

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

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

Қазыбек Кәдір Нұрланұлы

Тақырыбы: «Аралас кендерден мысты әр түрлі ерітінділермен бөліп алуды  
зерттеу»

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

5B070900 – Металлургия

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

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

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**

МПЖ және АМТ кафедра  
меңгерушісі PhD докторы,  
техн. ғыл. кандидаты,  
қауымдасқан профессор

*Т.А. Чепуштанова*  
Чепуштанова Т.А.  
«02» 05 2019 ж.

### ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы «Аралас кендерден мысты әр түрлі ерітінділермен бөліп алуды  
зерттеу»

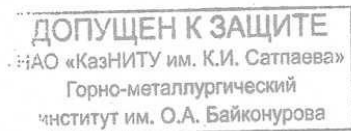
5B070900 – Металлургия мамандығы

Орындаған

Қазыбек К.Н.

Ғылыми жетекші:  
PhD докторы, ассист.проф.  
Мамырбаева К.К.

«02.05» *Мамыр* 2019 ж.



Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

«Металлургиялық процестер, жылутехникасы және арнайы материалдар

технологиясы» кафедрасы

5B070900 – «Металлургия»

**БЕКІТЕМІН**

МНЖ және АМТ кафедра  
меңгерушісі PhD докторы,

техн. ғыл. кандидаты,  
қауымдас-ған профессор

Чепуштанова Т.А.

«09» \_\_\_\_\_ 2019 ж.



**Дипломдық жұмыс орындауға**

**ТАПСЫРМА**

Білім алушы Қазыбек Кәдір Нұрланұлы

Тақырыбы Аралас кендерден мысты әр түрлі ерітінділермен бөліп алуды зерттеу

Университет ректорының «08» қазан 2018 жылғы №1113-б бұйрығымен бекітілді

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «30» сәуір 2019 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: мыс, мыстың аралас кендері, мысты гидрметаллургиялық технологиямен өндіру әдістері, аралас кендерді шаймалау, шаймалау процестеріне термодинамикалық талдаулар жүргізу




Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

- Кіріспе, жұмыстың өзектілігі және тәжірибелік маңыздылығы көрсетілген;
- жұмыс тақырыбы бойынша әдеби шолу көрсетілген;
- эксперименттік бөлім;
- экономикалық бөлім;

Дипломдық жұмысты дайындау  
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
Әдеби шолу	15.03.2019	
Тәжірибелік бөлім	10.04.2019	
Экономикалық бөлім	25.04.2019	
Қауіпсіздік және еңбек қорғау бөлімі	28.04.2019	

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
Экономика бөлімі	Мамырбаева К.К. PhD докторы, проф. ассист.	15.05.2019	
Қауіпсіздік және еңбек қорғау бөлімі	Мамырбаева К.К. PhD докторы, проф. ассист.	15.05.2019	
Норма бақылау	Көккөзов Д.Қ. техника және технология магистрі	15.05.2019	

Ғылыми жетекші  Мамырбаева К.К.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы \_\_\_\_\_ Қазыбек К.Н.

Күні « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 ж.

## АҢДАТПА

Дипломдық жұмыс тапсырмадан, кіріспеден, 4 тараудан, қорытындыдан және қолданылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Жұмыс дербес компьютерде терілген 34 бетте баяндалған және оның құрамына 5 суреттер, 4 кестелер кіреді. Қолданылған әдебиеттер тізімі 34 атаудан тұрады.

Өзекті сөздер: мыс, мыс минералдары, шаймалау, термодинамикалық талдау, мысты бөліп алу дәрежесі.

Дипломдық жұмыстың мақсаты – аралас кендерден мысты әр түрлі ерітінділенмен бөліп алуды зерттеу.

Зерттеу объектісі: сынамадан мысты  $\text{HCl}$  және  $\text{H}_2\text{SO}_4$  қышқылдарымен шаймалап бөліп алу.

Дипломдық жұмыста мыс, мыс минералдары, олардың әлемдегі және еліміздегі қорлары, әр түрлі мыс кендерінен мысты гидрометаллургиялық әдіспен бөліп алу әдістеріне әдеби шолу нәтижелері, баланстан шығарылған кеннен мысты  $\text{HCl}$  және  $\text{H}_2\text{SO}_4$  қышқылдарымен бөліп алуға және олардың концентрацияларының, мысты шаймалау арқылы бөліп алу уақытының, олардың  $\text{K}_2\text{S}$  қатынасының, сутегі асқынототығының әр түрлі концентрацияларының әсер ету нәтижелері келтірілген.

Эксперименттік көрсеткендей мысты тікелей шаймалағанда мысты алу дәрежесі 52 пайыз ( $\text{HCl}$ ) және 27 пайыз ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) болды. Тотықтырғыш көмегімен мыс кендерін шаймалау нәтижесі 77 пайызға артты.

Сонымен қатар, жұмыста қоршаған ортаны қорғауға қатысты және зерттеуге жұмсалатын экономикалық көрсеткіштер мен іс-шаралар қарастырылды.

## АННОТАЦИЯ

Дипломная работа состоит из задания, введения, 4 главы, заключения и списка использованной литературы. Работа изложена на 30 страницах, набранных на персональном компьютере и включает в себя 5 рисунков, 4 таблиц. Список использованной литературы состоит из 34 наименований.

Ключевые слова: медные, медные минералы, выщелачивание, термодинамический анализ, степень извлечения меди.

Цель дипломной работы-изучение извлечения меди из смешанных руд различными растворами.

Объект исследования: выщелачивание меди из пробы кислотами HCl и H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

В дипломной работе представлены медные, медные минералы, их запасы в мире и стране, результаты литературного обзора методов гидрометаллургического извлечения меди из различных медных руд, результаты влияния различных концентраций водородных осложнений на извлечение меди из забалансовых руд кислотами HCl и H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и их концентраций, времени выщелачивания меди путем выщелачивания, их отношения Т:Ж, различные концентрации водородных осложнений.

Экспериментально показывает, что при непосредственном выщелачивании меди степень получения меди составляла 52 процента (HCl) и 27 процентов (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Результаты выщелачивания медных руд с помощью окислителя увеличились на 77%.

Кроме того, в работе были рассмотрены экономические показатели и мероприятия, связанные с охраной окружающей среды и направленные на исследование.

## ANNOTATION

The thesis consists of a task, introduction, 4 chapters, conclusion and references. The work is presented on 30 pages typed on a personal computer and includes 5 figures, 4 tables. The list of references consists of 34 items.

Key words: copper, copper minerals, leaching, thermodynamic analysis, copper recovery rate.

The purpose of the thesis is to study the extraction of copper from mixed ores with different solutions.

Object of study: leaching of copper from the sample with HCl and H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> acids.

The thesis presents copper, copper minerals, their reserves in the world and the country, the results of a literary review of methods of hydrometallurgical extraction of copper from various copper ores, the results of the influence of different concentrations of hydrogen complications on the extraction of copper from off-balance ores by HCl and H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> acids and their concentrations, the time of leaching of copper by leaching, their relationship to:C, different concentrations of hydrogen complications.

It has been shown experimentally that in direct leaching of copper, the rate of copper production was 52 per cent (HCl) and 27 per cent (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). The results of leaching copper ores with oxidizer increased by 77 %.

In addition, the work considered economic indicators and activities related to environmental protection and aimed at research.

## МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	10
1	Аралас мыс кендерін шаймалауға әдеби шолу	11
1.1	Мыс металы	11
1.2	Мыс минералдары	11
1.2.1	Табиғатта құрамында мыс бар сирек минералдар	13
1.3	Мыс өндіру технологиясы	13
1.4	Мысты гидрометаллургиялық өңдеу әдістері	14
1.4.1	Үймелеп шаймалау	15
1.4.2	Бактериалдық шаймалау	16
1.4.3	Жер асты шаймалау	17
1.4.4	Аммиакты ерітіндімен шаймалау: гидрометаллургиялық процестерде мыс өнеркәсібінің жаңа тәсілі	18
1.4.5	Хлоридті ерітінділермен аралас кендерді шаймалау	18
2	Эксперименттік бөлім	20
2.1	Бастапқы реагенттер мен жабдықтар	20
2.1.1	Бастапқы аралас мыс кендерінің үлгілерін рентгенфазалық талдау	20
2.2	Үйінді үлгілерін күкіртқышқылды және тұзқышқылды ерітінділермен шаймалау	21
2.2.1.1	Шаймалау уақытының әсері	21
2.2.1.2	Қышқылдың концентрациясының әсері	23
2.2.1.3	Қ:С қатынасының әсері	24
2.3	Тотықтырып шаймалау эксперименттері	25
2.3.1	Шаймалау уақытының әсері	25
3	Экономикалық бөлім	28
3.1	Зерттеу жұмысын жүргізуге жұмсалған шығындарды есептеу	28
3.1.1	Негізгі және қосалқы материалдар шығынын есептеу	28
3.2	Ғылыми-зерттеу жұмысының жинақ қорын есептеу	29
4	Қауіпсіздік және еңбек қорғау бөлімі	30
4.1	Кәсіпорынның жалпы сипаттамасы	30
4.2	Кәсіпорында электр және өрт қауіпсіздігі	30
4.2.1	Электр қауіпсіздігі	30
4.2.2	Өрт қауіпсіздігі	31
4.3	Желдету және жылытуға қойылатын талаптар	31
4.4	Жазатайым оқиғалардан сақтандыру шаралары	31
4.5	Еңбек қорғаудағы өндірістік тазалық шаралары	32
	Қорытынды	33
	Пайдаланылған әдебиеттер	35
	А Қосымшасы	36
	В Қосымшасы	37



## КІРІСПЕ

Заманауи металлургия металдарды табиғи шикізат немесе осы шикізаттан алынатын өнімдерді байыту арқылы алумен айналысады. Металды алу үшін шикізат бірқатар процестерден өтіп, терең химиялық өзгерістерге ұшырайды. Металлургия, ғылым сияқты, түрлі металдарға арналған, жеке тарак қатарынан тұрады. Әрбір тарау шикізатты өңдеу реті бойынша өз процестерін зерттейді: алғашында металлургиялық шикізатты өңдеудің анағұрлым күрделі процестері, ал кейін металдарды қарапайым – рафинациялау процестері өтеді.

Мыс өндірісіндегі кендердің құрамы жағынан кедейленуіне және орнына қайта келмеуіне орай, Қазақстан Республикасының төмен сұрыпты кендерін тиімді және рационалды игеру мәселесі халық шаруашылығында айрықша орынды алады. Бұл мәселені шешу міндеттері заманауи геотехнология және гидрометаллургия әдістерін меңгеріп, оларды нақты өндіріс орындарына енгізуге негізделген және осы міндетті шешу ең маңызды мәселелердің бірі болып табылады. Бұл заманауи әдістер бұрын барланған, бірақ өңделмей жатқан миллиондаған тонна кедей тотыққан кен орындарын, ұсақ және орташа кен орындарын тиімді өңдеуге мүмкіндік береді.

Дипломдық жұмыстың мақсаты - қиынбайытылатын кедей кендерден мысты бөліп алу жағдайларын зерттеу болып табылады [1].

Қойылған мақсатты жүзеге асыру үшін келесідей міндеттер қойылды: мысқұрамды кедей және қиынбайытылатын шикізаттарды өңдеу жолдары туралы әдеби мәліметтерді талдау және таңдап алынған зерттеу бағытын негіздеу;

- бастапқы аралас кендерді физика-химиялық талдау;
- термодинамикалық (HSC 5.0 бағдарламасы арқылы) талдау жүргізу;
- әр түрлі жағдайларда аралас мыс кендерін шаймалау әр түрлі қышқылдармен шаймалау эксперименттерін жүргізу соның ішінде:
- алынған мәндерді есептеу, салыстыру және тәуелділік графиктерін тұрғызу;
- зерттеу жұмыстарына кеткен шығындарды есептеу;
- зертханадағы техника қауіпсіздігін сақтау және қоршаған ортаны қорғау іс-шараларын қарастыру.

Зерттеу нәтижелері дәл, сенімді және қайталап жасауға мүмкін болуы үшін келесідей физика-химиялық талдау әдістері қолданылды: рентгено-дифрактометрия, рН-метрия, термодинамалық (HSC бағдарламасы) талдау.

Дипломдық жұмыстың тақырыбы бойынша зерттеулер Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық Техникалық Зерттеу Университетіндегі «Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы материалдар технологиясы» кафедрасындағы зертханаларында жүргізілді.

## **1 Аралас мыс кендерін шаймалауға әдеби шолу**

### **1.1 Мыс металы**

Мыс никельмен, қорғасынмен, мырышпен және қалайымен бірге негізгі ауыр металдар тобын құрайды. Осы топтан тек никель ғана "жас" металл болып табылады, оның өнеркәсіптік өндірісі тек ХІХ ғ. соңында басталды. Осы топтың қалған металдары, мысты қоса алғанда, адам дамуының бүкіл тарихы бойы адамға қызмет етеді. Қазіргі қоғам үшін мыстың маңызы өте жоғары.

Д.И. Менделеева элементтерінің периодтық жүйесінде мыс 4-ші кезеңнің І-тобында орналасқан, оның реттік нөмірі 29. Бірінші топтың элементі ретінде мыс бірқалыпты. Бұл жағдайда ол кен минералдарында, штейнда, қождарда және пирометаллургияның басқа да өнімдерінде кеңінен таралған. Өнімдерде олардың табиғатта және технологиялық процестерде тотығуы екі валентті жағдай неғұрлым тұрақты болып табылады [2-3].

Балқу температурасында (1083 °С) мыс буының қысымы өте аз және шамамен 1,6 Па құрайды. Іс жүзінде ұшпайтын мыс оксидтері мен сульфидтері.

Мыс-жұмсақ, тұтқыр және оңай иілетін металл қызыл түсті. Ол жұқа табақтарға оңай домалайды және сымға тартылады. Электр өткізгіштігі бойынша мыс тек күміске жол береді.

Химиялық тұрғыдан мыс аз белсенді металл, бірақ ол белгілі бір жағдайларда оттегімен, күкіртпен, галогендермен және басқа да элементтермен тікелей қосылуы мүмкін.

Бөлме температурасында құрғақ ауа мен ылғал мыспен жеке-жеке әрекеттеспейді, бірақ дымқыл ауа құрамында  $\text{CO}_2$  газы бар кезде, мыс жақсы тотығады және жасыл пленкамен қапталып, негізгі карбонаты  $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$  болып табылатын улы зат түзіледі.

Кернеулердің қатарында мыс сутегіге қарағанда электр оң. Сондықтан тұз және күкірт сияқты қышқылдардың ерітінділерінде тотықтырғыш болмағанда мыс ерімейді [3-4]. Тотықтырғыш болып табылатын қышқылдарда (мысалы, азот немесе ыстық концентрацияланған күкірт қышқылы) мыс оңай ериді. Оттегінің қатысуымен және қыздыру кезінде мыс аммиакта жақсы ериді.

### **1.2 Мыс минералдары**

Өнеркәсіптің барлық салаларында белсенді қолданылатын мыс әртүрлі кендерден өндіріледі, олардың ең кең тараған түрі борнит болып табылады. Бұл мыс кенінің танымалдығы оның құрамындағы мыстың жоғары болуымен ғана емес, сонымен қатар біздің ғаламшарымыздың жер қойнауындағы борнит қорымен де түсіндіріледі [1-3].

Мыс кендері - бұл мыстан басқа, олардың қасиеттерін қалыптастыратын басқа да элементтер, атап айтқанда никель бар минералдардың жиналуы. Мыс категориясына осы металдан тұратын кендердің түрлері, оны өнеркәсіптік әдістермен экономикалық тұрғыдан алу орынды болатындай мөлшерде есептеледі. Мұндай жағдайларға мыстың құрамы 0,5–1 пайыз шегінде болатын кендерді қанағаттандырады. Біздің планетамыз құрамында мыс бар ресурстардың қоры бар, олардың негізгі бөлігін (90 пайыз) мыс-никель кендері құрайды.

Таза мыс табиғатта өте аз мөлшерде ұсынылған. Негізінен, табиғатта мыс әртүрлі қосылыстар түрінде бар, олардың ең көп тараған түрлері мыналар болып табылады [2-4].

*Борнит* – Чехия ғалымы И.Борнның құрметіне өз атауын алған минерал. Бұл сульфидті кен, оның химиялық құрамы оның формуласы –  $Cu_5FeS_4$  сипаттайды. Борнит басқа атаулары бар: таңбалы колчедан, мыс пурпур. Табиғатта бұл кен екі полиморфты түрде ұсынылған: төмен температуралы тетрагональды-скаленоэдрикалық (температура 228 градустан аз) және жоғары температуралы кубтық-гексаоктаэдрикалық (228 градустан көп). Бұл минералдың шығу тегіне байланысты әртүрлі түрлері болуы мүмкін. Осылайша, экзогенді борнит - бұл екінші ерте сульфид, ол өте тұрақсыз және желденгенде оңай жойылады. Екінші түрі – эндогенді борнит-химиялық құрамның тұрақтылығымен сипатталады, онда халькозин, галенит, сфалерит, пирит және халькопирит болуы мүмкін. Осылайша, экзогенді борнит - бұл екінші ерте сульфид, ол өте тұрақсыз және желденгенде оңай жойылады. Екінші түрі – эндогенді борнит-химиялық құрамның тұрақтылығымен сипатталады, онда халькозин, галенит, сфалерит, пирит және халькопирит болуы мүмкін. Осы түрлердің минералдары теориялық тұрғыдан құрамына 25,5 пайыз күкірт, 11,2 пайыз темір және 63,3 пайыз мыс кіреді, бірақ іс жүзінде бұл элементтердің мұндай құрамы ешқашан шыдамайды [1-3].

*Халькопирит*-химиялық құрамы  $CuFeS_2$  формуласымен сипатталатын минерал. Гидротермалды шығу тегі бар халькопирит бұрын мыс колчедан деп аталды. Сфалерит пен галенитпен қатар ол полиметалл кендерінің санатына кіреді. Мыстан басқа, құрамында темір мен күкірттен тұратын бұл минерал метаморфикалық процестердің өтуі нәтижесінде қалыптасады және мыс кендерінің екі түрі: контактілі-метасоматикалық түрі (скарналар) және таулы метасоматикалық (грейзендер) болуы мүмкін.

*Халькозин*-сульфидті кен, оның химиялық құрамы  $Cu_2S$  формуласымен сипатталады. Мұндай кен құрамында мыс (79,8 пайыз) және күкірт (20,2 пайыз) айтарлықтай саны бар. Бұл Кенді жиі "мыс жылтыр" деп атайды, бұл оның беті қорғасын – сұрдан мүлдем қара түске дейін түрлі реңктері бар ағартқыш металл сияқты көрінеді. Құрамында мыс бар кенде халькозин тығыз немесе ұсақ түйіршікті қосылыстар сияқты көрінеді [4-5].

### 1.2.1 Табиғатта құрамында мыс бар сирек минералдар

*Куприт* ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ) - оксидті топтың минералдарына жататын малахит және өзіндік мыс бар жерлерде жиі кездеседі.

*Ковеллин* - метасоматикалық жолмен қалыптасқан сульфидті тұқым. Алғаш рет бұл минерал, ондағы мыс мөлшері 66,5 пайызды құрайды, алдыңғы жүзжылдықтың басында Везувия маңында табылған. Қазір ковеллин АҚШ, Сербия, Италия, Чили сияқты елдерде кен орындарында белсенді өндіруде.

*Азурит* - минерал, ол көк түске байланысты "мыс Лазурь" деп аталады. Оның негізгі кен орындары Мароккода, Намибияда, Конго, Англия, Австралия, Франция мен Грецияда өңделеді. Азурит жиі малахитпен араласады және жақын жерде сульфид түріндегі құрамында мыс бар кен орындары орналасқан жерлерде жатыр [4-6].

### 1.3 Мыс өндіру технологиясы

Табиғатта мыс негізінен сульфидті кен түрінде кездеседі, сирек оксидті қосылыстар ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ) түрінде. Қазіргі уақытта 80 пайыз мыс сульфидті кендерден балқиды. Олардың ең көп тараған мыс колчедан, құрамында  $\text{CuFeS}_2$  халькопириті бар. Көптеген мыс кендері полиметалл болып табылады және құрамында мыс, мырыш, қалайы, темір, күміс және басқа элементтер бар. Бос жыныстың құрамына әдетте кварц, түрлі алюмосиликаттар, кальцит және басқа қосылыстар кіреді [1-4].

Барлық мыс кендері салыстырмалы кедей болып табылады және құрамында әдетте 1-3 пайыздан аспайтын мыс бар. Сондықтан мұндай кендерді байытады. Бұл мақсат үшін кен минералдары мен бос жыныстар бөлшектерінің әртүрлі сулануына негізделген флотация әдісін жиі қолданады.

Өзінің жоғары электр өткізгіштігінің арқасында (барлық металдардан жасалған мыс – күмістен кейінгі екінші) ол әсіресе құнды электр техникалық материал болып саналады. Бұрын әлемдік мыс өндірісінің 50 пайызына дейін өткен электр сымдары бүгінде барынша қолжетімді алюминийден дайындалады. Мыс, басқа түсті металдардың көпшілігімен қатар, тапшы материал болып саналады. Бұл бүгінгі күні 5 пайыз мысты қамтитын бай кен деп аталатындығымен байланысты, ал оның негізгі өндірісі 0,5 пайыз кендерін өңдеу арқылы жүргізіледі. Өткен ғасырларда бұл кендер 6-дан 9 пайыз  $\text{Cu}$ -ға дейін болды.

Мыс баяу балқитын металдарға жатады. Оның тығыздығы  $8,98 \text{ г / см}^3$  кезінде балқу және қайнау температурасы тиісінше  $1083 \text{ }^\circ\text{C}$  және  $2595 \text{ }^\circ\text{C}$  құрайды. Бір валентті мыс тұздары сәл боялған немесе мүлдем түссіз, ал екі валентті мыс өзінің тұздарымен сулы ерітіндіде тән бояуды береді. Таза мыс-қызыл немесе қызғылт (сынықта) түсті тартқыш металл. Жұқа қабаттың саңылауында ол жасыл немесе көк болып көрінуі мүмкін. Мыс қосылыстарының көпшілігі бірдей түсті [1-5].

Мыс өндіретін зауыттардың шикізатына кендерден басқа қалдықтардан жасалған мыс қорытпалары кіреді. Көбінесе олар күкірт қосылыстарында 1-ден 6 пайызға дейін мысты қамтиды: халькозин және халькопирит, ковеллин, гидрокарбонаттар және оксидтер, мыс колчедан. Сондай-ақ, кальций, магний, силикаттар, пирит және кварц карбонаттарын қамтитын бос жыныспен қатар кен құрамында алтын, қалайы, никель, мырыш, күміс, кремний және т.б. сияқты элементтердің құрамдас бөліктері болуы мүмкін. Біріншісі тотығу реакцияларының нәтижесі ретінде алынады, ал екіншісі алғашқы болып саналады.

#### **1.4 Мысты гидрометаллургиялық өңдеу әдістері**

Мыс темір мен алюминийден кейін өнеркәсіп үшін маңызды үшінші металл болып саналады, жыл сайынғы өнім. Қазіргі уақытта мысты шаймалау күкірт қышқылы орталарында жүргізіледі, онда процесс кеңінен танымал және металлургиялық және экономикалық көрсеткіштер негізінен сенімді. Алайда қышқыл шаймалау кейбір мыс кендерінде бар алтын мен күмісті алуға мүмкіндік бермейді және осылайша, олардың экономикалық пайдасын ала алмайды.

Шаймалау бойынша операциялардың көпшілігі аралас оксидті-сульфидті кенді қамтиды және күкірт қышқылының сұйылтылған ерітінділерімен сілтілейді. Әдетте, үйінділердегі шаймалау ерітіндіні ең аз бақылаумен орындалады және мысты алу кенде болатын 40-60 пайызынан аспайды. Өндіру кен денесінде тенорит және мелаконит сияқты мыстың толық немесе толық тотыққан минералдары бар кезде одан да нашар болады. Мұндай кен құрамында мыстың көп бөлігі 50 пайызға дейін және одан да көп қышқылда ерімейтін мыс ретінде талданады, бұл шын мәнінде сілтілендірілетін материалдың тиімді тазалығын 50 пайызға төмендетеді. Осылайша, құрамында 0,3 пайыз мыс бар кен денелері үшін материалды шаймалаудың тиімді дәрежесі бар болғаны 0,15 пайыз құрайды.

Қышқылда ерімейтін фракцияның қалпына келтірілуін жақсарту әрекеттері сәтті болмады. Мұндай күш шаймалау үшін 100 г/л астам күкірт қышқылының жоғары концентрациясын пайдалануды және кенді ұсақтауды, күшті қышқылмен агломерацияны және типтік сілтісіздендіруді орындау алдында біраз уақыт ішінде қатаюды қамтитын технологияларды қамтиды. Қышқылдың жоғары концентрациясымен шаймалау жағдайында кен қышқылын жоғары тұтынумен және тұндыру үшін қондырғыға үйінділерден қалдық қышқылының жоғары болуымен байланысты айқын проблемалар пайда болды [2-6]. Қышқыл шығынымен және қалдық қышқылмен жұмыс істеуге байланысты жоғары құн мұндай процедураны экономикалық емес және жағымсыз етеді. Бүгінгі жоғары шығындар кезінде кенді ұсақтау және өңдеу қолайлы емес, себебі бұл экономикалық емес.

Қазіргі уақытта төменгі сортты тотыққан мыс кенінен мыс алу үшін шаймалау әдісі табылды, ол үнемді, тез және жоғары мыс алу болып табылады.

#### **1.4.1 Үймелеп шаймалау**

Үймелеп шаймалау-бұл үйінділерге салынған, ілеспе өндірілген баланстан тыс және кедей баланстық ірі кесекті кендерді химиялық немесе бактериялық шаймалау арқылы қайта өңдеу тәсілі, олардан пайдалы компоненттерді әдеттегі байыту немесе гидрометаллургиялық әдістермен алу (пачуктарда, автоклавтарда және басқа да аппараттарда шаймалау) тиімсіз.

Тотыққан кендерден мысты үймелеп шаймалау технологиясы келесі кезеңдерден тұрады: ұнтақтау, кенді гидроизолирленген негізге салу, сілтілеу, өнімді ерітіндіден мысты экстракциялау, мыс реэкстракциясы, мыс электролизі және қалдықтарды кәдеге жарату [7-8].

Кенді үймелеп шаймалау алдында ұсақтау кенді өңдеудің техникалық-экономикалық көрсеткіштерін арттыру мақсатында жүргізіледі. Бірқатар жағдайларда осы операцияны енгізу металды алудың 1,5-2 есе ұлғаюына әкеледі.

Үймелеп шаймалау процесі әлемдік тәжірибеде кенінен қолданылады. Шаймалау үшін мыс ( малахит, азурит, хрикозолла және т.б.) тотыққан минералдары басым кендер қолайлы болып табылады. Халькопирит басым кендер үймелеп шаймалау әдістерімен өңдеу үшін құрамы бойынша қолайсыз. Екінші сульфидтері басым кендер (ковеллин, халькозин, борнит) аралық орын алады: олардан мыс алу мүмкін, алайда олардың қышқылданған кендермен салыстырғанда шаймалау жылдамдығы төмен.

Сульфидтердің тотығу жылдамдығы температураның көтерілуі немесе оттегі концентрациясының артуы мүмкін екені белгілі.

Өнімді ерітінділер үймелеп шаймалау көбінесе мыс бойынша кедей болып табылады (5 г/л дейін) және құрамында қоспалардың металлдары көп (темір, магний және т.б. (40-50 г/л дейін) бар. Осыған байланысты, бұл ерітінділер көп жағдайда мысты тікелей алуға жарамсыз. Мысты алу үшін қолайлы жағдайлар жасау үшін сұйықтықты экстракция жолымен мысты шоғырландыру жүргізіледі. Мысты экстракциялауды араластырғыш-тұндырғыш жүйесі ең көп таралған түрлі аппаратурада жүргізеді. Ерітінділердің химиялық құрамына және Мыстың құрамына байланысты экстракция операциясын бір немесе бірнеше сатыда жүргізеді. Мысты экстракциялау бірнеше сатыда жүргізілген жағдайда су және органикалық фазалардың қарсы ағынын ұйымдастырады [7-9]. Экстракция нәтижесінде мыс 85-95 пайызға органикалық фазаға өтеді, ал қоспалардың негізгі бөлігі су ерітіндісінде қалады. Сыпырылмаған су ерітінділерін экстракциядан кейін күкірт қышқылы бойынша бекітеді және сілтісіздендіруге қайтарады. Мыс бойынша қаныққан органикалық фазаны реэкстракция сатысына жібереді, оны күкірт қышқылына дейін қышқылданған мыс электролизінен кейін

ерітінділермен жүргізеді. Жуу нәтижесінде органикалық фазаны металдардан қоспалар қосымша тазартылады. Реэкстракция нәтижесінде алынған су ерітіндісі мыстан тұрады. Реэкстракция сатысынан алынған иесізденген органикалық фаза өнімді ерітінділерден мыс экстракциясына үймелеп шаймалауға қайтарылады.

#### **1.4.2 Бактериалдық шаймалау**

Бактериялық сілтілеу - бұл олардың кендерінен металдарды алу микроорганизмдерді пайдалану. Микробиологиялық технология тау-кен өнеркәсібі үшін экономикалық балама ұсынады, ал жоғары сұрыпты минералды ресурстар таусылады.

Жоғары сапалы минералды шикізат қорының сарқылуына және табиғатты қорғау шараларының күшеюіне байланысты кендерден металдарды алу мен өндеудің өсіп келе жатқан құны тау-кен өндіру және металлургия өнеркәсібіндегі жаңа технологиялардың дамуына ықпал етті. Биошаймалау технологияның ресурс сыйымдылығын төмендету және қоршаған ортаға аз зиянды әсер ету арқылы кенді байытудың дәстүрлі физикалық және химиялық әдістеріне тартымды балама болып табылады [8-9].

Соңғы онжылдықта кендерден құнды компоненттерді алу мақсатында микроорганизмдерді өнеркәсіптік қолдану әлемнің әртүрлі елдерінде кең ауқымға жетті.

Минералдық шикізатты өндеу саласындағы ғылыми-техникалық прогрестің бағыттарының бірі Кенді пайдаланудың кешенділігін айтарлықтай арттыруға, өндеу құнын төмендетуге және қоршаған ортаны тиімді қорғауды қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін аралас технологияларды қолдану болып табылады. Мұндай технологиялардың мысалы, кейіннен бактериялық шаймалау арқылы байыту процестерін біріктіру болуы мүмкін.

Пайдалы қазбаларды өзгерту және айналдыру процесінде микроорганизмдердің рөлін анықтау геологиялық микробиологияның негізгі міндеттерінің бірі болып табылады. Мыс, мырыш, никель, молибден және тағы басқа сияқты көптеген бағалы металдар табиғатта сульфид түрінде кездеседі. Жер қыртысының тотығу жағдайында сульфидтер әртүрлі тотығу агенттерінің әсерінен сульфаттарға айналады. Көптеген сульфаттар суда жақсы ериді. Сондықтан кен орындарында сульфидтердің тотығуы оларды шаймалау арқылы жүреді.

Сульфидті кен орындарында өтетін бактериялық процестер сульфидті кендерді гидрометаллургиялық өндеуді қарқындату үшін пайдаланылуы мүмкін [8-10].

Заттардың айналымындағы бактериялардың рөлі бұрыннан белгілі болғанына қарамастан, көптеген онжылдықтар микроорганизмдердің қызметі түрлі органикалық қосылыстардың қирауы мен өзгеруінен ғана пайда болды. Қазіргі уақытта микроорганизмдердің 5000-нан астам түрі белгілі, олардың

ішінде Бейорганикалық заттардың деструкциясы мен синтезіне, геохимиялық процестерге қатысатын бактериялар бар.

Биогеотехнология органикалық емес қосылыстар (оның ішінде сульфидті минералдар) энергия көзі болып табылатын хемолитотрофты бактерияларды пайдалануды білдіреді. Отандық және шетелдік микро - биологтармен сульфидті минералдардың тотығуына ықпал ететін көптеген ықтимал пайдалы микроорганизмдер анықталды, дегенмен, ең белсенді штамдарының көпшілігі сипаттамасы толық емес. Биошаймалау технологияларының дамуы мен оңтайландырылуы бактериялардың сульфидті кендермен өзара әрекеттесуінің механизмдері мен кинетикасын білуді талап етеді [10-11].

Әдетте металдарды алу кезінде микроорганизмдерді пайдалану екі мақсаттың бірін көздейді: металдардың ерімейтін сульфидтерінің еритін сульфаттарға айналуы (немесе тотығуы) немесе химиялық заттардың ерімейтін сульфаттарға жақсы әсер етуі үшін жағдай жасау және қажетті металды еріту. Бірінші процестің мысалы ковеллин ( $CuS$ ) немесе халькозин ( $Cu_2S$ ) сияқты Мыстың ерімейтін қосылыстарының еритін сульфаттарға айналуы болып табылады. Екінші процестің мысалы - алтынды арсенопириттен ( $FeAsS$ ) темір, мышьяк және күкіртті алу, нәтижесінде минералда қалған алтын циандау арқылы оңайырақ бөлінеді. Осы екі процесс тотығу болып табылады. Егер өндірілетін металл ерітіндіге ауыстырылса, бұл био сілтілеу туралы. Металл кенде болған кезде-биоқышқыл туралы. Дегенмен, "биошаймалау" термині екі жағдайда да жиі қолданылады.

### **1.4.3 Жер асты шаймалау**

Мысты шаймалау жүз жылдан бері қолданылып келеді, оның жер асты нұсқасы жер бетінде орналасқан кен орындарынан мыс алу үшін ықтимал қолданылады. Мұндай нұсқа шығындарды жоюға мүмкіндік береді. Мысты жер асты шаймалау мыстың және құрамы кедей кендерге қолданылады. Шолуда жер асты шаймалау жағдайында мыстың еру жылдамдығы мен толықтығына әсер ететін химиялық және физикалық процестер қарастырылған. Ең көп таралған мыс порфир кендері немесе шаймалау ерітінділері үшін өтетін табиғи құрылымы бар немесе өткізгіштігі гидравликалық (жер асты суларының деңгейінен төмен) немесе жарылыс әсерінің (су деңгейінен жоғары) көмегімен жасанды түрде жасалуы мүмкін. Уақыт өте келе кен құрамының өткізгіштігін төмендететін факторлар физикалық немесе химиялық процестерге байланысты болуы мүмкін. Салдары ашық пораларды газдармен, гипспен, ярозиттермен және механикалық қоспалармен бұғаттау болып табылады [8-9]. Құрамында мыс тотыққан минералдары бар кендерді өңдеу кезінде жер асты шаймалау ерітіндідегі концентрацияға және күкірт қышқылының салыстырмалы көлеміне байланысты, ал екінші мыс сульфидтері болған кезде қышқыл мен тотықтырғыш концентрациясына байланысты болады. Жерасты шаймалау



көрсеткіштерін болжау кезінде әр түрлі физикалық және химиялық факторларды ескеру қажет. Алдын ала өңдеу және онсыз мысты жер астында шаймалаудың соңғы жобаларын сипаттайтын деректер келтірілген (кен денесінің өткізгіштігін арттыру үшін). Мысал ретінде АҚШ-тың мыс кен орындары, мұнда Мыстың тарихи бөлігі кедей кендерден жер бетінде шаймалау әдісін пайдалана отырып өндірген. АҚШ-тың бірқатар мыс кен орындарында жер асты шаймалау бойынша қазіргі заманғы жобалар келтірілген. Бұл жобалар негізгі параметрлер ретінде кен қабатының өткізгіштігін, гидрогеологиялық жағдайды, ерудің селективтілігін, морфологиясын, қуатын, минералдану көлемі мен тереңдігін ескереді. Мысқа қатысты жалпы қабылданған еріткіш ретінде оксидті минералдарды үймелеп сілтілеу кезінде қолданылатын күкірт қышқылының әлсіз ерітінділерін қолданады. Жерасты шаймалау процесінің мыспен қаныққан ерітінділерін мынадай схема бойынша өндейді: сұйық экстракция – электролиз.

#### **1.4.4 Аммиакты ерітіндімен шаймалау: гидрометаллургиялық процестерде мыс өнеркәсібінің жаңа тәсілі**

Аммиак пен аммоний тұздары төмен уыттылық пен құнының, алу жеңілдігінің және металдарды алудың жоғары селективтілігінің арқасында гидрометаллургиялық процестерде тиімді шаймалау агенттері болып танылды. Осы агенттердің шаймалаудың елеулі артықшылықтары туралы зерттеулердің жаңа нәтижелері және қышқыл сілтісіздендірумен байланысты проблемаларды жою әлемдегі осы әдіске жаңа көзқарасқа алып келді. Бұл саладағы зерттеулер басқа негізгі металдармен салыстырғанда кендер мен концентраттардан мыс алу үшін осы әдісті жиі пайдалану туралы куәландырады. Осы жұмыста аммиакты сілтілеудің негізі мен түрлі әдістерін сипаттауға және мыс бойынша осы саладағы негізгі зерттеулерді ұсынуға әрекет жасалды. Сондай-ақ, соңғы нәтижелер және олармен байланысты жаңа процестер ұсынылды. Осы әдістің қышқылмен шаймалау әдісіне қатысты артықшылықтары мен кемшіліктерін бағалауды, мыстың аммиактың шаймалануын кинетикалық зерттеуді және құрамында су мен аммиак бар жүйедегі Eh–рН диаграммаларын бағалауды қоса алғанда, салыстырулар осы зерттеудің басқа бөліктері болып табылады [8-9]. Ақырында алынған ерітінділерден мыс алу жөніндегі зерттеулерді сипаттай отырып, қолданылатын экстракциялық агенттер қарастырылды.

#### **1.4.5 Хлоридті ерітінділермен аралас кендерді шаймалау**

Хлоридтер негізіндегі процестер металлургия және химия өнеркәсібінде және өнеркәсіп саласында маңызды рөл атқарады. Маңызды рөлге негізделген маңызды факторлардың бірі хлор-негізделген процестер хлорды рециркуляциялау жеңілдігі. Хлорды су ортасының электролизімен газ ретінде шығаруға болады. Хлоргидрат және аммоний хлориді су ерітінділері мен

қатты денелерден ұшуға болады. Осылайша, хлоридтер негізіндегі процестер қалдықтарды жоюсыз таза технологиялар саласындағы қазіргі заманғы үрдістерге жауап береді. Бұдан басқа, хлоридті тұздар тұрақты, улы емес, қолайлы бағамен оңай қол жетімді және су ерітінділерінде оңай еритін. Хлорлы ортадағы материалдардың көпшілігі үшін еріту кинетикасы басқа жүйелерден жақсы. Бұл көптеген металл иондарының хлорид-ионды кешендері және кешендер пассивті пленкалардың өсуін азайтады [10-11].

Хлорид және оның қосылыстары, металл хлоридтерін қоса алғанда, тиімді тотықтырғыштар болып табылады. Темір хлориді және мыс хлориді көп материалдарды тез тотықтырады және электролизбен немесе хлормен тотықтандырумен Мұқият өндірілуі мүмкін. Мыс сульфидтерін, халькопиритті тез және толық шаймалау үшін, әсіресе, күшті тотықтырғыштар қажет. Бұл хлоридтің темір немесе мыс рұқсаттарымен немесе олардың комбинациясымен өте тиімді. Бұл жылдам тарифтер қарапайым температура мен қысымда, металды жоғары құтқарумен ажыратуға мүмкіндік береді. Пирит шабуылға ұшырамайды және қарапайым күкіртпен сілтілеу қалдығында қалады.

## 2 Эксперименттік бөлім

Эксперименттік жұмыста Қазақстанның Қарағанды облысының кәсіпорындардың баланстан шығарылған үйінділердің бірінен алынған мысқұрамды сынама қолданылды. Үйіндідегі мыс металының үлесі 0,44 пайыз, бұл өте кедей шикізатқа жатады. Мұндай қалдықтың жалпы көлемі миллиондаған тоннаны құрайды, тиімді гидрометаллургиялық өңдеу технологиясын қолдану арқылы жүздеген мың тонна мыс металын бөліп алуға болады.

Алайда, мұндай шикізатқа сәйкес, тиімді реагенттерді таңдап, шаймалау процесі арқылы мыстың тағы да көп бөлігін бөліп алуға болады.

Бұл технологияның тиімділігін ең алдымен мыстың түрлі минералдарын еріткіш реагентті қолданумен арттыруға болады.

Әдебиеттік шолу көрсеткендей, бастапқы шикізаттың құрамында негізінен мыстың сульфидті және оксидті минералдары үлкен көлемде кремнезем болады. Олардың құрамын дәл білу тиісті шаймалау реагентін таңдауға негіз болады.

### 2.1 Бастапқы реагенттер мен жабдықтар

Дипломдық жұмыс тақырыбы бойынша зерттеулерді жүргізу үшін бастапқы реагенттер ретінде келесідей заттар мен қондырғылар қолданылды:

*Бастапқы реагенттер:*

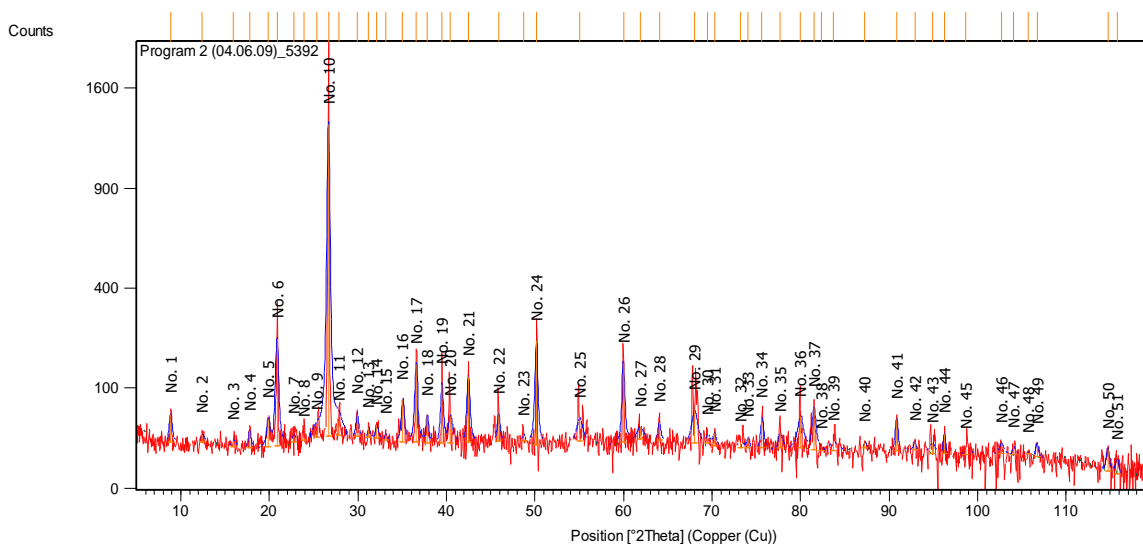
- Қарағанды облысының кәсіпорындардың баланстан шығарылған кен қалдығы;
- Күкірт қышқылы - 10 -75 г/л;
- HCl тұз қышқылы – 10 – 50 г/л;
- Тиосульфатты натрий–  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ;
- 1 пайыздық калий йодиді кристалдары, KI;
- Калий иодының 1-проценттік кристалдары;
- 1 пайыздық крахмал ерітінісі;

*қондырғылар:* вакуумдық насос; Бюхнер воронкасы; пипеткалар; фильтратты қағаздар; иономер, И-75; таразы, ВЛ-220М;

#### 2.1.1 Бастапқы аралас мыс кендерінің үлгілерін рентгенфазалық талдау

Фазалық құрамды анықтау үшін алдымен кеннен алынған үйіндінің сынамасы D8 Advance (Bruker) рентгеннің қондырғысында,  $\alpha$ -Cu, мыс құбыршасындағы кернеу 40 кв, тоқ күші 40 мА жағдайында зерттелді.

Фазалық құрамды анықтап алғаннан кейін фазалардың сандық құрамы анықталды.



2.1 сурет – Үйіндінің рентгенқұрылымдық талдауы

Әрі қарай дифрактограммаларды пайдалана отырып фазалардың сандық құрамы анықталды.

Осылайша, физика-химиялық талдаулардың нәтижесінде сынамаларда негізгі тотыққан мыс минералдары малахит, азурит, куприт; сульфидтік минералдар – халькопирит, ковеллин, халькозин; темірминералдары- сидерит және пирит.

Рентгеноспектроскопияның көмегімен кенде бос жыныстың мынандай минералдары наықталды: 80 пайыз - кремний оксиді -  $\text{SiO}_2$ , қалғаны: алюмосиликат -  $\text{Al}_2\text{SiO}_5$ , Мусковит -  $\text{KAl}_2(\text{Si,Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ , Калийгидросульфаты -  $\text{K}(\text{HSO}_4)(\text{H}_2\text{SO}_4)$ , Алюминий сульфаты -  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , Каолинит -  $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ , Андалузит -  $\text{Al}_{1.920}\text{Mn}_{0.023}\text{Fe}_{0.057}(\text{O}(\text{SiO}_4))$ , Пирофилит -  $\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$  Нақрит -  $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ .

## 2.2 Үйінді үлгілерін күкіртқышқылды және тұзқышқылды ерітінділермен шаймалау

Мысты бөліп үшін процестің тұз қышқылы мен күкірт қышқылының концентрациясына, жүру уақытына және Қ:С қатынасының әсерін зерттедім. Тотықтырғыш ретінде сутегі асқынототығын қолдандым.

### 2.2.1.1 Шаймалау уақытының әсері

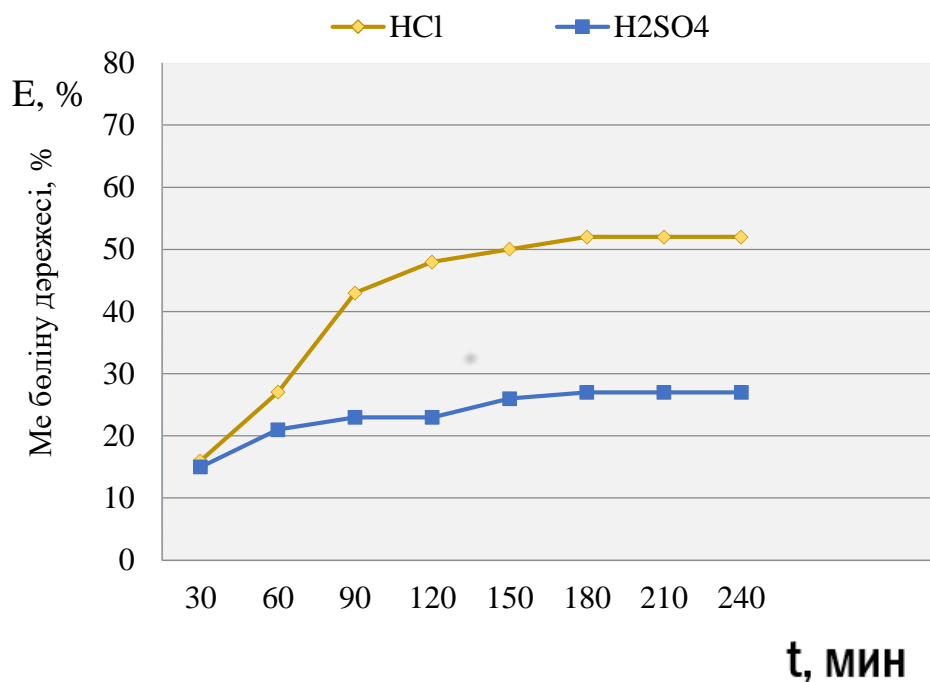
Мысты бөліп алу үшін процестің жүру уақытын зерттеу тәжірибесі Қ:С=1:2 қатынасында, 20 °С – температурада, 0,5-4 сағат аралығында тұрақты араластыру арқылы жүргіздім. Соңғы сынаманың массасы 52 г және 27 г, өлшемі 0,1мм болды. 2.1-кестедегі зерттеу нәтижесі көрсеткендей шаймалау уақытын 0,5-нан 4 сағатқа дейін арттыру мыстың  $\text{HCl}$  қышқылымен

шаймалағанда мыстың бөлінуі 16-дан 52 пайызға, ал  $H_2SO_4$  қышқылымен шаймалағанда 15-тен 27 пайызға дейін артқанын байқауға болады.

### 2.1 кесте – Шаймалау уақытына байланысты мыстың бөлінуі

t, мин	HCl шаймалау нәтижесі			H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> шаймалау нәтижесі		
	X, г/дм <sup>3</sup>	m, г	M, %	X, г/дм <sup>3</sup>	m, г	M, %
30	0,40	0,0176	16	0,38	0,0165	15
60	0,68	0,0297	27	0,53	0,0231	21
90	1,08	0,0473	43	0,58	0,0253	23
120	1,2	0,0528	48	0,58	0,0253	23
150	1,25	0,055	50	0,65	0,0286	26
180	1,3	0,572	52	0,68	0,0297	27
210	1,3	0,572	52	0,68	0,0297	27
240	1,3	0,572	52	0,68	0,0297	27

*m<sub>сы</sub>, g – бастапқы сынамадан мыстың ерітіндіге өткен массасы,  
M, % - ерітіндіге мыстың бөлінуі,  
X г/дм<sup>3</sup> – өнімді ерітіндідегі мыс мөлшері:*



### 2.2 сурет – үлгілерді HCl мен H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> қышқылдарымен шаймалау уақытының металдың бөлінуіне тәуелділік сұлбасы

2.2 суретте көрсетілген нәтижелерге сай шаймалау уақыты 2-сағат кезінде баланстан шығарылған үйінділерден мысты бөліп алу үшін ең жоғарғы деңгей екенін байқадым.

Процестің жүру уақыты әрі қарай жалғастыру мыстың бөлінуіне көмектеспейді.

### 2.2.1.2 Қышқылдың концентрациясының әсері

Сынамалардан мысты бөліп алуға қышқылдардың концентрациясының әсері концентрациялары 25, 50, 75, 100, 125 г/дм<sup>3</sup> болатын ерітінділермен 4 сағат аралығында жүргіздім.

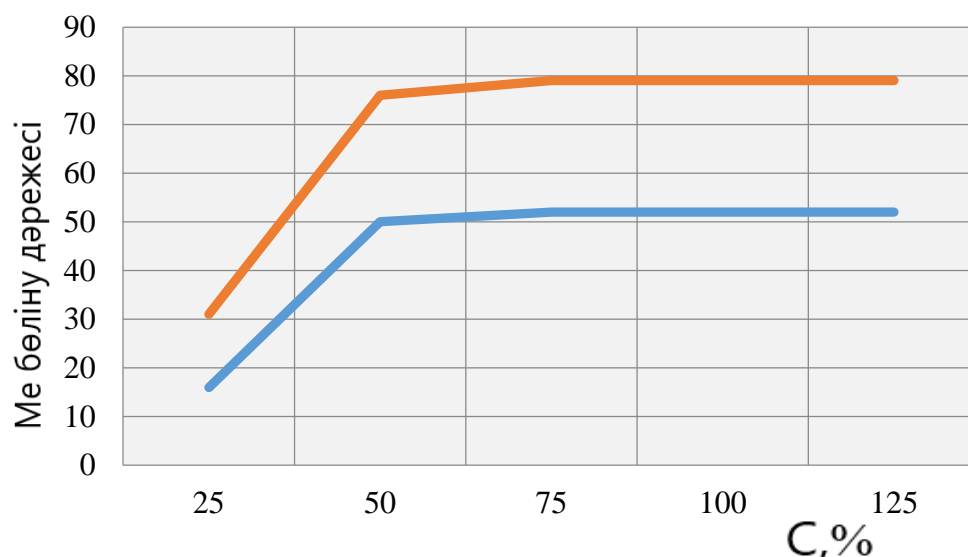
Зерттеу нәтижесі 2.2 кестеде көрсетілгендей тұз қышқылы мен күкірт қышқылының концентрациясын 25-тен 100 г/л-ге дейін арттыру мыстың бөлінуін: үйінділерден 16-дан 52 пайызға дейін (HCl) және 15-тен 27 пайызға (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) дейін артатынын байқадым. Қышқылдардың концентрациясын әрі қарай арттыру мыстың бөлінуіне көмектеспейді.

2.2 кесте – Коцентрацияға байланысты мыстың бөлінуі

№	С, г/л	HCl шаймалау нәтижесі			H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> шаймалау нәтижесі		
		X, г/дм <sup>3</sup>	m <sub>Cu</sub> , g	M, %	X, г/дм <sup>3</sup>	m <sub>Cu</sub> , g	M, %
1	25	0,40	0,0176	16	0,38	0,0165	15
2	50	1,25	0,055	50	0,65	0,0286	26
3	75	1,3	0,572	52	0,68	0,0297	27
4	100	1,3	0,572	52	0,68	0,0297	27
5	125	1,3	0,572	52	0,68	0,0297	27

*m<sub>Cu</sub>, g – бастапқы сынамадан мыстың ерітіндіге өткен массасы;  
M, % - ерітіндіге мыстың бөлінуі;  
X г/дм<sup>3</sup> – өнімді ерітіндідегі мыс мөлшері;  
C, г/л - қышқыл концентрациялары:*

Зерттеу нәтижесі 2.3 суретте көрсетілгендей тұз қышқылы мен күкірт қышқылының концентрациясын 25-тен 100 г/л-ге дейін арттыру мыстың бөлінуін: үйінділерден 16-дан 57 пайызға дейін (HCl) және 15-тен 27 пайызға H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> дейін артатынын байқадым. Қышқылдардың концентрациясын әрі қарай арттыру мыстың бөлінуіне көмектеспейді.



2.3-сурет – Қышқылдың концентрациясының ерітіндіге мыстың бөлінуіне әсері

### 2.2.1.3 Қ:С қатынасының әсері

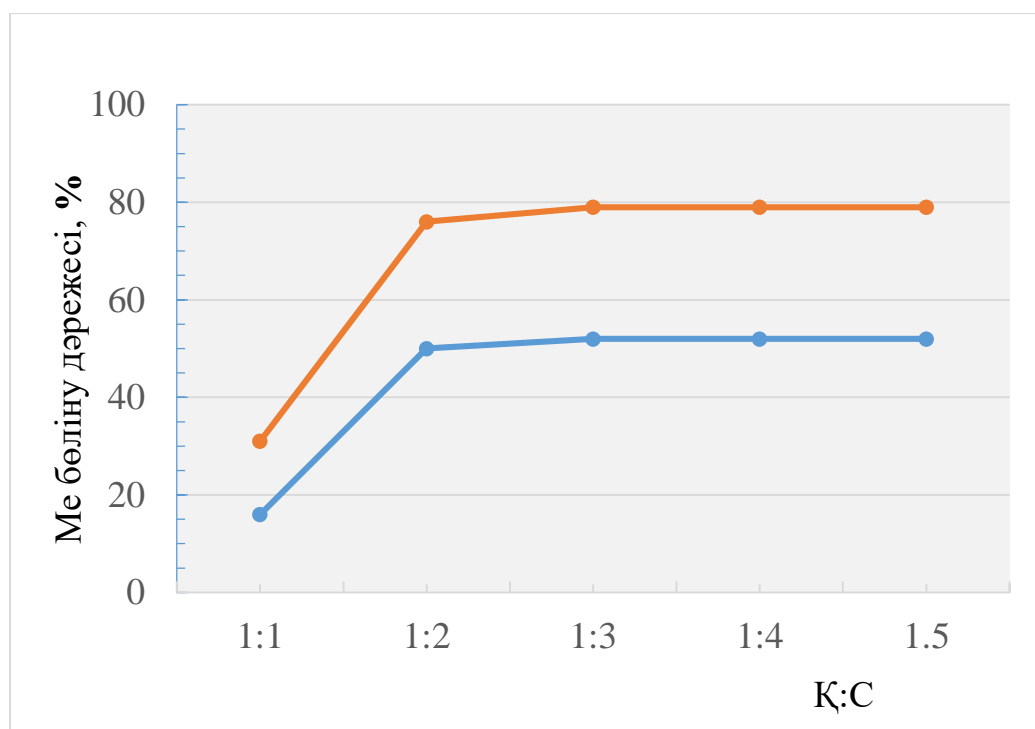
Сынамалардан мысты бөліп алуға Қ:С қатынасы 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:5 болатын ерітінділермен 4 сағат аралығында жүргіздім.

Зерттеу нәтижесі 2.3 кестеде көрсетілгендей тұз қышқылы мен күкірт қышқылымен шаймалаған уақытта мыстың бөлінуі Қ:С қатынасы 1:2 кезінде ең тиімді нәтижеге жетті. Одан кейін Қ:С қатынасын арттыру мыстың бөлінуіне әсер етпейтіні байқалды.

2.3 кесте – Қ:С қатынасының әсерін зерттеу нәтижесі

№	Қ:С	HCl шаймалау нәтижесі			H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> шаймалау нәтижесі		
		X, г/дм <sup>3</sup>	m <sub>Cu</sub> , g	M, %	X, г/дм <sup>3</sup>	m <sub>Cu</sub> , g	M, %
1	1:1	0,40	0,0176	16	0,38	0,0165	15
2	1:2	1,25	0,055	50	0,65	0,0286	26
3	1:3	1,3	0,572	52	0,68	0,0297	27
4	1:4	1,3	0,572	52	0,68	0,0297	27
5	1:5	1,3	0,572	52	0,68	0,297	27

*m<sub>Cu</sub>, g – бастапқы сынамадан мыстың ерітіндіге өткен массасы,  
M, % - ерітіндіге мыстың бөлінуі,  
X г/дм<sup>3</sup> – өнімді ерітіндідегі мыс мөлшері;*



2.4 сурет - Мыстың бөліну дәрежесіне қышқыл концентрацияларының әсер етуі

Тәжірибе 4сағат уақыт аралығында жүргізілді және 20 °С – температурада, концентрациялары HCl 75 г/л және H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 100 г/л. Қ:С қатынасы 1:1-ден 1:5-ке дейін өзгертілді. 2.4 суретте көрсетілген нәтижелерге сай Қ:С қатынасы 1:2 болуы үйінділерден мысты бөліп алу үшін ең жоғары деңгей екенін байқадым.

### 2.3 Тотықтырып шаймалау эксперименттері

Сынамадан мысты бөліп алу үшін тұз қышқылы мен күкірт қышқылының 25-125 г/л концентрацияларын қолданылды, және де 10-40 пайыз көлеміндегі асқын тотығы қолданылды. Тәжірибелер Қ:С қатынасында 1:2-1:5 болатын, ал температурасы 10-90°С аралығында, уақыты 0,5-4 сағат арасында жүргізілді.

Шаймалау уақытына мыстың бөлінуін, қышқылдардың концентрациясына және де Қ:С қатынасына тәуелділігін зерттедім.

#### 2.3.1 Шаймалау уақытының әсері

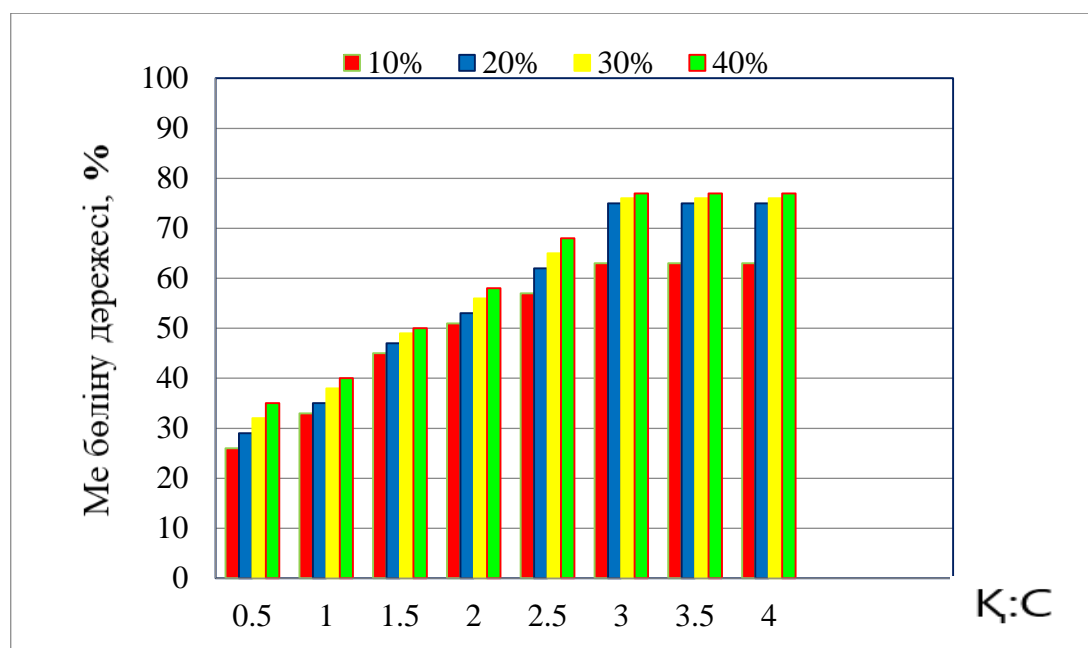
2.4 кестеде көрсетілгендей тотықтырғыштың қатысуымен шаймаланған кеннен бөлінген мыстың көлемі тотықтырғышсыз шаймалау нәтижелерінен әлдеқайда жоғары екенін байқауға болады. 4-сағаттық шаймалаудан кейін - бөлінген мыстың көлемі 75 пайыз ( HCl) және 77 пайыз H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> артқанын байқауға болады.



Үйіндінің сынамаларына концентрациясы 100 г/дм<sup>3</sup> болатын тұз қышқылы мен күкірт қышқылымен және де концентрациясы 10-40 пайыз сутегінің асқынтотығымен шаймалау жүргіздім.

2.4 кесте- Тотықтырғыш көмегімен шаймаланған үйіндіден сынамасынан мыстың бөлінуі.

t, t сағ	E <sub>cu</sub> , %			
	10%	20%	30 %	40%
0,5	26	29	32	35
1,0	33	35	38	40
1,5	45	47	49	50
2,0	51	53	56	58
2,5	57	62	65	68
3,0	63	75	76	77
3,5	63	75	76	77
4,0	63	75	76	77



2.5 сурет – Мыстың шаймалану дәрежесіне тотықтырғыш концентрациясының әсері

Үйіндіді шаймалаудан алынған өнімді ерітіндінің құрамы, пайыз: тұз қышқылы және күкірт қышқылымен, концентрациясы 10 пайызын құрайтын сутегі асқынтотығымен шаймалаған кезде 26-дан 63 пайызға, концентрациясы

20 пайыз сутегі асқынтотығымен шаймалағанда 29-да 75 пайызға, концентрациясы 30 пайыз кезінде 32-ден 76 пайызға, концентрациясы 40 пайыз кезінде 35-тен 77 пайызға артқанын байқадық.

Шаймалау уақытының мыстың бөлінуіне әсерін зерттеу кезінде ең тиімді уақыт ретінде 2 сағат деп алдым. Өйткені шаймалауды әрі қарай жалғастырғанда бөлінетін мыстың көлемі артпады.

Мыстың баланстан шығарылған кен қалдығынан шаймалану дәрежесіне қышқыл концентрациясының, температураның, сұйық және қатты фазалары қатынастарының, шаймалау ұзақтығының әсер етуі қарастырылды. Мыс титрлеу әдісімен анықталды. Мысты анықтау әдістемесі: сынамадан 5 мл аликвота алынып, көлемі 100 мл конусты колбаға құйылады, ол 50 мл дистелденген сумен араластырылады. Оған 1 г калий йодидінің (KI) кристалдары салынады, ерітінді ақшыл сары түске боялады. Осы ерітінді 0,1 N  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$  ерітіндісімен ақшыл-сары түске айналғанша титрленеді. Ақшыл-сары түске боялған ерітіндіде мыстың бары-жоғын тексеру үшін колбаға 1 - 2 тамшы крахмал ерітіндісі тамызылады. Егер ерітінді көк түске боялса, оны тағы да ағарғанша  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$  ерітіндісімен титрлеу қажет. Соңында жалпы титрлеуге кеткен  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$  ерітіндісінің көлемі жазып алынады.

Жалпы, эксперименттік зерттеулер нәтижелері аралас кендерді тікелей шаймалағанда мысты алу дәрежесі 52 пайыз (HCl) және 27 пайыз  $\text{H}_2\text{SO}_4$  болды. Тотықтырғыш көмегімен мыс кендерін шаймалау нәтижесі 77 пайызға артты.

### **3 Экономикалық бөлім**

### 3.1 Зерттеу жұмысын жүргізуге жұмсалған шығындарды есептеу

Зерттеу жұмысы барысында барлығы 113 тәжірибе жүргізілді. Түсті металдарды бөліп алуда, экологиялық және экономикалық жағынан ең тиімді болып табылатын – гидрометаллургия процестері екені бұрыннан белгілі. Мыс кендерін бөліп алуда шаймалау процесі тиімді болып табылады. Бастапқы уақытта әрі арзан, жеңіл қол жеткізерлік қышқылдарды қолдану қарастырылған [11-12].

Шаймалау процесі жалпы экономикалық тиімді процес болып табылады. Негізгі және қосалқы жабдықтары қол жетімді бағада.

#### 3.1.1 Негізгі және қосалқы материалдар шығынын есептеу

Тәжірибе жүргізуге арналған негізгі және қосымша материалдар шығыны-ның есептеу нәтижелері төмендегі кестеде келтірілген.

3.1.1 кесте – Негізгі және қосалқы материалдар шығыны

Материалдар атауы	Материал шығыны	Бірлік бағасы, тг	Жалпы бағасы, тг
Мыс кені, кг	2	2000	4000
Күкірт қышқылы, л	2	900	1800
Дистилденген су, л	100	45	4500
Калий иодиді	0,5	600	300
Натрий тиосульфаты	3	900	2700
Тұз қышқылы	2	1000	2000
Крахмал	1.0	500	400
Аммиак	2	800	1600
Фильтр қағазы, бума	1,0	900	700
Индикатор қағазы, бума	1,0	450	450
Барлығы			18450

Негізгі және қосалқы материалдардың шығыны 113 тәжірибеге есептелген. Сонда, 1 айға кететін негізгі және қосалқы материалдар шығыны 18450 теңгені құрайды.

### 3.2 Ғылыми-зерттеу жұмысының жинақ қорын есептеу

Жинақ қоры (А) келесі теңдеумен есептелінеді:

$$A = C_{\text{п}} \cdot I_0 \cdot 0,33, \quad (3.1)$$

мұндағы  $C_{\text{п}}$  – жабдықтың бастапқы бағасы, 0,33-ке көбейтілген.  
 $I_0$  – 1,082 тең, индексация.

Сонымен, 1 айға құраған жинақ қорының соммасы:

$$A = 18450 \cdot 1,082 \cdot 0,33 = 18160,677 \text{ тг} \quad (3.2)$$

Сонда бір жылдық жинақ қорының ( $A_1$ ) сомасы мына теңдеумен анықталады:

$$A_1 = C_{\text{п}} \cdot I_0 \cdot 0,33 \cdot (1 + e)^1, \quad (3.3)$$

мұндағы  $e$  – тиімділік коэффициенті, ол 0,1 тең:

$$A = 18450 \cdot 1,082 \cdot 0,33 \cdot (1 + 0,1)^1 = 19976,7447 \text{ тг} \quad (3.4)$$

Жобаның құны (В) келесі теңдеумен есептелінеді:

$$B = A_1 + A \quad (3.5)$$

Сонымен, жобаның құны:

$$B = 19976,7447 + 18160,677 = 38137,4217 \text{ тг.}$$

## **4 Қауіпсіздік және еңбек қорғау бөлімі**

### **4.1 Кәсіпорынның жалпы сипаттамасы**

Қауіпсіздік техникасы мен санитарлық қажетті шаралар зертхана меңгерушісі міндеті бойынша жүзеге асырылады. Зертхана меңгерушісі кәсіпорында еңбекті қорғаудың толығымен жауаптылары болып келеді. Еңбекті қорғау бөлімі қауіпсіздік еңбек шараларында жүйелік бақылауды жүзеге асырады және зақым мен апаттан сақтандырады.

Әрбір студент лаборатория ішінде еңбекті қорғау ережесін ұстауға міндетті, жұмысқа арнайы киімде және жақсы демалған күйде арнайы сақтандыру құралдарымен кірісуі керек. Киім және тағы да басқа арнайы қорғағыш құралдары дұрыс күйде болуы тиісті. Жұмыс уақыты басталғанға дейін жұмыскер жұмыс орнының қауіпсіздігін, сақтау құралдарын, құрал-саймандарын, жұмыс істеу қабілеттілігі мен механизмдерін тексеріп алуы керек. Студенттің шашы бас киім астында болуы керек [12-13].

Жылжыту, вентиляция, жарықтандыру, электржабдықтары, сумен жабдықтандыру мен канализация, жабдықтар мен жұмыс орнын жоспарлау, тасымалдау, сақтандыру құрылғысы, жеке қорғау құралдары мен арнайы киімдері қауіпсіздік ережелер мен өндірістік санитариядағы кіреді.

Қауіпсіздік ережелеріне қажетті техникалық нормативтер, сонымен қатар технологиялық процестерді өткізетін және эксплуатациялық жабдықтардың қауіпсіздігін қамтамасыз ететін, қызметкерлерді жұмысқа кіргізу шарты мен ұйымдардағы жұмыс қауіпсіздігінің талаптары кіреді.

Қауіпсіздік техникасы жөніндегі ереже әр мамандықтың жұмыс істеу қауіпсіздігімен лабораторияда берілген ерекшеліктеріне сай жабдықтардың әртүрлі болуынан жасалады.

Уақытша қауіпті учаскелер мен жерлерге уақытша немесе лак және бояу материал түстерімен боялған сигналдар, тасымалдаушы белгілер қойылады.

Ағындық қауіпсіздік ережесі жұмыскерлердің жұмыс уақыты басталғанға дейін жүргізіледі, онда рұқсат етілген нарядтар дайындалады, нарядта қауіпсіздік ережесін өткізу белгіленген.

### **4.2 Кәсіпорында электр және өрт қауіпсіздігі**

#### **4.2.1 Электр қауіпсіздігі**

Электр тоғымен зақымдалудан қорғану іс-шараларын, электр желілерінде қысқа тұйықталудың нәтижесінде жарылыс пен өрттердің пайда болуынан қорғаныс (арнайы орындалған электр қондырғыларын пайдалану; қауіпсіз кернеулік, оларды қолмен ұстап қалудан жеткіліксіз жерге орналастыру; блоктауды, ескерту дабылдарын қолдану; қорғаныстық жерсіндіру мен өшіп қалуды; жеке қорғаныс құралдарын пайдалану тағы сол сияқты).

#### **4.2.2 Өрт қауіпсіздігі**

Өрт жабдықтардың ақауларынан, технологиялық процестердің бұзылуынан, персоналдың ұқыпсыздығынан пайда болу мүмкін.

Жұмыс барысындағы ұйымдастыру шараларына:

- ашық отпен қолдану;
- шылым шегуді шектеу;
- бөлмедегі мүлік адамдарды эвакуациялау жоспарын жасау;
- өрт қауіпсіздігі туралы студенттермен персоналдарды оқыту жатады.

Өрттен қорғау үшін технологиялық жағдайларда, арнайы автоматикалық құрылғылар қажет. Автоматикалық жұмыстар жүргізіліп жатқан пара - метрлерді берілген деңгейде ұстап отырады, қауіп төнген жағдайда агрегаттар жұмысын тоқтатады. Өрттің тез аластату шараларына, арнайы залдар мен ғимарат подъездері қарастырылады, өртке төзімді баспалдақтар, дабылдағыштармен, су құбырлары орнатылу қажет [13-14].

#### **4.3 Желдету және жылытуға қойылатын талаптар**

Жылыту өндірістік ғимараттарға қойылатан талаптар СНЖЕ бөлімдерінің қажеттіліктерімен сәйкес ауаны желдету және кондиционерлеу МЕСТ “ССБТ жалпы санитарлық – гигиеналық” талаптарға сай болуы қажет. Технологиялық мақсаттар үшін қысқы уақытта, ауа перделерін сыртқы ауаның ағынымен ұйымдастыру қажет. Өрбір қабаттың желдетуі зиянды заттардың бөліну есебімен жүргізілуі қажет.

Ерітіндісі және электролиті бар ыдыстар жергілікті тартпалы механикалық желдеткішпен қамтамасыз етілуі қажет. Бөлінетін ауаның көлемі технологиялық нормалар бойынша анықталуы қажет.

Жұмыстық ойықтарда оның жылдамдығы келесі нормалардан аспауы қажет:

- күкіртті газдың және хлордың бөлінуі кезінде – 1,5 м/с;
- күкірт қышқылы және аэрозольді ерітінділердің бөлінуі кезінде – 1,5 м/с.

#### **4.4 Жазатайым оқиғалардан сақтандыру шаралары**

Еңбек және өндірістік процестердің, организмге бірден зиян келтіретін, оңтайсыз факторларды өндірістік қауіптер деп атайды.

Өндірістік жағдайда кейбір факторлардың тұрақты немесе ұзақ уақыт жұмыскерлердің денсаулығына әсер ететін жағдайы болуы мүмкін, және де бұл ықпалдың нәтижесі бірден білінбейді, ал бірнеше уақыттан соң ғана айқындалады. Кәсіптік зияндардан организмге әсер ету нәтижесінде пайда болған денсаулықтың бұзылуы кәсіптік аурулар деп аталады.

Өндірістік қауіптер мен кәсіптік зияндар келесідей жағдайларда пайда болады:

- машиналар мен механизмдердің қозғалыстағы бөлшектерімен, көлік құралдарымен;
- электр тогімен;
- оңтайсыз метеорологиялық жағдайлармен (ыңғайсыз температурамен және ауа ылғалдығымен, желдетумен, қалыпсыз атмосфералық қысыммен);
- қыздырылған жабдықтармен және материалдармен, жалынмен;
- жылулық, ультракүлгін, иондаушы және иондаушы емес сәулелермен, электромагниттік өріспен, көз ашқызбас жарықпен;
- ауаның зиянды заттармен ластануынан;
- шуммен және сілкініспен, ультрадыбыспен;
- жанатын және жарылатын материалдармен және заттармен;

Еңбек жағдайын тексеру және бағалау үшін зерттеу мен сынақтың техникалық әдістері қолданылады. Оларға жататындар: әртүрлі талдағыштар көмегімен ауадағы қажетсіз қоспаларды, температураның өзгерісін, ылғалдылы-қты, ауаның қозғалу жылдамдығын анықтау.

Бұл зерттеу үшін қолданылатын аппаратура әр түрлі. Зерттеудің көптеген әдістері Мемлекеттік стандарттармен регламенттеледі.

Еңбек жағдайын жан-жақты талдау, жарақаттану мен аурудың пайда болу мүмкіндігін жоятын жабдықтар конструкциясы және технологиялық процестер мен еңбекті ұйымдастыру сипаты бойынша ұсыныстар беруге мүмкіндік береді.

#### **4.5 Еңбек қорғаудағы өндірістік тазалық шаралары**

Уландыратын заттарды, олардың зиянды әсерін төмендету мақсатында, жою үшін санитарлық шаралар қолданылады. Олар: дезактивация, дегазация және киім, аяқ киім, жеке тұлғалық қорғану құралдарының дезинфекциясы.

Санитарлық реттеу – улы заттарды, токсиндерді, адамдардың тері қабаты-нан, киілген жеке тұлғалық қорғаныс құралдарынан, киімнен және аяқ киімнен алып тастау.

Дезактивация – жұғылған қабаттан улы заттарды алып тастау. Дезактивация үшін арнайы ерітінділер, стерильді ұнтақтардың су ерітінділері, қарапайым су және еріткіштер (бензин, керосин, дизельдік отын) қолданылады.

Дегазация – уландыратын заттарды жою немесе оларды химиялық бұзу. Дегазация жеке тұлғалық қорғаныс құралдарын, киімді және аяқ киімді қайнату, проаммиак қосындысымен тазалау, жуу, желдету болып табылады.

Дезинфекция – токсиндерді жою және уландыратын заттарды бұзу. Дезинфекция булы ауа қоспасымен, қайнатумен, дезинфекциялайтын ерітінділерге салып қоюмен, жуумен жүзеге асады [14-15].

Зертханаларды жобалаудың санитарлық нормалары, жұмыс аумағындағы ауадағы газдардың, булардың, шаңның, аэрозолдердің шекті жіберілетін концентрациясы түріндегі гигиеналық нормативтерін бекітеді.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Кен қалдықтарынан металдарды бөліп алуға әдеби шолу жасалды. Нәтижесінде қалдықтардың түрлері, оларда қалған бағалы металдарды бөліп алу әдістері туралы ақпарат жиналды. Қазақстандық мыс өнеркәсібінің қалдықтары сан алуан және олардың құрамындағы түсті металдардың үлесі, асыл металдар мен сирек металдардың жалпы мөлшері туралы мәліметтер қарастырылды. Қалдықтардан металдарды бөліп алу үшін әлі де жаңа, тиімді технологияларды әзірлеу және оны өндіріске енгізу толығымен шешілмеген мәселе болып отырғандығы анықталды.

Зерттеуге алынған Қарағанды облысының кен орнының баланстан шығарылған кендерінің үлгілері таңдап алынып, оның құрамы физика-химиялық талдаумен анықталды. Нәтижесінде құрамында мыстың мөлшері 0,45 пайыз, тотыққан минералдардың үлесі 65 пайыз болатындығы табылды.

Баланстан шығарылған кенді тікелей тұз қышқылы мен және күкірт қышқылымен шаймаладық. Нәтижесінде мыстың бөліну дәрежесі 52 және 27 пайыз болғанын байқадық. Кеннен шаймаланып алынған мыстың бөлінуін қышқылдардың концентрацияларына, шаймалау уақытына, Қ:С қатынасына тәуелділік сұлбаларын тұрғыздым.

Нәтижесінде сұлбаларда байқағандай мыстың бөліну дәрежесі 2 сағаттан кейін, Қ:С қатынасы 1:2 кезінде және концентрациялары 50 г/л кезіндегі ең тиімді кездері болды. Себебі, одан кейін мыстың бөліну дәрежесі артпағанын байқауға болады.

- күкірт қышқыл концентрациясы - 50 г/дм<sup>3</sup>;
- Қ:С– 1:2;
- шаймалау уақыты – 2 сағат.

Тотықтырғаш ретінде сутегі асқын тотығын пайдаландым. Нәтижесінде мыстың бөліну дәрежесі 52 пайыздан 77 пайызға артты.

Зерттеу жұмысын жүргізуде қоршаған ортаны қорғау және еңбек қауіпсіздігі шаралары қарастырылды. Сонымен қатар зерттеу жүргізудің экономикалық есептеулері шешілді.



## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Металлургия цветных металлов. Уткин Н.И. Учебник для техникумов. М: Metallurgy, 1985, 440 с.
- 2 Под общей редакцией Л.В. Чугаева Металлургия благородных металлов Москва «Металлургия» 1987
- 3 Метрофанов С.И. Переработка окисленных медных руд по методу профессора В.Я. Мостовича. – М., ЦИИН Metallurgidzat, 1956, - 28 с.
- 4 Комплексная переработка минерального сырья Казахстана. Состояние, проблемы, решения. Монография в 10 томах. Т. 2: Жарменов А.А., Еремин Ю.П., Загайнов В.Г., Ниязов А.А. и другие. Теория и технология обогащения природного и техногенного минерального сырья. – Алматы, 2006, РГП «НЦ КПМС РК», - 462 с.
- 5 Загайнов В.Г. Увеличение минерально-сырьевых ресурсов меди за счет развития технологий извлечения окисленных разновидностей металла. // Горный журнал Казахстана №№ 2-5, - 16 с.
- 6 Медное производство Казахстана. Монография – Алматы: Изд-во «DPS», 2010, - 472 с.
- 7 Вольдмин Г.М., Зеликман А.Н. Теория гидрометаллургических процессов – М: Наука, 2003, - 463 с.
- 8 B.R. Palmer, M.C. Fuerstenau, in Hydrometallurgy Fundamentals, Technology and Innovations, J.B. Hiskey, G.W. Warren (Eds), Society for Mining, Metallurgy and Extraction, USA, 1993, chapter 53.
- 9 Теляков Н.М. Изучение воздействия бактериального раствора на сульфидные-молибденовые руды / Н.М. Теляков, С.Н. Салтыкова, М. Пурэвдаш // Записки Горного института. 2011. Т.192. С. 54-57.
- 10 Жагов В.С., Шерегеда З.В. Металлургия меди , никеля и кобальта, 2010.
- 11 Шейн Я.П., Гудима Н.В. Краткий справочник металлурга по цветным металлам. – М.: Metallurgy, 1964.- 412 с.
- 12 Агаркова Г.А. Выщелачивание медных окисленных минералов, характерных для месторождений СССР // Цветные металлы. – 1950. - № 1. –С. 35 – 41 с.
- 13 Паплаухин А.Б., Худяков М.Ф., Халезов Б.Д., Абакумов В.В. Перспективы использования гидрометаллургических процессов в металлургии меди // Цветные металлы. - 1986. - №4.- С. 20 - 23. 160
- 14 Лебедева К.В. Охрана труда и техника безопасности на производстве. – М.: Эконадзор, 1958.–307 с.
- 15 Қауіпсіздік және еңбек қорғау шаралары, Муканов Т., Досмухамедов А.Н.

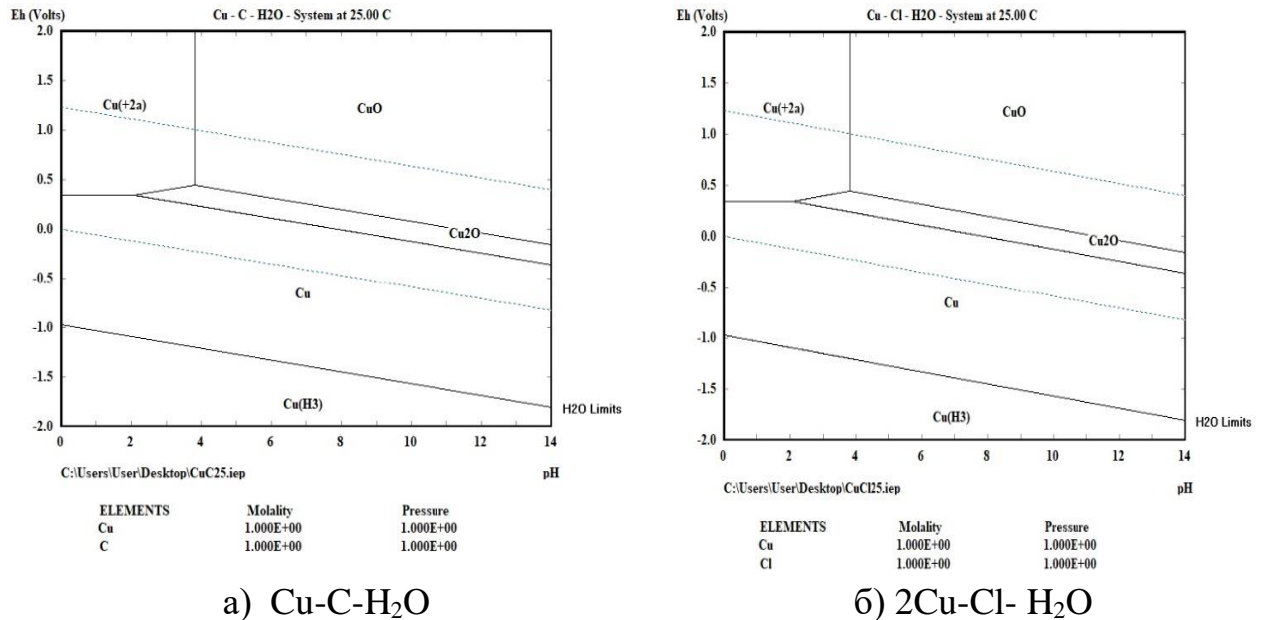
## Ақосымшасы

А.1 кесте – Фазалардың сандық құрамы

№	Коды	Компоненттің атауы	Химиялық формуласы	Сядрс	Масштаб ы коэф	Жарты сапасы [%]
11	01-085-086	а-Si O <sub>2</sub>	Si O <sub>2</sub>	0	0,589	35
2	01-086-135	Жоғары магнетит	Fe <sub>2.932</sub> O <sub>4</sub>	5	0,016	1
3	01-083-127	Калций, алюминий, силицид	A <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub>	8	0,016	1
4	1-084-0580	Күміс, алюминий силикат	g54.5 Al <sub>55.5</sub> Si <sub>136.5</sub> O <sub>384</sub>	3	0,001	-
5	083-0749	Альгизит трисодий Калий хексы Дититан Диалюминийсиликат Трихлорид	a3 K <sub>6</sub> Ti <sub>2</sub> (Al <sub>2</sub> Si <sub>8</sub> O <sub>2</sub> ) Cl <sub>3</sub>	9	0,021	7
6	01-076-022	БерлинитHP, сул	l P O <sub>4</sub>	74	0,548	34
7	03-065-424	Калций, алюминий, силикон	Al <sub>2</sub> Ca <sub>3</sub> Si <sub>2</sub>	2	0,017	1
8	01-070-639	Мырыш, темір оксид	Zn Fe <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	48	0,013	-
9	3-065-4188	Мыс-мырыш	As Cu <sub>9</sub>	47	0,026	1
10	01-072-697	Димагнезий титанат, жоғары кванделит, сул	Mg <sub>2</sub> ( Ti O <sub>4</sub> )	5	0,012	1
11	1-076-1060	Никель диванадий III ванадий (IV) сульфид	Ni V <sub>3</sub> S <sub>6</sub>	41	0,02	1
12	01-080-111	Клинохлор	Mg <sub>4.54</sub> Al <sub>0.97</sub> Fe <sub>0.46</sub> Mn <sub>0.03</sub> (Si <sub>2.85</sub> Al <sub>1.15</sub> O <sub>10</sub> ) (OH) <sub>8</sub>	8	0,033	9

## В қосымшасы

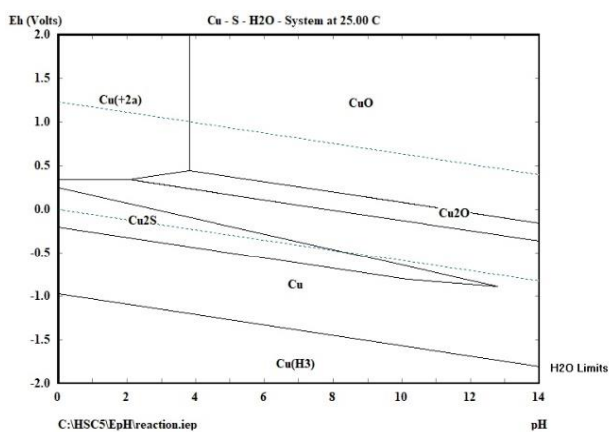
*Термодинамикалық талдау.* Мысқұрамды кен үлгілерінің сулы ерітіндідегі күйлерін анықтау үшін HSC-термодинамикалық мәндерді есептеу программасын қолданып мысқұрамды жүйелерге талдау жүргіздік.



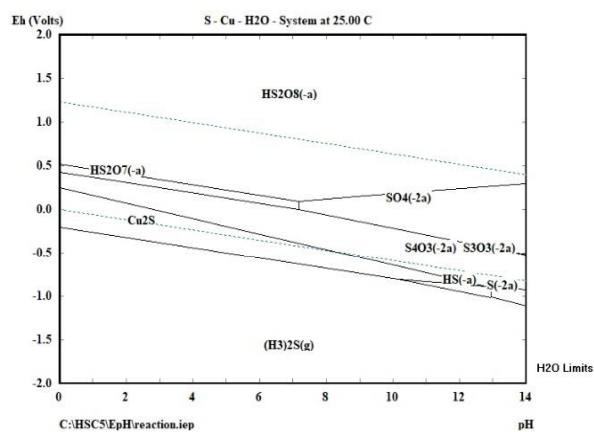
В.1 сурет - Cu-C-H<sub>2</sub>O және Cu-Cl- H<sub>2</sub>O жүйелері үшін Пурбэ диаграммасы

Cu-C-H<sub>2</sub>O жүйесінде (а) рН 0-мен 14 және потенциалы -2 мен -1 арасында Cu(H<sub>3</sub>) түзіледі. Ал рН 0-пен 14 арасында потенциалы -1 және 0.4 аралығында Cu түзіледі. Ph 2-мен 14 арасында, потенциалы -0,25 пен 0,5 аралығында Cu<sub>2</sub>O түзіледі. Ph 4-пен 14 арасында, потенциалы 0,5 пен 2 арасында CuO түзіледі.

Cu-Cl-H<sub>2</sub>O жүйесінде (б) рН 0-мен 14 және потенциалы -2 мен -1 арасында Cu(H<sub>3</sub>) түзіледі. Ал рН 0-пен 14 арасында потенциалы -1 және 0.4 аралығында Cu түзіледі. Ph 2-мен 14 арасында, потенциалы -0,25 пен 0,5 аралығында Cu<sub>2</sub>O түзіледі. Ph 4-пен 14 арасында, потенциалы 0,5 пен 2 арасында CuO түзіледі.



а) Cu-S-H<sub>2</sub>O



б) S-Cu- H<sub>2</sub>O

В.2 сурет - Cu-S-H<sub>2</sub>O және S-Cu- H<sub>2</sub>O жүйелері үшін Пурбэ диаграммасы

Cu-S-H<sub>2</sub>O жүйесінде (а) рН 0-мен 14 және потенциалы -2 мен -1 арасында Cu(H<sub>3</sub>) түзіледі. Ал рН 0-пен 14 арасында және потенциалы -1 және -0.25 аралығында Cu түзіледі. Ph 0 мен 13 арасында және потенциалы -0,25 пен 0,4 аралығында Cu<sub>2</sub>O түзіледі. Ph 4-пен 14 арасында, потенциалы 0,6 пен 2 арасында CuO түзіледі.

S-Cu- H<sub>2</sub>O жүйесінде (б) рН 0-мен 14 және потенциалы -2 мен -1 арасында (H<sub>3</sub>)<sub>2</sub>S түзіледі. Ал рН 0-пен 12 арасында және потенциалы -0.25 пен 0,25-аралығында Cu<sub>2</sub>O түзіледі.

В.1 кесте – CuO+2HCl(g)=CuCl<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>O (а) жүйесінің термодинамикалық көрсеткіші

T	ΔH, кДж	ΔS, Дж/К	ΔG, кДж	K	Log(K)
25	-39.031	-57.005	-22.035	1.424·10 <sup>16</sup>	16.154
30	-38.976	-56.820	-21.751	4.808·10 <sup>15</sup>	15.682
35	-38.920	-56.638	-21.467	1.684·10 <sup>15</sup>	15.226
40	-38.864	-56.458	-21.184	6.107·10 <sup>14</sup>	14.786
45	-38.808	-56.282	-20.902	2.290·10 <sup>14</sup>	14.360
50	-38.752	-56.107	-20.621	8.864·10 <sup>13</sup>	13.948

Кестеде көрсетілгендей, бұл реакцияның өздігінен жүретінін байқап отырмыз. Гиббс энергиясы 25 – 50 °C аралықтарында реакцияның жоғарылады.

В.2 кесте –  $\text{CuO} + 2\text{HNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$  жүйесінің термодинамикалық көрсеткіші

T	$\Delta H$ , кДж	$\Delta S$ , Дж/К	$\Delta G$ , кДж	K	Log(K)
25	-20.018	-21.769	-13.527	$8.254 \cdot 10^9$	9.917
30	-20.241	-22.512	-13.417	$4.713 \cdot 10^9$	9.673
35	-20.465	-23.243	-13.302	$2.724 \cdot 10^9$	9.435
40	-20.688	-23.962	-13.184	$1.593 \cdot 10^9$	9.202
45	-20.911	-24.669	-13.063	$9.419 \cdot 10^9$	8.974
50	-21.134	-25.365	-12.938	$5.630 \cdot 10^9$	8.751

В.3 кесте -  $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$  жүйесінің термодинамикалық көрсеткіші

T	$\Delta H$ , кДж	$\Delta S$ , Дж/К	$\Delta G$ , кДж	K	Log(K)
25	-20.560	-4.885	-19.104	$1.010 \cdot 10^{14}$	14.004
30	-20.569	-4.914	-19.079	$5.698 \cdot 10^{13}$	13.756
35	-20.578	-4.944	-19.054	$3.274 \cdot 10^{13}$	13.515
40	-20.587	-4.974	-19.030	$1.914 \cdot 10^{13}$	13.282
45	-20.597	-5.005	-19.005	$1.138 \cdot 10^{13}$	13.056
50	-20.607	-5.037	-18.980	$6.872 \cdot 10^{12}$	12.837

В.4 кесте  $\text{CuS} + 2\text{HCl}(\text{g}) = \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{S}(\text{g})$  жүйесінің термодинамикалық көрсеткіштері

T	$\Delta H$ , кДж	$\Delta S$ , Дж/К	$\Delta G$ , кДж	K	Log(K)
25	0.531	-30.411	9.598	$9.204 \cdot 10^8$	-7.036
30	0.532	-30.408	9.750	$9.341 \cdot 10^8$	-7.030
35	0.533	-30.405	9.902	$9.476 \cdot 10^8$	-7.023
40	0.534	-30.401	10.054	$9.609 \cdot 10^8$	-7.017
45	0.535	-30.396	10.206	$9.739 \cdot 10^8$	-7.011
50	0.537	-30.391	10.358	$9.868 \cdot 10^8$	-7.006