

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Металлургия және өндірістік инженерия институты

Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы материалдардың  
технологиялары кафедрасы

Қалиева Нұрсезім Әліайдарқызы

Экстрагенттер түрінің шаймалау ерітінділерінен мыс алуға әсерін зерттеу

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

5B070900–Металлургия мамандығы

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті


Металлургия және өндірістік инженерия институты

Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы материалдар  
технологиясы кафедрасы

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ:**

МПЖЖАМТ кафедрасының меңгерушісі

қауымд. проф., Ph.D., тех. ғыл. канд,

 Чепуштанова Т.А

“08” маусым 2021 ж.


## ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Экстрагенттер түрінің шаймалау ерітінділерінен мыс алуға әсерін зерттеу»

5B070900–Металлургия мамандығы

Орындаған: Қалиева Н.Ә

Ғылыми жетекші  
ассистент-профессор, PhD

 Мамырбаева К.К

“ 08 ” “ 06 ” 2021 ж.

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ


Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Металлургия және өндірістік инженерия институты

Металлургиялық процестер жылу техникасы және арнайы материалдардың технологиялары кафедрасы

5B070900–Металлургия мамандығы

**БЕКІТЕМІН:**

МПЖ және АМТ кафедра  
Меңгерушісі қауымд. проф.,  
PhD, техн. ғыл. канд.  
 Чепуштанова Т.А.  
“08” маусым 2021ж.

05.01.2021

Дипломдық жұмысты орындауға  
**ТАПСЫРМА**

Білім алушы: Қалиева Н.Ә.

Тақырыбы: Экстрагенттер түрінің шаймалау ерітінділерінен мыс алуға әсерін зерттеу

Университет Ректорының 2021 жылғы "24" қараша №2131-б бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: 2021 жылғы "08" маусым.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: Мыс алуға экстрагенттер түрінің әсерін зерттеу

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) шаймалау ерітінділерінен мысты бөліп алуға тиімді экстрагент түрін таңдау;

б) тиімді экстрагенттер түрінен өнімді ерітінділерден немесе әртүрлі ерітінділерден мысты селективті бөліп алу жағдайларын зерттеу;

в) өмір тіршілік қауіпсіздігі және еңбек қорғау сұрақтарын қарастыру;

г) жұмыстың экономикалық тиімділігін және жұмысқа кеткен шығындарды есептеу.

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)



Жұмыстың тақырыбы бойынша қорытындыны қоса 15 слайд.

Ұсынылатын негізгі әдебиет 34 атаудан тұрады.


Дипломдық жұмысты даярлау  
**КЕСТЕСІ**

Бөлімдер атаулары, дайындалатын сұрақтардың тізімі	Ғылыми жетекшіге, кеңесшілерге өткізу мерзімі	Ескерту
Кіріспе	01.03.2021	
Аналитикалық бөлім	15.03.2021	
Тәжірибелік бөлім	05.04.2021	
Экономикалық бөлім	15.05.2021	
Еңбекті қорғау	20.05.2021	
Қорытынды	25.05.2021	
Қалып бақылау	30.05.2021	

Дипломдық жұмыс (жоба) бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа (жобаға) қойған қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Экономика бөлімі	PhD докторы, ассист.проф. К.Қ.Мамырбаева	07.06.2021 ж	
Еңбекті қорғау	PhD докторы, ассист.проф. К.Қ.Мамырбаева	07.06.2021 ж	
Норма бақылау	т.ғ.к., сениор-лектор, С.С.Коныратбекова	07.06.2021ж	

Ғылыми жетекші  Мамырбаева К.К.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  Қалиева Н.Ә.

Күні "15" 01 2021 ж.

## АНДАТПА

Дипломдық жұмыс кіріспеден, 4 тараудан, қорытындыдан және де қолданылған әдебиеттерден тұрады. Зерттеу жұмысы 45 беттен тұрады, оның ішіне 7 кесте және 6 сурет кіреді. Қолданылған әдебиеттер саны – 34.

Пайдаланылған өзекті сөздер тізімі: экстрагент, экстракция, реэкстракция, мыс, мыстың минералдары, сульфидті мыс минералы, тотық мыс минералы, күкірт қышқылы, шаймалау.

Дипломдық жұмыс мақсаты - шаймалау ерітінділерінен мысты экстракциямен бөліп алуға экстрагенттер түрінің әсерін зерттеу.

Зерттеу объектісі: мысты экстракциямен бөліп алу әдісіне әдеби шолу, мыс сульфатты ерітіндісі, мысты бөліп алу барысында қолданылатын альдоксим, акорга, фосфин экстрагенттері әдістеріне жүргізілген зерттеулердің нәтижелері келтірілген.

Бірінші бөлімде мыс және оның қасиеттері, кен қоры, шаймалау әдісі, түрлері туралы, екі түрлі мыс рудасының минералдары және де мысты экстракциямен бөліп алу туралы әдеби шолу жазылған.

Екінші бөлімде  $Cu-S-H_2O$  жүйесінің Пурбэдиаграммасы, мысты экстракциямен бөліп алудағы экстрагенттердің әсерін зерттеу туралы, экстракция және реэкстракция туралы мәліметтер, мысты экстракциялауға әртүрлі фактордың әсерін зерттеу туралы нәтижелер келтірілген.

Үшінші бөлімде осы зерттеу жұмысының экономикалық есептеуі туралы, жұмысты жүргізу кезіндегі кеткен шығындар және процесті жүргізу кезіндегі қауіпсіздік шаралары, сақталатын ережелер туралы мәліметтер келтірілген.

## АННОТАЦИЯ

Дипломная работа состоит из введения, 4 глав, заключения и использованной литературы. Исследовательская работа состоит из 45 страниц, включающих 7 таблиц и 6 рисунков. Количество использованной литературы – 34.

Список использованных ключевых слов: экстрагент, экстракция, реэкстракция, медь, минералы меди, сульфид меди, минерал оксидной меди, серная кислота, выщелачивание.

Цель дипломной работы-изучение влияния вида экстрагентов на экстракцию меди из выщелачивающих растворов.

Объект исследования: литературный обзор метода извлечения меди экстракцией, приведены результаты исследований методов альдоксимового, акоргинового, фосфинового экстрагентов, применяемых в процессе экстракции меди сульфатным раствором.

В первом разделе представлен литературный обзор о меди и ее свойствах, запасов руды, способе выщелачивания, видах, минералах двух видов медной руды, а также о выделении меди экстракцией.

Во втором разделе изложены диаграмма Пурбэ системы  $\text{Cu-S-H}_2\text{O}$ , сведения об исследовании влияния экстрагентов на экстракцию меди, данные о экстракции и реэкстракции, результаты исследования влияния различных факторов на экстракцию меди.

В третьем разделе приведены сведения об экономическом расчете данной исследовательской работы, о затратах при проведении работы и мерах безопасности при проведении процесса, о правилах, которые должны соблюдаться.

## ANNOTATION

Thesis consists of an introduction, 4 chapters, conclusion and used literature. The research paper consists of 45 pages, including 7 tables and 6 figures. The number of used literature is 34.

List of used keywords: extractant, extraction, re-extraction, copper, copper minerals, copper sulfide, copper oxide mineral, sulfuric acid, leaching.

The aim of the dimlom work is to study the effect of the type of extractants on the extraction of copper from leaching solutions

Object of research: a literature review of the method of copper extraction by extraction, the results of studies of the methods of aldoxime, acorgin, phosphine extractants used in the process of copper extraction with a sulfate solution are presented.

The first section presents a literature review about copper and its properties, ore reserves, leaching method, types, minerals of two types of copper ore, as well as copper extraction by extraction.

In the second section, the Pourbaix diagram of the Cu-S-H<sub>2</sub>O system, information on the study of the effect of extractants on the extraction of copper, data on the extraction and re-extraction, the results of the study of the effect of various factors on the extraction of copper are presented.

The third section provides information on the economic calculation of this research work, on the costs of carrying out the work and safety measures during the process, on the rules that must be followed.

## МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	9
1	Мысты экстракциямен бөліп алу әдісіне аналитикалық шолу	11
1.1	Мыс және оның қасиеттері	11
1.2	Мыс минералдары мен кен қоры	13
1.3	Мыс құрамды кендерді шаймалау әдісі	16
1.4	Мысты экстракциямен бөліп алу	21
2	Эксперименттік бөлім	26
2.1	Шаймалау ерітінділерінен мысты бөліп алуға экстрагент түрінің әсер етуін зерттеуге қажетті реагенттер, жабдықтар мен құрылғылар	26
2.2	Cu-S-H <sub>2</sub> O жүйесінің Пурбэ диаграммасы	26
2.3	Мысты экстракциялауға әртүрлі факторлардың әсері	27
2.4	Мысты экстракциямен бөліп алуға экстрагент түрінің әсерін зерттеу	28
	Альдоксим, акорга, фосфин экстрагенттерімен мысты экстракциялау	
3	Экономикалық бөлім	37
3.1.	Зерттеу жұмысын жүргізуге жұмсалған шығындарды есептеу	37
3.1.1	Ғылыми-зерттеу жұмысының жинақ қорын есептеу	37
3.1.2	Зерттеудің экономикалық нәтижелілігін және рентабелдігін есептеу	37
4	Қауіпсіздік және еңбек қорғау бөлімі	40
	Қорытынды	42
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	44



## КІРІСПЕ

Металлургия – еліміздің материалды байлығының іргесін құрайтын өндіріс саласы. Бұл саланың дамуы, табиғи ресурсты игерудің үлкен болашағымен байланысты. Қазіргі кезде бұл сала үшін ең бастысы шикізат мәселесі болып табылады.

Металлургия саласы металдарды табиғи шикізат немесе осы шикізаттардан алынатын өнімдерді байыту арқылы алу саласымен айналысады. Металды алу үшін шикізат бірнеше процестерден өтіп, химиялық реакцияларға түседі, соңында өзгерістерге ұшырайды. Metallургия түрлі түсті металдарға арналған. Қазақстанда осы түсті металдардың ірі кен орындары таралған. Соның ішінде мыс, қорғасын және мырыш кен орындары. Қазақстан әлемде ірі мыс өндіруші елдердің қатарында.

Мыс өнеркәсібі Қазақстандағы ең ірі негізгі саланың бірі. Қазақстан мыс рудалардың едәуір ресурстарына ие, қоры бойынша әлемде төртінші орында және әлемдік нарықтың 10/1 бөлігін басқара алады. Қазақстандағы геологтардың мәліметтері бойынша, елдің геологиялық барлау жобасында

40 миллион тонна мыс бар, соның негізінде республикамызға 17 кен орнын игеріп, тазарған мысты әлемдегі ірі өндірушілер мен экспорттаушылардың бірі болуға мүмкіндік береді. Қазақстанда мыстың дәлелденген қоры шамамен 36,6 миллион тоннаға бағаланады [1].

Кен кәсіпорындарын пайдалануға дайындалған мыс қорымен қамтамасыз ету шамамен 25-30 жыл аралығын құрайды. Сонымен қатар елімізде мыс рудасы өнеркәсібінің минералды-шикізат базасын дамытудың әлеуетті мүмкіндіктері көп. Пирит-14 полиметалл кен орны Шығыс пен Орталық Қазақстанда минералдың шикізат базасын нығайтуға арналған резерв болып табылады. Порфирлі мыс типті Ақтоғай, Айдарлы, Көксай және Бозшакөл сияқты ірі кен орындары еліміздің кен базасының маңызы болып табылады. Қазақстанның шикізат базасын дамыту Ақбастау, Құсмұрын, Шығыс Қазақстандағы Ақтоғай, Павлодар облысындағы Бозшакөл мыс кен орындары, Қарағанды облысындағы Қаратал мыс-молибден кен орындарының негізінде кен өндірістерін салу арқылы көзделеді.

Мыс бүкіл әлемдік ғасырлар бойы қолданылатын металл. Мыс адамзаттың ең алғашқы метал болып саналды. Өркениеттің алғашқы күнінен бастап қоғамның жетіліп өмір сүруіне маңызды үлес қосты. Мыс алғаш рет монета, әшекейлерде шамамен 8000 б.з.д. басталды. Мыс аспаптары шамамен 5500 ж.т. тас дәуірі кезінен бастап өркениеттің пайда болуына, дамуына көмектесті.

Мыстың әлемдік өндірісі, тұтынуы және сұранысы соңғы 25 жылда күрт өсті. Ірі дамушы елдер әлемдік нарыққа шыққан сайын минералды шикізатқа, оның ішінде мысқа деген сұраныстары артуда. Әлемдік мыс жеткізілімінің үзілу қаупі төмен болып саналады, өйткені мыс өндірісі бүкіл әлемде таралған, бір елмен немесе аймақпен шектелмейді. Құрылыстағы және электр энергиясын беруде мыстың маңызы зор және мыс жеткізілімінің кез-келген үзілуінің әсері жоғары болып табылады [2].

**Дипломдық жұмысты зерттеудің өзектілігі:** мыс өндірісінің тиісті деңгейін қалыпты ұстап тұру үшін өндіріске мыстың кедей кендерін тарту керек. Ондай кендерді өңдеу үшін үйінділі шаймалау, гидрометаллургиялық технология тиімді. Гидрометаллургиялық технология әртүрлі болады. Технологияның ішінде «шаймалау-экстракция-реэкстракция-электролиз» технологиясы. Бұл технологияда экстракция процесіне тиімді экстрагенттерді таңдау жіті мәселе болып табылады.

**Дипломдық жұмыстың мақсаты** - шаймалау ерітінділерінен мысты бөліп алуға тиімді экстрагент түрін таңдау болып табылады.

**Зерттеу жұмысының мақсаты келесі міндеттердің орындалуын қажет етеді:**

- мыс және оның қасиеттеріне әдеби шолу және мысты экстракциямен бөліп алу әдісіне аналитикалық шолу;
- тиімді экстрагенттер түрінен өнімді ерітінділерден немесе әртүрлі ерітінділерден мысы селективті бөліп алу жағдайларын зерттеу;
- экономикалық есептеулер мен техника қауіпсіздігі сақтау іс-шараларын қарастыру.

**Жұмысты жасаудың практикалық базасы** – «Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы материалдар технологиясы» кафедрасы, Satbayev University.

# 1 Мысты экстракция мен бөліп алу әдісіне аналитикалық шолу

## 1.1 Мыс және оның қасиеттері

Адамзаттың мыспен танысуы өте ерте дәуірге қатысты. Бұл біріншіден - жер бетінде бос күйіндегі мыстың жиі табылуымен, екіншіден – оның қосылыстардан жеңіл алынуымен көрсетіледі. Лингвисттердің айтуы бойынша “мыс” деген орыс сөзі, латынның “кеніш” – сөзінен шыққан. Ежелгі Грекия мен Рим мысты Кипр (суррум) аралынан алынғандықтан, ол Суррум деп аталып кетті.

Тарихта мыстың халькос деп тағы бір аты сақталған және халькос деп ежелгі гректер оны алыну жері бойынша атаған. Олар мысты Эвбей аралындағы Халкис жерінен алды. Осы себептен мыс минералдары осы атты еске түсіреді: халькопирит, халькозин, халькантит және т.с.с.

Мыс латынша – Менделеевтің периодтық жүйесінде 1-топтың химиялық элементі ретінде көрсетілген. Мыстың реттік саны 29, атомдық массасы 63,546 құрайды. Балку температурасы – 2595 °С; тығыздығы - 8,98 г/см<sup>3</sup>.

Тақ элемент ретінде мыс <sup>63</sup>Сu және <sup>65</sup>Сu екі изотоптарынан құралған. <sup>63</sup>Сu изотобы үлесіне 69,09 % мыс тиесілі, ал <sup>65</sup>Сu изотобының пайыздық құрамы – 30,9 %. Қосылыстарда мыс Cu<sup>+</sup> және Cu<sup>2+</sup> тотығу дәрежесін көрсетеді, сонымен қатар мыстың үш валентті аз ғана қосылыстары белгілі. Cu<sup>+</sup> тотығу дәрежесіне тек терең қосылыстар, яғни біріншілей сульфидтер мен Cu<sub>2</sub>O куприт минералы жатады. Қалған 100-ге жуық минералдар Cu<sup>2+</sup> тотығу дәрежесіне жатады.

Элементтердің негізгі қасиеттерінің бірі – олардың атомдарының электртерістілігі. Электртерістілік элементтің басқа элементтермен түскен кезде, электрондарды өзіне тартып алу қабілеттілігін көрсетеді. Cu<sup>2+</sup> электртерістілігі – 984 кДж/моль, Cu<sup>+</sup> - 753 кДж/моль. Электртерістілігі қатты ерекшеленетін элементтер ионды байланыс, ал электртерістілігі жақын элементтер – ковалентті байланыс түзеді.

Мыс – салыстырмалы әлсіз активті металл. Мыс құрғақ ауада, оттегіде және қалыпты жағдайда тотықпайды. Ол галогендермен, күкірт және селенмен реакцияға жеңіл түседі. Ал сутек, көміртек және азотпен тіпті өте жоғары температураларда әрекеттеспейді.

Таза мыс – қызыл түсті, созылмалы, сонымен қатар тұтқыр металл. Сынған жерінде таза мыс қызғылт түсті болып келеді. Әлсіз сәуледе жұқа қабатты мыс, жасыл-көгілдір түсті болады. Бұл түстер мыстың қатты күйінде және ерітінділерде де көптеген қосылыстарына тән. Мыстың валенттілігі жоғарылаған сайын оның қоспаларының түстерінің өзгерісі келесі мысалдардан көрінеді: CuCl - ақ, Cu<sub>2</sub>O - қызыл, CuCl<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>O - көгілдір, CuO - қара.

Мыс жоғары электр- және жылу өткізгіштікке ие. Мыс құрамында фосфор (P), мышьяк (As), кремний (Si), темір (Fe), сурьма (Sb), кобальт (Co) және басқа қоспалардың шоғырлануы аталған қасиеттерді төмендетеді.

Мыс жоғары коррозиялық тұрақтылыққа, иілгіштікке ие. Бұл оны деформациямен жеңіл өңдеуге, илемдеуге және созуға мүмкіндік береді. Мысал

ретінде, Жезқазған мыс балқыту зауытында өндірілген қимасы 1 мм мыс жіпшесін кристаллизаторда үзілусіз 4 км-ге созуға болады. Бұл мыстың керемет сапасының тәжірибелік көрсеткіші [3].

Мыс металы қазіргі уақытта металдардың ішіндегі ең алғашқысы болып кездесіп, бірнеше ғасыр бойы қоғамның мәдениетімен бірге тоқтамай жасасып және еңбек құралы ретінде қолданылып келе жатқан металдың бірі болып саналады.

Ескі тарихи мәліметке қарағанда – мыс металын адамзат баласы темірден бұрын қолдана білген, мұнан 4000 жылдар бұрын шамасында, табиғатты таза түрінде кездесетін мыстан құрал, үй ішіне керекті саймандар жасайтын болған. Осы уақытта мыс рудаларын жай жерге жаққан отқа қорытып, онан таза ыдыс алу қолданыла бастаған.

Ерте заманда мыста алтын, күміс сияқты әдемілік, сәндікке қолданылып келген. Уақыт өте мыстан түрлі қару-жарақтар жасап, қоңырау, зеңбірек және де басқа заттарды дайындайтын болған.

Бізге белгілі түсті металдардың ішінде мыс металы өзінің қасиетіне қарай ерекше орын алады. Мыс басқа металдарға қарағанда жұмсақ, созылғыш, өңдеуге аса икемді келеді және анық таза мыс жібекше құлпырып аса қызыл болмай, күңгірт, күреңдеу, әдемі болады. Мыс 1083 градуста балқи бастайды. Құрғақ кезінде түсі өзгермейді. Алайда, сәл дымқылға кездесе тез түсін өзгертіп, тотығады және сырты көгере бастайды. Таза мыс электр тогын өткізгіш әрі тұтқыр келеді.

Мысты басқа металдармен қоса қорытып, бірнеше қорытпалар да алуға болады. Мысалы: мыстықалайымен қосып қорытсақ – қола қорытпасын аламыз. Мысты қорғасын, цинкпен қосып қорытсақ – жез, мырыш қорытпаларын аламыз. Былайша айтқанда, қалайы, қорғасын, цинк, алюминий, никель қоспалары мыстың жалпы қасиетін өте жақсартып, оны созылғыш етіп, беріктігін арттырады.

Сонымен қатар, мыстың ішінде зиянды, процеске тиімсіз қоспалар да кездеседі. Мысалы, мышьяк (As), фосфор (P), сурьма (Sb) сияқты қоспалардың сәл жұғыны мысты омырылғыш етіп, өңдеуге келмейді.

Жоғарыда көрсетілген мыс қорытпалары машина жасауда және автомобильөндірістерінде қолданылады.

Бұл айтқанымыз, тек негізгі өндірістер ғана. Жалпы алғанда, мысты қолданбайтын өндіріс тарауы жоқ деуге де болады. Өндірістерді қай тарауын алсақ та мыс я таза қалпында, я болмаса қорытпа қалпында пайдаланылып, онан неше түрлі құрал-саймандар, тіпті, үй ішінде күнделікті қолданылатын ыдыс-аяқ аспаптарға шейін жасалады [4].

## **1.2 Мыс минералдары мен кен қоры**

Мыс металының табиғатта таза түрінде кездесуі өте сирек болатыны айтып өттік. Мыс металының бұл түрі Советтер одағы кезінде Орал және Қазақстан

кендерінен аздап қана табылған. Қорыту әдісімен алынған таза мыс және кеннен табылған табиғи мыстарды салыстырғанда, айтарлықтай айырмасы бар. Құрамында темір, күміс тағы сол сияқты қоспалардың болуынан, кеннен табылған мыстың сырты жасыл тартып, темір тотығы сияқтылау, күңгірт болып тұрады.

Жер қатпарларында мыс металы көбінесе басқа элементтермен химиялық қосылған түрінде кездеседі. Мысалы, күкіртпен қосылған түрінде, оттегімен қосылған тотық түрінде, көміртегінің қышқылымен қосылған тұздары түрінде, тағысын сол сияқты.

Осылайша, мыс металының қоспалары мыс минералдары деп аталады. Ал, бұл минералдардың өзі де жеке түрінде көп кездесе қоймайды. Табиғи жағдайда көбінесе олар мыс емес, басқа бос минералдармен араласып жүреді. Мыс минералдарымен көбінесе араласып жүретін минералдарды айтатын болсақ, олар: пирит, силиций тотығы (кварц, ақ тас), ізбес тас, алюминий тотығы, саз топырақ және т.б.

Мыс минералдары араласып жүрген тау жыныстарынан мыс металын пайдалы түрде айырып алуды мыс рудасы деп атайды. Бірақта “руда” деген түсінік өзгермейтін тұрақты түсінік деп түсінбеу керек. Мыс металының халық шаруашылығына қажеттілігіне қарай, оны қазып алуына, қорыту техникасының дәрежесіне қарай, бір жағдайда руда болып саналған заттар, екінші жағдайда – руда емес болып қалады. Мысалы: бұрынғы кезде, Ресейде мыс заводтары, көбінесе, ішінде мысы көп рудаларды ғана қорытатын. Себебі, өздеріңізге мәлім, бұрын Ресей патшалығының жерінде теміржол қатынасы өте аз болғандықтан, заводтарға руданы көбінесе автокөліктермен тасымалдаған. Сол кезеңдерде Қазақстан заводтарындағы руданың ішінде мыс 5-7 проценттен кем болса, Кавказда 3-5 проценттен кем болса, Оралда 1,5-2,5 проценттен кем болған жағдайда – ол руда болып саналмайтын.

Мыс минералдары өзінің құрылысына, элементтермен қосылуына қарай негізгі екі топқа бөлінеді:

- 1)Күкірттімысминералдары,былайшаайтқандасульфидмысминералдары,
- 2)Мыс тотық минералдары.

Алайда, бұл екеуі табиғи біріне-бірі жанаспайтын, оның үстіне өзалдына бөлек кездесетін заттар емес. Күкіртті мыс рудасы – сульфидтер жер бетіне таяу не болмаса шығып жатса - ол ауаның, судың әсер етуіменен тотығып, басқа түрлі қосындыларға айналады. Сол себепті – мыс тотық рудалары пайда болады. Басқалай айтсақ, мыс кендерінің бет жағы тотыққан руда болып келеді, ал тереңдеген сайын тотықпаған таза сульфид рудалары басталады. Мысалы: Қарсақпай, Балқаш заводтары баста істей бастаған кездерінде бұл заводтар сульфид рудаға көшкен болатын. Өйткені, бұл заводтарға руда беретін Жезқазған, Қоңырат сияқты үлкен кендер бұрын тереңінен алмай, жердің үстіңгі қыртысына жақын тұрған тотық рудаларды шығарса, қазірде тереңнен сульфид рудаларын шығарады. Міні, сол себепті мысты көбінесе күкіртті, яғни сульфидті мыс рудаларынан қорытып алады.

Енді осы екі түрлі мыс рудасының басты минералдары мен олардың химиялық құрамы, әр қайсысының ішінде неше процент мыс металы бар екендігімен танысып кетейік.

Сульфид мыс минералдары мыналар:

- 1) халькозин –  $\text{Cu}_2\text{S}$  (ішіндегі мысы 79,8 процент)
- 2) ковелин –  $\text{CuS}$  (66,4)
- 3) борнит –  $3\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Fe}_2\text{S}_3$  (55,5)
- 4) халькопирит –  $\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Fe}_2\text{S}_3$  (34,5)
- 5) энаргит –  $3\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{As}_2\text{S}_5$  (48,3)
- 6) тенантит –  $4\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$  (57,7)
- 7) пирит және марказит –  $\text{FeS}_2$

Кейінгі минералда мыс көп болғанымен, жоғарыда айтылған мыс минералдарымен көбінесе халькопирит, борит минералдарымен бірге кездеседі.

Тотық мыс минералдары мыналар:

- 1) куприт –  $\text{Cu}_2\text{O}$  (ішіндегі мысы 88,8 процент)
- 2) тенорит –  $\text{CuO}$  (79,8)
- 3) малахит –  $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$  (57,3)
- 4) азурит –  $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$  (55,1)
- 5) хризоколла –  $\text{CuSiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (37,9)
- 6) атакамит –  $\text{CuCl}_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$  (59,4)
- 7) мыс тотыяныйыны –  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (25,4)
- 8) брошантит –  $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$  (56,1)

Бұл аталған мыс минералдарынан басқа, кейбір мыс таза қалпында кездесетіндігі жоғарыда көрсетілген [4].

Әлемдік мыстың жалпы қоры 954 млн тоннаға бағаланады. Дәлелденген қорлары барлық қорлардың 72 % –ын құрайды. Ерекше мыс қорларына Чили және АҚШ ие, сомасы 43% –ы әлемдік қорынан болып табылады. Әлемдік қорлардың 32,5 % –на Қытай, Қазақстан, Перу, Индонезия, Польша, Панама, Замбия, және Ресей тиесілі.

Мыс кендерін алу және концентраттарға мыс өндіруді әлемнің 44 елі жүзеге асырады. Олардың негізгілері – Чили (24,9 %), АҚШ (17,9 %) және Канада (6,5 %). Сонымен қатар концентраттарға мысты көп мөлшерде өндіру Индонезия, Перу, Австралия, Заире, Замбия, Қытай, Польша, Ресей және Қазақстан елдерінде қалыптасқан. Соңғы 10 жылдықта концентраттарға мыс өндірісі салыстырмалы жоғары қарқынмен өскен [5].

“Эрденет” комбинаты Моңғолияда орналасқан және ол мыс концентраттарының ірі өндірушілердің бірі болып табылады. Комбинат 1 жылда, құрамында орташа 28 % мысы бар 450 мың тонна мыс концентратын өндіреді. Кәсіпорынның қазіргі өндіру деңгейінде барланған кен қорымен қамтамасыздандырылуы – 30 жылдан артық емес. Комбинаттың концентраттарды экспортқа шығару мөлшері еліміздің сыртқы экономикалық айналымының 60 %-ын құрайды. Көптеген жылдар бойы мыс және молибден концентраттары бұрынғы КСРО-ға жеткізілген [6].

Республикамыз, мыс кенінің ауқымды ресурстарына ие дәлелденген қорлар бойынша әлемде 4-ші орында және әлемдік нарықтың, шамамен, оннан бір бөлігін бақылауы мүмкін. Геологтардың бағасы бойынша, елімізде 40 млн тонна мыс бар. Бұл Республикамызға, әлемдегі таза мыстың ірі өндірушілері мен экспортерлері санына кіруге мүмкіндік береді. Қазақстан әлемдік мыс өндірісінің, шамамен 4 % және ТМД өндірісінің, шамамен 30 % өндіреді. Осы салада, ірі әлемдік мыс өндірушілер ондығына кіретін, Kazakhmys PLC корпорациясы қожалық етуде. Мұнда Қазақстандағы таза мыс өндірісінің 90 % қожалық етеді. 90-жылдардың ортасынан бастап, Kazakhmys PLC компаниясы Жезқазған металлургиялық комбинатын, Балқаш тау-металлургиялық комбинатын, Шығыс Қазақстандағы мыс химиялық комбинатын, Ертіс мыс қорыту зауытын, бірқатар кен алу және тағы басқа өнеркәсіптерді иеленген. Корпорация өзінің өндірісінің көп бөлігін модернизациялады, бір жылда 400 000 тонна мыс шығаратын болды. Оның айтарлықтай бөлігін экспортқа жіберуде. Елімізде мыс тұтынуы жалпы өндірістің 8 %-ын құрайды. Ал 22 %-ы жақын орналасқан шет елдеріне және 70 % сыртқы шет елдеріне экспортталады. Әлемдік мыс нарығында мыстың экспорттық үлесі 2,73 %, ал ТМД нарығында 31,7 %-ды құрайды.

Қазіргі таңда Қазақстан Республикасында мыстың 90-нан астам кенорындары бар. Қазақстан мысының барланған қоры шамамен 40 млн тоннаға, ал әлемдік қордың 5,5 % бағаланады. Сондықтан Қазақстан Чили, Индонезия және АҚШ-тан кейін әлемде 4 орында.

Мысты құмдауық Жезқазған кенорны, мыс-порфирлі типтегі Ақтоғай мен Айдарлы мыстың ірі кенорындары болып саналады.

Мысқа бай Жезқазған кенорны шетел инвесторларының қызығушылығына ие болды [7].

Мыс кенорындарын, олардың негізгі кен минералдарының және сыйымдылықты жыныстарының сипаттамасына қарай, келесі түрлерге бөледі:

Мысты-құмдауықты және доломитті кенорындар. Осы кенорындарының кендері, көбіне, сеппелі бос мыс жыныстары бар құмдауықтар болып келеді. Олар негізінде кенді емес минералдардан құралған. Олар: кварц, дала шпаты, кальцит, хлорит, серицит және басқалардан. Жезқазғанның кешенді кендерінде өндірістік мөлшерде галенит пен сфалерит болады.

Құмдауықты мыста мыс мөлшері 2-7 % құрайды. Мысты құмдауықтардың аса ірі кенорындары Конго Республикасында және Замбияда, оның ішінде Солтүстік Родезияда орналасқан және кең ауқымды ауданды алып жатыр. Бұл елдердің кендерінде орташа мыс мөлшері 5 %-ды құрайды.

Мысты құмдауықтар тобына, Жезқазған кенорны да жатады. Онда көп бөлігі жерасты әдісімен өңделеді.

*Мыстың порфирлі кенорындары.* Бұл кенорындары порфты, гранитті жыныстар, сонымен қатар, сыйымдылықты жыныстар, әдетте күрделі өзгергендер, кварцты, кварц-далашпатты болып сипатталады. Мыспорфты кенорындарының кендері құрамында, мыс 1-1,5% болады. Мыспорфты кеннің ең ірі кенорындары Чили мен АҚШ-та орналасқан. Қазақстанда кеннің осы түрі

Қоңырат кенорнында кездеседі. Мыс кенорындарының мыспорфты түрі мыс қорының 25-30 %-ын құрайды.

*Колчедандымыс кенорындары.* Колчедандымыс кендерінің құрамында пирит мөлшерінің жоғарылығымен сипатталады. 95 %-ға дейін және жоғары болуы шарт. Негізгі пайдалы элементтерге: мыс (Cu), мырыш (Mn) және күкірт (S) табылады.

Испаниядағы «Рио-Тинто»; АҚШ-тағы «Юнайтед Верде»; Канададағы «Флин-Флон»; Финляндиядағы «Оутокумпу» және Швециядағы «Болиден» кеніштері – колчедан кенорындары болып саналады.

Қазақстанда мыс колчеданды түрге Шығыс Қазақстандағы кенорындарын жатқызуға болады. Соның ішінде Николаевск және басқаны жатқызуға болады. Колчедан кендері 2-3 % мыстан құралған.

*Мыс кварцты кенорындары.* Бұл кендер көп мөлшерде кварц-сульфидті кендену зоналасымен көрсетілген. Кварцты кендердің өндірістік кенорындары Жапонияда және Аляскада кездеседі.

*Скарнды мыстың кенорындары.* Бұл кендердің құрамын халькопирит, борнит, пирротин, кобальтин, магнетиті бар скарндар сипайттайды. Қазақстандағы кенорын – Саяқ-1.

*Саф мысты кенорындары.* Кенорынның бұл түрі АҚШ-та, Мичиган штатында орналасқан. Саф мысты кенорны пласт тәрізді шоғырлар мен желілер түріндегі базалы және құмдарға негізделген.

*Мыс-никельді кенорындары.* Кендердің бұл түрі, әдетте, магматикалық болып келеді. Ең ірі кенорындар Садбери округінде және Канададағы Солтүстік Манитомбада орналасқан. Мыс-никельді кен орындары Ресейде, Кольск түбегінде және Норильск аймағында көптеп кездеседі [8].

### **1.3 Мыс құрамды кендерді шаймалау әдісі**

Гидрометаллургиялық өңдеу кезінде бірінші жүргізілетін процесс – шаймалау болып табылады. Шаймалау реагенттері ретінде негізінен күкірт қышқылы, тұз қышқылы, азот қышқылы, тұз ерітінділері қолданылады. Алайда, көптеген гидрометаллургиялық зауыттардың тәжірибесі бойынша мыс құрамды кендерді шаймалау үшін сұйылтылған күкірт қышқылының ерітіндісі (3-5 г/дм<sup>3</sup>) ең тиімді реагент болып табылады [9].

Мұндай реагентпен шаймалау нәтижесінде құрамы мыстың концентрациясы 4 г/дм<sup>3</sup> болатын темір, алюминий және т.б металдардың иондары бар өнімді ерітінді алынады. Соңғы уақытта өнімді ерітіндіден мысты заманауи хелатты экстрагенттермен экстракция арқылы бөліп алу тиімді әдістердің бірі болып табылады. Экстракция әдісі мысты өнімді ерітіндідегі басқа металл иондарынан жоғары дәрежеде сұрыптап бөліп алуға мүмкіндік береді. Соның нәтижесінде соңғы алынатын катодтық мыстың тазалығы өте жоғары деңгейде болады [10].

Мыс кедей кендерін шаймалау кезінде өнімді ерітіндіге мыс иондарымен



қатар басқа да металдардың иондары айтарлықтай еріп өтеді. Қоспалардың ішіндегі ең маңыздылардың бірі – темір иондары. Темір иондары электролиз кезінде мыстың катодқа таза түрінде тұнуына кедергі келтіріп, мыстың тазалығын төмендетеді. Мыс иондарын темірден селективті бөліп алу үшін әр түрлі әдістер қолданылады. Олар: сорбция, цементация, ерітіндінің рН мәнін өзгерту арқылы темірді гидроксид түрінде тұндыру және т.с.с. Соңғы кезде мыс иондарына селективтілігі жоғары хелаттүзгіш экстрагенттердің көптеп өндірілуіне байланысты мысты экстракциямен селективті бөліп алу процесі өндірісте кеңінен қолданылуда [11].

Шаймалау уран (U), алтын (Au), мыс (Cu), мырыш (Zn), молибден (Mo), вольфрам (W), алюминий (Al) және т. б. өндірісінде кеңінен қолданылады.

Шаймалау түрлері:

- 1) бактериялық шаймалау
- 2) жер асты сілтілендіру
- 3) автоклавты шаймалау
- 4) үймелі шаймалау
- 5) перколяциялық шаймалау
- 6) чандық шаймалау
- 7) қысыммен шаймалау [12]

Мыс ерітінділерін алу үшін мыс кендерін шаймалаудың мынадай әдістері қолданылады:

- 1) үймелеп шаймалау және жер асты шаймалау;
- 2) еріткішті кен арқылы күбіде шаймалау (перколяция);
- 3) араластыру кезінде қойыртпақты күбіде шаймалау.

*Үймелеп шаймалау.* Алғаш рет үймелеп шаймалау 1752 жылы Рио Тинтода, Испания елінде енгізілді және осы уақытқа дейін қолданылып келеді. Революцияға дейінгі Ресейде үймелеп шаймалау әдісі Кедабекте (Кавказда) және Қаздарда (Орал) қолданылады [13].

*Шаймалау*-бұл бір немесе бірнеше компоненттерді бос жыныстардан бөлу үшін кеннен, концентраттан немесе жартылай өнімнен іріктеп еріту процесі болып табылады. Ерітін реагенттің концентратпен немесе рудамен әрекеттесу механизмі сілтілендірілетін компоненттің химиялық құрамы мен қасиеттеріне қарай әр түрлі болуы мүмкін. Гидрометаллургия процесі кезінде жинақталған кең тәжірибелік материал шаймалау процестерін келесі топтарға бөлуге мүмкіндік береді.

*Қарапайым еру.* Металл суда ерітін қосылыс ретінде қатты фазада болған кезде, шаймалау процесі заттың қатты фазадан ерітіндіге схемаға сәйкес қарапайым өтуіне дейін азаяды.



Немесе



Мұндай реакциялардың типтік жағдайлары сульфатизациялаудан (хлорлаудан) кейін ауыр металл қосылыстарының сумен шаймалануы болып табылады [14].

Шаймалау үшін мыс қолданылады:

- 1) тотыққан кендер үшін сұйылтылған күкірт қышқылы,
- 2) тотықтырғыш ретінде темір тұздарының, сульфаттың ерітінділері, күкірт қышқылындағы мыс сульфидтері;
- 3) тотыққан кендерге арналған аммоний карбонаты;
- 4) тұз, азот және концентрацияланған күкірт қышқылдары;
- 5) хлоридті ерітінділер темір және екі валентті мыс;
- 6) тотықтырғыш ретінде оттегі автоклавтардағы сульфидтерге дейін.

*Төмен сұрыпты кендер мен қалдықтар үшін бактериялық шаймалау.* Мыс бойынша шаймалаудан кейін ерітінділер шоғырланады. Мысалы, сұйық экстракция немесе иониттермен мыстан кейінгі электроэкстракциясымен немесе одан мысты цементтеу арқылы бөледі [15].

*Күкірт қышқылды шаймалау.* Сульфидті мыс минералдары болғандықтан гидрометаллургиялық өңдеу үшін тұрақты болып табылады, содан кейін атмосфералық қысым кезінде оларды шаймалауды күшейтуге қажет күшті тотықтырғыштарды қолданамыз. Күкірт қышқылды шаймалау халькопирит концентраты атмосфералық қысым кезінде төмен минералды дәндердің бетін пассивациялауға байланысты сұр және ярозитпен ерекшеленеді. Пассивті пленканы бұзу үшін жоғары температура мен қысым немесе пирит немесе  $Ag^+$  иондары сияқты катализаторларды қолдану қажет. Целлюлозаға  $Ag^+$ ,  $Ag_2S$  ионын енгізу немесе құрамында күміс бар концентрат мыстың халькопириттен немесе басқа сульфидті кендерден шаймалануын тездетеді [16, 17].

*Үймелен шаймалау.* Қазіргі уақытта құрамында мыс бар аналық өнімді ерітінді алу үшін шаймалаудың әртүрлі әдістері қолданылуы мүмкін. Көбінесе алынатын металдың мөлшері нашар кендер үйінділерге жиналады. Үйінділері артық өндірілген кеннің қоймасы болып табылады. Мұндай үйінділер ұзақ уақыт бойы кенге айналады. Осы ретте артық өндірілген кеннің немесе кедей кеннің жаңа партияларының есебінен көлемі үнемі ұлғайып отырады. Болашақта үйінді шаймалауды бастайды. Бұл процесс көп жағдайда тиімді, өйткені ол күрделі жабдықтар мен үлкен ақшалай шығындарды қажет етпейді. Бірақ егер бұл қоқыста мыс сульфид түрінде халькопирит түрінде басым болса, оны еріту қиын және ерітіндінің үйіндіге тез енуіне жол бермейді. Тиісінше, шаймалау процесі ұзақ уақытқа созылуы мүмкін.

Бұл әдісті шетелдік компаниялар қолданады. Себебі, ол кен массасын ұсақтау және ұнтақтау, сондай-ақ қосымша металлургиялық қайта бөлу сияқты операцияларды үнемдеуге мүмкіндік береді. 1834 жылы құрылған Американдық Phelps Dodge Corporation компаниясы алғаш рет үйінділеп шаймалауды қолданды [18].

Үйінділерді шаймалауды сәтті қолдану нәтижелері бойынша осы процестің шарттары анықталды. Олардың негізгілері мыналар болып табылады:

а) мыс минералдарының сілтілендіруші ерітіндіде еру қабілеті;

б) топыраққа ерітіндінің ең аз жоғалуын қамтамасыз ететін қоқыс үшін орынды табу жеңілдігі.

Процесті жақсарту үшін әлі де белгілі бір жағдайлар бар. Олар үйіндіде темір сульфаты көп болатын кен бар, бұл күкірт қышқылының пайда болуына ықпал етеді. Ал егер пирит жеткіліксіз болса, бұл күкірт қышқылының қосымша тұтынылуына әкеледі.

Мыс гидрометаллургиясында тотыққан және аралас кендер үйінді шаймалау арқылы өңделеді, әдетте олардағы мыс мөлшері өте төмен, кен мөлшері 50-100 мм, үйінділерге салынады. Әрі қарай, процесс келесі кезеңдерден тұрады: үйінді ылғалдандырылады, желдетіледі және жуылады. Мексикада "Канане" кен орнында 40 мың тонна шамасында тотыққан кенді қатарлап жинайды.

Онда мыс негізінен халькозин, ковеллин және малахит минералдарынан тұрады. Ерітінді арнайы тесіктері бар пластикалық түтіктердің көмегімен сорылады. Ерітінді мыспен қаныққаннан кейін, ол мыс алу үшін дренаж жүйесі арқылы жіберіледі [19].

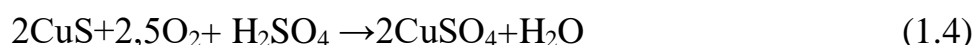
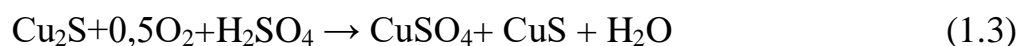
Баланстан тыс кендерді үймелеп шаймалау кезінде кенді еңіс астында орналасқан су өткізбейтін негізге қояды, бұл ерітінді тұндырғыш бассейнге өздігінен ағып кетуі үшін жасалады. Ерітіндіден мыс алынғаннан кейін, айналмалы ерітінді қайтадан үйінді суаруға беріледі. Баланстан тыс шаймалау кезінде әдетте ерітінділерде 0,2-ден 2 г/дм<sup>3</sup>-ге дейін мыс болады [20].

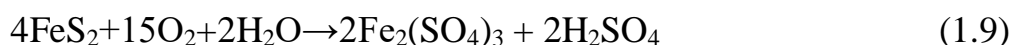
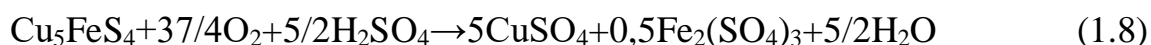
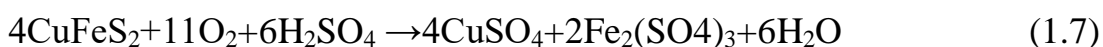
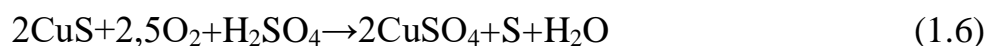
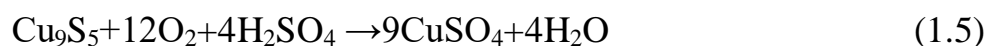
Қазақстанда «Қоңырат» кенішінде аз тотыққан кендерден мысты үймелеп шаймалаудың тәжірибелік өнеркәсіптік учаскесі бар. Қоқыс 10 көлбеу астында табиғи жерде орналасқан. Үйіндінің ұзындығы 700 м, биіктігі 15-тен 20 м-ге дейін болады. Үйіндідегімыс 77% оксидтермен, 12% қайталама сульфидтермен және 11% бастапқы сульфидтермен ұсынылды. Негізгі мыс минералдары-малахит, азурит, сирек броштанит, хризоколла, халькозин, халькопирит және ковеллин. Өнімді ерітінділерде 1,5г/л-ден 2 г/л-ге дейін мыс болады [21].

Автоклавты шаймалау жоғары сапалы шикізатты, кен мен концентратты өңдеу үшін қолданылады. Кейбір мысалдар: Albion Process, CESL Process, Mt Gordon Process және Phelps Dodge Process. Өндірістік ерітінділердің сапасы барлық басқа процестерге қарағанда жоғары[22].

Кеннің әр түрі үшін өзіндік өңдеу технологиялары әзірленді. Мысалы, қойыртпақтарды механикалық-пневмоараластырумен біріктірілген байыту технологиялары және автоклавты сілтісіздендіру бүрмеленген және сульфидті кендерге қолданылады.

Мыс сульфидтерін әртүрлі тотықтырғыштармен (оттегі немесе темір оксиді ионымен) тотығу үшін жақсы орта жасау үшін қышқылдың болуы қажет.





Автоклавты сілтісіздендіру бойынша практикалық маңызы жағынан да, теория тұрғысынан да көптеген еңбектер жарыққа шыққан. Бұл жұмыстардың көпшілігі мыс сульфидті түрінде өңдеудің әртүрлі қысымы мен температурасындағы күкірт қышқылы ерітінділерінің әсерін зерттеуге болады. Жұмыс нәтижелері бойынша алынған ерітінділердің құрамы бірқатар факторларға байланысты. Мысалы, оларға: күкірт қышқылын тұтыну, концентраттардың түрі, температураны реттеу жатады.

Шаймалау ерітінділерінен мысты шығару әртүрлі жолдармен жүзеге асырылады: цементтеу, кристалдану, экстракция және т. б. [23].

Канадалық ғалымдардың айтуынша, автоклавты шаймалауды қолдану көптеген зиянды қоспаларды қамтитын концентраттарды өңдеуде тиімді. Бұл ретте алынатын компоненттің мөлшері-төмен сұрыпты концентраттар. Мұндай концентраттарды пирометаллургиялық тәсілмен өңдеу экологияға үлкен зиян келтіреді тіпті экономикалық тұрғыдан тиімсіз болып табылады. Жұмыста 25,6-29,7% Cu бар мыс концентратын сілтілендірді. Тәжірибе 220 °C температурада 3 сағат ішінде жүргізілді, нәтижесінде ерітіндіге мыс алу 98 % құрады [24].

Жұмыста құрамында 15,6% мыс бар сульфидті кенді аралас схема бойынша өңдеді. Бірінші кезеңде күкірт қышқылымен атмосфералық шаймалау жүргізілді, содан кейін 120 °C-тан төмен температурада автоклавта шаймаланды. Алынған ерітіндіден мыс электроэкстракция арқылы алынды. Осы тәжірибелерден кейін мыс алу 90% деңгейіне жетеді [25].

Американдық компания (CRED) өз тәжірибесінде келесі технологияны қолданып көрді: мыс тұнбасын шаймалау, оның құрамына кіреді (мыс-55-60 %; никель, темір, кобальт - 20-25 %; мышьяк 1-3 %; сондай-ақ алтын және күміс). Шаймалау автоклавта 593 кПа қысыммен 160 °C температурада жүргізілді. Еріткіш ретінде H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> қышқылын қолданды. Ерітінді тұнбадан бөлінді. Содан кейін тұнба электролиттік әдіспен мыс алынған сульфатты мыс қалыптастыру үшін тотығу шаймалауына ұшырады.

Жұмыста күкірт қышқылын қолдана отырып, сульфидті мыстың автоклавты сілтісізденуі де сипатталады. Онда мыстың аз алынуының себептерінің бірі мыстың тұрақты қайталама сульфидтерге ауысуы болып табылады [26].

Авторлар [27] күкірттің балку температурасынан асатын температурада тотықтырғыш шаймалауды жүргізді. Сонымен қатар, беттік-белсенді заттар процесіне қосылды, содан кейін түсті металдар тұндырылды. Шаймалау процесі алдында да Пульпа гидродинамика режимінде электрлік жарылыспен өңделді, қатты сұйықтыққа қатынасы 1:1 болды, осы режимдегі импульс энергиясы 12-15 кДж болды.

Жұмыста [28] халькопирит концентраты 375 °С температурада күкіртпен алдын-ала күйдіріліп, уақыты 90 минутқа созылды. Содан соң ол автоклавтарда шаймаланған. Нәтижесінде, күйдіргеннен кейін мыс 45 минут ішінде және 150°С температурада сілтіленетіні анықталды.

90 минут ішінде күкіртпен алдын ала күйдірілген флотациялық халькопирит концентратынан (27,1 % Cu) 0,2 м H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ерітіндісімен мысты автоклавты қышқылдандыру тәжірибе жүргізілді. Тәжірибелер 125-150 °С температура аралығында және O<sub>2</sub> 0,5-1,2 МПа ішінара қысымда жүргізілді. Мыс 135 °С температурада және 0,5 МПа қысымда 45 минут ішінде сандық түрде сілтіленетіні көрсетілді. Қысымның одан әрі көтерілуімен еру жылдамдығына айтарлықтай әсер етпеді. Кинетика тұрғысынан шаймалау реакциясы бірінші ретті болды, активтендіру энергиясы 93,5 кДж / моль болды[29].

#### 1.4 Мысты экстракциямен бөліп алу

Гидрометаллургиялық технологияның маңызды сатыларының бірі – экстракция процесі болып табылады. Экстракция процесі өндірістік шығындарды азайтатын және еңбек өнімділігін арттыратын үздіксіз өндірістік процесс және энергия шығынын төмендетуге, жоғары тиімділігіне назар аударылады. Экстракцияның көрсеткіштерінің жоғары болуы көптеген факторларға тәуелді, атап шыққанда ортаның рН көрсеткіші, температура, органикалық және сулы фазалардың қатынасы, фазаларды араластыру және тұндыру уақытына [30].

Экстракция (лат. *extraho*-шығарып алу) - бұл ерітіндіден немесе құрғақ қоспадан бастапқы қоспамен іс жүзінде араласпайтын еріткішпен (экстрагентпен) затты алу.

Экстракция бір реттік немесе үздіксіз (перколяция) болуы мүмкін.

Ерітіндіден экстракцияның қарапайым тәсілі – экстрагентпен бөлгіш құйғышта бір рет немесе бірнеше рет шаю. Бөлгіш шұңқыр-бұл сұйықтықтың төменгі қабатын төгуге арналған тығын мен кран бар ыдыс. Үздіксіз экстракция үшін арнайы құрылғылар қолданылады: экстракторлар немесе перколяторлар.

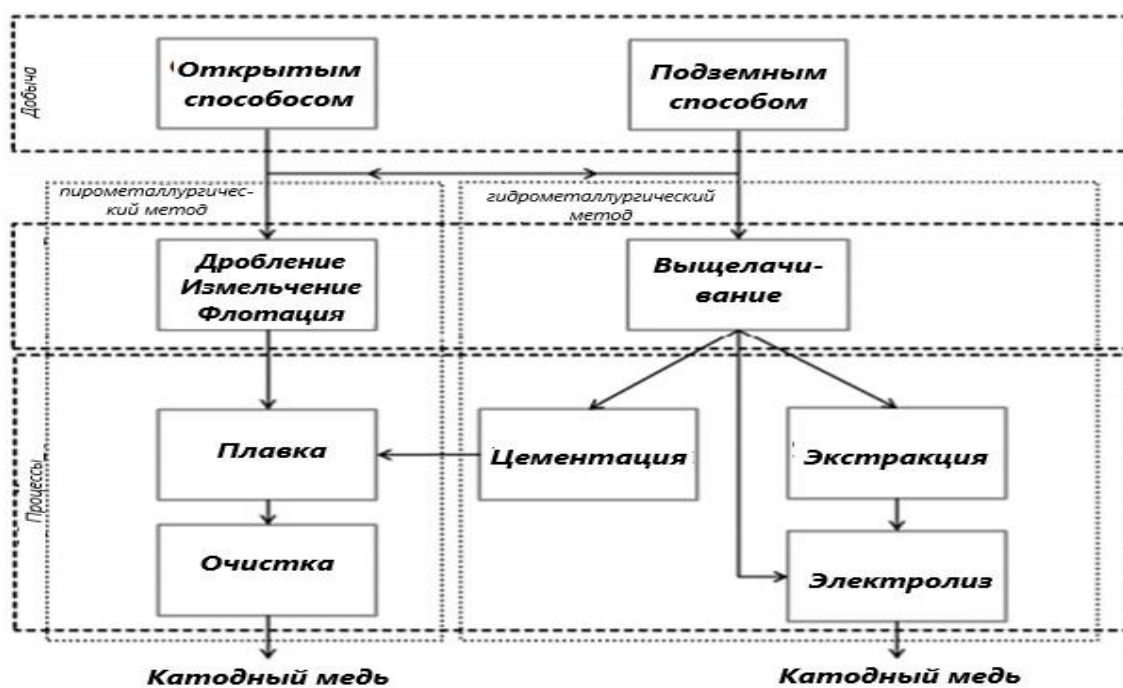
Құрғақ өнімдерден жеке затты немесе белгілі бір қоспаны алу үшін зертханаларда үздіксіз Соклет экстракциясы кеңінен қолданылады.

Химиялық синтездің зертханадағы тәжірибесінде экстракцияны реакциялық қоспадан таза затты бөліп алу үшін немесе синтез кезінде реакция қоспасынан реакция өнімдерінің бірін үздіксіз алып тастау үшін қолдануға болады.

Экстракция химия, мұнай өңдеу, тамақ, металлургия, фармацевтика және басқа салаларда, аналитикалық химия мен химиялық синтезде қолданылады.

Сұйықтық экстракция - бір немесе бірнеше ерітінділердің бір сұйық фазадан екіншісіне (экстрагентке) ауысу процесі болып табылады. Іс жүзінде ерімейтін немесе ішінара еритін болып келеді. Бірақ осы заттарды ерітеді. Құрамында ерітілген, таратылатын зат бар бастапқы су ерітіндісі экстрагентпен тікелей байланыста болады. Өзара әрекеттесу нәтижесінде екі фаза пайда болады: сығынды — бөлінетін затпен байытылған бөлінген органикалық фаза және рафинат — іс жүзінде бөлінетін зат жоқ су фазасы.

Экстрагент, әдетте, еріткіштегі реагент ерітіндісі болып табылады. Реагент-бұл бөлінетін затпен әрекеттесетін және экстракция процесін анықтайтын зат. Еріткіш-экстрагенттің физикалық немесе экстракциялық қасиеттерін жақсартатын инертті органикалық еріткіш. Кейбір жағдайларда инертті еріткіштермен экстракция қолданылады, мысалы, үйлестірілмеген қосылыстарды алу жағдайында [31, 32].



1 Сурет—Мыс өндірудің технологиялық әдістері

Бірінші кезеңде кен ашық немесе жерасты шахталарында өндіріледі. Осыдан кейін кен пирометаллургиялық немесе гидрометаллургиялық жолмен өңделеді. Қай әдісті таңдау негізінен кен түріне байланысты болады. Сульфидті кендер пирометаллургиямен өңделіп, кейіннен балқытылып, тазартылатын концентрат алу үшін ұсақтау, ұнтақтау және флотациялау арқылы өңделеді. Оксид кендері сілтіленеді, содан кейін еріткішпен (SX) және электрохимиялық экстракциямен (EW) өңделеді. 1930-1970 жылдары балама процестер

болды. Атап айтқанда цементтеу және кейінгі балқыту немесе тікелей электролиз (EW) [33].

Мысты сулы ерітінділерден алу әдісі түсті және қара металлургияда, сондай-ақ өндірістік және тұрмыстық сарқынды суларды тазартуда қолданылады. Мысты алу рН=4 кезінде экстрагент ретінде өсімдік майын қолдану арқылы және рН мәнін 4,5 сағаттан аспайтын уақытта зерттеу жұмысын жүргізеді. Әдіс мыстың экстракциясын процестің тиімділігі мен қауіпсіздігін бір уақытта арттыруға мүмкіндік береді.

Мысты сулы ерітінділерден алу әдісі сулы ерітінділерден органикалық экстрагенттермен материалдарды алу саласына жатады. Қара және түсті металлургияда, сонымен қатар өндірістік және тұрмыстық ерітінділерді тазарту үшін қолданылады.

Мысты экстракциялау жолымен бейтарап органикалық еріткіштермен (трибутилфосфат, спирттер, эфирлер), катион алмастырғыш органикалық еріткіштермен алудың әдістері белгілі.

Кемшіліктері болып экстрагенттерді пайдаланудың салыстырмалы жоғары шығындарының әдістері, олардың құбылмалылығы мен жанғыштығы кіреді.

Ең жақын шешім - қанықпаған карбон қышқылдарының қоспасын алу, мас. %: рН 4-8 аралығында 20 - 30 олеин, 20 – 40 линол, 40 ерук және 2-9 пальмитин.

Әдістің кемшілігі - пайдаланылған экстрагенттердің салыстырмалы түрде жоғары құны.

Өнер табыстың міндеті - аз ұшатын экстрагентті қолдана отырып, сулы ерітінділерден тиімді пайдалану және селективті бөліп алу әдісі.

Өнертабысты жүзеге асыру кезінде қол жеткізуге болатын техникалық нәтиже - бұл бір уақытта үнемділік пен процестің қауіпсіздігімен су ерітінділерінен мыс алудың жоғары тиімділігі.

Бұл техникалық нәтижеге мыс ерітіндісінен мыс алу әдісі, соның ішінде экстрагентпен жанасу және қоспаны араластыру, тұндыру және фазалық бөлу, экстрагент ретінде өсімдік майлары қолданылады, экстракция рН-да жүзеге асырылады.  $\geq 4$  және рН мәні реттелген. Уақыты 4,5 сағаттан аспайды.

Көрсеткіштің мәні кестеде түсіндіріледі, онда бастапқы ерітінділердегі ақпарат, рН мәні бойынша экстракция уақыты, су фазасының жоғарылауы, органикалық және су фазаларындағы мыстың тепе-теңдік концентрациясының қатынасы ретінде есептелетін таралу коэффициенті көрсетілген. Экстракция аяқталғаннан кейін органикалық және су фазалары.

Қарастырылып отырған мысалда мыс сульфатының бастапқы сулы ерітіндісі мыс үшін  $500 \text{ мг/дм}^3$  концентрациясы және рН=5,15 құрайды.

Экстрагент ретінде өсімдік майлары күнбағыс, зәйтүн, жүгері, соя қолданылады.

Экстрагентті мыс сульфатының бастапқы ерітіндісіне көлемі  $190 \text{ см}^3$ ,  $10 \text{ см}^3$  мөлшерінде қосқан. Көрсетілген рН мәнін араластыру және қолдау жүйенің одан әрі қышқыл-негіздік сипаттамалары шамалы өзгергенге дейін жүргізіледі. Алайда тепе-теңдікке жетуге жақсы кепілдік беру үшін органикалық және сулы

фазалардың байланысы кем дегенде бір күн бойы жүргізілді. Органикалық және тазартылған сулы фазалар арасындағы тепе-теңдікке жеткенде, органикалық фаза сулы, соңғы рН мәнінде және мыстың қалдық концентрациясы бойынша бөлінді. Экстракция процесінде көрсетілген рН мәнін ұстап тұру үшін сілтілік NaOH және қышқыл H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ерітінділері бейтараптандырғыштар ретінде қолданылады.

Су ерітіндісіндегі мыс концентрациясының мәндерін - бастапқы және экстракциядан кейін мыстың органикалық және сулы фазалар арасында таралу коэффициенті есептелінді.

Экстрагент ретінде күнбағыс майы қолданылады, «Кубанский» сорты, тазартылмаған («Юг» ЖШС, ауылшаруашылық өндірістік бірлестігі, Ресей, Армавир).

Көрсетілген рН мәні 4,0 - 4,5 сағат бойы сақталды, рН айтарлықтай өзгерген жоқ. Экстракцияның ең жақсы нәтижелері рН-5 кезінде, экстракция уақыты 4,5 сағаттан аспайды. Ал D=1004,89 үлестіру коэффициентінің максималды мәні рН=11,26 кезінде алынды.

Минималды қалдық сыйымдылығы рН=9.29 кезінде алынған = 2 мг/дм<sup>3</sup> Cu (II).

Шөгінділер келесі жағдайларда қалыптасады: рН=5,24; 5,99; 7,61; 8,35; 9,29; 10,45; 12,45.

Шөгінділердің түсі көк, көгілдір, қоңыр.

Экстрагент ретінде зәйтүн майы, ACEITES DEL SUR өнімдері мен қаптамалары пайдаланылды.

Көрсетілген рН мәні 0,1-4,5 сағат бойы сақталды, рН айтарлықтай өзгерген жоқ. Экстракцияның ең жақсы нәтижелері рН-4 кезінде, экстракция уақыты 4,5 сағаттан аспайды, ал үлестіру коэффициенттері D=19,72 - 4588,50 мәндеріне ие болды. D=4588.50 максималды мәні рН 7.79 - 8.36 кезінде алынды.

Минималды қалдық сыйымдылығы рН 7.79 кезінде алынған = 2 мг/дм<sup>3</sup> Cu (II).

Шөгінділер келесі жағдайларда қалыптасады: рН=5.51; 6.49; 10.15; 10.42.

Шөгінділердің түсі жасыл-көк.

Экстрагент ретінде ВМК компаниясы шығарған жүгері майы пайдаланылды, Алматы қ. Беслан, Ресей, Солтүстік Осетия - Алания.

Көрсетілген рН мәні 0,1-4,0 сағат бойы сақталды, рН айтарлықтай өзгерген жоқ. Экстракцияның ең жақсы нәтижелері рН-4 кезінде, экстракция уақыты 4 сағаттан аспайды, ал таралу коэффициенттері D=20,28-ден D> 10000-ге дейін болды. D> 10000 максималды мәні рН

7,36 - 7,70 және 10, 4.

Минималды қалдық сыйымдылығы рН 7.36 - 7.70 және 10.40 кезінде алынған 1 мг/дм<sup>3</sup> Cu (II).

рН 5.31-де көгілдір тұнба пайда болады.

Экстрагент ретінде тазартылған соя майы пайдаланылды. Өндіруші Aon algemtnt oliehandel bv utrecht - Голландия.



Көрсетілген рН мәні 0,7-2,5 сағат бойы сақталды, көп жағдайда рН айтарлықтай өзгерген жоқ. Экстракцияның ең жақсы нәтижелері рН-5 кезінде, экстракция уақыты 2,5 сағаттан аспайды, минималды қалдық сыйымдылығы

$C = 14 \text{ мг/дм}^3 \text{ Cu (II)}$  рН 5.91 кезінде алынды.

Шөгінділер келесі жағдайларда қалыптасады: рН=5.06; 5.91; 7.59; 8.05; 9.64; 10.9; 11.19;

Шөгінділердің түсі көк, қоңыр, қара-қоңыр.

Мысты алу үшін ұсынылып отырған экстракция әдісі технологиялық ерітінділерді, өндірістік ағынды суларды, ауыр металдарды шөгінділерінен кейінгі шламдарды, электрлік өндіріс, шахта мен шахта суларын, үйінді және жерасты сілтісіздендіру ерітінділерін және т.б.

Прототипке сәйкес ұсынылған әдіс процестің бір уақытта тиімділігі мен қауіпсіздігімен қалпына келтіруді арттырады [34].

Аналитикалық шолу жасау барысында мысты бөліп алу үшін өте көп экстрагенттердің түрі қолданылады.

## 2 Эксперименттік бөлім

### 2.1 Шаймалау ерітінділерінен мысты бөліп алуға экстрагент түрінің әсер етуін зерттеуге қажетті реагенттер, жабдықтар мен құрылғылар

Ерітінділерді жасауға қажетті реагенттер келесілер:

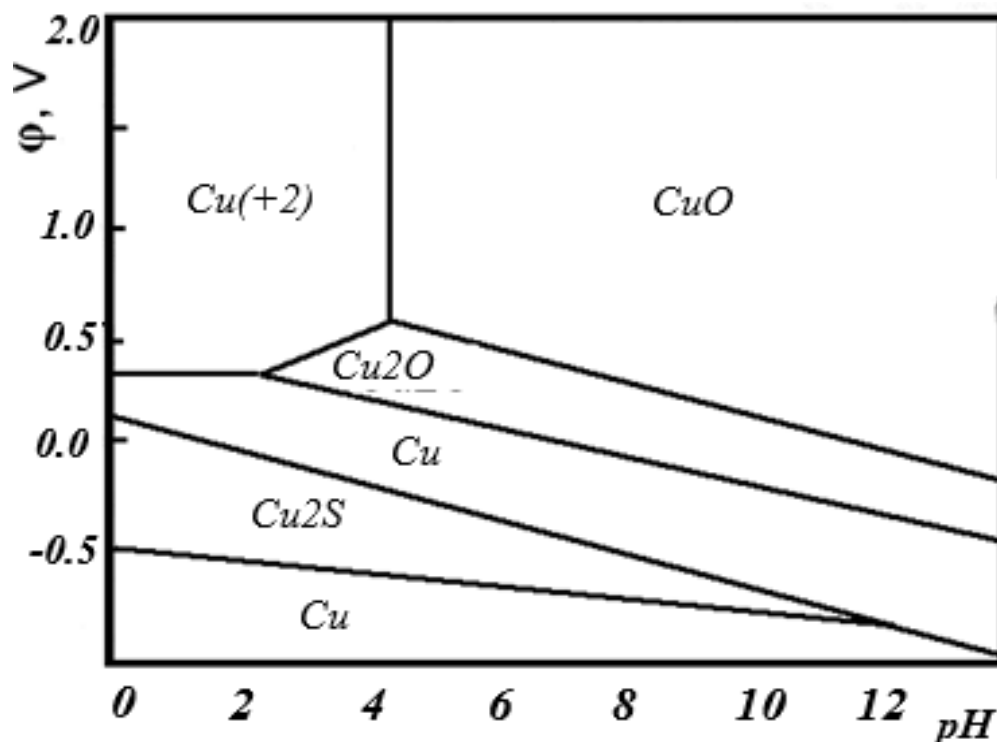
- күкіртқышқылы, концентрациясы жоғары, тығыздығы  $1,84 \text{ г/см}^3$ ;
- альдоксим, акорга, фосфин экстрагенттері;
- еріткіштер – авиациялық керосин;
- мыс сульфаты  $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ;
- күкірт қышқылы,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

Зерттеуге қажетті құрылғылар мен шынылар ретінде төменде көрсетілген ыдыстар қолданылды:

- шыны араластырғыш, химиялық өлшеуіш шыны колбалар, құбыр және алмұрт тәрізді колбалар, титраторлар, мензурка, бөлгіш колбалар;
- зертханалық және өндірістік экстракторлар – ЭЛ-100;
- температураны реттейтін магнитті араластырғыш – MSH-300i;
- техникалық және аналитикалық таразылар;
- термометрлер;
- жылуы бар электр араластырғыштар.

### 2.2 Cu-S-H<sub>2</sub>O жүйесінің Пурбэ диаграммасы

Мыс сульфидтерінің еруі тотықтырып шаймалау кезінде ғана мүмкін болады. Cu-S-H<sub>2</sub>O жүйесінің термодинамикалық тұрақтыларды көрсететін Пурбэ диаграммасы (2-сурет) мыстың күкірт пен су ортасында потенциал 0-ден жоғары және 0- вольттан бастап екі аралығында рН 0-4 аралығында мыс  $\text{Cu}(+2)$  катион түрінде болатындығын көрсетеді. рН 4-тен ары қарай жоғары болған кезде мыс тотығып мыс оксидін түзеді. Потенциал төмен облыста ғана мыстың сульфиді түзіледі, қатты төмен болған кезде рН мәні қанша болса да мыс түзіледі. Потенциал жоғарылаған кезде рН 0-ден 12-ге дейін  $\text{Cu}_2\text{S}$  түрінде болады. Потенциал 0-ден жоғары рН 0-ден 14-ке дейін мыс металл күйінде болады. Сулы ерітіндіде мыс  $2+$  катион түзеді.



2 Сурет –Cu-S-H<sub>2</sub>O жүйесінің «потенциал – рН» диаграммасы

### 2.3 Мысты экстракциялауға әртүрлі факторлардың әсері

Соңғы жылдары мысты бөліп алуда еріткішпен экстракциялау, электролиз технологиялары көбіне қолданылады. Сол технологияның бір сатысы – экстракция сатысы.

Экстракцияға бірқатар факторлар әсер етеді:

- ортаның температурасы;
- ортаның рН;
- экстрагенттің тұтқырлығы;
- экстрагенттің сіңіру және еріту қабілеті;
- фазаларды араластыру және тұндыру уақыты;
- реагенттердің концентрациясы;
- органикалық және сулы фазалардың қатынасы;
- экстрагент типі;
- экстрагент еріткіші және т.б.

*Температураның экстракцияға әсері.* Температураның өзгеруі алынатын заттың таралу тұрақтысына әсер етеді. Бұл температураның өзгеруімен әр фазада шығарылатын заттардың ерігіштігі, сондай-ақ органикалық және сулы фазаларының өзара ерігіштігі өзгертіндігімен түсіндіріледі. Сонымен қатар, температураның өзгеруімен әр фазадағы заттың ерігіштігі бірдей өзгермейді. Бұл температура өзгерген кезде заттың таралу тұрақтысының өзгеру себептерінің бірі. Температура өзгерген кезде заттың диссоциациясы мен байланысы тиісті

фазада өзгеруі мүмкін. Сондықтан температура өзгерген кезде химиялық қосылыстардың гидротациясы (сольватация) және экстракциясы өзгереді.

*pH ортаның экстракцияға әсері.* Органикалық заттардың экстракциясы бірқатар факторларға, соның ішінде ерітіндінің рН-на байланысты. Алынған заттың мөлшері оның сулы фазадағы диссоциациясына байланысты. Бұл заттың бөлінбеген молекулалары мен оның йондары су ерітінділерімен органикалық еріткіштермен бірдей бөлінбейтіндігіне байланысты. Экстракция кезінде бөлінбеген молекулалар органикалық фазаға өтеді, ал су молекулалары жақсы гидратталған йондар су фазасында қалады.

*Экстрагент типінің әсері.* Мысты бөліп алу кезінде экстрагент типі бірқатар факторларға тәуелді болады. Соның ішінде ерітіндінің рН-на және температураға байланысты. Көбіне мыстар катион алмастырғыш, хелатты экстрагенттермен жақсы экстракцияланады. Соңғы жылдары ондай экстрагенттер өндірісте кеңінен пайдаланылуда. Олардың бағасы қымбат сондықтан кейбір жағдайларда қолда бар, қолжетімді экстрагенттерді таңдау өзекті мәселе болып табылады.

## 2.4 Мысты экстракциямен бөліп алуға экстрагент түрінің әсерін зерттеу

Экстракция процесі альдоксим, акорга, фосфин қышқылы экстрагенттері мен мынадай жағдайларда жүргізілді: бөлмелік температура 20 °С, органикалық сулы фазалардың қатынастары 1:1, араластыру уақыты 4 минут, тұндыру уақыты 5 минут. Органикалық және сулы фазадағы металдардың концентрациялары белгілі бір әдістемелер бойынша жоғарыда аталған әдістемелер бойынша анықталып, органикалық фазадағы металдың концентрациясы концентрациялардың айырмалары арқылы есептелді. Экстракция нәтижелері 1-2-3 кестелерде көрсетілген және 3-4 графиктерде суреттелген.

1 Кесте – Мысты альдоксиммен экстракциялауға рН шамасының әсері

<b>pH</b>	<b>0,5</b>	<b>1</b>	<b>1,5</b>	<b>2</b>	<b>2,5</b>	<b>3</b>	<b>3,5</b>	<b>4</b>
$C_{\text{альдоксим}}$ , г/л	7	4,13	4,34	4,76	5,6	6,79	6,93	6,93
$C_{\text{су}}$ , г/л	0	2,87	2,66	2,24	1,4	0,21	0,07	0,07
E, (%)	0	59	62	68	80	97	99	99
D	0	1,43	1,63	2,125	4	32,3	99	99

2 Кесте – Акорга экстрагентімен мысты экстракциялауға рН шамасының әсері

<b>pH</b>	<b>0,5</b>	<b>1</b>	<b>1,5</b>	<b>2</b>	<b>2,5</b>	<b>3</b>	<b>3,5</b>	<b>4</b>
-----------	------------	----------	------------	----------	------------	----------	------------	----------

С <sub>акорга</sub> , г/л	7	3,5	3,64	4,06	5,25	6,23	6,65	6,65
С <sub>су</sub> , г/л	0	3,5	3,36	2,94	1,75	0,77	0,35	0,35
Е, (%)	0	50	52	58	75	89	95	95
D	0	1	1,08	1,38	3	8,09	19	19

3 Кесте – Мысты фосфинмен экстракциялауға рН шамасының әсері

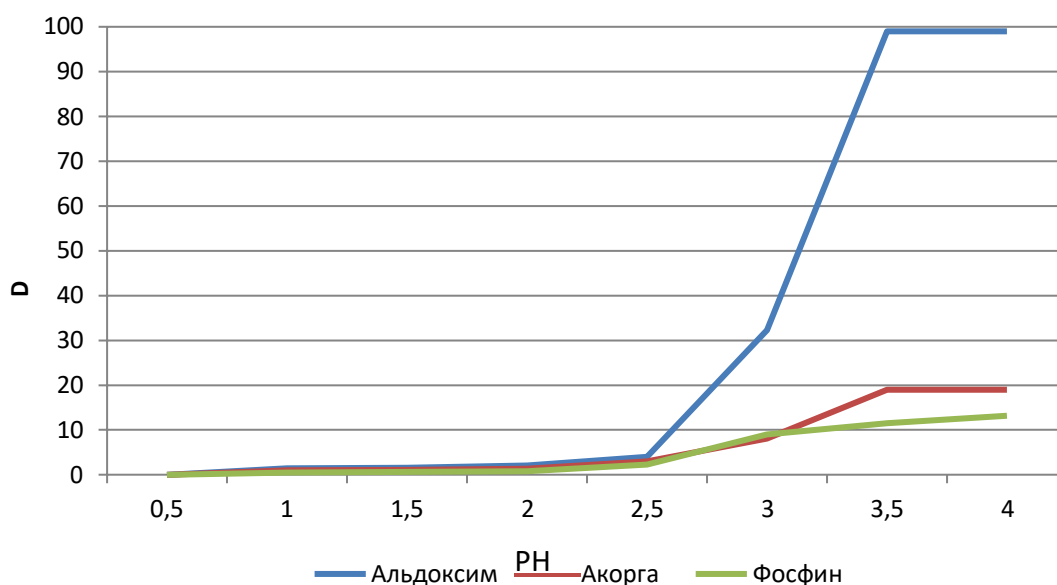
<b>рН</b>	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
С <sub>фосфин</sub> , г/л	7	2,52	2,8	3,08	4,9	6,3	6,44	6,51
С <sub>су</sub> , г/л	0	4,48	4,2	3,92	2,1	0,7	0,56	0,49
Е, (%)	0	36	40	44	70	90	92	93
D	0	0,56	0,66	0,78	2,33	9	11,5	13,2

Экстракция көрсеткіштері көбіне ерітіндінің рН мәніне байланысты екені белгілі. Кестеде көрсетілген мәліметтерді көргеніміздей, ерітіндінің рН жоғарылауымен альдоксим, акорга және фосфин үшін экстракция дәрежесі артады. Фосфин жағдайында рН ортаның 0-3,5 аралығында экстракция дәрежесі 0-92%-ға артады, яғни өсті. рН 3,5-нан 4-ке дейінгі аралықта экстракция дәрежесі 1%-ға артты.

Ерітіндіден мысты экстрагенттермен бөліп алу нәтижесінде, экстрагенттер ішінен альдоксим барлық рН мәнінде басқа экстрагентке қарағанда жоғары дәрежеде бөлініп алынады. Яғни, ол кезде 0-3,5 аралығында 0-ден 99% артты. Ал рН 3,5-4 аралығында экстракция дәрежесі өзгеріссіз қалды.

Мысты экстракциялау процесін жүргізу үшін, жоғары технологиялық қасиеті бар түрлендірілген экстрагент акорга таңдап алынды. Акорга кезінде мыстың экстракциялану дәрежесі рН 0-3,5 аралығында 0-95%-ға артты. рН 3,5-мен 4 кезінде экстракциялау дәрежесі 95% болып, еш өзгеріссіз қалды.

Төменде мыстың таралу коэффициенттерінің рН мәніне тәуелділік графигі көрсетілген (3-сурет):



3 Сурет – Мыстың органикалық фазаға таралу коэффициентінің рН мәніне тәуелділігі

Барлық экстрагенттер үшін рН мәні 0-2,5 аралығында таралу коэффициенті аз ғана өзгерді. Ал 2,5-3,5 аралығында максималды мәнге жетті. Барлық экстрагенттер үшін ерітіндінің рН мәні 2,5-3,5-ға дейін таралу коэффициенті өте қатты өзгеріске түсті.

Альдоксим экстрагенті үшін рН 0-ден 3,5-ға дейін артқан кезде оның таралу коэффициенті 0-ден 99 дейін артты. Ары қарай рН 3,5-4 кезінде өзгеріске түспеді.

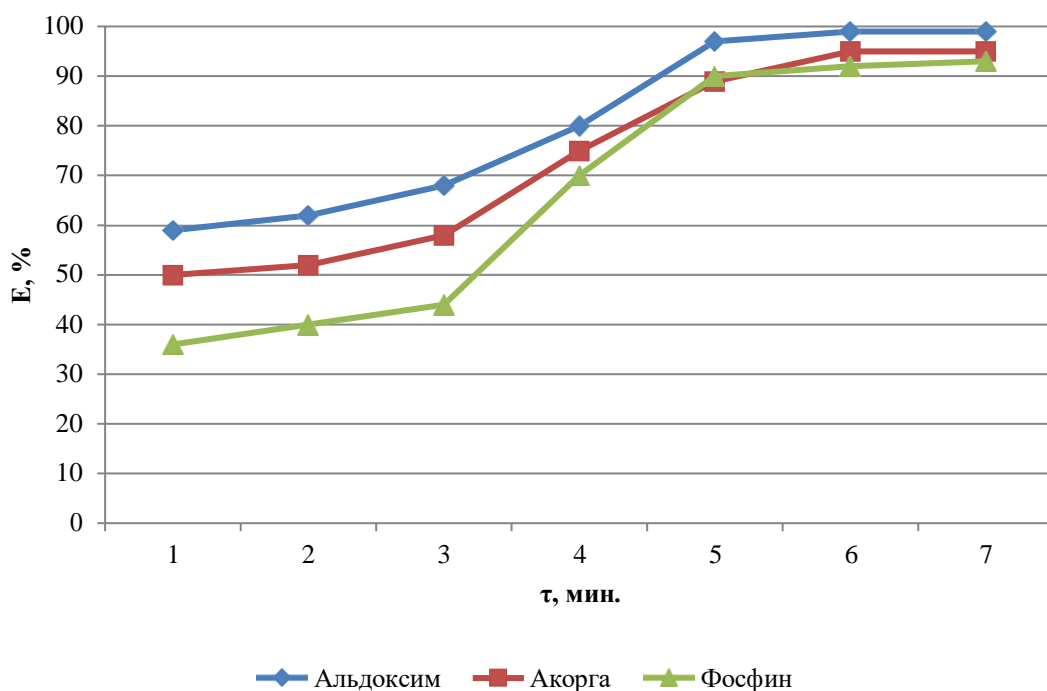
Ал акорга экстрагентімен мысты бөліп алу кезінде рН 0-ден 3,5-ға дейін таралу коэффициенті 0-ден 20 %-ға дейін өсті. Акорга экстрагенті кезінде рН 3,5-4 аралығында таралу коэффициенті өзгеріссіз болды.

рН 0-3,5 аралығында фосфин экстрагенті үшін таралу коэффициенті 0 пайыздан 15 %-ға артты. рН 3,5-4 аралығында фосфин экстрагенті үшін таралу коэффициенті 1 %-ға артты.

*Мыстың экстракциялануына араластыру уақытының әсер етуі.*

Экстракция кезінде араластыру уақыты өте маңызды параметр. Араластыру уақыты әр экстрагент үшін тиімді болған сайын мыстың экстракциялану дәрежесі арта бастайды.

Мыстың органикалық фазаға бөліну дәрежесінің араластыру уақытына тәуелділік графигі (4-сурет) төменде келтірілген.



4 Сурет – Мыстың органикалық фазаға бөліну дәрежесінің араластыру уақытына тәуелділігі

Графиктен көріп отырғанымыздай, органикалық фаза мен сулы фазалардың араластыру уақыты жоғарылауымен коэффициент альдоксим, фосфин мен акорданың таралуы артады, яғни жоғарылайды.

Фосфин экстрагентімен мысты бөліп алу кезінде араластыру уақытын 1 минуттан 5 минутқа дейін арттырған кезде экстракциялау дәрежесі 35-тен 90 пайызға артты. Араластыру уақыты 5-7 минутқа дейін артқан кезде мыстың экстракциялану дәрежесі 2 %-ға өзгерді.

Араластыру уақыты 1 минуттан 5 минутқа дейін артқан кезде акорга экстрагентімен мысты экстракциялау дәрежесі 50-ден 90 пайызға дейін артты. Ары қарай араластыру уақыты 5-7 минутқа дейін артқан кезде мыстың экстракциялану дәрежесі 3 %-ға өзгерді.

Альдоксим экстрагентімен мысты экстракциялау дәрежесі араластыру уақыты 1-5 минут аралықта 60 %-тен 98 %-ке артты. Ал араластыру уақыты 5-7 минут кезінде мыстың экстракциялану дәрежесі 1 %-ға артып өзгерді.

*Реэкстракция процесі.* Реэкстракция дегеніміз – органикалық фазаға өткен мысты кері қарай бөліп алу үшін жүргізілетін процесс. Реэкстракция нәтижесінде экстрагенттің қалпына келуі, яғни әдетте оның бастапқы экстракция қабілетін қалпына келтіруге қол жеткізіледі. Экстракция сатысын жүргізгеннен кейін органикалық және су фазалары тиісінше экстракт және рафинат деп аталады, ал реэкстракциядан кейін су ерітіндісі - реэкстракт деп аталады.

Реэкстракцияға процесінің көрсеткіштеріне мынадай факторлар әсер етеді:

- реэкстракция температурасы;
- араластыру уақыты;

- араластыру қарқындылығы;
- оның қасиеттері (рН, тұтқырлық, сіңіру және еріту қабілеті және т. б.);
- қолданылатын жабдық;
- реэкстракция режимі.

Реэкстракция зерттеулері мына шарттар бойынша жүргізілді: бөлмелік температура 20°C, О:С (органикалық фаза:сулы фаза) – 1:1; араластыру уақыты - 4 минут, тұндыру уақыты - 5 минут. Реэкстракция процесінің тиімділігін анықтау үшін эксперименттер  $C_{(H_2SO_4)}=100-260$  г/л ерітінділерімен жүргізілді. Концентрациясы 94 пайыз болатын жоғары қышқыл ерітіндісі, яғни күкірт қышқылын қауіпсіздік ережесін сақтай отырып дайындалды.

Мыстың альдоксим экстрагентінен реэкстракциялануына қышқыл концентрациясының әсерін зерттеу эксперименттерінің нәтижелері 4-кестеде келтірілген.

4 Кесте – Мыстың альдоксим экстрагентінен реэкстракциялануына қышқыл концентрациясының әсері

С, г/л ҚЫШҚЫЛ	100	120	140	160	180	200	220	240	260
$C_{\text{альдоксим}}$ , г/л	0,98	1,4	1,82	2,1	2,38	2,87	3,22	3,57	4,13
$C_{\text{су}}$ , г/л	6,02	5,6	5,18	4,9	4,62	4,13	3,78	3,43	2,87
E, (%)	14	20	26	30	34	41	46	51	59
D	0,16	0,25	0,35	0,43	0,51	0,62	0,85	1,04	1,43

Реэкстракция көрсеткіштері ерітіндінің қышқыл концентрациясына байланысты болып келеді. Мысты реэкстракциялау үшін, экстрагент альдоксим және 100-260 г/л күкірт қышқыл концентрациясы таңдап алынды.

Альдоксим экстрагентінен мыстың реэкстракциялану дәрежесі күкірт қышқыл концентрациясы 100-ден 260 г/л артқан кезінде 14-тен 59 %-ға артты. Альдоксим экстрагентінен мысты реэкстракциялау ( $E_{Cu, \max}=59$  %) үшін тиімді күкірт концентрациясы болып 260 г/л табылады.

Бұл күкірт қышқылының концентрациясы 260 г/л болғанның өзінде мыстың альдоксим экстрагентінен төмен дәрежеде реэкстракцияланатындығын көрсетеді.

Мыстың акорга экстрагентінен реэкстракциялануына қышқыл концентрациясының әсерін зерттеу эксперименттерінің нәтижелері 5-кестеде келтірілген.

Мысты реэкстракциялау үшін, акорга экстрагенті таңдалынды. Кестеде көрсетілгендей акорга экстрагентінен мысты сулы фазаға бөліп алу 100-260 г/л күкірт қышқыл концентрациялы ерітіндісімен жүргізілді.

5 Кесте – Қышқыл концентрациясының мыстың акоргамен реэкстракциялануына әсері



С, г/л қышқыл	100	120	140	160	180	200	220	240	260
С <sub>акорга</sub> , г/л	1,47	3,15	4,48	5,53	6,51	6,51	6,51	6,51	6,51
С <sub>су</sub> , г/л	5,53	3,85	2,52	1,47	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
Е, (%)	21	45	64	79	93	93	93	93	93
D	0,26	0,81	1,77	3,76	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2

Мысты реэкстракциялау үшін, акорга экстрагенті таңдалынды. Кестедекөрсетілгендей акорга экстрагентінен мысты сулы фазаға бөліп алу 100-260 г/л күкірт қышқылконцентрациялы ерітіндісімен жүргізілді. Күкірт қышқылы 100-ден 260-қа дейін артқан кезде мыстың бөлінуі 21-ден 93 %-ға артты.

Акорга экстрагентімен мысты реэкстракциялау үшін тиімді күкірт концентрациясы болып 180 г/л табылады.

Мыстың фосфинді экстрагенттен реэкстракциялануына қышқыл концентрациясының әсерін зерттеу эксперименттің нәтижелері 6-кестеде келтірілген.

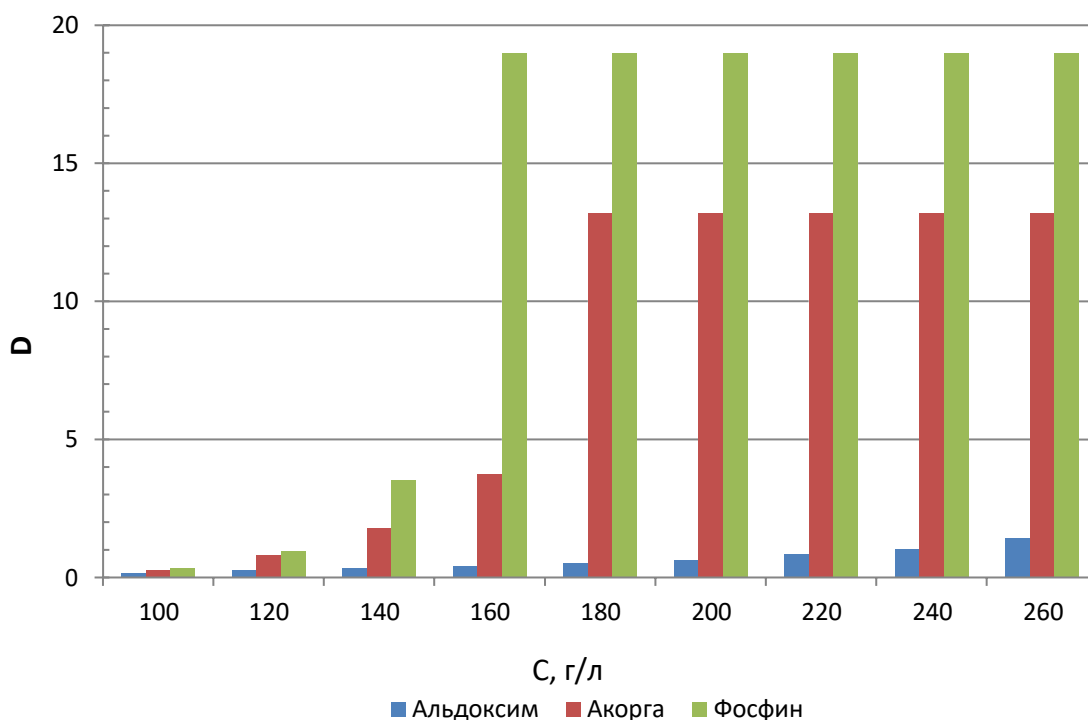
6 Кесте –Мыстың фосфинді экстрагенттен реэкстракциялануына қышқыл концентрациясының әсері

С, г/л қышқыл	100	120	140	160	180	200	220	240	260
С <sub>фосфин</sub>	1,75	3,43	5,46	6,65	6,65	6,65	6,55	6,55	6,55
С <sub>су</sub>	5,25	3,57	1,54	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Е, (%)	25	49	78	95	95	95	95	95	95
D	0,33	0,96	3,54	19	19	19	19	19	19

Мыстың фосфин экстрагентімен реэкстракциялану процесі жоғарыда айтылған шарттар бойынша жүргізілді.

Фосфин экстрагенті жағдайында мыстың реэкстракциялану дәрежесі күкірт қышқыл концентрациясы 100-260 г/л артқан кезде 25-тен 95%-ға артты. Бұл көрсеткіш мысты жоғары дәрежеде реэкстракциялануын көрсетеді. Фосфинді экстрагенттен мысты реэкстракциялау үшін күкірт қышқыл концентрациясы болып 160 г/л табылды.

Төменде реэкстракция кезіндегі мыстың органикалық фазадан сулы фазаға таралу коэффициенттерінің қышқыл концентрациясына тәуелділік графигі (5-сурет) келтірілген.



5 Сурет – Мыстың таралу коэффициенттерінің қышқыл концентрациясына тәуелділігі

Резкстракция бойынша эксперименттерді жүргізу нәтижесінде альдоксим экстрагенті кезінде мыстың резкстракциясы үшін ең тиімді қышқыл концентрациясы болып 260 г/л болып табылды.

Мыстың резкстракциясы үшін акорга кезінде ең тиімді қышқыл концентрациясы 180 г/л болып анықталды.

Ал фосфин экстрагенті кезінде ең тиімді қышқыл ерітіндісі болып 160 г/л табылды.

Қорыта келгенде, мыстың күкірт қышқыл концентрациясына қарай резкстракциялану дәрежесі келесі ретпен кемиді:

- 1) фосфин экстрагенті, мыстың резкстракциялану дәрежесі 95 %;
- 2) акорга экстрагенті, мыстың резкстракциялану дәрежесі 93 %;
- 3) альдоксим экстрагенті, мыстың резкстракциялану дәрежесі 59 %.

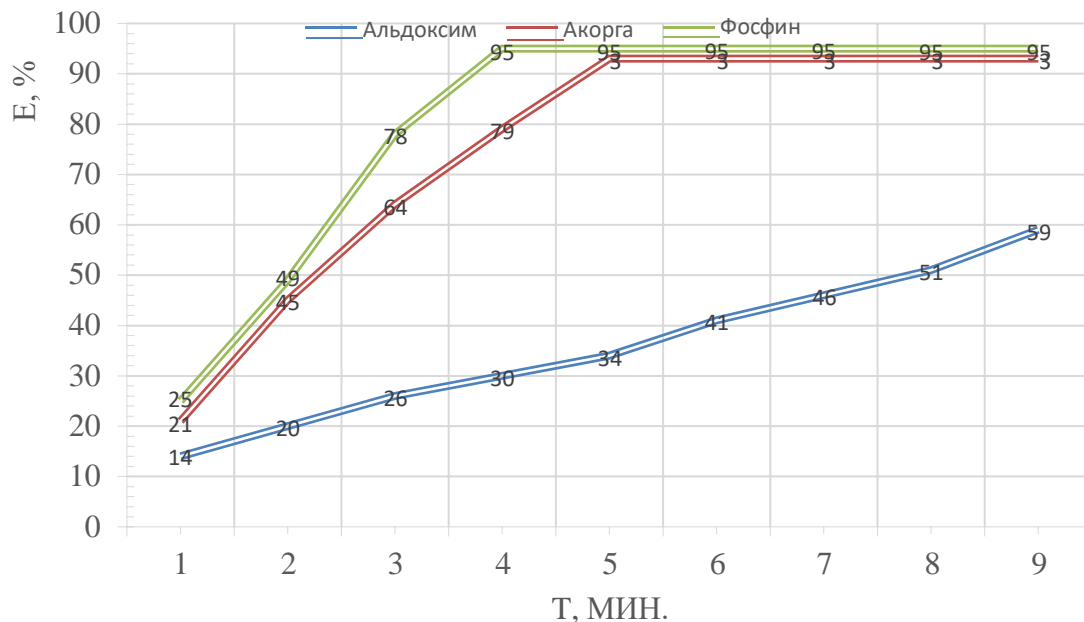
Мыстың органикалық фазадан резкстракциялану дәрежесіне араластыру уақытының әсері:

- температура;
- органикалық және сулы фазалардың қатынасы;
- экстрагент типі;
- ортаның рН;
- уақыт.

Мыстың әр түрлі экстрагент фазаларынан резкстракциялану дәрежесіне араластыру уақытының әсер етуін зерттеу эксперименттері келесі жағдайлар бойынша жүргізілді: араластыру уақыты 7 минут; бөлмелік температура 20 °С,

O:C (органикалық фаза:сулы фаза) – 1:1; тұндыру уақыты – 5 минут;  
C(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)=100-260 г/л.

Төменде мыстың үш түрлі экстрагент құрамынан реэкстракцияланудәрежесінің араластыру уақытына тәуелділік графигі көрсетілген (6-сурет).



6 Сурет – Мыстың реэкстракциялану дәрежесінің араластыру уақытына тәуелділігі

Графиктен көріп тұрғанымыздай, органикалық фаза мен сулы фазалардың араластыру уақыты жоғарылауымен альдоксим, акорга, фосфин экстрагенттерінде мыстың бөліну дәрежелері, яғни сулы фазада таралу коэффициенті артады, яғни жоғарылайды.

Араластыру уақытын 1-5 аралығында арттырған кезде фосфин экстрагентімен мысты реэкстракциялау дәрежесі 25-тен 95 пайызға артты. Ары қарай араластыру уақыты 5-7 минутқа артқан кезде мыстың реэкстракциялану дәрежесі өзгермеді.

Акорга экстрагентімен мысты реэкстракциялану дәрежесі араластыру уақыты 1-5 минут аралықта 21 %-тен 95 %-ке артты. Ал араластыру уақыты 5-7 минут кезінде мыстың реэкстракциялану дәрежесі 95 % күйінде қалды.

Альдоксим экстрагентімен мысты реэкстракциялану дәрежесі араластыру уақыты 1-5 минут аралығында 14-тен 59 пайызға артты. Ал араластыру уақыты 5-7 минут кезінде мыстың реэкстракциялану дәрежесі өзгеріссіз қалды.

*Экстракция және реэкстракция бойынша мыстың жалпы бөліну дәрежелері.*

Мыстың бөліну дәрежелерін тек қана экстракция бойынша бағаламаймыз. Экстракция және реэкстракция процестерінің нәтижесінде ең соңында

реэкстрактқа шығатын мыстың мөлшері бойынша есептейміз.

Төменде мысты үш түрлі экстрагенттермен сульфатты ерітінділерден жалпы бөліп алу дәрежелері есептеліп келтірілген (7-кесте).

7 Кесте –Үш экстрагентпен мыстың жалпы бөліну дәрежелері

Экстрагент	$E_{\text{экстракция}}$ , %	$C_{\text{ОФ}}/C_{\text{СФ}}$ , г/л	$E_{\text{реэкстракция}}$ , %	$C_{\text{ОФ}}/C_{\text{СФ}}$ , г/л	$E_{\text{жалпы}}$ , %
Альдоксим	99	6,93/0,07	59	2,85/4,08	58,23
Акорга	95	6,65/0,35	93	0,47/6,18	88,29
Фосфин	93	6,51/0,49	95	0,33/6,18	88,29

Кестеде келтірілген мәндер экстракция кезінде мысты фосфин экстрагентімен бөліп алу тиімсіз екендігін көрсетеді.

Ары қарай реэкстракция кезінде мысты бөліп алу үшін альдоксим экстрагенті ең тиімсіз болып табылады - мыстың сулы фазаға бөліну дәрежесі 59 пайыз. Акорга мен фосфинді экстрагенттен мыстың реэкстракциялану дәрежесі жуықтап алғанда екі есеге артық болды.

Жалпы металдың экстрагенттер арқылы, яғни экстракция және реэкстракция процестері арқылы селективті бөліну дәрежелерін есептеу альдоксим және акорга экстрагенттерінің мысты экстракциямен бөліп алу үшін ең тиімді реагенттер болып табылатындығын көрсетті.

Альдоксим экстрагентімен мыстың жалпы бөліну дәрежесі өте төмен болды (бар-жоғы 58,23%), мұндай экстрагент өндірісте қолдануға тиімсіз болып табылады.

### 3 Экономикалық бөлім

#### 3.1 Зерттеу жұмысын жүргізуге жұмсалған шығындарды есептеу

Экономикалық бөлімде тәжірибе жасау кезіндегі зерттеуге кеткен шығындарды есептеу жүргізіледі. Тәжірибелік зерттеу кезінде 51 тәжірибе жүргізген болатынбыз.

Гидрометаллургиялық процесс түсті металдарды бөлу кезінде экономикалық және экологиялық жағдайында тиімді болып келеді. Мысты шаймалау ерітінділерін бөліп алу үшін экстракция процесі де тиімді болып табылады.

##### 3.1.1 Ғылыми-зерттеу жұмысының жинақ қорын есептеу

Жинақ қорын (A) мына теңдеумен есептейді:

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

мұндағы  $C_{\text{п}}$  – жабдықтың бастапқы бағасы.

$I_{\circ}$  - 1,082-ге тең, индексация болып табылады.

Енді, 3 айға құралған жинақ қоры соммасы:

$$A = 198\,000 \cdot 1,082 \cdot 0,33 = 70\,697,88 \text{ тг.}$$

##### 3.1.2 Зерттеудің экономикалық нәтижесін және рентабелдігін есептеу

Рентабелдігі 10 пайыз болған кезде, экономикалық нәтижесі құрылады:

$$\mathcal{E}_{\circ} = (Z+A) \cdot 0,1(3.2)$$

Бірінші жылында зерттеудің құны осылай болады және де төмендегі теңдеумен шығарылады:

$$\mathcal{E}_{\circ} = (54000,5 + 70\,697,88) \cdot 0,1 = 12\,469,838 \text{ тг,}$$

$$\mathcal{E}_1 = Z + C_{\text{н}} \cdot I_{\circ} \cdot 0,33 \cdot (1+e) \cdot (3/12)(3.3)$$

Жұмыс құны мынаны құрайды:

$$\mathcal{E}_1 = 54000,5 + 197600 \cdot 1,082 \cdot 0,33 \cdot (1+0,1) \cdot (3/12) = 73\,403,1404 \text{ тг}$$

Және өнеркәсіптегі 10 пайыздық тиімділігі төмендегідей:

$$\Delta \mathcal{E}_1 = [3 + C_n \cdot I_o \cdot 0,33 \cdot (1+e) \cdot (3/12)] \cdot 0,1 \quad (3.4)$$

Бірінші жылы зерттеу кезіндегі 10 пайыздық толық құны келесідей:

$$\Delta \mathcal{E}_1 = [54000,5 + 197600 \cdot 1,082 \cdot 0,33 \cdot (1+0,1) \cdot (3/12)] \cdot 0,1 = 7340,3140 \text{ тг}$$

$$\mathcal{E}_o + \Delta \mathcal{E}_1 = 12\,469,838 + 7340,3140 = 19\,810,152 \text{ тг}$$

Сонымен, ғылыми-зерттеу жұмыстың зерттеу құнының екінші жылы мына теңдеумен анықталады:

$$\mathcal{E}_2 = 3 + C_n \cdot I_o \cdot 0,33 \cdot (1+e)^2 \cdot (3/12) \quad (3.5)$$

$$\Delta \mathcal{E}_2 = 54000,5 + 197600 \cdot 1,082 \cdot 0,33 \cdot (1+0,1)^2 \cdot (3/12) = 75\,343,4044 \text{ тг}$$

Және де өнеркәсіптің 2-ші жылға проценттік тиімділігін қарайық:

$$\Delta \mathcal{E}_2 = [3 + C_n \cdot I_o \cdot 0,33 \cdot (1+e)^2 \cdot (3/12)] \cdot 0,1 \quad (3.6)$$

$$\Delta \mathcal{E}_2 = [54000,5 + 197600 \cdot 1,082 \cdot 0,33 \cdot (1+0,1)^2] \cdot 0,1 = 7534,34 \text{ тг}$$

2-ші жылда зерттеудің 10 пайыздық толық құны:

$$\mathcal{E}_o + \Delta \mathcal{E}_2 = 12\,469,838 + 7534,34 = 20\,004,178 \text{ тг}$$

Ғылыми-зерттеу жұмысының рентабелділігі 10 % болғандағы 3-ші жылғы экономикалық тиімділігі төмендегідей анықталады:

$$\mathcal{E}_3 = 3 + C_n \cdot I_o \cdot 0,33 \cdot (1+e) \cdot (3/12) \quad (3.7)$$

$$\Delta \mathcal{E}_3 = [3 + C_n \cdot I_o \cdot 0,33 \cdot (1+e)^3 \cdot (3/12)] \cdot 0,1$$

$$\Delta \mathcal{E}_3 = [54000,5 + 197600 \cdot 1,082 \cdot 0,33 \cdot (1+0,1)^3] \cdot 0,1 = 7747,76 \text{ тг}$$

3-ші жылда 10 % зерттеудің толық құны:

$$\mathcal{E}_o + \Delta \mathcal{E}_3 = 12\,469,838 + 7747,76 = 20\,217,598 \text{ тг}$$

Мына формуламен өнім кезіндегі жобаның сатып алу мерзімін анықтаймыз:

$$T = \frac{K}{3} \quad (3.8)$$

Мұндағы  $K$  – бір уақытылы шығындар;

$3$  – зерттеуге кеткен жалпы шығындар.

$$T = 197\,600 / 54\,000,5 \cdot 12 = 0,3 \text{ жыл}$$

Сонымен, жобаның өтелу мерзімі 0,3 жыл

#### 4 Қауіпсіздік және еңбек қорғау бөлімі

Дипломдық жұмысты жазу барысында Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық Техникалық Зерттеу Университетінің «Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы материалдар технологиясы» кафедрасының арнайы жабдықталған зертханасында жасалған зерттеу жұмыстары жүргізіледі.

Зерттеу жұмысын жүргізу барысында негізгі экстрагент ретінде альдодоксим, акорга, фосфин болып табылады.

Пайдаланылатын заттарды арнайы құрал - жабдықтардың көмегімен алып, арнайы киімдерді киеміз. Себебі, химиялық реакциялар кезінде тіпті қышқылмен жұмыс жасау барысында сақтық шараларын ұстануымыз қажет.

Зертханада жұмыс жүргізу барысында адамның денсаулығына, қабілетіне ықпал етуші факторлар мыналар:

- 1) өндірістік микроклимат – ауаның температурасының, ылғалдығының және жылдамдығының ұштасуы;
- 2) жылулық сәулеленудің зардаптары;
- 3) ауаның химиялық құрамы;
- 4) атмосфералық қысыммен сипатталатын орта;
- 5) өндірістік көздерден туатын сәулелену (иондаушы және иондамаушы);
- 6) энергетикалық өріс (электромагниттік, гравитациялық және т.б.);
- 7) акустикалық және дірілді тербелістер;
- 8) еңбек қарқындылығы;
- 9) ұжымдағы әлеуметтік-психологиялық климат.

Тұз, күкірт қышқылдары төмен концентрацияда айтарлықтай қатты зиян келтірмейді, дегенмен, көзге және оның айналасына кері әсері өте жоғары болып келеді. Күкірт қышқылы концентрациялы бола тұра, төгілген кезде қоршаған ортадағы жан-жануарларға өте улы болып табылды, сондықтан мейлінше қауіпсіздікті сақтап, қоршаған ортаны ластамауды қадағалаған жөн.

Тұз, күкірт қышқылдары мен аммиак негізінен сұйылтылған ерітінділер дайындауға шығындалды. Оларды залалсыздандыру үшін белгілі әдістерді қолдану қарастырылды.

Қарастырылып отырған бұл жұмысты орындау кезінде техникалық қауіпсіздікті сақтамаған жағдайда өндірістік жарақат, күйіп қалу мүмкіндігі жоғары болады.

Ең қауіпті және зиянды болатын жағдай:

– жабдықтарға химиялық активті орта әсер етіп, соның салдарынан туындайтын, жоғары қауіптілік электр тоғының тоқтап қалуы;

– қышқылдар және сілтілі ерітінділермен дұрыс жұмыс істемеген кезде терінің және дем алу жолдарының күйіп қалуы.

Бөлменің микроклимат жағдайын дұрыс ұйымдастыру міндетті, осы көрсеткіштер сақтай отырып адам ағзасына келетін әсерді болдырмаймыз.

Микроклиматтың жағымсыз әсеріне қарсы профилактика үшін өндірістік бөлмелердің жылуы және желдеткіші, жергілікті ауаны желдету жүйелері дұрыс жұмыс жасауы керек. Оны зерттеу жұмысын бастамас бұрын арнайы



мамандардың көмегімен тексеруден өткізіп алған жөн.

Сонымен қатар, арнаулы жұмыс киімдері және жеке қорғаныс құралдарын қолдану.

Зерттеу жұмыстарын өткізіп болған соң ,демалыс мерзімін ұзарту.

Қорғаныс іс-шараларын алдын ала жоспарлап, нақтылап алу.

Зертхана бөлмесінің микроклиматтық жағдайын сипаттайтын көрсеткіштер:

- ауаның температурасы;
- ауаның салыстырмалы ылғалдылығы;
- ауаның қозғалу жылдамдығы, сонымен қатар;
- жылулық сәулеленудің интенсивтілігі жатады.

Негізінен ғимараттардағы микроклимат көрсеткіштерінің ережеге сай рұқсат етілетін белгілі бір шамасы болады. Оларға:

- ауа температурасы 20-25 °С-дан аспау;
- ауаның салыстырмалы ылғалдылығы 15-75 %;
- ауа қозғалысының жылдамдығы 0,1-0,3 0,2-0,4 м/с болуы шарт.

Қазақстан республикасының заңнамасына сәйкес әрбір азаматтың денсаулығын қорғау міндеттелген.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Соңғы жылда кен құрамдарының кедей болуына қарай түсті металдарды өндіріп алу қиынға түсуде, баланстан шыққан, тотықты минералы бар шикізаттар тартылуда. Соны өңдеуге гидрометаллургиялық әдістер қолданылуда. Әдеби шолуда көрсетілгендей, өнімді ерітінділерден, соның ішінде шаймалау ерітінділерінен металды күшті экстрагенттер көмегімен алған тиімді болып табылады.

Мысты экстракциялауға әртүрлі экстрагенттер қолданылуда.

Экстракциялау процесіне әртүрлі факторлардың әсері қарастырылды. Солардың ішіндегі маңыздылары: ортаның рН, уақыт, экстрагент типтері, қышқыл концентрациясы.

Жасалған зерттеулер нәтижесінде мысты акорга, альдоксим, фосфин экстрагенттерімен шаймалау ерітінділерін бөліп алу мүмкіндігі тексерілді.

Нәтижесінде шаймалау ерітінділерінен мысты альдоксим экстрагентімен бөліп алу кезінде барлық рН мәндерінде жоғары дәрежеде екені байқалды. Демек, ол альдоксим экстрагенті кезінде 0-4 аралығында 0-99 % артты, ал, акорга кезінде рН 0-4 аралықта 0-95 % өсті. Фосфин жағдайында рН ортаның 0-4 аралықта экстракция дәрежесі 0-93 пайызға артады. Осы алынған нәтижелер альдоксим экстрагентімен мысты бөліп алуға экстракция дәрежесі өте жоғары екенін көрсетті.

Экстракция кезінде ең жоғарғы көрсеткішті альдоксим экстрагенті көрсетеді. Екінші көрсеткішті акорга, 3-ші көрсеткішті фосфин экстрагенттері көрсетеді.

Кестеде келтірілген мәндер экстракция кезінде мысты фосфин экстрагентімен бөліп алу тиімсіз екендігін көрсетеді.

Зерттеу кезінде органикалық фазаға өткен металдың реэкстракциясын жүргізу үшін күкірт қышқылының әртүрлі концентрациялары алынды. Нәтижесінде мыс экстрагенттердің реэкстракциясы үшін ең тиімді қышқыл концентрациясы 180 г/л болатыны анықталды. Ал фосфин экстрагенті үшін ең тиімді қышқыл концентрациясы 160 г/л болды. Альдоксим экстрагенті үшін тиімді қышқыл концентрациясы 260 г/л екені анықталды.

Реэкстракция жағдайында ең жақсы акорга мен фосфин экстрагенті болды. Ең төменгі көрсеткішті альдоксим экстрагенті көрсетті.

Реэкстракция кезінде мысты бөліп алу үшін альдоксим экстрагенті ең тиімсіз болып табылады - мыстың сулы фазаға бөліну дәрежесі 59 пайыз. Акорга мен фосфинді экстрагенттен мыстың реэкстракциялану дәрежесі жуықтап алғанда екі есеге артық болды.

Альдоксим экстрагентімен мыстың жалпы бөліну дәрежесі өте төмен болды (бары-жоғы 58,23%), мұндай экстрагент өндірісте қолдануға тиімсіз болып табылады.

Жалпы металдың экстрагенттер арқылы, яғни экстракция және реэкстракция процестері арқылы селективті бөліну дәрежелерін есептеу альдоксим және акорга экстрагенттерінің мысты экстракциямен бөліп алу үшін ең тиімді

реагенттер болып табылатындығын көрсетті.

Экономикалық бөлімде осы эксперименттік зерттеу кезінде кеткен шығын есептелінді, оның тиімділігі бағаланды. Жобаның өтелу мерзімі 0,5 жылды құрады.

Зерттеу жұмысын жүргізу кезінде қоршаған ортаны қорғау және қауіпсіздік ережелері қарастырылды.

Альдоксим және фосфинді экстрагенттер өндірісте мысты бөліп алуға тиімді экстрагенттер ретінде ұсынылады.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Комплексная переработка минерального сырья Казахстана. Состояние, проблемы, решения / под. ред. А.А. Жарменова. – Алматы: ТОО Полиграфсервис, 2008. – Т.5. - 426 с.
- 2 Интернет желісіндегі сайт: <https://kk.limehousetownhall.org.uk/632-facts-about-copper.html>.
- 3 Н.Қ.Досмұхамедов. Мыс металлургиясы: Қазіргі жағдайы, даму перспективасы, автогенді процестер: Оқу құралы. – Алматы: ҚазҰТЗУ, 2020. – 211 б. (10-14 бет).
- 4 И.А.Оңаев және А.Д.Абланов. Мыс металлургиясы. 2-басылым. Алматы – 2007.
- 5 Коршикова О. Медные выражи. – 2006. - №7.
- 6 Уваров Е.И. Анализ и прогноз развития рынка меди в мире и в России // Ж. “Кабели и провода”. -2009. -№ 1 (314). – С. 10-15.
- 7 Горно-металлургический комплекс Казахстана: интеграции нет альтернативы. – Горное дело. - № 3. – 1996.
- 8 Whittington, V., Muir, D. Pressure acid leaching of nickel laterites: a review // Mineral Processing and Extractive Metallurgy Reviews. – 2000. – V.21. – P.527-600.
- 9 Бейсембаев Б.Б., Кунаев А.М., Кенжалиева Б.К. Теория и практика кучного выщелачивания меди. –Алматы: ГЫЛЫМ, 1998. – 285 с.
- 10 G. A. Kordosky, M. J. Virnig and P. Mattison, Copper recovery using leach/solvent extraction/electrowinning technology –The Journal of The South African Institute of Mining and Metallurgy. – 2002, 445-450 p.
- 11 Tinkler, O., Shiels, D., and Soderstrom, M. The ACORGA OPT series: comparative studies against aldoxime: ketoxime reagents. Hydrometallurgy Conference 2009, The Southern African Institute of Mining and Metallurgy, 2009. 273-281 p.
- 12 Интернет желісіндегі сайт: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>.
- 13 Электрондық ресурс: <http://metal-archive.ru/tyazhelye-metally/1500-metody-vyschelachivaniya-mednyh-rud.html>
- 14 Электрондық ресурс: <http://metal-archive.ru/osnovy-metallurgii/1758-vyschelachivanie.html#:~:text=%D0%92%D1%8B%D1%89%D0%B5%D0%BB>
- 15 Бейсембаев, Б. Б. Способ подземного, кучного выщелачивания медных руд /
- 16 Б.Б. Бейсембаев, М. Ж. Жанасов, Б. К. Кенжалиев // Тезисы докладов научно технического совещания «Процессы вскрытия, химического обогащения и выщелачивания трудноперерабатываемого сырья цветных и редких металлов». – 1987. – С. 7.
- 17 Richman, C. I. Chalcopyrite leaching with silver salts; Properties of Ag<sub>2</sub>S film / C. I. Richman // Abstract 130th Annual International Meeting and Exhibition of TMS. – 2001. – № 11. – P. 58.

18 Yuehua, H., Guanzhou Q., Jan W., Dianzuo W. The effect of silver-bearing cata-lysts on bioleaching of chalcopyrite / H. Yuehua, Q. Guanzhou, W. Jan, W. Dianzuo // Hydrometallurgy. – 2002. Vol. 64. – № 2. – P. 81–88.

19 Электрондық ресурс: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Phelps\\_Dodge](https://ru.wikipedia.org/wiki/Phelps_Dodge)

20 Синявер Б.В., Цейдлер А.А. Гидрометаллургия меди (зарубежный опыт).- М.: Цветметинформация, 1971. –112 с.

21 Халезов Б.Д., Неживых В.А., Тверяков А.Ю. Кучное выщелачивание отвалов горных пород медных рудников как способ обезвреживания экологически опасных объектов // Известия вузов. Горный журнал. – 1997. –№11–12. – С.198-206.

22 Б.Д. Халезов, Н.А. Ватолин, В.А. Неживых, А.Ю. Тверяков. Кучное выщелачивание меди на коунрадском руднике// «Неделя горняка-2002»Семинар № 15

23 Крейн Ф. Экстракция в гидрометаллургии меди: Развитие и современное состояние // Комплексное использование минерального сырья. - 2004. - № 2. -С. 36-55

24 Набойченко С.С., Шнеерсон Я.М., Калашникова М.И., Чугаев Л.В.Автоклавная гидрометаллургия цветных металлов, в 3-х томах. Екатеринбург. УГТУ-УПИ. 2008

25 Тимошенко Э.М., Корсунский В.И., Кубасов В.Л. Автоклавные методы цветной металлургии и их возможности // Цветные металлы. 1996. №4. С. 16-18

26 Пискунов В.М., Панченко А.П., Сапрыгин А.Ф., Лавецкий В.И., Ли И.И.Исследования по автоклавному вскрытию сульфидных медных концентратов /Тр. ВНИИЦветмета. 2003. № 1. С. 47-50

27 А.с. 1696533 СССР, МПК С22В 3/04. Способ переработки сульфидного полиметаллического материала, 1991

28 Padilla R., Pavez P., Ruiz M.C. Kinetics of copper dissolution from sulfidizedchalcopyrite at high pressures in H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-O<sub>2</sub> // Hydrometallurgy. 2008. 91, № 1-4, С.113-120.

29 Набойченко С.С, Неустроев В.И., Худяков И.Ф. Автоклавная переработка халькопиритных концентратов // Цветные металлы. 1978. № 10. С.46-49

30 Набойченко С.С., Смирнов В.И. Гидрометаллургия меди. – М.: Металлургия, 1995. – С.272.

31 Тутурин Н. Н., Экстрагирование, экстракция // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона : в 86 т. (82 т. и 4 доп.). — СПб., 1890—1907.

32 Электрондық ресурс: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>

33 Newton, J.; Wilson, C.L. Metallurgy of Copper; John Wiley and Sons Inc.: New York, NY, USA, 1942.

34 Бубнов В.К.и другие.Теория и практика производительности полезных ископаемых для комбинированных способов выщелачивания.- Алма-Ата, 1992, с.213-215.