

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

Молдалимова Диана Бауыржановна

Сапарова Әмина Қуанышқызы

«Хлоридті ерітінділерден қорғасынның экстракциясын зерттеу» тақырыбына

## **ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

Мамандығы 5В070900 – Metallургия

Алматы 2020

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

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ:**  
МПЖ және АМТ кафедра  
меңгерушісі PhD докторы  
\_\_\_\_\_Чепуштанова Т.А.  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_2020 ж.

### **ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

Тақырыбы: «Хлоридті ерітінділерден қорғасынның экстракциясын зерттеу»

Мамандығы 5В070900 – Metallургия

Орындаған: Молдалимова Д.Б.,  
Сапарова Ә.Қ.  
Ғылыми жетекші  
т. ғ. к., сениор-лекторы  
\_\_\_\_\_Коньратбекова С.С  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_2020 ж.

Алматы 2020

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 – Metallургия

**БЕКІТЕМІН**

МПЖ және АМТ кафедра  
менгерушісі PhD докторы

\_\_\_\_\_Чепуштанова Т.А.  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Молдалимова Диана Бауыржановна, Сапарова Әмина Қуанышқызы

Тақырыбы: «Хлоридті ерітінділерден қорғасынның экстракциясын зерттеу»  
Университет Ректорының 2020 жылғы "27" қаңтардағы №762–б бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 2020 жылғы « 09 » маусым

Дипломдық жұмыстың бастапқы белестері: органикалық және су фазалары, ерітінді, экстрагент, сода, қышқыл, реэкстрагент, экстракция, реэкстракция.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі

а) критикалық талдауда жұмыстың өзектілігі, оның тәжірибеде маңыздылығы қарастырылды, қорғасынды алу мақсатында экстракциялау әдістері, қорғасынның су ерітінділеріндегі жай-күйі туралы әдеби шолу жүргізілді

б) эксперименталды бөлімінде қорғасынның экстракциялық бөлінуін, ілеспе қоспалардың мінез-құлқын, реэкстракция зерттеу бойынша тәжірибелік зерттеулер жүргізілді.

в) жұмыстың экономикалық тиімділігін есептеу

г) еңбекті қорғау бөлімінде қауіпті және зиянды факторлар қарастырылды

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)

Ұсынылған негізгі әдебиет 17 атаудан тұрады

Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау  
**КЕСТЕСІ**

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен, кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
Кіріспе	8.02.2020	
Критикалық талдау	22.02.2020	
Тәжірибелік бөлім	16.03.2020	
Экономикалық бөлім	5.04.2020	
Еңбекті қорғау	12.04.2020	
Қорытынды	19.04.2020	
Қалып бақылау	26.05.2020	

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	С.С. Коныратбекова т.ғ.к., сениор-лектор		
Еңбекті қорғау бөлімі	С.С. Коныратбекова т.ғ.к., сениор-лектор		
Норма бақылау	С.С. Коныратбекова т.ғ.к., сениор-лектор		

Ғылыми жетекші \_\_\_\_\_ Коныратбекова С.С.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы \_\_\_\_\_ Молдалимова Д. Б.

\_\_\_\_\_ Сапарова Ә. Қ

Күні

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 ж.

## АНДАТПА

Дипломдық жұмыс тапсырмадан, кіріспеден, әдебиеттерге аналитикалық шолудан, эксперименталды бөлімнен, қорытындыдан және пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Жұмыс 49 беттен тұрады, 6 сурет, 8 кесте, 2 схема. Пайдаланылған әдебиеттер тізімі 29 атаудан тұрады.

Жұмыстың мақсаты өнімді ерітінділерден қорғасынды экстракциялық тәсілмен алу болып табылады.

Кенді қайта өңдеу тәсілдері бойынша шикізат базасы туралы әдеби шолу, қорғасынды алу мақсатында экстракциялау әдістері, қорғасынның су ерітінділеріндегі жай-күйі келтірілген. Жұмыста ерітіндіден қорғасынның экстракционды және реэкстракционды бөлінуін зерттеу бойынша зерттеулер, сондай-ақ экстракция процесінің ұзақтылығының әсері, экстракция және реэкстракция процесінің оңтайлы параметрлері келтірілген, өнімді ерітінділерді зерттеу нәтижелері келтірілген.

Сонымен қатар жұмыста еңбек қауіпсіздігі және еңбекті қорғауға қатысты бөлімдер қарастырылды, жүргізілген зерттеулердің экономикалық көрсеткіштері есептелген.

## АННОТАЦИЯ

Дипломная работа состоит из задания, введения, аналитического обзора литературы, экспериментальной части, заключения и списка использованной литературы. Работа изложена на 49 страницах компьютерного набора, включает 6 рисунков, 8 таблиц, 2 схем. Список использованной литературы содержит 29 наименований.

Целью работы является извлечение свинца экстракционным способом из продуктивных растворов.

Приведен литературный обзор о сырьевой базе по способам переработки руд, методы экстракции с целью извлечения свинца, состояние свинца в водных растворах. В работе приведены исследования по изучению экстракционного и реэкстракционного извлечения свинца из растворов, а также влияние продолжительности процесса экстракции, оптимальные параметры процесса экстракции и реэкстракции, приведены результаты исследований продуктивных растворов.

В работе также рассмотрены разделы, касающиеся безопасности и охраны труда, рассчитаны экономические показатели проведенных исследований.

## ANNOTATION

The graduate work consists of a task, an introduction, an analytical review of the literature, an experimental part, a conclusion and a list of references. The work is presented on 49 pages of a computer set, includes 6 figures, 8 tables, 2 scheme. The list of references contains 29 titles.

The purpose of this work is to extract lead by extraction method from productive solutions.

A literature review of the raw material base on the methods of ore processing, extraction methods for the purpose of extracting lead, the state of lead in aqueous solutions is given. The paper presents studies on the extraction and re-extraction of lead from solutions, as well as the influence of the duration of the extraction process, the optimal parameters of the extraction and re-extraction process, and the results of studies of productive solutions.

The paper also discusses the sections related to safety and labor protection, and calculates the economic indicators of the research.

## МАЗМҰНЫ

Кіріспе		
1	Әдебиеттің аналитикалық шолуы	10
1.1	Қорғасынның шикізат көздері және оларды қайта өңдеу тәсілдері	12
1.2	Қорғасынды түрлі экстрагенттермен экстракциялау	15
1.3	Қорғасынды алу тәсілдері	16
1.3.1	Қорғасын алудың пирометаллургиялық әдісі	16
1.3.2	Қорғасын алудың гидрометаллургиялық әдісі	20
1.4	Өртүрлі экстрагенттермен қорғасын экстракциясы	24
2	Эксперименталды бөлімі	26
2.1	Бастапқы заттар	26
2.2	Қорғасынды анықтау әдістемесі	26
2.3	Экстракция процесінің әдістемесі	27
2.4	Қорғасынның хлоридті ерітінділерін экстракциялау шарттарын анықтау Д2ЭГФҚ	28
2.5	Процестің ұзақтығына байланысты қорғасын экстракциясы	29
2.6	Қорғасынның экстрагенттерінен реэкстракциясы	30
2.7	Д2ЭГФҚ қорғасын экстракциясы кезіндегі қоспалардың тәртібі	30
2.8	Хлоридті ерітінділерден жасалған қорғасынды араластырғышта монокарбонды қышқылдармен экстракциялау	31
2.9	Қорғасынның экстрагенттерінен реэкстракциясы	32
2.10	Металдарды монокарбонды қышқылдармен алу дәрежесінің рН ортасынан тәуелділігі	33
2.11	Кедей қорғасын-мырыш кендерінен қорғасын сульфатын алудың технологиялық схемасының технологиялық сызбасының сипаттамасы	34
2.12	Құрамында қорғасын бар су ерітінділері үшін салынған Пурбе диаграммасын талдау	35
2.13	Хлоридті ерітінділерден қорғасынның экстракциясын математикалық модельдеу	37
3	Экономикалық бөлімі	41
3.1	Өзірленген технологияның тиімділігін сапалы экономикалық бағалау	41
3.2	Зерттеу жүргізуге арналған шығындарды есептеу	42
3.3	Пайдалылық және зерттеудің экономикалық тиімділігінің есебі	43
3.4	Негізгі және қосалқы материалдар шығынын есептеу	44
3.5	Электроэнергияға кеткен шығынды есептеу	44
3.6	Жалақыны және төлем ақыны есептеу	45
3.7	Жалпы шығын сомасын есептеу	45
4	Еңбекті қорғау	46



- 4.1 Еңбекті қорғау заңдары мен зиянды және қауіпті өндірістік 46  
факторлардың анализі  
Қорытынды  
Қолданылған әдебиеттер тізімі

## КІРІСПЕ

### **Ғылыми-техникалық мәселелердің кәзіргі күйі.**

Қазақстан табиғи ресурстарға бай және зерттелген пайдалы қазбалар қоры бойынша әлемде 6 орын алады. Сондықтан өнеркәсіптік кәсіпорындардың басты мақсаты металдар, жанғыш минералдар, асыл тастар және адамзаттың өмір сүруіне қажетті басқа да өнімдер өндіру болып табылады. Жалпы, Қазақстандағы барлық өнеркәсіп өндірісінің 12 % -ы түсті металлургия.

Қазақстандағы қорғасынның дәлелденген қоры 11,7 млн. тоннаға бағаланады (немесе әлемдік қордың 10,1 %), бұл көрсеткіш бойынша республика Ресей, Австралия, Канада, АҚШ және Қытайдан кейін алтыншы орында. Қазақстанның қорғасын қоры 50-ден астам кен орындарында шоғырланған. Құрамында қорғасын бар кендер 15 кен орнында өндіріледі. Қазақстан кәсіпорындарында алынған қорғасын концентратындағы жалпы қорғасынның мөлшері мыс пен мырыштың ұқсас деңгейінен едәуір төмен – 25-50 мың тонна. Жалпы әлемдік өндірістегі қазақстандық металл қорғасынның үлесі шамамен 2 % құрады.

**Жұмыстың актуалдығы.** Қазақстан Республикасының 2020 жылға дейінгі дамуының стратегиялық жоспарында Президент Нұрсұлтан Әбішұлы Назарбаевтың бастамасы мен басшылығымен қабылданған металлургия және дайын металл өнімдерін өндіру дамудың басым бағыттарының бірі ретінде белгіленген. Сонымен қатар, 5 жыл ішінде металлургия өнімдерінің өндірісі мен экспортын екі есеге арттыру міндеті тұр. Мыс, қорғасын және мырыштың зерттелген және перспективалы барлық дерлік кен орындарында бір уақытта қымбат металдар, ең алдымен күміс бар, сондықтан мыс пен қорғасын концентраттарындағы күміс өндірісі артады.

Академик К.И.Сәтпаев пен Г.Б.Жилинский бірнеше құрылымдық және геологиялық провинцияларды әрқайсысына тән минералдар жиынтығымен ерекшелейді. Олар:

- 1) Орталық Қазақстан – мыс, қорғасын, мырыш, сирек металдар, көмір және темір кендерінің ірі кен орындары;
- 2) Қазақстандық Алтай – мыс-қорғасын-мырыш, алтын рудасы, қалайы және сирек кездесетін металл минералдануы;
- 3) Торғай ойығы – темір кендері, бокситтер, қоңыр көмірлер;
- 4) Оңтүстік Транс-Орал және Мугоджары – хромит, мыс және асбест минералдану учаскелері;
- 5) Каспий маңы ойпаты мен Маңғышлақ – мұнай және минералды тұздар;
- 6) Қаратау - фосфорит, қорғасын және мырыш кендерінің кен орындары.

**Жұмыстың мақсаты** – Хлоридті ерітінділерден қорғасынды экстакция арқылы бөліп алу процесін зерттеу.

**Зерттеу объектісі:** Құрамында қорғасыны бар хлоридтті ерітінділер және экстрагенттер болып табылады .

**Жұмысты зерттеу үшін келесідей мәселелерді шешу:**

– өнімді қорғасынқұрайтын ерітінділерден бағалы металды экстрагенттер

арқылы бөліп алу;

- экстрагенттер құрылымымен сипаттамаларын қарастыру;
- экстракция процесінің жүру жағдайды;
- қорғасынды реэкстракциялау процесін жүргізу;
- зерттелген жұмыстың экономикалық шығынын есептеу;
- ЕҚ және ҚТ шараларын қарастыру.

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

## 1 Әдебиеттің аналитикалық шолуы

Қорғасын – заманауи өркениетке байланысты техникалық маңызды металдардың бірі. Өнеркәсіптік өндіріс көлемі бойынша ол алюминийден, мыстан және мырыштан кейін түсті металдар тобында төртінші орынға ие, бірақ практикалық мәннен кем түспейді.

Қорғасын химия, электр және атом салаларында қолданылады. Металлдың көп мөлшері жартылай өткізгіш материалдарды, сондай-ақ көптеген қосылыстарды өндіру үшін қолданылады, олардың ішінде бірінші орын мотор отынына маңызды антиоксидті қоспа, көп тонналы өнім, тетраэтил қорғасын алады [1].

Жоғары тығыздық, жұмсақтық, оңай өңдеу, салыстырмалы түрде төмен өткізгіштік, коррозияға төзімділік және органикалық заттармен қабілеттілік қорғасынға арнайы практикалық құндылық береді. Ол радиациялық қорғаныс мақсатында, химия өнеркәсібіндегі конструкциялық материал ретінде, электрлік кабель жабындары мен аккумуляторлық электродтар үшін қорғаныс жабындарын өндіру үшін қолданылады. Қорғасынның үлкен мөлшері әртүрлі қорытпаларға ядролық технологиядағы жылу тасымалдаушы [2], қалайы және алтын мен мыс аз қоспаларымен баспа сызбаларын дайындауға арналған дәнекер [3], сүрмемен, қалайы және басқа металдармен (баспаханалық және антифракциялық мақсаттағы дәнекер мен қорытпалар [4]. Қорғасын теллуридін өндіру үшін пайдаланылатын интерметаллдық қосылыстарды құру мүмкіндігі, олардан инфрақызыл сәулелік детекторлар және жылу энергиясын  $^{238}\text{Pu}$  радиациясының электр энергиясына түрлендіргіштер дайындалады.

Қорғасынның көп бөлігі органометалл қосылыстарының синтезіне түседі. Оның физикалық, физикалық-механикалық және химиялық қасиеттері тазалық дәрежесіне байланысты. Сонымен қатар қорғасын қоспалары олардың құрамына байланысты әртүрлі материалдардың көптеген қасиеттеріне оң немесе теріс әсер етеді. Сондықтан да, қорғасынның ингредиенттердің мазмұнына талдау, оны өнеркәсіптік өнімдер қатарында анықтау сияқты, өндірістік бақылаудың ажырамас бөлігі болып табылады.

Қалыптасқан қажеттілікті қанағаттандыруға арналған әлемдік өндіріс жыл сайын бірнеше миллион тонна металл өндіреді.

### 1.1 Қорғасынның шикізат көздері

Монометалл қорғасын кендері өте сирек кездеседі. Қорғасын-мырыш кендері көп таралған, мыс-қорғасын кендері сирек кездеседі. Қорғасын мен мырыштан басқа кендерде мыс, алтын, күміс, кадмий және басқа да металдар бар. Мұндай кендер полиметалл деп аталады:

- Кадмий жиі полиметалл кендерінде CdS гренокит минералы түрінде кездеседі. Бірақ көптеген жағдайларда кадмий мырыш алдауында өте жұқа механикалық немесе изоморфты сульфид қоспәасы түрінде болады.

- Түсті металдардың сульфидтерімен байланысты емес темір және артық күкірт пирит түрінде полиметалл кендерінде жиі кездеседі.
- Сурьма қорғасын мен күмістің кешенді сульфоантимонит түріндегі полиметалл кендерінде (бурнонит, буланжерит, пираргирит) бар.
- Мышьяк қорғасын мен күміс сульфоарсениттерінің және қорғасын арсениттерінің (миметезит, бэдантит) кешенді құрамына кіреді. Кейбір полиметалл кен орындарында мышьяк арсенопириттер түрінде кездеседі.

Қорғасын кендерін жіктейді: қорғасын мен мырыш сульфид түрінде болатын күкіртті немесе сульфидті кендерге және құрамында металл тотықтары бар тотыққан кендерге. Табиғатта сульфидті кендер көп таралған, онда қорғасын PbS галенит (қорғасын жылтырлығы) түріндегі негізгі кескіндер, ал мырыш — сфалерит түріндегі ZnS. Тотыққан кендерде қорғасын әдетте церуссит PbCO<sub>3</sub> түрінде, ал мырыш – ZnCO<sub>3</sub> смитсонит және H<sub>2</sub>Zn<sub>2</sub>SiO<sub>5</sub> каламин түрінде. Тотыққан кендер карбонатты деп аталады. Қорғасын концентраты бай болған сайын қорғасынды алу соғұрлым жоғары және шихта соғұрлым аз болады. Егер концентратта мыс көп болса, онда балқыту кезінде қорғасынның шығыны едәуір артады. Қорғасын концентраттарындағы мырыш мыс сияқты айтарлықтай емес болса да, қорғасынның шығарылуына теріс әсер етеді. Концентраттарда бір мезгілде мыс пен мырыш жоғары мөлшерде болған жағдайларда олардың теріс әсері күшейеді. Висмут күйдіруге де, балқытуға да зиянды әсер етпейді. Концентраттан ол толығымен бастапқы қорғасынға өтеді.

### **Қазақстандағы қорғасын кен орындары:**

1) Байжансай қорғасын кен орны – Оңтүстік Қазақстан облысының Бәйдібек ауданында орналасқан. Барлау жұмыстары 1930 жылы басталды. Кен орны девондық - көмірсутекті, Ақсуран синклинали мен Байжансай кескінінің қиылысында пайда болған. Литологиялық және петрографиялық композицияға қызыл түсті құмтас, ұсақ тас конгломерат, алевролиттер (Түлкібас қабаты) және карбонатты шөгінділер кіреді. Қойнау жыныстарының қалыңдығы 200 – 250 м құрайды. Негізгі минералды минералдар – галенит, аз дәрежеде пирит пен сфалерит. Жоғарғы горизонттағы кен денесінің ұзындығы – 340 м, тереңдігі 150 м – ге дейін төмендейді, қалыңдығы 0,5 – 3,0 м, кейде 11 м-ге дейін болады. Кендер – Шымкент қорғасын зауытының шикізат базасы.

2) Қорғасынның Қайырақты кен орны – полиметалл кендерінің ұсақ кен орындары. Қарағанды облысының солтүстік-шығысында, Шетский ауданында, Агадир теміржол станциясынан 40 км жерде орналасқан. 2 қабатқа ашық. 19 ғ Барлау жұмыстары 1920 жылы басталды, 1944 – 1954 жылдары кен орнын егжей – тегжейлі зерттеу жүргізілді. Кен орнын игеру 1944 жылдан бастап жүргізілуде. Руда кен орындары Фамненийдің (девондық) әктасты және сазды-карбонатты тау жыныстарының қабатында орналасқан. Линзалар түріндегі кен денелері құмдақ тастар мен саз карбонаттарының қабаттарының арасында орналасқан. Олардың ұзындығы 100-ден 350 м-ге дейін, қалыңдығы 12 – 40 м, 5 – 12 м жерлерде руда құрамында минералды барит, галенит, сфалерит,

халькопирит, пирит бар, олардың құрамында қорғасын, мырыш, мыс, барит, сонымен қатар күміс қоспалары бар. Кен орнының қоры көбінесе таусылуда.

3) Қорғасын мен бариттің Қарағайлы кен орны Қарағанды облысы, Қарқаралы қаласының оңтүстік – шығысында орналасқан. Оны «Қазақмыс» корпорациясының Қарағайлы кен – байыту фабрикасы әзірлеп жатыр.

19 ғасырдың 50 – 60 жылдары ашылған Кен орнын М.П. Русаков, М.П.Ваганов, Ж.Айталиев және басқалар зерттеді. Кендерде кен құрамы бойынша бес кен орны ерекшеленді. Бастысы, Дальный және Южныйда – барит – полиметалл, полиметалл кені, 4-ші, Марининское, учаскеде – полиметалл – сирек – жер кені, 5-ші, Максимовский – темір – марганец кені.

Маңызды өнеркәсіптік – алғашқы үш облыстың кендері. Негізгі аймақ кіші және үлкен кендердің линзаларын қамтиды. Қорық оңтүстік бөлігі болғандықтан аз. Кенді аймақ девон кезеңіне жататын шөгінді жыныстардан тұрады; құрамына қарай олар төменгі және жоғарғы қабаттарға бөлінеді. Кен орны Қарағайлы синклиналының тектоникалық аймағында, солтүстік – батысқа қарай созылып жатыр. Ол әр түрлі ақаулармен бөлінеді. Рудалық денелер синхиалдың тиісті қанаттарына өткір көлбеу (60 – 85°) бар тау жыныстарымен үйлеседі. Рудалық денелердің пішіні линза мен формаға ұқсас. Ұзындығы 990 м-ге жетеді, ені 500 м-ден асады, қалыңдығы 130 м-ге дейін. Негізгі бөлімдегі қорғасын мен мырыш мөлшері 1,36 – 1,67 %, Қиыр бөлігі – 0,95 – 1,25 %, Оңтүстік – 0,81– 2,04 %. Руда құрамында мыс, күміс және алтын бар. Руда баритке бай, оның негізгі бөлігі – 42,53 %, Қиыр – 13,81 %. Негізгі бөлімнің резерві таусылды. Оңтүстік және Қиыр учаскелеріндегі кен қоры таяз орташа шөгіндіге сәйкес келеді.

Қазақстанның қорғасынның дәлелденген қоры 11,7 млн. Тоннаға бағаланады (немесе әлемдік қордың 10,1 %), бұл көрсеткіш бойынша республика Ресей, Австралия, Канада, АҚШ және Қытайдан кейін 6-шы орында.

Қазақстанның қорғасын қоры 50-ден астам кен орындарында шоғырланған. Инфомине бойынша қорғасын кені 15 кен орнында өндіріледі.

Қазақстан кәсіпорындарында алынған қорғасын концентратындағы жалпы қорғасынның мөлшері мыс пен мырыштың ұқсас деңгейінен едәуір төмен – 25 – 50 мың тонна.

Қазақстанда өндірілетін қорғасын концентратындағы негізгі қорғасынның үлесін «Қазмырыш» алады (2007 жылы 58 % -дан астам).

Қорғасын шикізатының жетіспеушілігі қорғасын концентратын (Боливия, Перу және басқа елдерден) әкелу арқылы өтеледі. Атап айтқанда, 2006 және 2007 жж. Бұл жеткізулер сәйкесінше 42 және 31 мың тоннаны құрады, сонымен қатар Қазақстан Ресейден қорғасын сынықтарын импорттайды.

Әлемдік өндірістің жалпы көлеміндегі қазақстандық металл қорғасынның үлесі 2006 жылы шамамен 2 % құрады.

Қазақстан өндірілген қорғасынның негізгі бөлігін экспорттайды (соңғы жылдары 88 – 93 %), жеткізудің негізгі бағыттары Испания мен Ресей

## 1.2 Құрамында қорғасын бар минералдар

Құрамында қорғасын бар минералдар 200-ден астам, оның ішінде өнеркәсіптік маңызы бар минералдар галенит және церуссит.

Галенит – ең көп таралған қорғасын минералы. Оның химиялық формуласы  $PbS$ . Қоспалар ретінде ол жиі күміс, висмут, сурьма, мышьяк және басқа да элементтерді қамтиды. Күміс пен висмуттың айтарлықтай мөлшері бар қорғасын кендері күміс және висмутт өнеркәсібі бойынша да қызығушылыққа ие. Галенит үшін кристалдардың кубтық формасы, қорғасынның сұр түсі, металлдың жылтырлығы, қаттылығы төмен және ерекше ауырлық күші тән. Соққыдан кристалдар текшенің жазықтығына оңай сырғиды немесе жақсы дәнекерленеді.

Галенит – қорғасынның негізгі минералы. Жер қыртысында ол көбінесе ыстық сулы ерітінділерден (флюидтер) жауын – шашын кезінде пайда болады, олар белгілі бір жағдайларда магмалық балқымалардан және көбінесе алмасу ыдырау реакцияларының нәтижесінде беттік ерітінділерден бөлінеді.

Жер бетінде галенит ауа мен судың әсерінен ыдырайды (химиялық әсерге ұшырайды). Нәтижесінде галениттің арқасында басқа минералдар түзіледі: карбонаттар – серуссит және англезит, тотықтар – глет және сурик, фосфаттар және химиялық табиғи арсенаттар мен фосфаттарға ұқсас ванадаттар – пироморфит, ванадинит, миметесит және басқалары.

Қорғасынның қарапайым сульфидінен басқа, құрамында қорғасынның күкірт, сурьма, мыс және басқа элементтері бар күрделі қосылыстары да белгілі – джамссонит, булангерит, борнонит. Галенит тәріздес, олар қорғасын – сұр түсті, жұмсақтық және металлдық жылтырлығы сияқты қасиеттерге ие, сонымен қатар кристалдардың инеге ұқсас түрін ерекше атап өту қажет. Бұл минералдар кез-келген жерде дерлік көп мөлшерде табылмайды. Бастапқы полиметалл кендерінде оларды әрқашан галенит және сфалеритпен бірге кездестіруге болады.

Церуссит – галениттен кейінгі ең маңызды қорғасын кені. Минерал әдетте ақ, лас сұр немесе сұр тәрізді қатты, сирек түйіршікті массалар түрінде кездеседі. Кейде инелер мен пластиналар түрінде болатын кристалдардан байқауға болады. Тіпті тегіс жазықтығындағы жылтырлығы маржан немесе алмазға жақын. Церусситтің қаттылығы төмен (пышақпен және мыс инелерімен кесуге келеді). Барлық қорғасын минералдары сияқты, ол өте ауыр. Церуссит пен кварцтың бірдей кесегін салыстырғанда церуссит 2–2,5 есе ауыр. Табиғатта сцруссит әрқашан галениттің есебінде пайда болады. Бұл қорғасынның қайталама минералы болып табылады. Церуссит бөлшектерінің арасында галениттің ыдырап үлгермеген ұсақ дәндерді кездесуі мүмкін.

Церусситтен басқа қорғасын сульфаты – англезит ( $PbSO_4$ ) және жоғарыда аталған пироморфит, ванадинит және миметезит. Олардың барлығы үлкен үлес салмағымен, кристалдардың қаптамасымен, майлы немесе алмаз жылтырлығымен ерекшеленеді және әрдайым церусситпен бірге қорғасынның бастапқы кендерінің беткі өзгеру аймақтарында кездеседі.

### **1.3 Қорғасынды алу тәсілдері**

Қорғасын алудың негізгі өнеркәсіптік әдістері пирометаллургиялық және гидрометаллургиялық болып табылады.

Концентраттарды өңдеудің пирометаллургиялық тәсілі кезінде қорғасыннан тұратын барлық материал балқытылады.

Гидрометаллургиялық тәсіл кезінде қорғасын қосылыстарын әртүрлі еріткіштерде ерітіп, кейіннен ерітіндіден қорғасын бөліп, цементация немесе электролизді пайдаланады.

#### **1.3.1 Қорғасын алудың пирометаллургиялық әдісі**

Қазіргі уақытта барлық қорғасын пирометаллургиялық тәсілдермен алынады, ол үшін тотықсыздандырып балқыту, реакциялық, шөгінді, сода немесе сілтілі балқытуды пайдаланады.

Тотықсыздандырып балқыту – қорғасын концентраттарын күйдіру және шахталық пеште алынған агломератты кейіннен қалпына келтіріп балқытудан тұрады. Бұл әдіс қорғасын алу үшін әмбебап.

Қорғасын концентраттарын реакциялық балқыту ежелгі заманнан белгілі. Оның негізінде концентратты реакциялар бойынша ішінара тотықтырып күйдіру принципі жатыр, кейіннен күйдіру өнімдерінің тотықпайтын қорғасын сульфидінің қалдықтарымен өзара әрекеттесуі.

Шөгінді балқыту алдын ала күйдірусіз тікелей шикі сульфид кенінен қорғасын алуға мүмкіндік береді. Шөгінді балқытудың принципі күкіртке үлкен химиялық тектес металдар қорғасын сульфидінен қорғасынды ығыстыруға қабілетті, ал өздері күкіртпен біріктіре отырып, сульфидтерге айналады.

Кез келген құрамдағы сульфидті қорғасын концентраты концентрат массасының 10 % Кокс және 100 % сода шығыны кезінде электр пештерінде балқытылады. Балқытудың нәтижесінде қара қорғасын және штейн-қожды балқытпалар алынады.

Сульфидті қорғасын концентратын сілтілі балқыту электр пештерінде NaOH қоспасында 850 °С температурада жүзеге асырылады. Сілтілі балқыту барысында мыс, мырыш, күкірт және барлық бос тұқым өтетін өте таза қорғасын мен сілтілі балқыманы алады. Сілтілі балқытуды кейіннен сілтіні регенерациялау және концентраттан өткен басқа құнды компоненттерді бөлу мақсатында гидрометаллургиялық өңдеуден өткізеді. Сілтілі балқытуда концентрат салмағының 80 – 100 % сілтінің шығыны кезінде қорғасын 98 % - ға дейін металға алынуы мүмкін.

Тиісті кендерді байытқаннан кейін алынған сульфидті қорғасын концентраты флюстермен араластырады және тотықтырғыш күйдіреді. Қорғасынның сульфиді күйдіру кезінде реакция бойынша қорғасынның тотығына айналады





Бұл ретте басқа металдардың сульфидтері де тотығады, ал күйдірілетін қоспа агломератқа айналып, күйіп кетеді. Күйдіру кезінде материалды түсіру шахталық пеште балқыту үшін қажет.

Шахталық пеште агломератты балқытуды қалпына келтіру атмосферасында жүргізіледі, яғни пеш газдарында көміртегі тотығының жеткілікті мөлшері, тотыққан қалыптан мықты қалпына келтіретін қорғасын болған жағдайда:



Глет PbO ішінара отын көміртегімен де қалпына келтіріледі. Шахталық балқыту кезінде мыналар алынады:

Құрамында алтын, күміс, висмут және басқа қоспалар бар бастапқы қорғасын;

Штейн – құрамында мыс, қорғасын және асыл металдар бар металл сульфидтерінің қорытпасы;

Шлак – құрамында көп мырыш (10 % астам) бар металл тотықтары мен металлоидтардың қорытпасы;

Газдар.

Қара қорғасын тазартылады және таза қорғасын, күміс бар алтын қорытпасы, висмут және басқа да құнды жартылай өнімдер алады. Штейн және құрамында мыс бар басқа да жартылай өнімдер мыс зауытына немесе қорғасын зауытында жіберіледі, қара мысқа өңделеді. Шлактарды мырыштайды және алынған шаңды мырыш зауытына жібереді. Газды шаңнан тазартқаннан кейін атмосфераға тастайды.

Шахталық балқыту және тазарту процестерінің жартылай өнімдерін ұтымды өңдеу кезінде шикізаттан қорғасын, алтын, күміс, мыс, мырыш, висмут, мышьяк, сүрме, қалайы және бірқатар сирек және шашыраңқы элементтерді кешенді алуға болады.

- Сульфидтен қорғасын алу үшін екі пирометаллургиялық процесс бар. қорғасын немесе аралас сульфид және мырыш концентраттары:
- Империял компаниясы әзірлеген Домна пешінде немесе балқыту пешінде күйдіру/балқыту
- Смелтинг (Imperial Smelting Corp) (ISF); тікелей балқыту.

Агломерация процесінде кеннің ұсақ бөлшектері түйіршіктерге, брикеттерге, агломераттарға немесе түйіршіктерге айналады. От кезінде қорғасын сульфиді қорғасын диоксидіне айналады. Шаң шығарындылары шикізатты немесе жартылай фабрикаттарды өңдеу және сақтау нәтижесінде пайда болады. Бұл ISF домна пешінде де жасалады. Қоршаған ортаның ластануын жою әдістері – бұл дорба сүзгілерін, дымқыл скрабтер немесе электростатикалық тұндырғыштарды қолдану.

Тікелей балқытуды келесі пештерде жүргізуге болады: Ausmelt / ISA Smelt (ванна пеші, жоғары тазарту технологиясына арналған пеш) – кейде

домна пештерімен, Калдо (TBRC) және QSL (ванна пештері) біріктірілген процестермен және доға пешімен үйлеседі. Салмақты балқыту процесі болып табылатын интеграцияланған Кивцет процесі де қолданылады. Қоқыс немесе электр сүзгілерін қолдану арқылы шаң төмендейді. Ластануды жоюдың жақсартылған тәсілі – герметизация немесе эвакуация.

Тазарту процесі негізінен мыс, күміс, висмут, сурьма, мышьяк, қалайы және басқа қоспаларды тазарту кезінде жасалады. Қорғасынды тазартудың екі әдісі бар: электролиттік және пирометаллургиялық емдеу. Электролиттік тазарту кезінде анодтар мыстан тазартылған қорғасыннан және катодты таза қорғасыннан қолданылады. Пирометаллургиялық тазалауға жанама түрде мұнай немесе газбен қыздырылатын бірнеше қазандықтар кіреді. Шаң шығарындылары әртүрлі жанама ағындарды өндеуден туындайды.

Кейбір жетілдірілген процестер прототип құруда немесе жеке кәсіпорында қолданылады. Алайда олар туралы жалпы ақпарат әлі жоқ.



1.1 Сурет – Қорғасынның құнды құрауыштарын кешенді пайдалану кезінде шахталық қалпына келтіру балқыту әдісімен қорғасынды алу

Қорғасын кендерден пирометаллургиялық әдіспен алынған кезде келесі үш негізгі тәсіл қолданылады:

- 1) Реакциялық балқыту;
- 2) Шөгінді балқыту;
- 3) Алдын ала күйдіріп тотықсыздандырып балқыту [8].

Осы тәсілдердің әрқайсысының мәні реакциялық балқыту шағылыстырғыш немесе көрік пештерінде жүргізіледі. Шағылыстырғыш пештерде қорғасын құрамында кемінде 65 – 70 % қорғасын бар бай қорғасын кендері мен концентраттардан алынады. Процесс екі сатыдан тұрады: қорғасын кенін ішінара күйдіру және кейіннен реакциялық балқыту.

Шағылыстырғыш балқыту отынның шамадан тыс шығынымен сипатталады (руда салмағының 50 % дизельді отын) және оған қызмет көрсету үшін көп қол кенін талап етеді. Қазіргі уақытта қолданылмайды.

Бастапқы балқыту қорғасын сульфид кенінің қоспасын сығылған ауа ағысы қатты отынмен өңдеуден тұрады. Отын ретінде – ағаш көмірі, антрацит және сирек кокс қызмет етеді.

Процесс шағылыстыратын балқымамен ұқсас және күйдіру мен реакция бір мезгілде жүргізілетіндігімен ерекшеленеді, сонымен қатар, қорғасын тотығының бір бөлігі көміртегі отынының есебінен тотықсызданады.

Қорғасын алудың технологиялық процесі агломерациялайтын күйдіру-шахталық балқыту жүйесі бойынша Қазақстанда 97 % – дан астам қорғасын береді [9].

Шахталық тәсілмен алынған қара қорғасын мынадай қоспалардан тұрады, сондай-ақ қож түзуші балқыту компоненттерінің механикалық қоспасы 1.1 кестесінде көрсетілген [10].

1 Кесте – Қож түзуші компоненттердің механикалық қоспасы

Элемент	Cu	Sb	As	Bi	S	Sn	Ag	Au
Құрамы Pb, %	1-5	0,5-2	0,2-2	0,05-0,2	0,3	0,1-0,2	0,1-0,5	0,0001-0,003

Біздің елде қорғасынды тазалау негізінен пирометаллургиялық тәсілмен жүргізіледі, ол біртіндеп Cu, Te, Sn, As және Sb, Au және Ag сомаларын, содан кейін Zn, Bi, Ca және Mg жояды. Пирометаллургиялық тазарту нәтижесінде қорғасыннан басқа бағалы жанама өнімдер, алтын-күміс қорытпа, қарапайым висмут пен теллур, штейн мен қара мыс, натрий антимоанаты мен кальций арсенаты алынады. Мемлекеттік стандартқа сәйкес C<sub>3</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>1</sub> және CO маркалы тазартылған қорғасын тиісінше 90,9; 99,95; 99,985 және 99,992 % қорғасыннан тұруы тиіс. Олардың ішіндегі ең жақсы қорғасында (CO) 4·10<sup>-3</sup> % Bi; 2·10<sup>-3</sup> % Mg, Ca, Na; 10<sup>-3</sup> % Fe және Zn; 5·10<sup>-4</sup> % As, Cu, Sb және Sn; 3·10<sup>-4</sup> % Ag аспайтын мөлшерде ұстауға жол беріледі. Аз мөлшерде COO (99,9985 % Pb), COOO (99,9996 % Pb) және COOOO (99,9999 % Pb) марканың аса таза қорғасын дайындайды. Олардың біріншісін мұқият аналитикалық бақылау кезінде пирометаллургиялық процесті бірнеше рет қайталау жолымен дайындайды, ал соңғы екі маркадағы қорғасын амальгамды-бөгегіш электролиз әдісімен алынады [11]. CO маркалы қорғасыннан жасалған аноды бар сульфамин қышқылының ортасында электролитті рафинирлеумен құрамында 99,99999 % Pb бар COOOOO метал алынды және мынадай қоспалар (%): Fe – 10<sup>-5</sup>; Cu және

$Bi \leq 5 \cdot 10^{-6}$  ; Ag, Al, Cd, In, Mg, Sb, Sn, Tl, Zn және  $As < 2 \cdot 10^{-6}$  . Қорғасынды тазартудың жоғары тиімділігіне сондай-ақ аймақтық балқыту әдісімен қол жеткізіледі [12].

Алайда, қазіргі уақытта өзекті міндет өнеркәсіптік өндіріске кондициялық емес шикізатты тарту есебінен түсті металлургияның шикізат базасын кеңейту болып табылады, оған тау-кен карьерлерінің аршылған тұқымын, шахталық проходкадан кейін қалатын тік құламалы кентіректерді, қорғасын өндірісінің жартылай өнімдері мен өнеркәсіптік өнімдерін жатқызуға болады. Қорғасын кондициялық емес шикізаттан шығаруға мүмкіндік беретін осындай әдістердің бірі қорғасын еритін күйге ауыстырылатын жерасты сілтілеу [13] болып табылады. Бұл тәсілде алынатын ерітінділерде компоненттердің едәуір саны (Ca, Mg, K, Na, Fe, Al) бар екенін ескере отырып, қорғасынның селективті бөлінуін үлкен қиындық тудырады. Әдебиетті талдау көрсетілген әдістің рентабельділігі үшін экстракция, сорбция және т. б. сияқты қазіргі заманғы әдістерді қолдану кезінде алуға болатын жоғары кондициялы, қымбат өнімді алу қажет екенін көрсетеді.

### 1.3.2 Қорғасын алудың гидрометаллургиялық әдісі

Гидрометаллургиялық тәсілмен қорғасынды алу схемасы мынадай операциялардан тұрады:

- 1) қорғасын қосылыстарын еритін қалыптарға ауыстыру;
- 2) құрамында қорғасын бар өнімді сілтілеу;
- 3) ерітінділерді тазалау;
- 4) таза ерітінділерден қорғасынды тұндыру.

Қорғасынды хлоридті тұздықтарда еритін қалыптарға ауыстыру үшін сульфатизациялау және хлорлау процестері қолданылады. Біріншіден, сульфатизациялық күйдіру,  $300^{\circ}$  (Маковецкий – Гинцветмет әдісі) кезінде күшті күкірт қышқылымен сульфатизациялау және сұйық сульфатизация.

Хлорлау тәсілдерінің санына кіреді:  $ZnCl_2$ ,  $CaCl_2$ ,  $CuCl_2$ ,  $MgCl_2$ ,  $FeCl_3$  қолдану арқылы хлорлаушы күйдіру, сондай-ақ  $400-500^{\circ}$  кезінде газ тәрізді HCl қолдану, газ тәрізді хлормен хлорлау, центирленген тұз қышқылымен кон хлорлау, қорғасын сульфидтерінің ыдырауы және оны бір мезгілде  $FeCl_3 + NaCl + CaCl_2$  ерітінділерімен шаймалау.

Сульфидтерді басқа хлоридтерді қоспай хлорлы темір ерітінділерімен өңдеу шикізатты хлоридті тұздықтармен сілтілеуге дайындаудың барлық басқа әдістеріне қарағанда зиянды газдардың, шаңдардың және булардың бөліну қаупін жояды.

Сілтілеу кезінде ерітіндіге қоспалардың едәуір мөлшері өтеді. Ерітінділерді тазалау металдардың қалыпты әлеуетіне байланысты ығыстыру реакцияларына негізделген.

Тазартылған ерітінділерден қорғасынды тұндыру үшін әртүрлі әдістер қолданылады:  $PbCl_2$  кристалдануы, кейіннен оны NaCl балқымасында

электролизбен, қорғасынды темірмен немесе кеуекті темірмен цементтеу, еритін анодтары бар электролиз, қорғасынды әкпен тұндыру, кейіннен гидратты металға дейін қалпына келтіру.

Аталған тәсілдердің ішінде цементтеу және электролиз кеңінен таралған.

Әдеби көздерден зертханалық және жартылай өнеркәсіптік жағдайларда тексеруге ұшыраған кейбір технологиялық схемалар туралы деректер белгілі.

Тинтик Стэндерт (Юта, АҚШ) тәжірибелі зауыты тәулігіне 200 т кенді өңдеді. Руда 4 % Pb, 0,12 % Zn, 0,35 % Cu, 56 % SiO<sub>2</sub> және 16,3 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> болды.

Жұқа ұсақталған кенді хлоридті күйдіру өлшенген күйде, ал оттықты сілтілеу – қарсы әдіспен жүргізілді. Еритінді күмістен кеуекті мыспен және темірмен мыстан цементтеумен тазартылды. Еритіндіні 75° дейін қыздырғанда оның қорғасыны темірмен көмкерілген. Цемент қорғасын әдеттегі тазартуды талап етті. Тәжірибелі зауыт бірнеше жыл бойы пайдаланылуда.

Осы компанияның басқа 200-ші зауытында темір скрап еритіндісінен күміс пен мыс тұндырғаннан кейін еритіндіні аз сұрыпты темір рудасының құбырлы пешінде қалпына келтірумен алынған кеуекті темірмен жалған түбі бар бактардың қатарына жатқызған. Цемент шөгіндісі 40-тан 60 % Pb дейін, дейін. 20 % Fe және бос тұқымдар көп. Оны қорғасын балқытуға бағыттады.

Бункер – Хилл тәжірибелі зауыты (Айдахо, АҚШ). 50 т қондырғыда (500 °С кезінде электр пешінде алдын ала ұсақталған және күйдірілген бос жыныстың 95 % – ға дейінгі кенді қайта өңдеді. Галенитті пешке сульфатқа тотықтырды, содан кейін оны сілтіленіп, еритіндіні электролизбен осы қондырғыда қорғасын сульфатты кектерін өңдеу схемасы сәтті тексерілді.

Амальгаметед Цинк К° (Австралия) құрамында 6 % Pb, 48 % Zn және 215 г/г Ag бар 9 т концентрат қайта өңделген. Концентрат ZnCl<sub>2</sub>-мен араластырылып, 400 – 500° кезінде қорғасын, күміс, күшән, сүрме және қалайы хлорланған қалдық қышқылданған сумен және екі рет хлоридті еритіндімен сілтіленіп, одан кейін кек құрамында 0,21 % Pb және 52 % Zn бар.

Гинцветметтің тәжірибелі қондырғысы. Қорғасын концентраты кептіргеннен кейін қарапайым хлормен хлорланып, сумен шайылды. Сүзуден кейін еритіндіге өткен мыс және мырыш хлоридтері бөлуге бағыттанып, күміс, алтын және күкірт бар қорғасын кегі NaCl еритіндісімен сілтіленді. Бұл ретте сүзуден кейін құрамында алтын мен күкірт бар кек және PbCl<sub>2</sub>\*NaCl еритіндісі алынған, оның PbCl<sub>2</sub> кристалданумен бөлінген. Балқытылған PbCl<sub>2</sub> электролизімен NaCl қатысуымен металл қорғасын алынып, хлор қалпына келтірілді. Құрамында хлорлы натрий бар кристалданудан болатын еритінді сілтісіздендіруге қайтарылды.

Сульфидтерді хлорлау үшін теориялық 110 % құрайтын хлор шығыны PbCl<sub>2</sub> электролизінен артық.

Басқа зерттеушілердің тәжірибесі. Г. Г. Уразов және т.б. ірілендірілген-зертханалық масштабта күкіртті қышқылмен сульфатизацияланған қуысты сілтілеу мүмкіндігін зерттеді. Күкіртқышқылды еритіндіге мырыш, ал қорғасын кек кеуекті Темірдің қатысуымен хлорлы натриймен шайылды.

Түзілетін кеуекті қорғасын сумен жуғаннан және брикеттеуден кейін металға балқытылды, ал гипс-темір кек бөлінетін регенерациядан кейін ерітіндіні сілтілеуге қайтарады. 1 т қорғасынға 750 кг NaCl жұмсады, яғни кеуекті Темірдің теориялық санына 105 – 110 %. Аппараттық процесс шешілмеген зертханалық жағдайларда Р. А. Аграчева және т.б. сульфидті концентраттарды хлорлы темір ерітіндісімен шаймалау мүмкіндігі тексерілді. 80° кезінде және теоретикалыққа қарағанда FeCl<sub>3</sub> 153 % шығынында 90 мин. металл сомасына 99 % қорғасын, 32 % мыс, 19 % мырыш және 11 % темір қосылыстары ыдырады.

Ерітіндінің электролизі кезінде CaCl<sub>2</sub> тұздығына қоспа қорғасынның электролизін анағұрлым тұрақты етеді. 35° электролит температурасында және 150 а/м<sup>2</sup> токтың катод тығыздығы кезінде ток бойынша шығу 95 % және катод губкасының 2000 квт\*сағ/т энергия шығынына жетті.

Қаралған схемалар осы бағытта жүргізілген зерттеулердің барлық санын қамтымайды.

Хлорлы әдістермен алынатын қорғасын ГОСТ С – 4 маркасына жауап беретіндігін атап өту керек, яғни тазарту қажет.

Электролитті ванналарға қызмет көрсетуді қиындататын және қиын өңделетін кеуек түрінде оны бөлу сатысы арқылы қорғасынды алу процесті айтарлықтай қиындатады.

PbCl<sub>2</sub> кристалдануы электролизбен байланысты қиындықтарды болдырмауға арналған, жоғары температураларда ерітінділердің қорғасынмен қанығу шегінің күрт өзгеруіне байланысты басқа да қиындықтарды тудырады.

Шикізатты кешенді қайта өңдеу және тұздықты қоспалардан бастап аяғына дейін тазалау мәселелері бірде – бір зерттелген схемада Sb, Bi, Sn, Cd, As және сирек металдардың таралуын зерттеу оларды алу әдістерін зерттеу сияқты жүргізілген жоқ.

Шикізатты сульфатизациялау және хлорлау әдістерімен сілтісіздендіруге дайындау уытты операциялармен байланысты, сондықтан зертханаларда әзірленген және жартылай зауыттық масштабта ішінара тексерілген әр түрлі ондықтағы хлоридті гидрометаллургиялық схемалардың болуына қарамастан, процесс әзірге өнеркәсіптік қолдануды таппады.

Вницветметпен вельцокисінің сілтісізден қорғасынды кектерін өңдеудің хлорлы схемасы зерттелді. Бұл ретте сульфатты қорғасынды ерітіндіге өте жоғары шығаруға және оны кейіннен алуға қол жеткізілді. Бұл жеке қолданудағы гидрометаллургиялық схема іс жүзінде қолданылуы мүмкін деп есептеу керек.

Су ерітінділерінен өсімдік майларымен қорғасын иондарын экстракциялау:

Өнертабыс су ерітінділерінен қорғасын иондарын экстракциялау тәсіліне жатады және түсті және қара металлургияда, сондай-ақ өнеркәсіптік және тұрмыстық ағындарды тазарту үшін пайдаланылуы мүмкін. Әдіс экстрагент пен су ерітіндісінің түйісуін, қоспаны араластыру, органикалық және су фазаларын тұндыру мен бөлуді қамтиды. Бұл ретте экстрагент пен су ерітіндісінің түйісуі

экстрагент ретінде Өсімдік майларын пайдалану арқылы жүзеге асырылады. Процесс В :  $O \leq 7$ , рН 9 – 13 органикалық фазаға су (В) қатынасы кезінде және 1,5 сағаттан аспайтын уақыт ішінде рН шамасын реттеуді жүргізеді. Техникалық нәтиже су ерітінділерінен қорғасынды алу тиімділігінің жоғары дәрежесінен тұрады.

Қорғасынды су ерітінділерінен экстракциялау тәсілі су ерітінділерінен органикалық экстрагенттермен заттарды алу саласына жатады және түсті және кара металлургияда, сондай-ақ өнеркәсіптік және тұрмыстық ағындарды тазарту үшін пайдаланылуы мүмкін.

Мырышты неғұрлым белсенді металда тұндыруды пайдалана отырып, қорғасын кендерін гидрометаллургиялық әдістермен өңдеу тәсілдері белгілі; сондай-ақ электролиттік әдіс немесе ион алмастырғыш шайырлар қолданылады.

Бұл әдістердің кемшілігі – олардың күрделілігі, негізінен өнеркәсіп өнімдерін өңдеудің шағын ауқымы болып табылады.

Ең жақын техникалық шешім – рН 4 – 8-де қорғасын иондарын олеин қышқылы мен триетаноламиннің қоспасымен бір сағаттан артық емес экстракциялау әдісі.

Құрамында қорғасын бар материалдарды өңдеудің осы тәсілінің артықшылықтарына мыналар жатады:

- баланстан тыс (қиын байытылатын, қорғасынның, полиметалдық) шикізаттан металдарды іріктеп алу;
- сапалы өнімдерге элементтерді алудың жоғары дәрежесі бар шикізатты кешенді қайта өңдеу-қалдықсыз, экологиялық ұстамды технологияның негізі ретінде;
- жинақы өндіріс, оңай механикаландырылған және автоматтандырылған, аз еңбекті қажет ететін және еңбекшілердің денсаулығы үшін қауіпті.

Гидрометаллургиялық әдістер қазіргі уақытта іс жүзінде қолданылмайды, бұл процестің елеулі кемшіліктерімен түсіндіріледі:

- концентратты сульфатизациялайтын немесе хлорлайтын күйдіру арқылы сілтілеуге дайындау қажеттілігі-қымбат және күрделі операция;
- сілтілеу кезінде сыналған еріткіштерде қорғасын қосылыстарының шектеулі ерігіштігі салдарынан ерітінділердің көп мөлшері алынады;
- хлоридті ерітінділерден цементтеу және электролизбен тұндыру кезінде қорғасын қайта балқыту кезінде қорғасынды металлға қанағаттанарлық шығымын алу үшін брикеттеу талап етілетін губка түрінде алынады;
- гидрометаллургиялық схема бойынша алынатын қорғасын тазартуды қажет етеді.

Қазіргі уақытта басқа еріткіштерді қолдана отырып, басқа технологиялық схемалар бойынша қорғасынды алудың гидрометаллургиялық тәсілдері зерттеледі. Бірақ қорғасынның гидрометаллургиялық әдісінің оңтайлы нұсқасы әлі табылған жоқ.

## 1.4 Әртүрлі экстрагенттермен қорғасын экстракциясы

Қоспаларды экстракциялық шоғырландыру және бөлу жылдам және әмбебаптығы бойынша көптеген әдістерден асып түседі, ал қажет болған жағдайда жеңіл автоматтандыруға беріледі.

Экстракциялық процестер көп жағдайда әдеттегі қысымдар мен температураларда жүзеге асырылады. Бұдан басқа, экстракциялық технология алынатын металға қатысты жоғары таңдаулылығымен ерекшеленеді, бұл аздаған энергетикалық шығындар мен химиялық реагенттердің шығыны кезінде технологиялық циклдың ұзақтығын бірнеше есе қысқартуға мүмкіндік береді[4].

Гидрометаллургиялық өндірісте металдар көбінесе қарапайым күрделі хлориді түзетін тұз қышқылының ортасында кездеседі. Атап айтқанда, хлор ионының концентрациясы 0,5 М-дан асатын қорғасын негізінен  $PbCl_3$ ,  $PbCl_4$ ,  $PbCl_5$ ,  $PbCl_6$  аниондары түрінде болады [15]. Бұл жағдайда қорғасын алу үшін органикалық талдаулар мен төрттік аммоний тұздарын қолдануға болады (төрттік аммоний қосылыстары, одан әрі қысқаша тақ) [16].

Ерітіндідегі қорғасынның ең жақсы алынған түрі  $PbCl_3$  екендігі көрсетілді; Органикалық негіз ретінде жеткілікті жоғары диэлектрлік тұрақты болатын еріткіштерде ерітілген төрттік аммоний қосылыстары (дихлорэтан, полиалкилбензол, толуол) ұсынылады. Қайта өңдеушілер ретінде 0,1 М NaOH, 2,5 V  $HNO_3$  ұсынылады [17].

Қорғасын мен мырышты ( $b = 350/600$ ) триоктиламин, метилдиоктиломин және триоктилметиламмоний хлориді көмегімен шаймалау тұз қышқыл ерітінділерінен жақсы бөлу мүмкіндігі анықталды[18].

Қорғасын алу үшін  $C_6 - C_{10}$  алифатты карбон қышқылдары қолданылады, бірақ алынған мәліметтерді салыстыру экстрагенттер концентрациясының айырмашылығымен қиындайды. Қышқылдың концентрациясы  $CHCl_3$ -де 0,2 – 1 М ерітінді ретінде қолданылады, ол ең қолайлы еріткіш болып саналады [19]. Экстракция тепе – теңдігі 3 – 5 минут ішінде орнатылады. Pb экстракциясының толықтығы, қышқылдың молекулалық салмағына, рН,  $m$  және донорлық қоспалардың болуына байланысты.

$NaClO_4$  қосу арқылы  $m$  0,25-тен 1,0-ге дейін ұлғаюы органикалық фазада Pb шоғырлануына қолайлы және сандық экстракция интервалын 1 М капрон қышқылы ерітіндісіне немесе  $CHCl_3$  натрий тұзына көбейтеді. рН 4,9 – 8,5 және  $m=1$  кезінде қорғасын бір экстракцияға 98 % – дан астам алынады [20].

Қорғасынды алудың ықтимал түрі  $PbA_2 \cdot 2HA$  кешені болып табылады.

Әдісті басқа ауыр металдардан Pb бөлу үшін пайдалануға болады, бірақ бұл жағдайда су фазасына жасырғыш қоспа ретінде цитратты, ал экстрагент-толық алу рН аймағын едәуір кеңейтетін бензиламин енгізеді.

$CHCl_3$  бар энантикалық және капрон қышқылының ерітінділері (0,2 %) Pb су ерітіндісінен 90 % шығарады, ал бірдей концентрациясы бар пеларгониялық және капрон қышқылдары 55 Н 60 % қорғасынмен алынады. Энтан қышқылының ерітінділерін қолдана отырып, Pb-ды Ba, Ca, Cr, Mg және Ti



бөлуге болады [21]. Қорғасынды цитрат немесе цитрат ерітінділерінен дитизонат түрінде алу - оны көпкомпонентті қоспалардан бөлудің ең селективті әдісі. Pb экстракциясының толықтығы мен селективтілігіне шешуші әсер орта экстракциясы әсер етеді. Фазалар көлемі мен  $CCl_4$  диапазонының бастапқы концентрациясы бірдей болғанда, 0,001 % тең, қорғасын рН 7,5 – 11,5 су ерітіндісінен 99 % – дан кем емес экстрагирленеді. Осы аралықтың екі жағынан рН өзгеруі қорғасынды алу дәрежесінің күрт төмендеуін тудырады: гидроксоплюмбиттердің пайда болуы есебінен сілтілеу, қорғасынды цитратты кешенге байланыстыру нәтижесінде Қышқылдандыру, содан кейін дитизонаттың ыдырауы [22].

Қорғасын экстракциясы кезінде хелат түзуші заттар ретінде диэтилдитиокарбамин қышқылы және әртүрлі диэтилдитиокарбаматтар қолданылады. Диэтилдитиокарбаматтар қатарын экстракциялау туралы мәліметтер монографияда келтірілген [23], хелаттар  $CCl_4$  – ке экстракцияланды.

Әдебиет деректерін талдау негізінде қорғасынның перспективті көзі металдың елеулі мөлшері бар, баланстан тыс кендер екендігі көрсетілген. Оларды өңдеу үшін үймелеп және жерасты шаймалау сияқты иотехнологиялық литоздар қосылады.

Зерттеу объектісі қорғасын-мырыш сульфидті кен болды, оның бірінші кезеңінде күкірт қышқылды сілтісіздендіру мырыш жойылды. Екінші кезеңде сульфатталған кенді хлорлы натрий немесе кальций ерітінділерімен сілтілегеннен кейін алынатын хлоридті ерітінділерден қорғасын алынды.

Жұмыста кедей қорғасын-мырыш кендерін жер астында шаймалау ерітінділерінен қорғасынды экстракциялық алу мүмкіндігін іздестіру бойынша деректер ұсынылған. Жер асты сілтісіздендірудің рентабельді технологиясын әзірлеу үшін біз экстракция әдісін қолдана отырып, құрамында жоғары сульфатты қорғасын бар өнімдерді ала отырып, хлоридті ерітінділерден қорғасынды іріктеп алу мүмкіндігін зерттейміз.

Экстрагент ретінде біз коммерциялық және бірқатар артықшылықтарға ие  $CCl_4$  құрамындағы  $C_{17} \times C_{20}$  фракциясының ди-2-этилексилфосфор қышқылы мен монокарбон қышқылдарын зерттедік.

## 2 Тәжірибелік бөлім

### 2.1 Бастапқы заттар

Қорғасын хлоридінің алғашқы ерітіндісі 1,34 грамм қорғасынды 500 мл HCl (1:1) еріту арқылы дайындалып, көлемді колбада 1 метрге дейін сумен сұйылтылды [24]. Қорғасынның құрамы комплексонометриялық титрлеу арқылы анықталды. Комплексонометриялық титрлеу – комплексонаттардың пайда болу реакцияларын-комплексондармен металдар катиондарының кешенді қосылыстарын пайдалануға негізделген әдіс. Темір (III) ерітіндісі темір хлоридінің бір бөлігін тазартылған суда еріту арқылы дайындалды. Темір құрамы комплексонометриялық титрлеу арқылы анықталды [25].

Хлорлы мыс ерітіндісі азот қышқылында немесе "патша арағында" мыстың бір бөлігін еріту арқылы дайындалған. Патша арағы ( $\text{HNO}_3 + 3\text{HCl}$ ) - екі концентрацияланған қышқылдардың қоспасы болып табылатын қышқыл. Ерітінді үш рет құрғақтыққа дейін буланып, азот қышқылын кетіру үшін 8-10 мл концентрацияланған тұз қышқылы қосылды. Құрғақ қалдықты HCl-дың аз мөлшерінде ерітіп және көлемді колбада 1 метрге дейін сумен сұйылтылды [26]. Ерітіндідегі мыс мөлшері спектрофотометриялық анықталды.

Сұйылтқышта ди-(2-этилгексил) фосфор қышқылы (Д2ЭГФҚ) және C<sub>17</sub>-C<sub>20</sub> фракциясының жоғары карбон қышқылдарының техникалық қоспасы қолданылды.

Алдын ала экстрагент Д2ЭГФҚ қоспалардан келесі әдіс бойынша тазартылды [27]:

Пирофосфаттарды ортофосфаттарға айналдыру үшін техникалық қышқыл  $V_0:V_b = 2:1$  және  $t = 25^\circ\text{C}$  фазалық қатынасында 6 М HCl-мен өңделді.

1) Содан кейін органикалық фаза дистилденген сумен жуылып, 1 М NaOH-мен залалсыздандырылды. NaOH аздаған артық қосылған кезде жоғарғы фазада негізінен Д2ЭГФҚ, ал төменгі фазада моно-(2-этилгексил) фосфор қышқылы (М2ЭГФҚ) болды.

2) Содан кейін Д2ЭГФҚ 0,5 М NaOH бірнеше бөліктерімен, содан кейін 0,5 М HCl және сумен жуылды.

Д2ЭГФҚ үшін сұйылтқыш ретінде керосин қолданылды. Керосин концентрацияланған күкірт қышқылымен бірнеше рет тазартылды [28].

Д2ЭГФҚ концентрациясын фенолфталеинмен сілтінің стандартты ерітіндісімен титрлеу арқылы анықтады [29].

### 2.2. Қорғасын анықтау әдісі

Комплексонометриялық әдіс этилендиаминтетрауксус қышқылымен қорғасын комплексонаттарының пайда болуына негізделген.

Әдістің әдістемесі мыналардан тұрады:

500 мл колбаға қорғасыннан тұратын ерітіндінің аликвотты бөлігін (5 мл) салып, шпательдің ұшына ксиленолды қызғылт сары индикатор қосты, содан кейін NaOH (10 %) күйдіргіш натрының тамшылары арқылы бояуды сары түстен күлгін түске ауысқанға дейін қосты. Осыдан кейін ерітінді 20 мл ацетатты буферге сұйылтылды, ол келесідей дайындалған [30]:

30,8 г аммоний ацетатын өлшеп, оны 2 литр тазартылған суда ерітті. Содан кейін ерітіндіге концентрацияланған HCl бірнеше тамшысын рН ортаның 5,8 ÷ 6,0 болғанша қосты.

Фиксаналдан дайындалған ЭДТА ерітіндісімен – 0,05 М [31], бояу әлсіз сары түске ауысқанға шейін титрледі.

Қорғасынның құрамын мына формула бойынша есептеді:

$$Pb \text{ г/л} = \frac{M_{\text{ЭДТА}} \times V_{\text{ЭДТА}} \times 1000 \times M_{Pb}}{V_{\text{ал}} \times 1000} \quad (2.1)$$

Мұндағы,

$M_{\text{ЭДТА}} = 0,05$  – ЭДТА ерітіндісінің молярлығы;

$V_{\text{ЭДТА}}$  – Қорғасынды титрлеуге кеткен ЭДТА ерітіндісінің көлемі, мл;

$M_{Pb} = 207$  – қорғасынның молекулалық салмағы;

$V_{\text{ал}}$  – аликвота көлемі, мл;

### 2.3 Экстракция процесінің әдістемесі

Қорғасын, мыс, темір (III) қосылыстарын экстрагирлеу бөлгіш құйғыштарында жүргізілді, онда басында экстрагенттің берілген мөлшерін орналастырған, содан кейін зерттелетін металдың ерітіндісін ( $V_0:V_b=1:1$ ) енгізді, алдын ала сода ерітіндісімен қаныққан ортаның рН (рН – литр рН – 673 М) белгілі бір мәнін түзеді. Натрий карбонатының бай ерітіндісін бейтараптандырғыш реагент ретінде пайдаланды, өйткені "металлургиялық процестер, жылу техникасы, арнайы металдар технологиясы" кафедрасының зертханасында алдын ала жүргізілген тәжірибелердің негізінде бұл реагент экстрагенттің құрылымын "ұғынуға" және өзгертуге алып келмейтіндігі көрсетілді.

Бөлгіш шұңқырды тығынмен жауып, оның ішіндегісін 15 минут бойы араластырылды.

Экстракция процесі воронканың құрамы тұндырылды. Су және органикалық фазалар бөлінгеннен кейін ондағы металл мен рН – ортаның құрамы анықталды. Органикалық фазадан қорғасынның реэкстракциясын  $\text{CaCl}_2$  (200 г/л) ерітіндісімен және 1 Н күкірт қышқылымен, мыс пен темір – 6 М HCl ерітіндісімен жүргізді. Алынған реэкстракторларға ондағы металл құрамына талдау жасалды.

Рафинаттағы металдың құрамы жоғарыда көрсетілген әдістеме бойынша анықталды. Қорғасын экстракциясының дәрежесі мынадай формула бойынша есептелген:

$$\varepsilon = \frac{100D}{2D+V_b/V_0} \quad (2.2)$$

Бұл жердегі

$D=C_0/C_b$ - таралу коэффициенті;

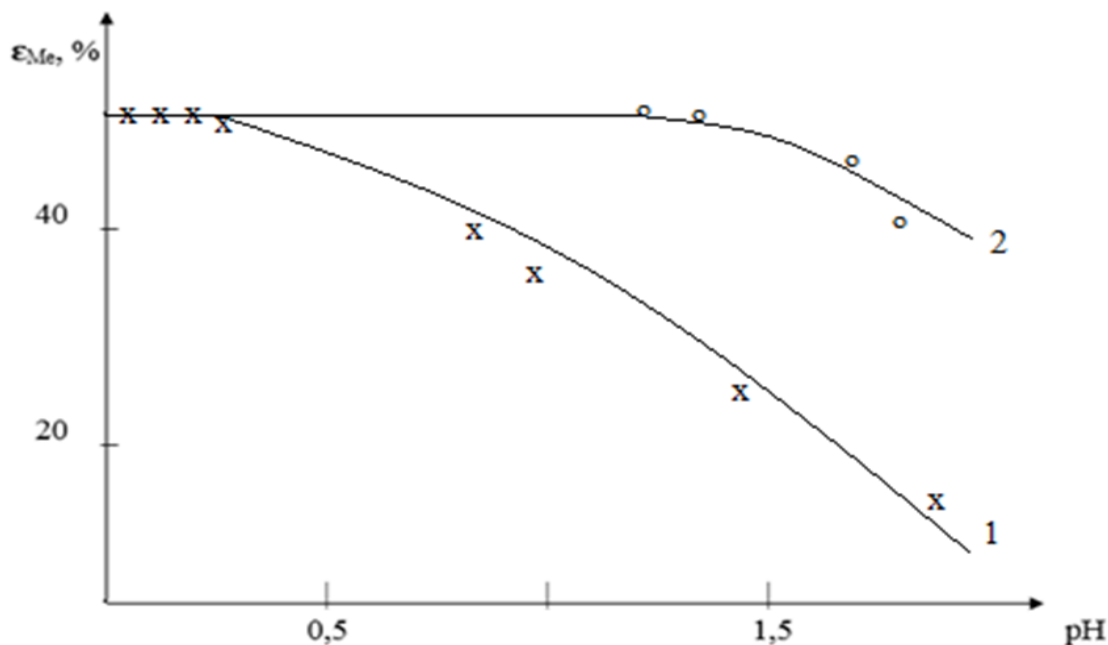
$V_b$ -сулы фазаның көлемі

$V_0$ -органикалық фазаның көлемі

#### 2.4 Хлоридті ерітінділерден қорғасынды экстракциялау шарттарын анықтау Д2ЭГФҚ

Әдебиет деректерін талдау негізінде біз экстрагент ретінде Д2ЭГФҚ-ны таңдадық, өйткені экстрагент тексеріліп, тұрақты өнеркәсіпте өндіріліп жатыр.

Ерітіндінің қышқылдығы арқылы металдарды экстракциялық бөліп алу аймағын анықтайтындығы бізге белгілі. Сондықтан біз әртүрлі рН шегінде және экстрагенттің әртүрлі концентрацияларында қорғасынның экстракциясын зерттедік.



1 -  $C_{Д2ЭГФҚ} = 0,5 \text{ М}$ ; 2 -  $C_{Д2ЭГФҚ} = 1,44 \text{ М}$

2.1 Сурет – рН ортасына байланысты қорғасынды алу дәрежесі

2.1 – суретте көрсетілген мәліметтердің нәтижесінен қорғасынның максималды қалпына келуіне (~50 %)  $pH \leq \pm 0,5$ , экстракция

концентрациясының – 0,5 М. жететінін, 0,5-тен жоғары рН ерітіндінің жоғарылауы экстракция көрсеткіштерінің төмендеуіне әкелетінін көруге болады.

рН ерітіндісінің 0,5-тен жоғарылауы экстракция көрсеткіштерінің төмендеуіне әкеледі. Экстракцияның концентрациясы ~1,5 М болған кезде қорғасынның шығарылу деңгейі де 50 % -дан аспайды, бірақ максималды экстракция аймағы рН~1 дейін жетеді.

Осылайша, ДЭГФҚ экстрагентімен қорғасын экстракциясы қышқыл аймақта өтеді. рН ортасының артуы қорғасынның органикалық фазаға экстракциясын төмендетеді. Бұл ретте экстрагенттің аз концентрациясы кезінде қорғасынды алудың төмендеуі едәуір байқалады және рН орта ~0,5 кезінде басталады, ал экстрагенттің үлкен концентрациясы кезінде қорғасынды экстрагирлеудің азаюы рН ортасы ~1,5 жеткенде басталады. Зерттелетін жағдайларда осы экстрагенттің 50 % - дан астамын арылту дәрежесін арттыруға қол жеткізу мүмкін емес.

## 2.5. Процесс ұзақтығына байланысты ДЭГФҚ қорғасынның экстракциясы

Келесі кезеңде экстракция ұзақтығының қорғасынның органикалық фазаға шығу дәрежесіне әсері зерттелді.

Алынған деректер 2.1 – кестеде берілген.

2.1 Кесте – Экстракция дәрежесінің байланыс фазасының ұзақтығына тәуелділігі ( $[Pb]_{\text{баст.}} = 1.04 \text{ г/л}$ )

№ тәжірибе	$t_{\text{экс}}$ , МИН	Рафинаттағы қорғасынның концентрациясы		$\epsilon_{\text{Pb}}$ , %
		г/л	г	
1	2	0,5330	0,00799	49,3
2	5	0,5330	0,00799	49,3
3	10	0,5227	0,00784	49,7
4	15	0,5175	0,00776	50,2
5	30	0,5175	0,00776	50,2

Ұсынылған деректерден қорғасынның экстракциясының дәрежесі экстрагирлеу уақытына тәуелді емес екенін көруге болады. Керосинде ДЭГФҚ жүйесіндегі тепе – тең жағдайлар – қорғасынның сулы ерітіндісі 2 – 3 минут ішінде жетеді.

Осылайша, процестің ұзақтығын арттыру экстракциялық көрсеткіштерге әсер етпейді.

## 2.6 Қорғасынның реэкстракциясы

Қорғасынның реэкстракциясын кальций хлоридінің (2004 л) ерітіндісімен жүзеге асырды. Реэкстракцияны келесідей жүргізді:

Экстрагентке  $\text{CaCl}_2$  ( $V_0:V_b = 1:1$ ) ерітіндісін қосты. Воронканы тығыз жауып, оның ішіндегісін араластырды. Тұндырғаннан кейін реэкстракты бөліп, онда металдың құрамын жоғарыда көрсетілген әдістеме бойынша анықтады.

Реэкстракция дәрежесінің байланыс фазасының ұзақтығына тәуелділігі 2.2 – кестеде қорғасынның органикалық фазадан алыну дәрежесін зерттеу туралы алынған мәліметтер келтірілген.

2.2 Кесте – Реэкстракция дәрежесінің байланыс фазаларының ұзақтығына тәуелділігі

№ тәжірибе	$\tau_{\text{экс}}$ , мин	Реэкстрактағы қорғасынның концентрациясы		$\epsilon_{\text{Рв}}$ , %
		г/л	г	
1	2	0,5209	0,00781	97,8
2	5	0,5181	0,00778	98,6
3	10	0,5181	0,00778	98,6
4	15	0,5175	0,00776	99,5
5	30	0,5177	0,00777	99,7

Алынған мәліметтерден органикалық ортадан қорғасынның кальций хлориді ерітінділерімен реэкстракциясы фазалық байланыстың 2 минутында ~ 98 % дейін болатындығы байқалады. реэкстракция ұзақтығын арттыру қорғасынның шығу дәрежесіне елеулі әсер етпейді.

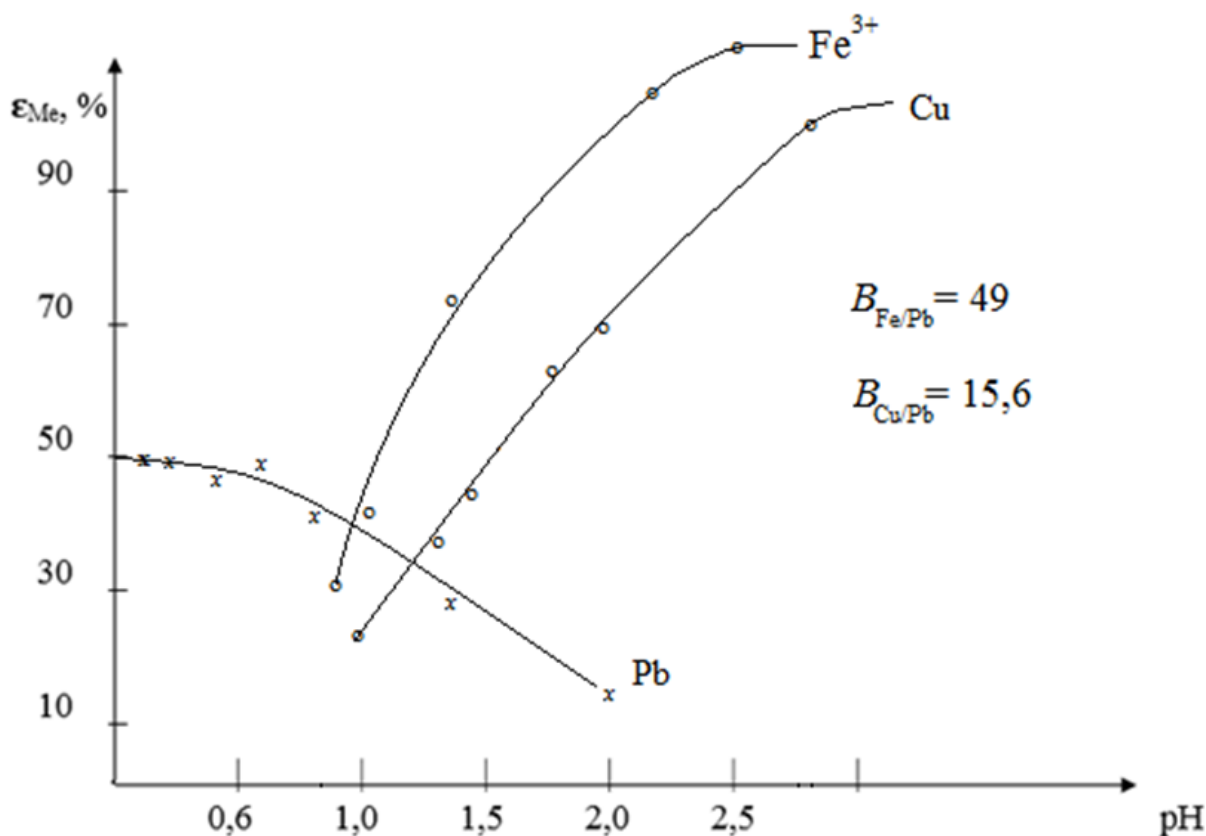
## 2.7 Д2ЭГФҚ қорғасын экстракциясы кезіндегі қоспалардың тәртібі.

Құрамында қорғасын бар сульфидті кендерді күкіртқышқылды жер асты шаймалаудан кейін қорғасыннан басқа қоспалар бар ерітінділер Ca, Mg, Fe, Na, K, Cu және тағы басқалар түзіледі.

Әдеби деректерді талдаудан Ca, Mg, Na және K қосылыстары сілтілі ортадан экстрагирленетіні белгілі [32].

Сондықтан ерітінділерде хлорлы натриймен немесе кальциймен жер астында шаймалаудан кейін жоғарыда аталған қоспалар экстрагирленбейді.

Әдебиеттен темір (III) және мыс рН – 2 ÷ 3 кезінде экстрагацияланатыны белгілі, осыған байланысты қорғасын экстракциясы процесінде металдардың (темір (III), мыс) әрекетін зерттеу орынды болды.



2.2 Сурет – Металдарды алу дәрежесінің рН ортасынан тәуелділігі

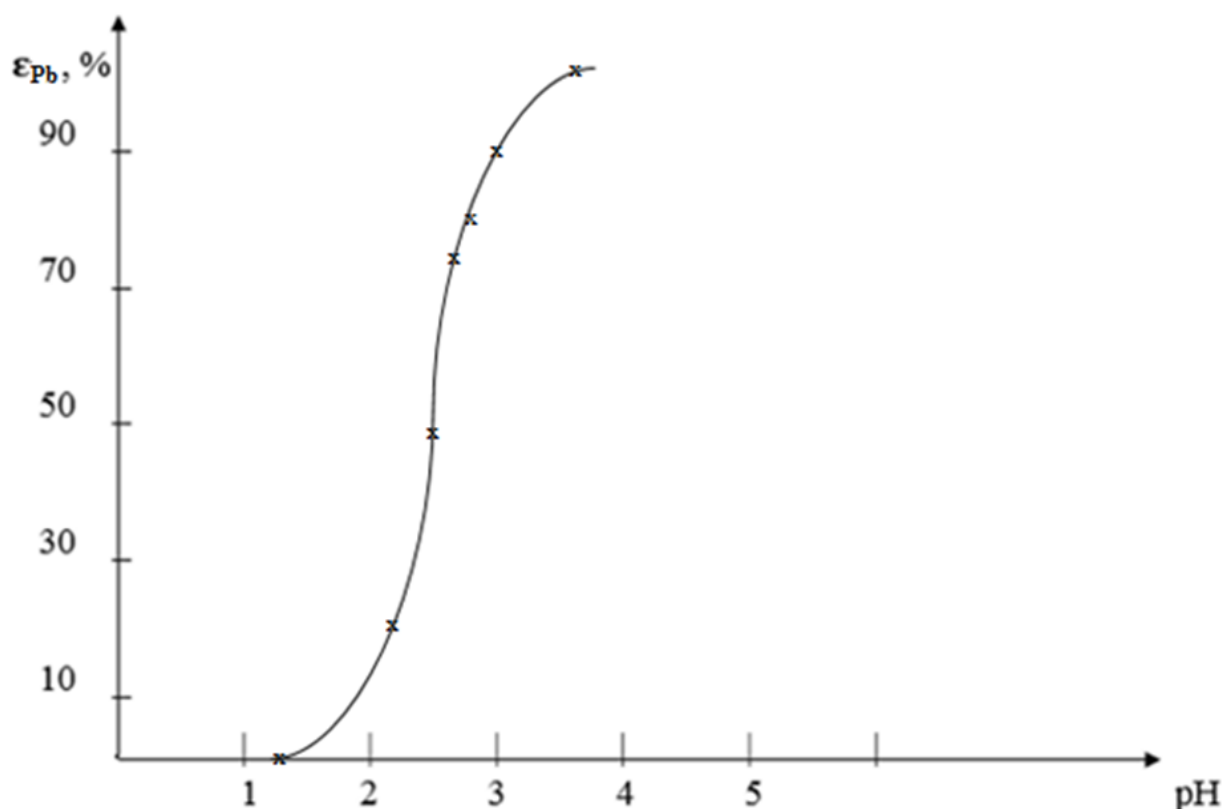
2.2-суреттен рН ерітіндісінің ұлғаюымен темір (III) мен мыстың бөліну дәрежесі өседі және рН 2-ден астам кезінде ( $\epsilon \text{ Fe}^{3+} = 100\%$  рН кезінде – 2,25;  $\epsilon \text{ Cu} = 95,2\%$  рН кезінде – 3,3) максимумға жетеді.

Темір (III), мыс және қорғасын экстракциясының көрсеткіштерін салыстыру қорғасынның іріктеп алу шарттарын таңдауға мүмкіндік береді. Алынған деректер  $\text{Ph} \leq 5$  аймағында экстракцияны жүргізу кезінде қоспасыз қорғасынды сандық түрде алуға болатынын көрсетеді.

## 2.8. Хлоридті ерітінділерден жасалған қорғасынды араластырғышта монокарбонды қышқылдармен экстракциялау

Жұмыста  $V_0:V_p=1:6$  қатынасында  $\text{CCl}_4$  сұйылтқышында  $\text{C}_{17} - \text{C}_{20}$  фракциясының монокарбон қышқылдары қолданылды.

2.3 – суретте қорғасынның экстракциялау дәрежесі ( $\epsilon$ , %) су фазасының рН мәнінен алынған тәуелділігі келтірілген.



2.3 Сурет – Қорғасынның экстракция дәрежесінің су фазасына рН тәуелділігі

Алынған мәліметтерден көрініп тұрғандай,  $C_{17} - C_{20}$  фракциясы монокарбон қышқылымен қорғасынның экстракциясына минералды қышқылдың табиғаты әсер етеді.

$C_{17} - C_{20}$  фракциясының монокарбон қышқылымен қорғасынның тұз қышқылының тұздарынан сандық қалпына келуі рН 4,3 – 4,6 деңгейінде болады.

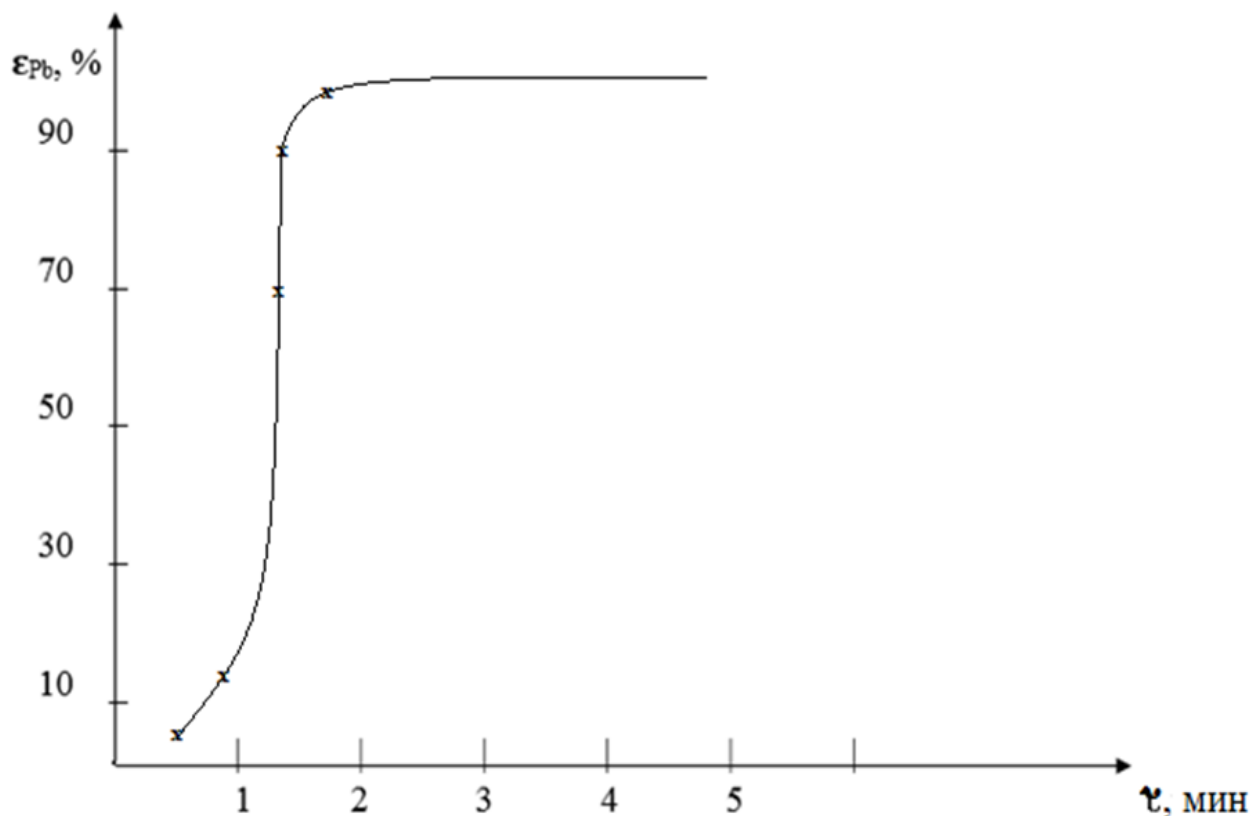
5 – тен жоғары рН тепе – теңдік кезінде қорғасынның сандық қалпына келуінің төмендеуі байқалады.

### 2.9 Қорғасынның реэкстракциясы (Қорғасынды қайта бөлу)

Қорғасынның реэкстракциясы оның сығындыларынан 1Н күкірт қышқылымен жүргізілді. 2.5 – суретте қорғасынның 1Н күкірт қышқылымен қайта бөліну дәрежесінің тәуелділігі көрсетілген.

1 Н күкірт қышқылымен қорғасынның реэкстракциясы дәрежесінің фазалар түйісуінің ұзақтығына тәуелділігі.





2.4 Сурет – 1Н күкірт қышқылымен қорғасынның реэкстракциясы дәрежесінің байланыс фазаларының ұзақтығына тәуелділігі

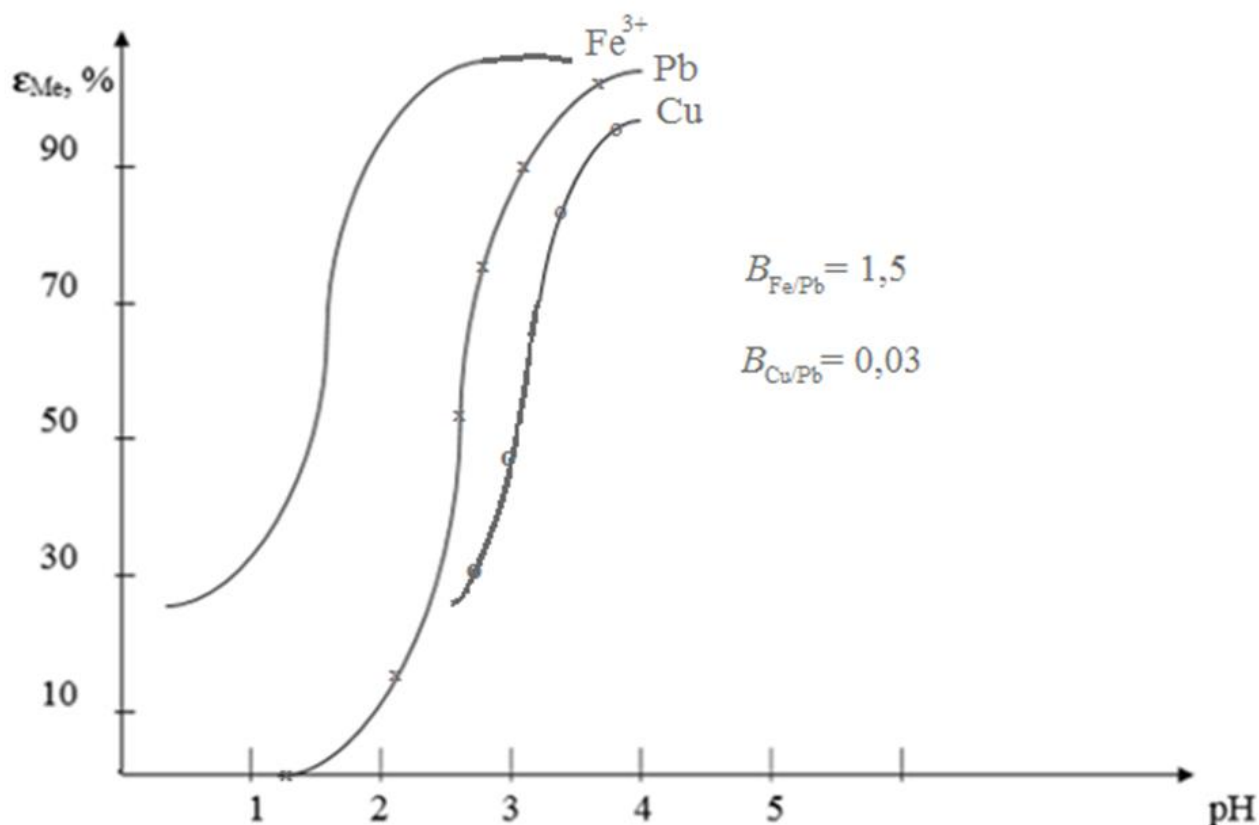
Келтірілген 2.5 – суреттегі деректерге сүйенсек, реэкстракцияның айтарлықтай жылдамдықпен жүретінін көруге болады. Осылайша, 2 минут ішінде қорғасынның 96 % – ы реэкстрактіге өтеді.

Реэкстракция ұзақтығын арттыру қорғасынның шығу дәрежесіне елеулі әсер етпейді.

### 2.10 Металдарды карбон қышқылдарымен алу дәрежесінің рН ортасынан тәуелділігі

Бұл жұмыста еріткіштегі  $C_{17}$  –  $C_{20}$  фракциясының карбон қышқылдарымен экстракциялау кезіндегі қоспалардың әрекетін зерттеді.

2.6 – суретте қорғасынның, мыстың, темірдің (III) алу дәрежесіне рН ортасынан тәуелділігі келтірілген.



2.5 Сурет – Металдарды алу дәрежесінің рН ортасынан тәуелділігі

Көріп отырғанымыздай, барлық қарастырылатын металдар олардың ерітінділерінен  $C_{17} - C_{20}$  фракциясының  $CCl_4$  монокарбонды қышқылдарымен жақсы алынады.

Қорғасын мен мыстың сандық қалпына келуі рН  $3,7 \div 4,5$  аралығында болады. Темір рН  $1,5 \div 2,5$  неғұрлым төмен мәндер аймағында алынады. Осылайша қорғасын мен мыстың қосылысын рН  $3,7 \div 4,5$  саласында бірлесіп экстрагирлеу кезінде темірден (III) бөлуге болады.

### 2.11 Кедей қорғасын-мырыш кендерінен қорғасын сульфатын алудың технологиялық сызбасының сипаттамасы.

Жүргізілген зерттеулер негізінде қорғасын сульфатын алудың технологиялық схемасы ұсынылды. Қорғасын сульфатын алу үшін шикізат ретінде кондициялық емес, баланстан тыс кендер пайдаланылады, олардан күкірт қышқылды сілтілеу арқылы мырыш алынып тасталды.

Технологиялық схема 2.11 – схемада көрсетілген және келесі операциялардан тұрады:

- 1) Шаймалау

Кенді сілтілеу  $q : c = 3 : 1$  қатынасында хлорлы натрий немесе кальций (150 г/л) ерітіндісімен жүргізіледі. Алынған ерітінді экстракция сатысына түседі.

### 2) Экстракция

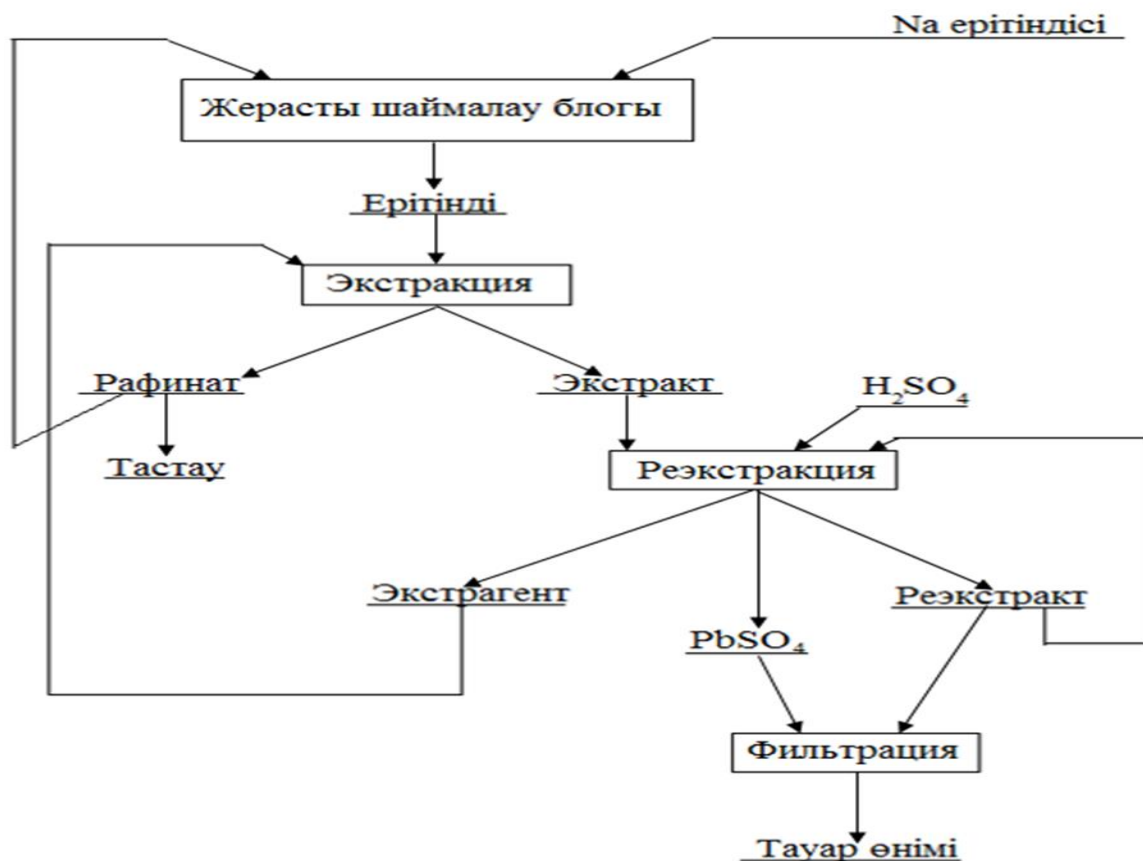
Хлорид ерітіндісінен қорғасынды алу  $CCl_4$  – дегі  $C_{17} - C_{20}$  фракциясының монокарбонды қышқылдарымен жүзеге асырылады. Экстракция  $V_0 : V_6 = 1 : 1$  фазалық қатынасымен жүзеге асырылады, араластырғыш қораптағы экстрактор түрінде фазалардың түйісу уақыты 2-ден 3 минутқа дейін. Қаныққан органикалық фаза (сығынды) реэкстракцияға түседі. Рафинат қоқысқа тасталады.

### 3) Реэкстракция

Реэкстракцияны  $V_0 : V_6 = 1 : 1$  фазалық қатынасында 1N күкірт қышқылымен қорап типіндегі экстракторда жүргізеді. Фазалардың байланыс уақыты 2 – 3 минутты құрайды. Пайдаланылған органика регенерацияға жіберіледі, содан кейін экстракцияға түседі. Реэкстракт қайта экстракцияға, ал қорғасын сульфаты келесі саты сүзуге барады.

### 4) Сүзу

Сүзу барабанды вакуум сүзгісінің көмегімен жүзеге асырылады. Сүзілгеннен кейін дайын өнім – қорғасын сульфаты алынады.

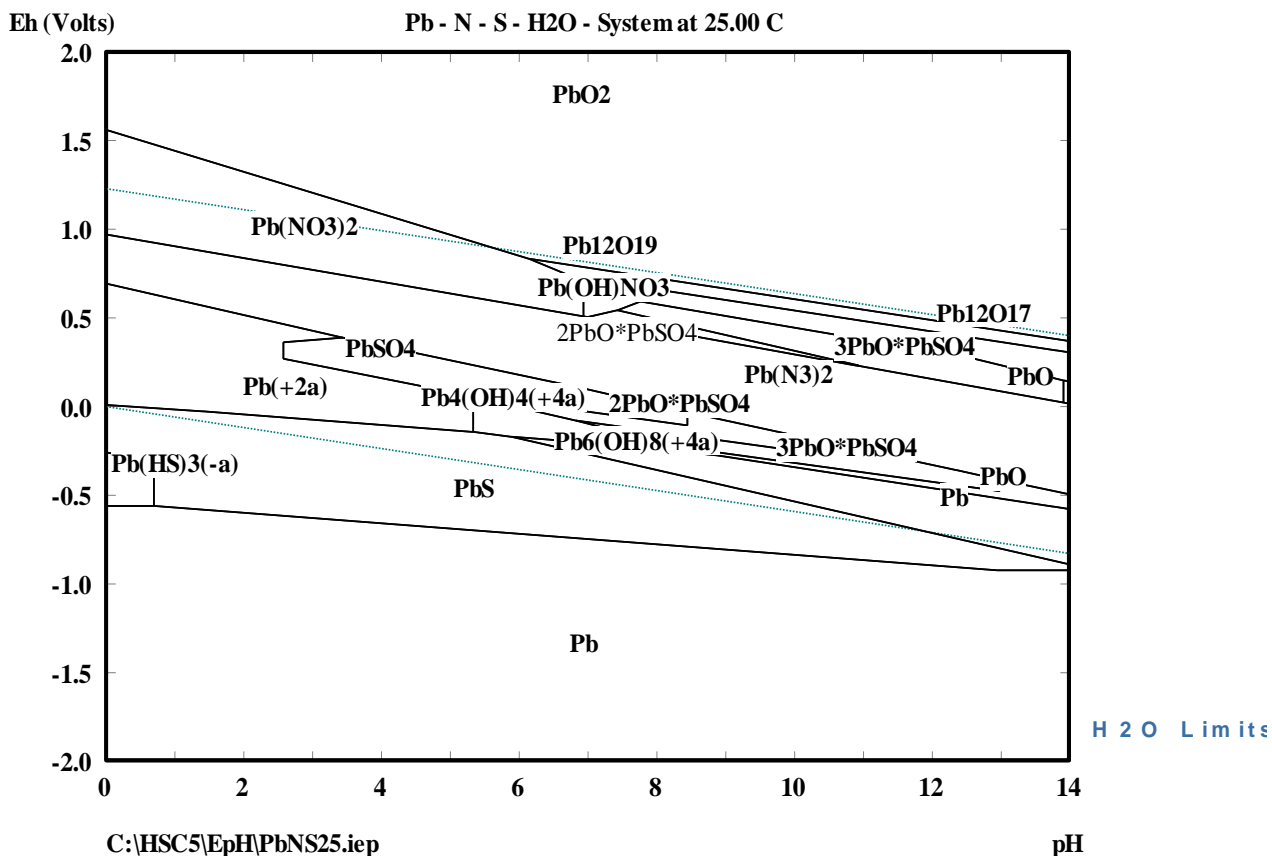


2.11 сурет – Қорғасын сульфатын алудың принципті – технологиялық сұлбасы

## 2.12 Құрамында қорғасын бар су ерітінділері үшін салынған Пурбе диаграммасын талдау

Қорғасынның су ерітінділерінен еритін және одан әрі тұндыратын ықтимал облыстарын анықтау үшін Outokumpu Technology Engineering Research Stainless Steel Copper Zinc Metals компаниясы HSC Chemistry 5.11 термодинамикалық есептеулер бағдарламасының көмегімен салынған Пурбе диаграммалары қолданылды. Бізді қызықтыратын су ерітінділерінің Eh-p диаграммалары су ерітіндісіндегі 0,1 және 0,01 моль/л қорғасын концентрациясы үшін алынды. Зерттеу үшін қышқыл орталарға жататын диаграмма аймағы таңдалғандықтан, яғни  $pH < 7$  аймағы, сондықтан Pb – N – S – H<sub>2</sub>O жүйесі қаралуға жатады.

Pb – N – S – H<sub>2</sub>O жүйесі үшін Пурбаның диаграммасын қарау кезінде (2.6 сурет) 0,1 моль/л тең қорғасынның бір ғана концентрациясымен шектелді, өйткені қолда бар әдеби мәліметтер бойынша мұндай концентрация қорғасынның анодтық ерігуі кезінде ең жоғары болып табылады.



ELEMENTS	Molality	Pressure
Pb	1.000E-01	1.000E+00
N	1.000E+00	1.000E+00
S	1.000E-01	1.000E+00

2.12 Сурет – Pb-S-N-H<sub>2</sub>O жүйесінің Пурбе диаграммасы  
( $t = 35\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $C_{Pb} = 0,001\text{ моль/л}$ )

Бізді қызықтыратын қышқыл рН аймағында қорғасынның 3 тұрақты иондық формасы бар –  $Pb^{2+}$ ,  $Pb(HS)^3-$  и  $Pb_4(OH)^{4+}$ . Осы иондардың ішіндегі диаграммадағы ең аз аумақты  $Pb(HS)^3-$  ионы алады, ол рН <1–де потенциалдың тар диапазонында болады – минус 0,5 В-тан минус 0,25 В–қа дейін. Бұдан басқа, рН қышқыл аймағында сульфид, сульфат, нитрат, қорғасынның оксидті түрлері және тікелей металл қорғасынның өзі сияқты қорғасынның аз еритін қосылыстарының болуын атап өткен жөн.

Осылайша, қорғасынның су ерітінділері үшін Пурбе диаграммасының талдауы рН қышқыл және сілтілі облыстарында болуы мүмкін екенін көрсетті, бұл ретте рН қышқыл аймағында негізінен металдардың катиондық түрлері пайда болады, олар гидролизге және тотығуға ұшырауы және құрамында сульфидті және тотыққан Қорғасын қосылыстары (сульфидтер, сульфаттар, оксисульфаттар, оксидтер, нитраттар) бар шламдар түрінде тұнбаға түсуі мүмкін.

### 2.13 Хлоридті ерітінділерден қорғасынның экстракциясын математикалық модельдеу

Хлоридті ерітінділерден қорғасынды экстракциялау процесіне әсер ететін негізгі факторлар:

- С:С фазасының арақатынасы (кодталған айнымалы  $X_1$  сәйкес келеді);
- ерітінділердің концентрациясы ( $X_2$ );
- ерітінділер ортасының рН ( $X_3$ );

Эксперименттер санын азайту және экстракция процесінің адекватты моделін құру үшін, сондай-ақ айқындық тұрғысынан, тұрақты  $t = 18 \div 22 \text{ }^\circ\text{C}$ , уақыт ұзақтығы 0,5 сағатты алдық. Біз үш факторлы экспериментті қарастырдық.

Хлориді ерітінділерінен қорғасын алудың шекаралық шарттары 2.3 кестеде келтірілген.

#### 2.3 Кесте – Хлориді ерітінділерінен қорғасын алудың шекаралық шарттары

Экстракциялау шарттары	С:С	Ср-ер , г/л	рН
Төменгі деңгей	1:1	30	1
Жоғарғы деңгей	10:1	180	6

Толық факторлы эксперимент (ТФЭ) кезінде қажетті N тәжірибе саны мына формула бойынша анықталады:

$$N=nk, \tag{2.3}$$

мұнда  $N$  – деңгейлер саны,  $K$  – факторлар саны, яғни қорғасынды экстракциялау процесін оңтайландыру үшін қажетті тәжірибе саны  $N = 2^3 = 8$ . Регрессияның толық теңдеуі мына түрде жазылады:

$$Y = \bar{Y}_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{23}X_2X_3 + b_{123}X_1X_2X_3, \quad (2.4)$$

мұнда  $b$  – регрессия теңдеуінің коэффициенттері; формула бойынша анықталатын регрессия теңдеуінің еркін мүшесі:

$$\bar{Y}_0 = \frac{\sum_{i=1}^N \bar{Y}_i}{N}, \quad (2.5)$$

Қорғасынды экстракциялау жағдайында  $\bar{Y}_0 = 43,96$ .

ТФЭ жоспарлаудың кеңейтілген матрицалары және қорғасынды экстракциялау процесіне арналған екі параллельді эксперименттердің 8 тәжірибесінің нәтижелері 2.4 – кестеде келтірілген.

2.4 Кесте – Құрамында қорғасын бар материалды иодидті шаймалау кезінде қорғасын алудың толық факторлы экспериментінің кеңейтілген матрицасы

	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_1X_2$	$X_1X_3$	$X_2X_3$	$X_1X_2X_3$	$Y_1$	$Y_2$	$\bar{Y}$
1	–	–	–	+	+	+	–	59,2	60,8	60
2	–	–	+	+	–	–	+	4,8	5,6	5,2
3	–	+	+	–	–	+	–	6,8	7,2	7
4	+	+	+	+	+	+	+	10,7	11,4	11,05
5	+	–	–	–	–	+	+	88,5	89,7	89,1
6	+	+	–	+	–	–	–	99,1	98	98,55
7	–	+	–	–	+	–	+	76,1	75,5	75,8
8	+	–	+	–	+	–	–	3,7	4,6	4,15
									$\bar{Y}_0 = 43,85$	

Регрессия теңдеуінің коэффициенттері мына формула бойынша анықталды:

$$b_j = \frac{\sum X_{ij} \bar{Y}_i}{N}. \quad (2.6)$$

Қорғасынды экстракциялау кезінде  $b_j$  мәні:

$$b_1 = 6,85; \quad b_2 = 4,24; \quad b_3 = -37,0; \quad b_{12} = -0,156;$$

$$b_{13} = -6,106; \quad b_{23} = -2,06; \quad b_{123} = 1,431.$$

Регрессия коэффициенттерінің мәні әрбір коэффициент үшін Стьюдент өлшемі бойынша тексерілді.

Коэффициенттердің дисперсиясы ( $S_{b_j}$ ) және көбейтінділігі ( $S_{\text{воспр}}$ ) өрнектер бойынша есептелді:

$$S_{b_j} = \frac{S_{\text{воспр}}}{\sqrt{N}}, \quad (2.7)$$

$$S_{\text{воспр}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N S_j^2}{N}}, \quad (2.8)$$

мұндағы  $S_j^2$  – формула бойынша анықталатын өлшеудің дисперсиясы:

$$S_j^2 = (Y_1 - \bar{Y})^2 + (Y_2 - \bar{Y})^2. \quad (2.9)$$

Қорғасынды экстракциялау кезіндегі дисперсияның есептелген шамасы тең:

$$\begin{aligned} S_1^2 &= 1,28; & S_3^2 &= 0,08; & S_5^2 &= 0,72; & S_7^2 &= 0,18; & S_{\text{воспр}} &= 0,692; \\ S_2^2 &= 0,32; & S_4^2 &= 0,245; & S_6^2 &= 0,605; & S_8^2 &= 0,405; & S_{b_j} &= 0,244. \end{aligned}$$

Коэффициенттердің маңыздылығын бағалау Стьюдент өлшемі бойынша жүргізілді:

$$t_j = \frac{|b_j|}{S_{b_j}} \quad (2.10)$$

оның анықтамалық кестелік мәнімен салыстыруда  $t_{\text{кр.табл.}} = 2,31$  мәнділік деңгейі үшін  $p = 0,05$  және еркіндік дәрежелерінің саны:

$$f = N(m-1), \quad (2.11)$$

мұндағы  $m$  - параллель тәжірибелер саны ( $m = 2$  және  $f = 8(2 - 1) = 8$ ). Егер  $t_j > t_{\text{кр.табл.}}$  -дан үлкен болса. таблицада, содан кейін бұл коэффициент маңызды болады.

$b_{12}$  коэффициенті қорғасынды  $t_{12} = 0,233$ . мәні бойынша экстракциялау кезінде шамалы болды.

Маңызды емес коэффициенттерді жойғаннан кейін, регрессия теңдеуі келесі түрде болады:

$$Y_{\text{Cu}} = 43,85 + 6,85X_1 + 4,24X_2 - 37,0X_3 - 6,106X_{13} - 2,06X_{23} + 1,431X_{123} \quad (2.12)$$

Алынған теңдеулердің сәйкестігі Фишер өлшемі бойынша жүргізілді :

$$F = \frac{S_{\text{ост}}^2}{S_{\text{воспр}}^2}, \quad (2.13)$$

$$\text{где } S_{\text{ост}}^2 = \frac{\sum_{j=1}^N (Y_j - \bar{Y})^2}{N - L}, \quad (2.14)$$

L – маңызды коэффициенттер саны:  $L_{\text{Pb}} = 6$ . Онда:

$$S_{\text{остPb}}^2 = \frac{1.92}{8-6} = 0.95 \quad (2.15)$$

$$F_{\text{Pb}} = \frac{0.95}{0.692^2} = 1.98 \quad (2.16)$$

Қорғасынды экстракциялау процесі үшін Фишер критерийінің алынған мәні кестеде келтірілгеннен аз болды ( $1.98 < 2.31$ ), сондықтан қорғасын бар хлорлы ерітінділерден қорғасынды экстракциялау процесін зерттеуді сипаттайтын теңдеу эксперимент жүргізуге жеткілікті және оны оңтайландыру үшін пайдалануға болады.



### 3 Экономикалық бөлімі

#### 3.1 Зерттеуге кететін шығын мөлшері

Осы бөлімде зерттеуге кететін шығын мөлшері келтіріледі. Тәжірибе аяғына дейін бар жоғы екі тәжірибе жұмыстары жүргізілді.

Зертхана қондырғылары үшін кепілақша аударымдарын есептейміз (3.1 кесте). Норманы ( $H_a$ ), және кепіл ақша көлемін қондырғылардың жұмыс атқару мерзіміне сәйкес төмендегі өрнекпен есептейміз:

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

мұндағы  $B$  – жұмыс атқару мерзімі.

#### 3.1 Кесте – Кепіл ақша аударымдары

Қондырғы атауы	Жұмыс атқару мерзімі, жыл	саны	Бағасы, тг	Жылдық сомасы, Тг	$H_a$ , %	Кепіл ақшаның жылдық сомасы, тг
Электрлік плитка	10	1	8500	8500	10	850
Аналитикалық таразы	10	2	250000	500000	10	50000
pH метр	2	1	25400	25400	50	12700
Өлшеуіш колба, 1000 мл	4	5	5000	25000	25	6250
Өлшеуіш колба, 250 мл	4	5	800	4000	25	1000
Бөлгіш воронка	4	4	500	2000	25	500
Бюретка	4	2	6000	12000	25	3000
Пипетка	4	5	800	4000	25	1000
Термотұрақты стакан	4	1	900	900	25	225
Цилиндр, 100 мл	4	2	800	1600	25	400
Цилиндр, 50 мл	4	2	600	1200	25	300
Ыдыс	4	5	300	1500	25	375
<b>Барлығы:</b>			<b>299600</b>	<b>586100</b>		<b>76600</b>

Сонымен қондырғының жалпы бағасы жылына 586 100 тг құрайды. Жылына кепілдік ақша бағасы 76 600 тг құрайды. Ал бір айға кепілдік ақша құны 6383,3 тг құрайды.

### 3.2 Ғылыми-зерттеу жұмыстары жиынтықтарының есебі

Жиынтық (А) келесі формуламен есептелінеді:

$$A = C_{\text{п}} \cdot I_o \cdot 0,33, \quad (3.2)$$

мұндағы  $C_{\text{п}}$  – қондырғының бастапқы 0,33 көбейтілетін бағасы;  
 $I_o$  – 1,082-ға тең индексация.

Соған орай, жиынтықтар бағасы 1 айға келесіні құрайды:

$$A = 586100 \cdot 1,082 \cdot 0,33 = 209272,866 \text{ тг.}$$

Сондықтан, жиынтықтар бағасын бірінші жылға ( $A_1$ ) келесі формуламен анықтаймыз:

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

мұндағы  $e$  – тиімділік коэффициенті, 0,1-ге тең:

$$A_1 = 586100 \cdot 0,33 \cdot 1,082 \cdot (1 + 0,1)^1 = 230200,153 \text{ тг.}$$

Жиынтықтар бағасын екінші жылға келесі формула бойынша есептелінеді:

$$A_2 = C_{\text{п}} \cdot 0,33 \cdot I_o \cdot (1 + e)^2; \quad (3.4)$$

$$A_2 = 586100 \cdot 0,33 \cdot 1,082 \cdot (1 + 0,1)^2 = 253220,168 \text{ тг.}$$

Жоба бағасы (В) келесі формула бойынша анықталады:

$$B = Z + A. \quad (3.5)$$

Соған орай, жоба бағасы келесіні құрайды:

$$B = 53767,34 + 209272,866 = 263040,206 \text{ тг.}$$

Сондықтан, жоба бағасы бірінші жылға келесі бағаға тең:

$$B_1 = 53767,34 + 230200,153 = 283967,493 \text{ тг.}$$

Онда, жоба бағасы екінші жылға келесі бағаны құрайды:

$$B_2 = 53767,34 + 253220,168 = 306987,508 \text{ тг.}$$

### 3.3 Пайдалылық және зерттеудің экономикалық тиімділігінің есебі

Пайдалылық 17 % болу үшін, экономикалық тиімділік төмендегідей болу қажет:

$$\mathcal{E}_0 = (Z + A) \cdot 0,17, \quad (3.6)$$

$$\mathcal{E}_0 = (53767,34 + 209272,866) \cdot 0,17 = 44716,8 \text{ тг.}$$

Жұмыс бір ай уақыт аралығында жүргендіктен, соған орай сол уақыт өтуіндегі экономикалық тиімділік төмендегі санға тең болады:

$$\mathcal{E}_1 = [Z + C_{\text{п}} \cdot I_0 \cdot 0,33 \cdot (1 + e)^1] \cdot 0,17 \cdot 1/12, \quad (3.7)$$

$$\mathcal{E}_1 = [53767,34 + 586100 \cdot 0,33 \cdot 1,082 \cdot (1 + 0,1)^1] \cdot 0,17 \cdot 1/12 = 4022,8 \text{ тг.}$$

17 %-дық пайдалылықтың нәтижелері бойынша ғылыми-зерттеу жұмысының экономикалық тиімділігі бірінші жылға келесіні құрайды:

$$44716,8 + 4022,8 = 48739,6 \text{ тг.}$$

17 %-дық пайдалылық кезінде ғылыми-зерттеу жұмысының экономикалық тиімділігі екінші жылға келесі формуламен анықталады:

$$\mathcal{E}_2 = [Z + C_{\text{п}} \cdot I_0 \cdot 0,33 \cdot (1 + e)^2] \cdot 0,17 \cdot 1/12, \quad (3.8)$$

$$\mathcal{E}_2 = [53767,34 + 586100 \cdot 0,33 \cdot 1,082 \cdot (1 + 0,1)^2] \cdot 0,17 \cdot 1/12 = 4348,9 \text{ тг.}$$

17 %-дық пайдалылық кезінде ғылыми-зерттеу жұмысының экономикалық тиімділігі екінші жылға келесіні құрайды:

$$44716,8 + 4348,9 = 49065,7 \text{ тг.}$$

Өнімнің бірлігіне жобаның өтімділік уақытын келесі формула бойынша анықтаймыз:

$$T = \frac{K}{U}, \quad (3.9)$$

мұндағы  $K$  – бір уақыттағы шығындар;

$U$  – өзіндік құнның өзгеруі.

$$T = \frac{586100}{2855,52 \cdot 12} = 17,1 \text{ жылына}$$

Соған орай, жобаның өтімділік уақыты 17,1 жылды құрайды.

### 3.4 Негізгі және қосалқы материалдар шығынын есептеу

Эксперимент жасауға, тәжірибе жүргізуге арналған қосымша және негізгі материал шығынын есептейік. Есептеу нәтижелері 3.2 кестеде келтірілген.

3.4 Кесте – Негізгі және қосалқы материалдар шығыны

Материалдардың атауы	Материал шығыны, кг	Бірлік бағасы, тг	Жалпы бағасы, тг
Зерттеуге алынған кен үлгісі, кг	1	5000	5000
H <sup>+</sup> түріндегі ионит	1	5000	5000
Экстрагент	1	2000	2000
Керосин, таза, авиациялық	1,5	1000	1500
Тұз қышқылы, HCl	2	1500	3000
Күкірт қышқылы H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , л.	2	560	1120
Дистилденген су, л	10	50	500
Фильтрқағазы, бума	5 дана	800	4000
Индикаторқағазы (pH), бума	1 дана	500	500
Қорғасын хлориді, PbCl <sub>2</sub>	1	660	660
Карбон қышқылы, CH <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,5 г	16200	8100
Аммиак	2	850	1700
Сода	0,5	150	75
Д2ЭГФҚ	1	17900	17900
Барлығы:			51055

Негізгі және қосалқы материалдардың шығыны 100 тәжірибеге есептелген. Демек, негізгі және қосалқы материалға кеткен шығын бір айда 51055 тг құрайды.

### 3.5 Электроэнергияға кеткен шығынды есептеу

Электр тогын қолданатындар:

Түзеткіш 2,1 кВт·сағ, 1 тәжірибе жүргізу үшін 3 сағат кетті, ал жалпы тәжірибелердің орташа саны 100, сондықтан  $2,1 \cdot 300 = 630$  кВт·ч электр энергиясы қажет;

– Кондуктометр 1,3 кВт·сағ;

Бір күнде шығындалған электр шығыны бір тәжірибе жасау кезінде, қажет ететіндер:

– 100 тәжірибе жүргізу үшін 630 кВт электр энергиясы қажет;

– 1 кВт электр тоғы 15.69 тг құрайды. Сонда 600 кВт электрэнергиясы  $600 \cdot 15.69 = 9414$  тг болады.

Демек, 1 айға электрэнергиясына 9414 тг шығындалады.

### 3.6 Жалақыны және төлем ақыны есептеу

Жетекшінің жалақысы бір айда 100 000 тг құрайды, ол орындаушының жалақысы (инженер 0,5) – 40 000 тг айына.

Жұмыс ұзақтығы – 1 ай, жұмысшы саны – 3. Сонымен, жұмыскерлердің жалақысы бір айда 220 000 тг құрайды.

Сақтандыру қорына, жалақының жалпы соммасынан 10 пайызын береді

$$220000 \cdot 0,10 = 22000 \text{ тг.}$$

Еңбек қорына – 1 % береді:

$$220\ 000 \cdot 0,01 = 2200 \text{ тг}$$

Тапсырыс шығындары – 2 % құрайды:

$$220\ 000 \cdot 0,02 = 4400 \text{ тг}$$

Барлық аударымдармен есептеген жалақы мөлшері:

$$220000 + 22000 + 2200 + 4400 = 248600 \text{ тг.}$$

### 3.7 Жалпы шығын сомасын есептеу

Шығындардың жалпы сомасы материалдар мен реагенттерге, электрэнергиясына, жабдыққа кеткен амортизациялық алынымдар және жалақыны енгізеді.

Барлық шығындар 3.3-кестеде келтірілген.

#### 3.2 Кесте – Ғылыми – зерттеу жұмысына кеткен жалпы шығындар

Шығындау атауы	Шығын соммасы, тг
Бір айға кеткен амортизациялық шығындар	76600
Негізгі және қосалқы материалдар	51055
Электр көзі	9414
Жалақы	248 600
Барлығы:	985 669

Қорытындылай келе зерттеуге кеткен шығын соммасы 985 669 тг құрады.

## 4 Еңбекті қорғау

### 4.1 Еңбекті қорғау заңдары мен зиянды және қауіпті өндірістік факторлардың анализі

Нақты тарау Қазақстан Республикасының Заңына сәйкес жазылған:

– 22.05.2007 жылдан Қазақстан Республикасының еңбек туралы Заңы, ҚР Еңбек кодексі;

– 22.05.2007 жылдан өрт қауіпсіздігі туралы Заң;

– «Қауіпті өндіріс объектілеріндегі өндірістік қауіпсіздігі туралы Заң», 15.05.2007 жыл. №251 – 3 – II ҚРЗ.

Еңбекті қорғау – еңбек кезіндегі адамның жұмыс істеу қабілеті мен денсаулық сақтау қауіпсіздігін қамтамасыз ететін заңды актілер, әлеуметтік-экономикалық, ұйымдастыру, техникалық, гигиеналық, емдік – профилактикалық іс – шаралар мен құралдар жүйесі.

Осы жұмысты орындау кезінде өндірістік жарақаттар алынуы мүмкін, дәлірек айтқанда:

– жарамсыз электр қондырғысымен байланысқа түскен кездегі электрлік тоқпен зақымдалу;

– химиялық күйік алу, химиялық реагенттермен улану.

Өндірістік жағдайда кейбір факторлар еңбек етушілердің денсаулығына тұрақты немесе ұзақ уақыт бойы зиян келтіруі мүмкін және ол зиян сол уақытта емес, белгілі бір уақыттан кейін ғана туындауы мүмкін.

Осы жұмысты орындау кезінде қауіпсіздік техникасының бұзылуы әсерінен келесі өндірістік жарақаттар алынуы мүмкін:

– жұмыс істемей тұрған қондырғымен байланыс кезінде, сонымен қатар химиялық белсенді ортадағы қондырғының әсерінен электр тогынан жарақат алу;

– қышқыл, сілтілі ерітінділермен және органикалық заттармен жұмыс кезінде;

Зерттеу процесінде келесі реагенттер қолданылды:  $\text{HCl}$ ;  $\text{FeCl}_3$ ;  $\text{CuCl}_2$ ,  $\text{HNO}_3$ , Д2ЭГФҚ,  $\text{NaOH}$ , керосин, фенолфталеин, аммоний ацетаты.

Қышқылдар қауіптілігі күйіктің туындауына алып келеді.

Тәжірибелер жүргізілген отқа төзімді зертханаларда қауіпті факторларға келесілер жатады:

– электр арқылы жылу беретін қондырғымен жұмыс;

– ауыспалы тоқта жұмыс істейтін қондырғымен жұмыс;

– сілтілермен жұмыс ( $\text{NaOH}$ ).

Еңбек жағдайының анализі потенциалды қауіптілік пен залалды шығару үшін жүргізіледі. Бұл жарақаттың потенциалды туындауын және потенциалды аурулардың болдыруына жол бермейді және адам денсаулығын жақсартуына және еңбек жағдайының қауіпсіздігіне мүмкіншілік береді.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Осы дипломдық жұмыста минералдар мен қорғасын сипаттамалары, Қазақстан Республикасындағы әртүрлі кенорындарының құрамы, және оларды орналасуы көрсетілген: Қорғасын өндірісі үшін практикалық және ғылыми қызығушылықты танытатын кен орындардың өндірістік типтерінің ерекшеліктері көрсетілген.

1) Зерттеу талдауы бойынша әдеби деректерге талдау жүргізілді. Қорғасын тұзды қышқыл ерітінділерінен аналитикалық мақсатта экстракцияланатыны анықталды. Өнеркәсіптік ауқымда экстракция қолданылмайды.

2) Қорғасын хлоридін экстракциялық алу мақсатында реагентті таңдау жүргізілді.

Экстрагенттер ретінде Д2ЭГФҚ және  $CCl_4$  құрамындағы  $C_{17} - C_{20}$  фракциясының монокарбон қышқылдары пайдаланылды.

Д2ЭГФҚ қорғасынды рН ортасын  $\leq 0,5$ , ал көміртегі қышқылын рН ортасын 3.3 / 4.5 деңгейінде ұстап тұрғанда жақсы болатындығы анықталды.

3) Қорғасынды экстракциялау үшін  $C_{17} - C_{20}$  фракциясының карбон қышқылдары ұсынылады .

Монокарбон қышқылдарын пайдалану кезінде қорғасынның органикалық фазаға шығарылуы  $V_0 / V_b = 1 / 1$ ,  $C_{PbCl_2} = 1,04$  г / л кезінде 98% жетеді.

4) Қорғасын Д2ЭГФҚ және  $C_{17} - C_{20}$  фракциясының монокарбон қышқылдарын экстракциялау кезіндегі қоспалардың әрекеті зерттелді. Қорғасын Д2ЭГФҚ -мен қышқыл аймақта экстракцияланады, ал  $Fe^{3+}$  және  $Cu$  қоспалары монокарбон қышқылдарының экстрагенті ретінде  $C_{17} - C_{20}$  фракциясын қолдана отырып, әлсіз қышқыл түрінде экстракцияланады. Темір (III) қышқыл аймақта, ал қорғасын, мыс әлсізқышқыл аймақта алынады.

5) Карбон қышқылдарының сығындысынан қорғасынның реэкстракциясын  $V_0 / V_b = 1 / 1$  қатынасында 1 Н күкірт қышқылымен жүргізу керек, бұл ретте қорғасынды 99% сығындыдан шығару мүмкін.

6) Сульфатизацияланған кенді хлорлы натрий немесе кальций ерітінділерімен сілтілегеннен кейін алынған хлоридті ерітінділерден қорғасын сульфатын алудың технологиялық схемасы ұсынылды.

7) Экстракция процесін автоматты реттеу схемасы ұсынылған. Бақылау және реттеу үшін айнымалылардың негіздемесі берілді.

8) Әзірленген технологияның тиімділігін сапалы экономикалық бағалау берілді және ғылыми – зерттеу жұмыстарын жүргізуге арналған шығындар сметасы тоқтатылды.

9) Өндірістік қауіптер мен зияндарға талдау жасалды, еңбекті қорғау бойынша іс – шаралар әзірленді.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Морачевский А.Г. Отработанные свинцовые аккумуляторы – важнейший источник вторичного свинца // Научно – технические ведомости Санкт – Петербургского государственного политехнического университета. Металлургия. – 2014. – №4. – С.127 – 137.
- 2 <http://www.cmmarket.ru/>
- 3 <http://libmetal.ru/svinec/svinec%201.htm>
- 4 <http://metald.ru/news&obj=24?obj=4230>
- 5 Валиев Х.Х. Романтеев Ю.П. Металлургия свинца, цинка и сопутствующих металлов: учебник. – Алматы: Металлургия, 2000. – 228 с.
- 6 Пат. 2094509 РФ. Способ получения свинца из отходов /Г.Ф.Казанцев, Н.М.Барбин, Г.К.Моисеев, Л.А.Маршук, Л.Е.Ивановский, Н.А.Ватолин; опубл. 27.10.1997, Бюл. № 30. – 3с.
- 7 Худяков И.Ф., Дорошкевич А.П., Корелов С.В. Металлургия вторичных тяжелых цветных металлов. – М.: Металлургия, 1987. – 528с.
- 8 Ташполотов Ы., Садыков Э., Турдубаева Ж.А., Матисаков Т.К. Технология переработки техногенных отходов свинца на основе инновационных технологий // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. - № 5. – С. 177 – 179.
- 9 Гейхман В.В., Казанбаев Л.А., Козлов П.А., Колесников А.В. Чинкин В.Б. Переработка свинцовых кеков цинкового производства // Цветные металлы. – 2003. – № 1. – С. 21 – 24.
- 10 Заявка ЕП 0042702, МКИ С22 В 13/00, 30.12.81
- 11 Набойченко С. С., Карелов С. В., Мамяченков С. В., Якорнов С. А. Комплексная переработка свинецсодержащих техногенных отходов медеплавильных предприятий Урала // Горный журнал. – 1997. – № 11 – 12. – С. 250 – 255.
- 12 Пат. 2397259 РФ. Способ переработки серебросодержащих свинцовых отходов для извлечения серебра и свинца в виде продуктов / М.И. Наторхин, А.П. Гаршин; опубл. 20.08.2010, Бюл. № 23. – 7с.
- 13 Пат. 2286399 РФ. Способ переработки материалов, содержащих благородные металлы и свинец / Н.Н. Анисимова, Г.П. Котухова, Э.Ф. Грабчак, Г.Н. Дыльк, С.Л. Лучицкий, В.И. Горшков, В. И. Каменский; опубл. 27.10.2006. Бюл. № 30. – 7с.
- 14 Маргулис Е. В., Ходов Н. В. Гидрометаллургическое извлечение свинца из свинцовых кеков и пылей // Цветные металлы. – 1990. – № 6. – С. 29 – 30.
- 15 Pooley Fred O, Wheatley Barry J, Blackmore R, Jones H. Processing profit from values less waste // Processing. – 1981. – № 6. – Р. 347.
- 16 Угорец М.З., Глазкова Т.И. и др. Гидрометаллургическое извлечение свинца и сурьмы из медеэлектролитных шламов //Комплексное использование сырья цветной металлургии.: сб.науч. тр. АН СССР УНЦ. – Свердловск, 1980. – С. 63 – 66.



- 17 Пат. 144849 ПНР. МКИ С22В7/00. Оpubл. 31.01.81.
- 18 А.с. 165550 СССР. Способ гидрометаллургической переработки сульфидных свинцовых руд / Л.С. Гецкин, В.В. Яцук, А.П. Пантелеева, И.К. Каковский; опубл. 8.10. 1964, Бюл. № 19. – 1с.
- 19 Набойченко С.С., Лобанов В.Г. Практикум по гидрометаллургии. – М: Metallургия, 1992. – С. 39 – 46.
- 20 Шэймардан Н., Рыспаев Т.А., Мамяченков С.В., Куленова Н.А. Қорғасын құрамды өндірістік өнімдерді органикалық еріткіштерді қолдану арқылы өңдеу мүмкіндігін зерттеу // Инженерное образование и наука в XXI веке: проблемы и перспективы: матер. междунар. конф., – Алматы, 2014. – С. 562 – 567.
- 21 Абсадықова Ә.Д., Шэймардан Н., Оңалбаева Ж.С. Қорғасын кегінің фазалық құрамын зерттеу. // Творчество молодых – инновационному развитию Казахстана: матер. II междунар. научн. – тех. конф., – Устькаменогорск, 2016. – С 220 – 224.
- 22 Шэймардан Н., Куленова Н.А., Мамяченков С.В., Анисимова О.С. Исследование закономерностей выщелачивания цинк – свинецсодержащего кека // Metallург. – 2015. – № 8. – С. 94 – 96.
- 23 Шэймардан Н., Куленова Н.А. Мырыш өндірісінің қорғасын кегін гидрометаллургиялық әдіс арқылы өңдеу // Вестник ВКГТУ. – 2015. – № 2. – С. 34 – 38.
- 24 Дятлова Н.М., Темкина В.Я., Попов К.И. Комплексоны и комплексонаты металлов. – М: Химия, 1988.
- 25 Справочник химика: химия и химическая технология / под ред. О.Н. Григоров, П.Г. Романков и др. – М: Химия, 1944. – Т. 21. – С. 23 – 24. 80
- 26 Сергеев В.А. Комплексная переработка свинецсодержащих промпродуктов цинкового производства: дис... канд. тех. наук: 05.16.02. – Екатеринбург, 2009. – 45 – 49 с.
- 27 Шэймардан Н., Куленова Н.А., Мамяченков С.В., Анисимова О.С. Defining of specific environments of complex formation in Pb – Zn – EDTA system // Эффективное использование ресурсов и охрана окружающей среды – ключевые вопросы развития горно – металлургического комплекса: матер. IX междунар. конф., – Усть-каменогорск, 2015. – С. 267 – 272.
- 28 Шэймардан Н., Рыспаев Т.А., Мамяченков С.В., Анисимова О.С. Исследование выщелачивания свинецсодержащих промпродуктов в водных растворах органических комплексообразователей // Современные концепции научных исследований: матер. IV междунар. науч-практ. конф. – Москва, 2014. С. 57 – 59.
- 29 Пат. 29753 РК. Способ переработки материалов, содержащих свинец, серебро и цинк /Н.А. Куленова, Н. Шэймардан; опубл. 15.04.2015, Бюл. № 4. – 3 с.