95	14,44
Десорбция	14,44	98	14,15
Электролиз және тазарту	14,15	99	14,01



2-сурет – Алтын өндірісінің әр кезеңдегі күндік өнімділігі

Қорытынды:

Жылына 5 тонна Алтын алу үшін шамамен 602 409,7 тонна кен өңдеу қажет.

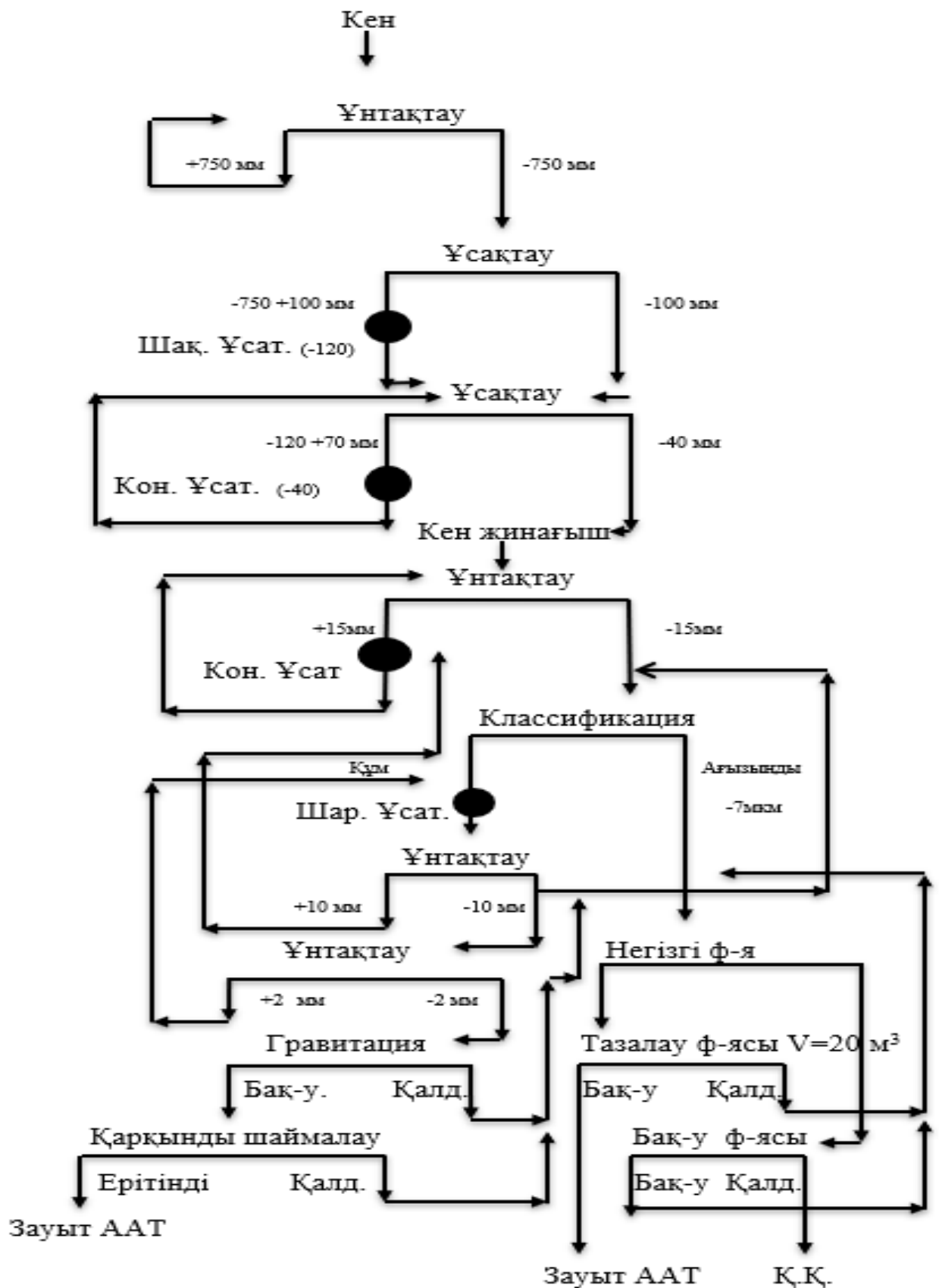
1 204 819,4 кг кг реагент және 602 409,7 кг белсендірілген көмір қажет.

Процестің жалпы құны 31 628 588,05 \$ құрайды.

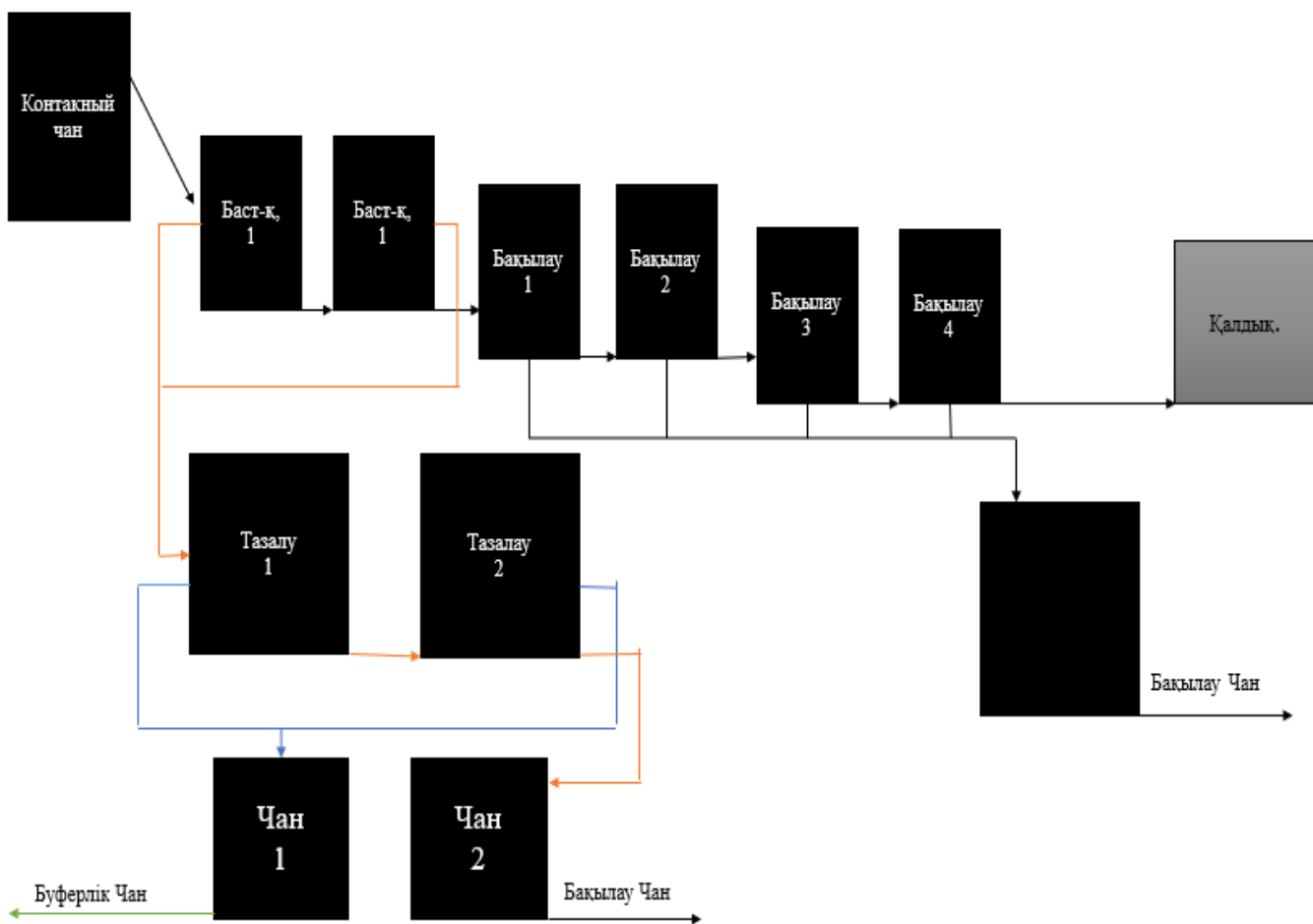
Алтын сатудан түскен таза пайда 218 371 411,95 \$ құрайды.

3-суретте АлтынАлмас компаниясының «Пустинное жобасынның» Алтын өндеу фабрикасының алтын өндеудің техникалық сұлбасы бейнеленген.

АлтынАлмас компаниясының «Пустинное жобасынның» Алтын өндеу фабрикасының флотация процессінің техникалық сұлбасы 4-суретте келтірілген.



3-сурет – АлтынАлмас компаниясының «Пустинное жобасынның» Алтын өндеу фабрикасының алтын өндеудің техникалық сұлбасы



4-сурет – АлтынАлмас компаниясының «Пустинное жобасының» Алтын өндеу фабрикасының флотация процессінің техникалық сұлбасы

## 5 Экологияға тигізетін әсерлері

### 5.1 Алтын өндіру процестерінің қоршаған ортаға тигізетін әсері

Алтын өндіру табиғи ресурстарды пайдалану және қоршаған ортаға әсер ету деңгейі бойынша күрделі және экологиялық сезімтал процесс болып табылады. Бұл әсерлерді кешенді түрде қарастыру маңызды. Қоршаған ортаға тигізетін әсерлерді келесі аспектілер бойынша талдауға болады:

#### 1. Судың ластануы

Алтынды өндіруде цианид және басқа да химикаттар қолданылады, бұл табиғи су көздеріне түсіп, келесідей әсер етеді:

Су экожүйелерінің ластануы: Цианид пен басқа химикаттар су көздеріне түсіп, су экожүйелерінің флорасы мен фаунасына зиян келтіреді. Бұл судағы биоәртүрлілікті азайтады.

Ауыз судың сапасының нашарлауы: Ауыз су көздерінің ластануы адамдардың денсаулығына зиян келтіреді. Ластанған су көздері ауыр металдар мен химиялық заттармен ластануы мүмкін, бұл адам ағзасына зиянды әсер етеді.

#### 2. Топырақтың деградациясы

Алтын өндіру кезінде жер қыртысы мен топырақтың табиғи құрылымы бұзылады:

Эрозия: Ашық карьер әдісімен алтын өндіру кезінде топырақ эрозиясы күшейеді. Бұл топырақтың ауыл шаруашылығына жарамсыз болуына әкеледі.

Химиялық ластану: Топырақ химиялық реагенттермен және ауыр металдармен ластанады. Бұл топырақтың құнарлылығын төмендетіп, өсімдіктердің өсуіне кедергі жасайды.

#### 3. Ауаға шығарылатын ластаушы заттар

Алтын өндіру процесінде ауаға әртүрлі зиянды газдар мен шаң шығарылады:

Тозаң: Карьерлер мен кен орындарындағы жарылыстар және кенді ұсақтау нәтижесінде ауаға көп тозаң шығады. Бұл жұмысшылардың денсаулығына зиян келтіріп, тыныс алу жүйесін зақымдайды.

Газдар: Химиялық өңдеу кезінде күкірт диоксиді және азот оксиді сияқты зиянды газдар бөлініп, атмосфераның ластануына әкеледі. Бұл газдар қышқыл жауындардың түзілуіне себеп болады.

#### 4. Қалдықтар және оларды басқару

Алтын өндіру процесінде көптеген қатты және сұйық қалдықтар пайда болады:

Қатты қалдықтар: Қалдық тастар мен шламдардың жиналуы қатты қалдықтардың үлкен көлеміне әкеледі. Бұл қалдықтарды дұрыс басқару қажет, өйткені олар ұзақ уақыт бойы экологиялық зиян келтіруі мүмкін.

Сұйық қалдықтар: Шаймалау процесі сұйық қалдықтарды өндіреді. Егер бұл қалдықтар дұрыс басқарылмаса, жер асты сулары мен жер үсті су көздеріне

ластаушы әсер етеді. Сұйық қалдықтар құрамында ауыр металдар мен цианид болуы мүмкін.

#### *5. Биоәртүрліліктің жоғалуы*

Алтын өндіретін орындар экожүйелердің бұзылуына және түрлердің тіршілік ету ортасының жойылуына әкеледі:

Ормандарды кесу: Ормандарды кесу және жер бедерінің өзгеруі көптеген жануарлар мен өсімдіктердің тіршілік ету ортасын бұзады.

Экожүйенің өзгеруі: Алтын өндіретін орындар экожүйенің тепе-теңдігін бұзады, бұл кейбір түрлердің жойылуына немесе азаюына әкеледі.

#### *6. Экологиялық апаттар*

Алтын өндіруде қолданылатын цианид шөгінділері дұрыс басқарылмаса, елеулі экологиялық апаттарға әкелуі мүмкін:

Төтенше жағдайлар: Цианид ерітінділерінің төгілуі немесе сақтау орындарының бұзылуы үлкен экологиялық апаттарға әкелуі мүмкін.

Ұзақ мерзімді әсерлер: Мұндай апаттар экожүйелердің ұзақ мерзімді қалпына келуіне кедергі жасайды.

#### *7. Қалпына келтіру шаралары*

Қоршаған ортаны қалпына келтіру және алтын өндіруші кәсіпорындарды жабу жөніндегі жұмыстар:

Қалпына келтіру: Кен орындарын жабу, оларды көгалдандыру және табиғи қалпына келтіру шаралары жүзеге асырылады. Бұл экожүйені қалпына келтіруге бағытталған.

Қалдықтарды басқару: Химиялық қалдықтарды залалсыздандыру және қайта өңдеу шаралары экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз етеді.

Алтын өндіру процестерінің қоршаған орталықтарға тигізетін әсерінің кейбір маңызды аспектілері

#### *1. Экономикалық даму*

Алтын өндіру процестері арнайы аудандарға, шаруашылықтарға және өнімдерге көмек көрсету арқылы экономикалық дамуды қолдайды. Бұл көлемдік өндіру және мал-жіберу операциялары үшін жеңіл технологияларды қолдануға мүмкіндік береді.

#### *2. Экологиялық қорғау*

Алтын өндіру процестері экологиялық жағдайды жақсартуға мүмкіндік береді. Олар жайылымдарды пайдалану, энергияны тиімді пайдалану, зиянды биологиялық агенттердің таралуын азайту және тазарту шараларын жүзеге асыруда көмек көрсетеді.

#### *3. Өнеркәсіптік жетістіктерді орналастыру*

Алтын өндіру процестері жаңа технологиялар арқылы өнеркәсіптік құралдарды орналастыру және технологиялық көмек көрсету арқылы өнеркәсіптік жетістіктерге қол жеткізуге мүмкіндік береді.

#### *4. Технологиялық инфрақұрылымдарды орналастыру*

Алтын өндіру процестері, қоршаған орталықтарда қажет болатын технологиялық инфрақұрылымдарды орналастыруға көмектеседі. Бұл ауыл шаруашылығының инфрақұрылымын жаңа технологиялармен жетілдіруді және қайта тазалауды қамтамасыз етеді.

#### *5. Сауаттылықты жақсарту*

Алтын өндіру процестері қоршаған орталықтарда сауаттылықты жақсартуға көмектеседі. Олар жұмыс істеген жерлердегі еңбек күшін арттыру және мал-жіберу операцияларын қысқарту мақсатында қолданылады.

#### *6. Ішкі жоба жетістіктерінің үнемі*

Алтын өндіру процестері ішкі жоба жетістіктерін және операцияларды жаңа технологиялармен орналастыру арқылы тиімділігін арттыруға көмектеседі.

Алтын өндіру процесі қоршаған ортаға үлкен әсер етеді. Сондықтан бұл процестің әр кезеңіне экологиялық жауапкершілікпен қарау қажет. Экологиялық қауіпсіздік шараларын қатаң сақтау және қоршаған ортаны қорғау бойынша үздіксіз жұмыстар жүргізу алтын өндірудің тұрақты дамуын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл жұмыста "Құрамында алтыны бар кендерді шаймалау және сорбциялау учаскелері бар, өнімділігі жылына бес тонна алтын өндіретін өңдеу зауыты" тақырыбы қарастырылды. Жұмыста құрамында алтыны бар кендерді өңдейтін цех жұмысының негізгі аспектілері, сондай-ақ кеннен алтынды сілтісіздендіру учаскесі және алтынды сіңіру учаскесі қарастырылды. Сондай-ақ өңдеу цехының өнімділігін оңтайландыру нұсқалары ұсынылды.

Зерттеу барысында құрамында алтыны бар кендерді өңдейтін цехтың жалпы сипаттамасы жүргізілді. Қайта өңдеу процесінің негізгі кезеңдері қарастырылып, цехтың негізгі параметрлері мен сипаттамалары келтірілді. Цехта қолданылатын технологиялық процестер мен жабдықтарға ерекше назар аударылды.

Әрі қарай кеннен алтынды шаймалау учаскесі зерттелді. Химиялық шаймалау, биологиялық шаймалау және т.б. сияқты шаймалаудың әртүрлі әдістері қарастырылды. Әрбір әдістің негізгі жұмыс принциптері сипатталып, олардың артықшылықтары мен кемшіліктері келтірілді. Сондай-ақ алтынды кеннен тиімді шаймалау үшін қажетті негізгі параметрлер мен шарттар қарастырылды.

Содан кейін алтынды сорбциялау учаскесі қарастырылды. Белсенді көмір, ион алмастырғыш шайырлар және т.б. сияқты сорбцияның әртүрлі әдістері зерттелді. Әрбір әдістің негізгі жұмыс принциптері сипатталып, олардың артықшылықтары мен кемшіліктері келтірілді. Сондай-ақ алтынды тиімді сіңіру үшін қажетті негізгі параметрлер мен шарттар қарастырылды.

Қорытындылай келе, өңдеу цехының өнімділігін оңтайландыру нұсқалары ұсынылды. Кеннің сапасы мен құрамы, технологиялық процестердің тиімділігі, заманауи құрал-жабдықтарды пайдалану және т.б. сияқты өнімділікке әсер ететін әртүрлі факторлар қарастырылды. Цехтың өнімділігін арттыру мақсатында осы факторлардың әрқайсысын жақсарту бойынша ұсыныстар ұсынылды.

Осылайша, бұл жұмыс құрамында алтыны бар кендерді шаймалау және сорбциялау учаскелері бар қайта өңдеу цехы жұмысының негізгі аспектілерін зерттеуге мүмкіндік берді. Алтынды кеннен шаймалау учаскесі және алтынды сіңіру учаскесі қарастырылып, цех өнімділігін оңтайландыру нұсқалары ұсынылды. Алынған нәтижелер құрамында алтыны бар кендерді өңдейтін қолданыстағы цехтардың жұмысын жақсартуға, сондай-ақ өнімділігі жоғары жаңа цехтарды жобалауға пайдаланылуы мүмкін.



## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Абалиев Б.Д. Қырғызстанның алтын өндіруші кәсіпорындарының қоршаған ортаға техногендік жүктемесін азайту. 2016.
- 2 Абдурахмонов Сойиб, Холикулов Дониер Бахтиерович, Алматова Ирода Уразалиевна құрамында алтыны бар флотоконцентраттарды термиялық өңдеу арқылы өңдеу // international journal of advanced technology and natural sciences.- 2020.
- 3 Абрамов А. Қатты пайдалы қазбаларды өңдеу, байыту және кешенді пайдалану. - 2022. – Т. 2.
- 4 Александрова Т.Н. Құрамында аз сульфидті алтыны бар кендерді өңдеудегі "Сілтілеу-сорбция" циклдарын тәжірибелік модельдеу // ГИАБ. 2013..
- 5 Әлжанов А. Өнімділігі сағатына 100 м<sup>3</sup> құрамында алтыны бар кенді сорбциялық шаймалау цехының жобасы. – 2022.
- 6 Әмірхан А.А., Әкімбекова Б.Б., Қайырбаева М.Ж. Құрамында алтыны бар төзімді кендерді өңдеудің қазіргі жағдайы мен жетілдіру жолдарын талдау 2022.
- 7 Артемьева О.Ю. Кәсіпорынның өндірістік әлеуетін пайдалану тиімділігін бағалау және оны арттыру шараларын әзірлеу ("Коммунарковский Рудник" ААҚ мысалында): дис. – Сібір федералды университеті, 2016.
- 8 Аязбекова Ж.А. Алтын өндіруші кәсіпорындардың су объектілеріне әсерін бағалау ("Алтынкен" жауапкершілігі шектеулі серіктестігі мысалында): дис. – 2019.
- 9 Берстенов Н.В. Мыс-мырыш өнеркәсіптік өнімдерін қайта өңдеудің аралас технологиясын зерттеу: магистрлік диссертация: дис. – 2016.
- 10 Борисова В.А. Гидрометаллургиялық комбинаттағы өнеркәсіптік қауіпсіздікті басқару жүйесін жетілдіру. – 2022..
- 11 Бурмистров К.В., Головей С.И. терең өнімділігі жоғары карьерлердің күрделі тау-кен және геологиялық жағдайларында конвейерлік тасымалдауды қолдану мүмкіндігін зерттеу.
- 12 Воробьев Александр Егорович, Аникин Артем Васильевич, Чекушина Татьяна Владимировна "Васильевский рудник" ЖАҚ ЗИФ-да құрамында алтыны бар кенді өңдеу тиімділігін арттыруды ұйымдастырудың практикалық негіздері // Рудныйдың хабаршысы. Серия: Инженерлік зерттеулер. 2013. №2.
- 13 Голик Владимир Иванович, Хетагуров Валерий Николаевич, Михальченко Сергей Николаевич төзімді сульфидті шикізаттың флотациялық қалдықтарынан алтынды электросорбциялық шаймалау технологияларының негіздемесі // ТұлҒу жаңалықтары. Жер туралы ғылымдар. 2022. №1.
- 14 Гринев О.М. Кенді Алтайдың алтын-күміс барит-полиметалл кен орындарын технологиялық игеру мәселесіне // "Магмалық және метаморфтық кешендердің петрологиясы" III Бүкілресейлік ғылыми конференциясының материалдары. Томск: ТМУ баспасы. – 2002. – Б. 32-43.

15 Далакян А.А. Құрамында алтыны бар кендерді үйінді сілтісіздендіру әдісімен өңдеудің орындылығын зерттеу әдістемесі // ГИАБ. 2006. №5.

16 Дементьев В.Е., Войлошников Г.И. "Иргиредмет" компаниясының алтынды алу технологиясы мен технологиясы саласындағы тәжірибесі // Алтын және технология. – 2017. – №. 4. – 128-133 беттер.

17 Каренов Р. С. Пайдалы қазбаларды өндірудің геотехнологиялық әдістерінің экологиялық және экономикалық тиімділігі // хабаршы хабаршысы. – 2011. – Б. 58.

18 Комогорцев Борис Владимирович, Вареничев Анатолий Алексеевич Құрамында алтыны бар кедей және қыңыр кендерді өңдеу мәселелері // ГИАБ. 2016.

19 Кононенко В.С. Металл бойынша өнімділігі жылына 3 тонна алтынды ион алмасу арқылы алу цехының жобасы. – 2018.

20 Ли Я., Жуо Л., Шадрунова И.В., Эрмаматов А.К., Чекушина Т.В. тұрақты кендерден алтын алу кезінде экологиялық қауіпті төмендету технологияларын дамыту // Тау-кен өнеркәсібі. 2020.

21 Матрасулов Е.В. "Олимпиадинское" кен орнының биокөмірін сорбциялық цианизациялау процесінің теориялық негіздері мен практикалық қолданылуы": дис. – Сібір федералды университеті, 2019.

22. Мязин В.П., Шестернев Д.М., Баянов А.Е. Забайкалье криолитозоны жағдайында жыл бойына үйінді шаймалау технологиясын енгізудің техникалық шешімі // Тау-кен ақпараттық-аналитикалық бюллетені (ғылыми-техникалық журнал). – 2013. – №. 6. – С. 99-106.

23 Никитина Татьяна Юрьевна, Петров Георгий Валентинович техногендік шикізатты өңдеу үшін уыттылығы төмен алтын еріткіштерін қолданудың қазіргі жағдайы мен технологиялық болашағы // ММТУ хабаршысы. Г.И. Носова. 2021. №1.

24 Теляков Н.М. құрамында алтыны бар қиын байытылатын кендерден бактериялық тионды сілтісіздендіру арқылы алтынды алу жылдамдығын арттыру. – 2016.

25 Тюменцев М.Л. Құрамында алтыны бар кенді сорбциялық цианизациялау цехының жобасы, өнімділігі тәулігіне 2000 тонна. – 2018.

26 Усанова А.С. Технологиялық ерітінділерден өнімділігі жылына 5000 кг алтын алуға арналған электролиз цехының жобасы. – 2016.

27 Хайдаров Иван Викторович, Габараев Олег Знаурович, Келехсаев Валерий Борисович "ЮГ" ақ минералды-шикізат базасының өзгеру заңдылықтары мен болжамдарын зерттеу негізінде құрамында алтыны бар кендерді өңдеудің технологиялық сызбаларын жетілдіру. Жер туралы ғылымдар. 2020. №4.

28 Шляхина Н.А. Электронды қалдықтарды қайта өңдеу жобасын әзірлеу ("Красцветмет" ААҚ мысалында): дис. – Сібір федералды университеті, 2022.

29 Шпилько И.В. Алтын өндіретін зауыттардағы экологиялық қауіпсіздікті арттыру: дис. – Сібір федералды университеті, 2016.

30 Юсупходжаев А.А. Техногендік қалдықтарды қайта өңдеу технологияларының ғылыми-техникалық негіздері // 5А520408. ТМТУ-2019 мамандығының магистрлеріне арналған дәріс конспектілері. -2013.