

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Тау – кен металлургия институты

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

Мелс Бірлік Бегланұлы

Сульфат ерітінділерінен мырыштың экстракциясын зерттеу

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B070900 – Металлургия мамандығы

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Тау – кен металлургия институты

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

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
НАО «КазНИТУ им.К.И.Сатпаева»
Горно-металлургический институт
им. О.А. Байконурова

КОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ:

МТЖЖАМТ кафедрасының меңгерушісі
қауымд. проф., Ph.D., тех. ғыл. канд,
Чепуштанова Т.А
«03» 06 2022ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: “ Сульфат ерітінділерінен мырыштың экстракциясын зерттеу”

5B070900 - Металлургия мамандығы

Орындаған

Мелс Б.Б.

Пікір беруші
т.ғ.д., МжБИ Пирометаллургия
зертханасының меңгерушісі

Ғылыми жетекші
т.ғ.к., сениор - лектор



Квятковский С.А.
«03» 06 2022 ж.

Коныратбекова С.С.
«02» 06 2022 ж.

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Тау – кен металлургия институты

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

5B070900 – Металлургия



МІЖЖАМТ кафедрасының меңгерушісі
қауымд. проф., Ph.D., техн. ғыл. канд.

Чепуштанова Т.А

2022 ж

Дипломдық жұмысты орындауға

ТАПСЫРМА

Білім алушы: Мелс Бірлік Бегланұлы.

Тақырып: Сульфат ерітінділерінен мырыштың экстракциясын зерттеу
Университет ректорының 2021 ж "24" желтоқсан №489-П/Ө – б бұйрығымен
бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі : «28» мамыр 2022 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: Сульфат ерітінділерінен
мырыштың экстракциясын зерттеу

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Сульфат ерітінділерінен мырышты бөліп алудың әдістері қарастырылған;

б) Мырыш ерітінділерінің физика-химиялық құрамын анықтау;

в) Экстракция және реэкстракция процестерінің оптималды параметрлері
қарастырылған;

г) Реэкстракция процесінде рН -тың тәуелділігі зерттелді;

д) Жұмыстың экономикалық тиімділігі мен жұмысқа кеткен шығындарды
есептеу

ж) Жұмыс істеу кезіндегі қауіпсіздік қорғау бөлімін қарастыру;

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)




Жұмыстың тақырыбы бойынша қорытындыны қоса 12 слайд.

Ұсынылатын негізгі әдебиет 18 атаудан тұрады

Дипломдық жұмысты даярлау
КЕСТЕСІ

Бөлім атаулары, дайындалатын сұрақтардың тізімі	Ғылыми жетекшіге, кеңесшілерге өткізу мерзімі	Ескерту
Кіріспе	18.02.2022 ж	
Аналитикалық бөлім	02.03.2022 ж	
Тәжірибелік бөлім	29.04.2022 ж	
Экономикалық бөлім	12.05.2022 ж	
Еңбекті қорғау	19.05.2022 ж	
Қорытынды	26.05.2022 ж	
Норма бақылау	02.06.2022 ж	

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

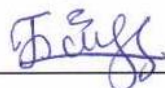
Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Экономика бөлімі	т.ғ.к., сениор-лектор, С.С. Кобыратбекова	18.05.2022	
Еңбекті қорғау	т.ғ.к., сениор-лектор, С.С. Кобыратбекова	25.05.2022	
Норма бақылау	т.ғ.к., сениор-лектор, С.С. Кобыратбекова	02.06.2022	

Ғылыми жетекші _____



Кобыратбекова С.С.

Студент тапсырманы орындауға алды _____



Мелс Б.Б.

Күні "02" 02. 2022 ж.

АҢДАТПА

Жұмыста 39 бет, 6 сурет, 10 кесте, пайдаланылған атаулар бар.

Өзекті сөздер: экстракция, реэкстракция, органикалық және су фазалары, ерітінді, экстракция дәрежесі.

Шикізат базасы, кенді қайта өңдеу тәсілдері бойынша әдеби деректерге шолу жасалды. Мырышты алу мақсатында экстракция әдістері; сулы ерітінділердегі мырыштың жағдайы қарастырылады. Экстракция және реэкстракция процестерінің оптималды параметрлері қарастырылған. Сульфат ерітінділерінен мырышты бөліп алу процесі 98 % құрайды. Мырышты сульфатты ерітінділерден бөлініп алу процесін реэкстракциялау процесінде жүзеге асырылды.

Мырыш, темір және мыс Д2ЭГФК алу дәрежесінің су фазасының рН-на, экстракция уақытына, металдардың таралу коэффициентінің рН ортаның тәуелділіктері зерттелді.

Мырыш экстракциясын зерттеу, ілеспе қоспаларды жүргізу, реэкстракциялау бойынша эксперименттік зерттеулер жүргізілді.

Алынған мәліметтер кестеде келтірілген.

Жұмыста экономикалық және еңбекті қорғау бөлімдері қарастырылған.

Бұл дипломдық жұмыстың мақсаты жер асты шаймалау ерітінділерінен мырыштың экстракциялық алынуын зерттеу болды.

АННОТАЦИЯ

Работа содержит 39 страниц, 6 рисунков, 10 таблиц, использованных названий.

Ключевые слова: экстракция, реэкстракция, органическая и водная фазы, раствор, степень экстракции.

Проведен обзор литературных данных по сырьевой базе, способам переработки руды. Методы экстракции с целью получения цинка; рассматривается состояние цинка в водных растворах. Рассмотрены оптимальные параметры процессов экстракции и реэкстракции. Процесс выделения цинка из сульфатных растворов составляет 98%. Процесс выделения цинка из сульфатных растворов осуществляется в процессе реэкстракции.

Исследованы зависимости степени получения Д2ЭГФК цинка, железа и меди от pH водной фазы, времени экстракции, pH среды коэффициента распределения металлов.

Проведены экспериментальные исследования по изучению экстракции цинка, проведению сопутствующих добавок, реэкстракции.

Полученные данные приведены в таблице.

В работе предусмотрены отделы экономики и охраны труда.

Целью данной дипломной работы было исследование экстракционного извлечения цинка из растворов подземного выщелачивания.

ANNOTATION

The work contains 39 pages, 6 figures, 10 tables, and the titles used.

Keywords: extraction, reextraction, organic and aqueous phases, solution, degree of extraction.

A review of the literature data on the raw material base, methods of ore processing is carried out. Extraction methods for the production of zinc; the state of zinc in aqueous solutions is considered. Optimal parameters of extraction and reextraction processes are considered. The process of isolation of zinc from sulfate solutions is 98%. The process of isolation of zinc from sulfate solutions was carried out in the process of reextraction.

The dependences of the degree of D2EGFC production of zinc, iron and copper on the pH of the aqueous phase, extraction time, and pH of the medium of the metal distribution coefficient are investigated.

Experimental studies have been conducted to study zinc extraction, concomitant additives, and re-extraction.

The data obtained are shown in the table.

The work includes departments of economics and labor protection.

The purpose of this thesis was to study the extraction extraction of zinc from underground leaching solutions..

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	9
1	Әдебиеттерге аналитикалық шолу	10
1.1	Табиғатта мырышты табу	10
1.2	Мырыш алу	10
1.3	Мырышты қолдану	11
1.4	Мырыш пен оның қосылыстарының қасиеттері	11
1.5	Құрамында мырыш бар шикізатты қайта өңдеу әдістері	13
1.6	Экстрагенттердің негізгі кластарының қысқаша сипаттамасы	14
1.6.1	Мырышты экстракциялау	17
2	Тәжірибелік бөлім	20
2.1	Бастапқы заттар және эксперимент жүргізу әдістемесі	20
2.2	Талдау әдістері	21
2.2.1	Темірді анықтау	21
2.2.2	Мырышты кешенді метрикалық анықтау	21
2.3	Су фазасының қышқылдығының мырыштың экстракция дәрежесіне әсері	21
3	Экономикалық бөлім	29
3.1	Амортизациялық шегерімдерді есептеу	29
3.2	Негізгі және қосымша материалдардың шығындарын есептеу	29
3.3	Электр энергиясының шығындарын есептеу	30
3.4	Суық судың шығындарын есептеу	30
3.5	Өзіндік құнның өзгерісін есептеу	31
3.6	Зерттеудің рентабельділігі мен экономикалық тиімділігін есептеу	31
3.7	Техникалық-экономикалық көрсеткіштер	32
3.8	Экономикалық бөлім бойынша қорытынды	33
4	Еңбекті қорғау	34
4.1	Еңбекті қорғау жөніндегі ұйымдастыру іс-шаралары	34
4.2	Жұмыс қауіпсіздігі бойынша техникалық іс-шаралар	34
4.3	Санитарлық-гигиеналық іс-шаралар	35
4.4	Өртке қарсы іс-шаралар	37
	Қорытынды	38
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	39

КІРІСПЕ

Ғылыми зерттеу және оқу орындарының жиналысында негізгі саяси және экономикалық міндеттерді шешуді қамтамасыз ету - ғылыми-техникалық прогресті бүкіл әлемге жеделдету қажет екендігі айтылды. Ғылым мен техниканың өндіргіш күштерді сапалы қайта құрудағы, экономиканы жан-жақты қарқындату рельстеріне ауыстырудағы, әлеуметтік өндірістің тиімділігін арттырудағы рөлін батыл көтеру. Ғылыми-техникалық дамудың әлеуметтік міндеттерді шешуге бағдарлануын күшейту [1].

Өндірістің техникалық деңгейін, ең алдымен, инвестициялық және құрылымдық саясатты қайта құру, ресурстарды ғылыми-техникалық прогрестің маңызды бағыттарына - электроника, атом энергетикасы, кешенді автоматтандыру, өндіріс технологиясы мен жаңа материалдарды өңдеуге шоғырландыру арқылы түбегейлі арттыруға қол жеткізу.

Түсті металлургияда кен базасын, қалдықсыз технология бойынша түсті ауыр түсті металдар өндірісін озық қарқынмен дамыту қажет.

Кен қорлары таусылып жатқандықтан, бұрын пайдаланылмаған кедей, стандартты емес кендер қызығушылық тудырады.

Оларды өңдеу үшін үйінді және жер асты шаймалау әдістері қолданылады, оның өнімі түсті және ауыр металдардың құрамдас бөліктері аз қышқыл ерітінділер болып табылады.

Оң техникалық - экономикалық нәтижелерден басқа, кенді жерасты шаймалауды қолдану айтарлықтай әлеуметтік нәтиже береді: кеншілердің еңбек жағдайлары жеңілдетіліп, қауіпсіз бола бастайды, металдарды тікелей кендерден алудың технологиялық процестерін автоматтандыру мүмкіндігі пайда болады, тау-кен кәсіпорындарына үлкен жер учаскелерін бөлу қажеттілігі алынып тасталады.

1 Әдеби шолу

1.1 Табиғатта мырышты табу

Мырыш табиғатта кең таралған, оның жер қыртысындағы мөлшері 0,0015 % құрайды. Ең көп таралған мырыш минералдары - мырыш алдау (сфалерит)- ZnS . Ол көптеген сульфитті кешенді кендердің құрамына кіреді. Сфалерит әдетте элементтердің қоспаларынан тұрады, көбінесе темір, бұл оның жарығын қызғылт - қоңырдан қараға дейін анықтайды [2].

Темірден басқа оның құрамында кадмий (0,1 - 0,3 %), германий, галлий, индий бар. 1:5 және одан жоғары $Fe:Zn$ қатынасында темір бар Сфалерит марматит деп аталады. Мырыш сульфиді - вюртцит аз кездеседі. Минералдар да жиі кездеседі: цинкит – ZnO , смитсонит - $ZnCO_3$, госларит – $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$.

Аз мөлшерде мырыш кейде темір кендерінде кездеседі және домна пештерінде колошник газдарының шаңында жиналады. Қалдықтардағы мырыштың мөлшері (ZnO түрінде) 30 % - ға жетеді, оны мырышты өндіру үшін пайдалануға болады.

Құрамында мырыш пен қорғасыннан басқа мыс, кадмий, асыл және сирек металдар бар қорғасын - мырыш сульфит кендері (полиметалл) ең үлкен өнеркәсіптік мәнге ие.

Бай рудалар қорының сарқылуы күрделі құрылымның кедей кендерін игеруге мәжбүр етеді, бұл сонымен қатар нашар металл шикізатын алуға әкеледі. Мәселен, 30 жылда 2 – 5 % қорғасын мен 7 – 8 % мырыштың өнеркәсіптік кендері, қазір өнеркәсіптік қайта өңдеуге 1,5 % мырыш, 1 % мырыш және 0,4 % қорғасын бар полиметалл қорғасын - мырыш кені кіреді.

Сульфидті қорғасын – мырыш кендерін бастапқы өңдеудің негізгі тәсілі мырыш, қорғасын, кейде мыс және пирит концентраттарын алу арқылы селективті флотациялық байыту болып табылады.

Елімізде құрамында мырыш бар кендердің ірі кен орындары Кенді Алтай, Орал, Оңтүстік Қазақстан, Орта Азия және Қиыр Шығыста орналасқан.

1.2 Мырыш алу

Мырышты өндірудің негізгі көзі полиметалл кендері болып табылады. Алынған мырыш концентраттарында әдетте 48 – 58 % мырыш, 1 – 2 % қорғасын, 2 % мыс, 5 – 10 % темір және шамамен 30 % күкірт болады.

Мырыш алудың негізгі өнеркәсіптік әдістері: пирометаллургиялық, тотыққан немесе күйдірілген кенді реторттарда көмірмен қалпына келтіруге негізделген, содан кейін мырыш буларын шығарып, оларды қабылдағыштарда конденсациялау; және мырыш кендерін күкірт қышқылымен өңдеу кезінде алынған ерітінділердің электролизінен тұратын гидрометаллургиялық.

1.3 Мырышты қолдану

Мырыш халық шаруашылығында кеңінен қолданылады. Оны қолданудың маңызды саласы - темір мен болатты коррозиядан қорғау (мырышталған темір), ол әлемдік мырыш өндірісінің 40 % - на дейін жұмсалады. Мырыш парағы, сондай-ақ тотықсыздандырғыш ретінде қолданылатын мырыш шаңы кеңінен қолданылады. Ол мыс, кадмий, сирек металдар, цианид ерітінділерінен - алтын, натрий гидросульфидін, органикалық қосылыстардың көптеген синтездерін алу үшін қолданылады.

Мырыш өнеркәсіпте мыс (жез) қорытпалары ретінде кеңінен қолданылады. 5 – 10 % алюминий және 5 – 10 % мыс бар антифрикциялық қорытпаларды, сондай-ақ шрифтерді құюға арналған типографиялық қорытпаларды табу барған сайын артып келеді.

Мырыш қосылыстарының кейбіреулері бояу ретінде қызмет етеді, мысалы, мырыш оксиді (мырыш ақ), литопон (барий сульфаты мен мырыш сульфидінің қоспасы). Мыс, күміспен легирленген мырыш сульфиді люминесцентті қасиеттерге ие және сульфитпен араласқан кадмий теледидар түтіктері мен экрандарын жасау үшін кеңінен қолданылады. Мырыш сульфаты мен хлориді медицинада антисептикалық агент ретінде қолданылады.

Сусыз мырыш хлориді органикалық химияда конденсацияның әртүрлі реакцияларын жүргізу кезінде көбінесе сусыздандырғыш ретінде қолданылады, ол органикалық бояғыштар өндірісінде, ағашты сіңдіру үшін кеңінен қолданылады.

Қос тұз-аммонийцианхлорид $(\text{NH}_4)_2[\text{ZnCl}_4]$ – дәнекерлеу мақсатында қолданылады.

Мырыш оксиді тері аурулары үшін пасталар, жақпа және ұнтақ түрінде қолданылады.

1.4 Мырыш пен оның қосылыстарының қасиеттері

Мырыш - көкшіл-ақ түсті ауыр түсті металл. Балқу температурасы 419,5 °С, қайнау температурасы 906 °С.

Су мырышқа дерлік әсер етпейді, дегенмен ол сутектен әлдеқайда бұрын бірқатар кернеулерде тұрмайды. Бұл сумен әрекеттескенде бетінде пайда болған мырыш гидроксиді іс жүзінде ерімейтіндігімен және реакцияның одан әрі жүруіне жол бермейтіндігімен түсіндіріледі.

Мырыштың бірқатар кернеулерде алатын орнына сәйкес, ол сутегі бөлініп, сұйылтылған қышқылдарда оңай ериді.

Мырыш азот қышқылында еріген кезде сутегі бөлінбейді, бірақ қышқылды қалпына келтіреді, ал концентрацияланған қышқыл аммиакқа сұйылтылған азот оксидтеріне дейін азаяды.

Концентрацияланған күкірт қышқылында еру сутегі емес, күкірт диоксиді бөлінуімен бірге жүреді.

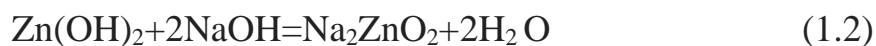
Мырыш сілтілерде, сондай-ақ аммиак пен аммоний хлоридінің сулы ерітінділерінде, әсіресе қыздырылған кезде оңай ериді. Мырыштың еру жылдамдығы сілтілерде ғана емес, қышқылдарда да оның тазалығына байланысты.

Мырыш оксиді - борпылдақ ақ ұнтақ, ақ майлы бояуды жасау үшін, медицинада және косметикада (түрлі жақпа жасау үшін) қолданылады.

Мырыш гидроксиді мырыш тұздарының ерітінділеріне сілтілердің әсерінен ақ тұнба түрінде түседі:



Тұнба қышқылдарда оңай ериді, мырыш тұздары пайда болады және артық сілтілерде цинкаттар пайда болады. Сонымен, NaOH - мен келесі реакция жүреді:



Сілтілердегі металл мырыштың еруі гидроксацинкаттардың пайда болуымен қатар жүреді, мысалы:



Мырыш гидроксиді аммиактың сулы ерітіндісінде де ериді. Бұл жағдайда күрделі иондар пайда болады $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$.

Сулы ерітіндіден ZnSO_4 мырыш сульфаты $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ құрамындағы кристалл гидраты түрінде шығарылады және осы түрінде мырыш сульфаты деп аталады. Ол бояу, гальваникалық мырыштау кезінде (электролиттің негізгі компоненті ретінде), медицинада қолданылады, сонымен қатар мырыштың басқа қосылыстарын алу үшін бастапқы зат ретінде қызмет етеді.

ZnCl_2 мырыш хлориді сусыз күйде алу қиын. Әдетте оның құрамында шамамен 5 % су мен гидросохлорид бар. Мырыш хлоридінің ерітінділері металдарды өңдеу үшін қолданылады, дәнекерлеу кезінде металл бетінен оксидтерді кетіруге көмектеседі.

Мырыш сульфиті ZnS мырыш тұздарына сілтілі металл сульфидтерінің немесе аммонийдің әсерінен алынады.



Мырыш сульфиді, сондай – ақ мырыш оксиді люминесцентті қабілеті бар заттар тобына кіреді, оларға сәулелі энергияның немесе электрондардың әсерінен суық жарқыл шығарады.

Люминесценция құбылысы ғылым мен техникада кеңінен қолданылады (люминесценттік талдау). Люминесцентті шамдар жарықтандыру үшін

қолданылады, люминесцентті экрандар - электронды-сәулелік аспаптардың маңызды бөлігі.

ZnH_2 мырыш гидридi $LiAlH_4$ -тің $Zn(CH_3)_2$ -мен және басқа мырыш қосылыстарымен әрекеттесуі арқылы алынады, элементтерге қызған кезде ыдырайтын металл тәрізді зат.

Мырыш нитридi - қара ұнтақ, аммиак тонында 600 градусқа дейін қызған кезде пайда болады; суда ыдырайды.

Мырыш карбидi - мырыш ацетилен тонында қызған кезде алынады.

1.5 Құрамында мырыш бар шикізатты қайта өңдеу әдістері

Мырыш өндірудің гидроэлектрметаллургиялық әдісі ХХ ғасырдың басынан бастап мырыш металл өнеркәсібінде қолданылады.

Қазіргі уақытта мырыштың көп бөлігі осы әдіспен өндіріледі, гидроэлектрметаллургия әдісі пирометаллургиядан қарағанда тиімдірек [3].

Құрамында мырыш бар шикізаттан гидроэлектрметаллургиялық әдіспен мырыш өндірудің бірнеше әдісі бар.

Мырыш өндірудің гидроэлектрметаллургиялық әдісі кезіндегі негізгі операциялар: мырыш концентраттарын күйдіру; мырыш күйіндісін шаймалау; ерітінділерді зиянды қоспалардан тазарту; ерімейтін анодтары бар мырыш электролиті; катодты мырышты қайта балқыту болып табылады.

Мырышты күйдіруге қойылатын талаптарға сәйкес гидроэлектрметаллургиялық зауыттарда мырыш концентраттарын күйдіру механикалық қызуы бар көп подды пештерде ұнтаққа жүзеге асырылады; өлшенген күйде және қайнаған қабатта.

Күйдірілген мырыш концентраттары шаймалауға ұшырайды, оның негізгі мақсаты мырышты ерітіндіге ауыстыру және одан ерітіндіге ауысқан және электролиз кезінде зиянды әсер ететін әртүрлі қоспалардың тұнба түрінде бөлу болып табылады.

Мырыш күйіндісі шаймалау процесі екі циклде жүзеге асырылады: бейтарап және қышқыл.

Қазіргі уақытта металлургиялық өндірістердің кондициялық емес, баланстық кендері, түрлі өнеркәсіптік өнімдері айтарлықтай қызығушылық тудырады, оларды өнеркәсіптік өндірістер тарту түсті металлургияның шикізат базасын едәуір кеңейтуге мүмкіндік береді.

Оларды өңдеу үшін үймелеп және жер асты шаймалау әдістері қолданылады.

Үйме және жер асты шаймалаудың мәні жер асты блоктарында немесе жер бетінде орналасқан кен массивін шаймалау ерітіндісімен суару, металдарды ерітін қосылыстарға ауыстыру, содан кейін оларды тауар өнімдері түрінде алу болып табылады.

Өнеркәсіптік тәжірибеде мыс және уран кендерін өңдеуге арналған үймелеу және жерасты шаймалау процестері жиі кездеседі. Сонымен қатар,

олардың отандық және шетелдік әдебиеттерінің қорғасын - мырыш кендерінің пайдалы компоненттерін алу үшін технологиялық процестерді пайдалануды қуәландыратын мысалдар жоқ.

Жоғары радиациялық өнімдер алу үшін металдарды алудың перспективті әдістерінің бірі экстракция болып табылады.

Бұл жұмыста нашар қорғасын - мырышты кендерін жерасты сілтісіздендіру өнімдерінен мырышты экстракциялық алу мүмкіндігін іздестіру бойынша нәтижелер ұсынылған.

1.6 Экстрагенттердің негізгі кластарының қысқаша сипаттамасы

1 - класс: экстрагенттер - бұл алынатын қосылыстың анион бөлігін беретін қышқылдар немесе олардың тұздары.

Осы типтегі экстрагенттер катиондар түрінде болатын металды су фазасынан алады.

Осы типтегі экстрагенттердің маңызды классы тікелей немесе тармақталған алифатты монокарбон қышқылдары (май қышқылдары). Олардың жалпы формуласы:

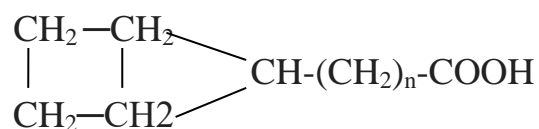


Ғылыми зерттеулер үшін $C_7H_{15}COOH$ каприл қышқылы кеңінен қолданылады. Сондай-ақ қатты алифатикалық қышқылдарды қолдануға болады, мысалы, лаурин қышқылы $C_{11}H_{23}COOH$, стеарин қышқылы $C_{17}H_{35}COOH$ және басқалары, бірақ бұл жағдайда экстракция жүйесіне экстрагентті ерітетін және органикалық фазаның сұйық күйін қамтамасыз ететін еріткіш (бензол, керосин және т.б.) енгізілуі керек.

Нафтен қышқылдары, негізінен жалпы формула үлкен қызығушылық тудырады:



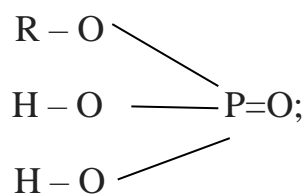
Мысалы:



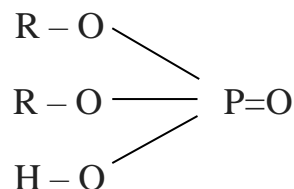
$R = 0,96:1,05$ тығыздығы бар фракциялар ең үлкен мәнге ие.

Экстрагенттер класының маңызды және кеңінен қолданылуы алкилфосфор қышқылдарының қышқыл эфирлері болып табылады.

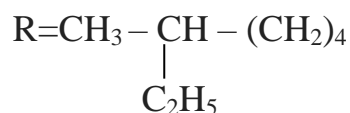
Моноалкилфосфор қышқылдары аздап қолданылды [4].



Диалкилфосфор қышқылдары айтарлықтай кеңінен қолданылады

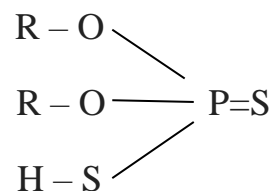


Әсіресе ди (2 - этилгексил) фосфор қышқылы Д2ЭГФК, мұндағы



(уран, индий, сирек жер элементтерін алу үшін).

Соңғы уақытта дитиофосфор қышқылының күкірт бар аналогына (2-этилгексил) айтарлықтай қызығушылық байқалады.



Күкірт атомдарының болуына байланысты бұл экстрагент Д2ЭГФК -тен айтарлықтай ерекшеленеді, атап айтқанда мыс пен никельді әлдеқайда жақсы шығарады.

2-класс: алынатын қосылыстың катиондық бөлігін беретін органикалық негіздердің тұздары (бірақ бос негіздер емес). Осы кластағы экстрагенттер Сулы ерітіндіден аниондар түрінде болатын металды алады.

Мұнда, ең алдымен, жалпы формуланың бастапқы, екінші және үшінші аминдерінің кеңінен қолданылатын тұздарын атау керек:



мұндағы А -кез-келген монобаз қышқылының анионы, мысалы Cl⁻, Br⁻.

Сульфаттар сияқты екі негізгі қышқылдың тұздарын да қолдануға болады.

Ең көп қолданылатыны - три-Н-октиламин (ТОА), әдетте ТОА·НСІ гидрохлориді түрінде қолданылады.

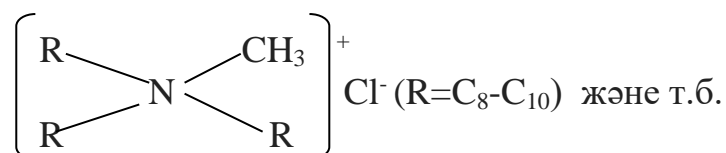
Аминдерді синтездеу кезінде практикалық мақсаттар үшін арзан олефин фракциялары қолданылады; бұл жағдайда, мысалы, триалкиламин R₃N(мұндағы R=C₇-C₉), АНП (нитропарафиндерден алынған аминдер, негізінен бастапқы) түзіледі.

Маңызды класс-төртінші аммоний негіздерінің тұздары жалпы формулалар:



Ғылыми зерттеулер үшін тетраоктиламмоний хлориді (C₈H₁₇)₄ NCl және тетраоктиламмоний бромиді (C₈H₁₇)₄ NBr кеңінен қолданылады.

Технологиялық мақсаттар үшін триалкилбензиламмоний хлориді ТАБАХ (алкил – C₇ – C₉), Аликвот – 336 қолданылады



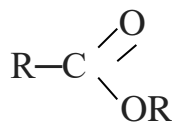
3-класс: құрамында электронодонорлы атом (оттегі, күкірт және басқалары) бар және қышқыл да, негіз де болып табылмайтын экстрагенттер. Оларды көбінесе бейтарап экстрагенттер деп атайды.

Бейтарап немесе сәл қышқыл ортадағы осы топтың экстрагенттері алынатын металға тікелей қосылады.

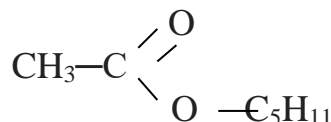
C_nH_{2n+1}ОН спирттері.

Аналитикалық мақсаттар үшін C₅H₁₁ОН азоалил спирті, технологиялық мақсаттар үшін – изооктил спирті, әсіресе 2 – этилгексаннол C₈H₁₇ОН жиі қолданылады.

Күрделі эфирлар қолданылады

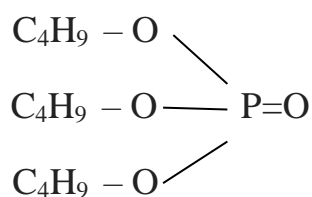


мысалы, изоаллилацетат:



(аналитикалық химиядан темір алу)

Маңызды және өте кең таралған экстрагенттер – ортофосфор қышқылының эфирлері, әсіресе три – Н-бутил фосфаты (ТБФ)



1.6.1 Мырышты экстракциялау

Сульфат, хлорид немесе фосфат ерітінділерінен мырышты экстракциялау сипатталған [5]. Қолданыстағы мырыш зауыттарында экстракция мырыштың элетролиттік бөлінуінен бұрын қоспаларды кетіру үшін ғана пайдаланылатынына қарамастан, болашақта мырышты өңдеу кезінде оны экстракциялау жүзеге асырылады деп күтуге болады. Бұл бірнеше тазалау жұмыстарын жояды.

Мырыштың экстракциясын енгізу, мырыштың сату бағасы, оның бастапқы материалдағы мазмұны және оның өнімділігіне байланысты болады.

Сульфат ерітінділерінен мырыш Д2ЭГФК экстракциясы белгілі, оны рН=1,5:5 кезінде жүргізеді, дегенмен рН төмен болған кезде қанықтыру дәрежесі рН=5 [6, 7] қарағанда едәуір төмен болады.

Мырыш пен марганецті бөлу ұсынылады, онда рН-ның қажетті мәнін сақтау үшін Д2ЭГФК натрий немесе аммоний тұзы қолданылады [6].

Мырыш күкірт қышқылымен реэкстракция арқылы алынады. Нәтижесінде мырыштың элетролиттік бөлінуіне жарамды элетролит алынады.

Хлоридті ерітінділерден мырыш экстракциясын қолдануға болады. Мырышты кадмийден бөлу үшін ТБФ экстракциясы ұсынылады [8, 9].

Мырышты кадмийден хлорид ерітінділерінен мырыш алу арқылы, жуу ерітінділерін ион алмасу арқылы өндеуден кейін бөлу жұмыстары жүргізіледі [9].

Кадмийден басқа, жуу суларында мырыш, мышьяк, аз мөлшерде қорғасын, таллий, кальций және магний бар.

Ион алмасу кезінде мышьяктан басқа барлық металдар алынады. Натрий хлоридімен элуірлеу кезінде құрамында натрий хлориді (150 г/л), кадмий (10 -20 г/л) және мырыш (5 - 10 г/л) бар элюат алынады.

Мырыштың кадмийден ең жақсы бөлінуіне рН=1,5:5 [5] Кезінде құрамында мырыш хлориді немесе кадмий (30 г/л) және натрий (100 г/л) бар сулы ерітіндіден 100 % ТБФ мырыш экстракциясымен қол жеткізіледі.

Температураның 20-дан 100 °С-қа дейін жоғарылауы Zn:Cd бөлу коэффициентінің төмендеуіне әкеледі; экстракция кезінде 15 секундтық байланыс жеткілікті. Мырыш сұйылтылған күкірт қышқылымен органикалық фазадан алынады. Қайта экстракция кезінде байланыс ұзақтығы 15 секундты құрайды. Он алты сатылы тәжірибелік қондырғыда мырыш тұндырғыш араластырғыштардың тоғыз сатысында алынады; екі сатыда натрий хлоридімен және бес сатыда реэкстракциямен жуу жүзеге асырылды.

Хлоридті ерітінділерді ТОФО көмегімен өңдеу кезінде мырыш пен кадмийдің бөлінуі ТБФ экстракциясынан нашарлау, бірақ әр металл үшін экстракция дәрежесінің мәні әлдеқайда жоғары [8].

Мырышты нафтен қышқылымен [6] немесе Versatic 911 [8, 10] алуы және оның кадмийден бөлінуі бойынша экстракцияның рН-ға тәуелді екенін, ал максималды экстракция рН=6 кезінде байқалатынын көрсететін деректер бар. Бұл жағдайда рН тепе-теңдік мәнін сақтау қажет болғандықтан, ТБФ қолдану процесі қолайлы болып саналады [9].

Бастапқы аминдер мырышты жақсырақ алады, ал екінші, үшінші және төртінші аминдер кадмийді селективті түрде алады. Үшінші аминдер кадмий үшін ең үлкен сыйымдылыққа ие. Д2ЭГФК рН=0,5:1,0 кезінде мырышты кадмийге қарағанда жақсы экстракциялайды.

Мадридтегі техникалық зерттеулер зертханасында мырыш алудың Эспиндес процесі жасалды. Мырыш алу үшін бастапқы материал хлоридпен күйдірілетін және сілтілендірілетін пиритті ұсақ зат болып табылады [10]. Экстракция процесінің бастапқы ерітіндісінде 25 - 30 г/л мырыш, темір, кадмий, мышьяк, никель, кобальт және қорғасын бар. Қайталама аммиакпен экстракция кезінде мырыш анион хлориді кешені $ZnCl_4^{2-}$ түрінде органикалық ерітіндіге өтеді. Қаныққан органикалық ерітінді алынған ерітінді мен алынған қоспаларды кетіру үшін сұйылтылған қышқылмен жуылады. Жуу ерітіндісі экстракция сатысына қайтарылады. Мырыш жуылған органикалық ерітіндіден сумен алынады. Реэкстракциядан кейін органикалық ерітінді экстракцияға қайтарылады. Құрамында мырыш (0,1 г/л) және органикалық зат (0,001 %) бар [5].

Реэкстракт құрамында мырыш және күрделі хлоридтер түзетін мыс, кадмий немесе басқа катиондардың кейбір мөлшері бар. Бұл шешім кешенді тазартудан өтеді.

Мырыш Д2ЭГФК экстракциясының екінші циклінде кадмий мен мыстан тазартылады. Бұл жағдайда ерітіндінің рН аммиакпен немесе әкпен реттеледі. Қаныққан органикалық ерітінді құрамында хлорид иондары бар су ерітіндісін кетіру үшін сұйылтылған қышқылмен жуылады. Жуылған органикалық ерітіндіден мырыш электрокозғалтқыш бөлімшесінен пайдаланылған электролитпен қайта экстрагирленеді.

Нәтижесінде мырыш (80 – 90 г/л), темір (0,002 %), хлорид (0,003 %) және 10^{-4} % - тен аз мыс, кадмий, кобальт және мышьяк бар қаныққан электролит алынады [5].

Егер Д2ЭГФК экстракциясының бастапқы құрамында темір болса, ол мырышпен бірге экстрагирленеді (бірақ қайта экстрагирленбейді).

Темірді кетіру үшін органикалық ерітіндінің бір бөлігін концентрацияланған тұз қышқылымен емдеу керек.

Темірді қышқылдан алу үшін қайталама аммиакпен экстракцияның қосымша кезеңі қажет.

2 Тәжірибелік бөлім

2.1 Бастапқы заттар және эксперимент жүргізу әдістемесі

Мырыштың бастапқы ерітіндісі судағы күкірт қышқылы 7-сулы мырыштың ілмегін еріту арқылы дайындалды.

Мырыш құрамы кешенді титрлеумен анықталды [11].

Жұмыста Ди-2-этилгексилфосфор қышқылы (Д2ЭГФК) қолданылды. Алдын ала Д2ЭГФК қоспалардан мынадай түрде тазартылды: пирофосфаттарды ортофосфаттарға ауыстыру үшін техникалық қышқыл $V_0:V_c=2:1$ және $t=25\text{ }^\circ\text{C}$ фазаларының ара қатынасы кезінде 8 сағат 6М HCl ішінде өңделді [12].

Салқындағаннан кейін органикалық фаза тазартылған сумен жуылып, 1М NaOH бейтараптандырылды. Аздаған мөлшерде NaOH қосқаннан кейін жоғарғы фазада негізінен Д2ЭГФК, ал төменгі фазада моно-2-этилгексилфосфор қышқылы (М2 – ЭГФК) болды.

Содан кейін Д2ЭГФК бірнеше мөлшерде 0,5М NaOH; 0,5М HCl және H_2O -мен жуылды.

Керосин еріткіш ретінде пайдаланылды. Д2ЭГФК концентрациясы фенолфтолеині бар сілтінің стандартты ерітіндісімен титрлеумен анықталды [11].

Д2ЭГФК мырыш сульфатын алу шыны бөлгіш воронкасында жүргізілді. Ерітінділердің рН мөлшері рН-673М рН-метрмен өлшенді.

Экстракция келесідей жүргізілді: экстрагенттердің белгілі бір мөлшері бөлгіш воронкаға орналастырылды, содан кейін зерттелетін металдың ерітіндісі ыдысқа енгізіліп, қоршаған ортаның рН-ның белгілі бір мәнін құрады.

Су және органикалық фазалардың тепе-теңдігі мен стратификациясына қол жеткізгеннен кейін рафинат бөлініп, ондағы металдың мөлшері мен ортаның рН тепе-теңдік мәні анықталды.

Су фазасындағы металдың концентрациясы комплексті метрикалық титрлеу арқылы анықталды.

Органикалық фазадағы металдың құрамы оның бастапқы ерітінді мен рафинаттағы концентрациясы арасындағы айырмашылық бойынша табылды.

Органикалық фазадан мырышты экстракциялау күкірт қышқылымен (200 г/л) жүргізілді, содан кейін мырышты реэкстрактінің аликвотты бөлігінде көлемді кешенді метрикалық титрлеу жүргізілді.

Мыс ерітіндісі $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ тұзын суда еріту арқылы дайындалды. Мыс құрамы "Вектап" фирмасының спектрофотометрінде спектрофотометриялық түрде анықталды.

Темір ерітіндісі құрамында 10 мл концентрацияланған күкірт қышқылы бар аз мөлшерде темір-амоний алюминийінің ілмегін еріту арқылы дайындалды. Ерітіндідегі темір концентрациясы сульфосалицил қышқылымен кешенометриялық әдіспен бекітілді [11].

2.2 Талдау әдістері

2.2.1 Темірді анықтау

Аликвот 2 мл стаканға салынып, 30 мл HCl (1:1) құйылды, содан кейін 10 % SnCl₂ ыстық ерітіндіге ерітінді түссізденгенге дейін тамшылармен қосылды. Барлық ерітінді 100 мл-ге дейін тазартылған сумен сұйылтылды.

Содан кейін 1-2 мл HgSO₄ ерітіндісі қосылды. Титрлеудің алдында 25 мл Кноп қоспасын, натрий дифениламин сульфаты индикаторының 1-2 тамшысын қосып, 0,1N K₂Cr₂O₇ жасылдау арқылы бөлінбейтін күлгін түсті титрледі.

2.2.2 Мырышты кешенді метрикалық анықтау

Мырыш ілмегі суықта 30 мл HCl 1:1 ерітіліп, содан кейін қыздырылған кезде бір сағаттық әйнекпен жабылды. Ерігеннен кейін стакан мен шыны сумен мұқият жуылып, ерітіндінің көлемі 200 мл-ге дейін қосылды, содан кейін шпательдің ұштарына ксиленол апельсин индикаторын қосып, сары түс таңқурайға ауысқанға дейін аммиакпен бейтараптандырылды. Содан кейін ортаның рН дәл анықтау үшін қайталама бейтараптандыру жүргізілді.

Ол үшін HCl 1:1 қайтадан ерітіндіге бояу сары түске ауысқанға дейін тамшылармен мұқият қосылды және 1:1 аммиакпен бейтараптандырылды, сонымен қатар бояу таңқурай түсіне ауысқанға дейін тамшылатып қосты.

Осыдан кейін 20 мл буферлік ерітінді құйылып, бояу сары түске ауысқанға дейін трилон Б ерітіндісімен титрленді.

2.3 Су фазасының қышқылдығының мырыштың экстракция дәрежесіне әсері

Мырыш өндіру бойынша тәжірибелер төмендегідей жүргізілді
Химиялық стаканға $1,6 \cdot 10^{-2}$ моль/л мырыш ерітіндісі, күкірт қышқылының ерітіндісі рН ортасының қажетті мәні жасалынды.

Мырыш құрамын есептеу келесі формула бойынша жүргізіледі:

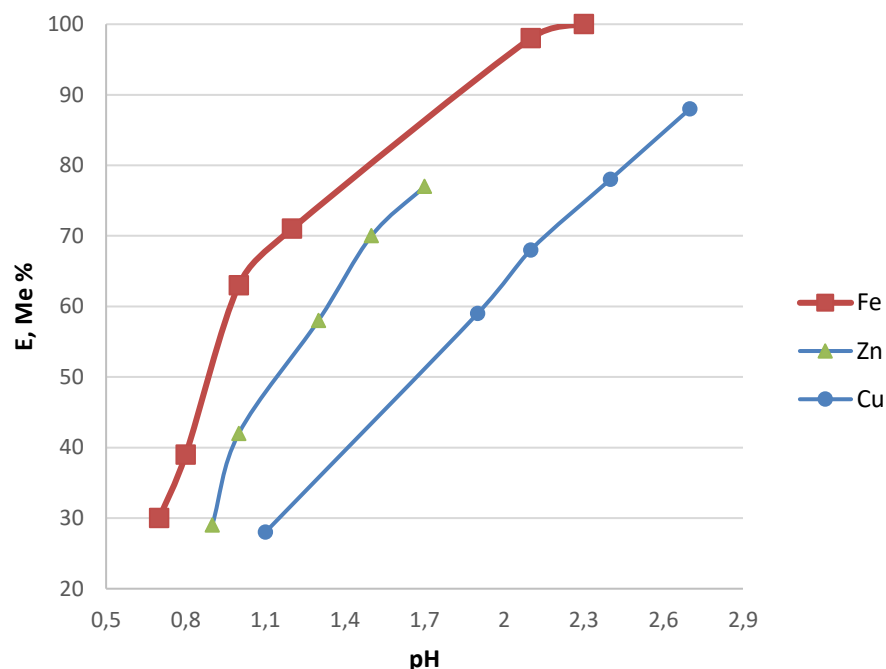
$$R = \frac{100D}{D+V_c/V_0} \quad (2.1)$$

Мұндағы: R – талданатын элементтің экстракция дәрежесі;

D = C₀:C_c – таралу коэффициенті органикалық және су фазаларындағы мырыштың аналитикалық концентрациясының қатынасына тең;

V_o және V_c – органикалық және су фазаларының көлемі.

Құрамында нашар мырыш бар кендерді жерасты шаймалау процесінде құрамында мырыш 1 - 3 г/л және 1 - 2 г/л темір бар сәл қышқыл сульфат ерітінділері [14] түзіледі. Ерітінділердің рН 0,5 - 2,5 аралығында болады. Сондықтан рН ортаның экстракция процесіне әсерін анықтау қажет.



2.1 Сурет – Мырыш, темір және мыс Д2ЭГФК алу дәрежесінің су фазасының рН-на тәуелділігі

2.1–суретте мырыштың, темірдің және мыстың экстракциясы бойынша деректер көрсетілген, олар бойынша металдардың сандық алынуы рН = 1,56 – 2,52 кезінде жүретіні көрінеді.

Сонымен қатар, темірді толығымен алу кезінде мыс алу 90 % - дан, мырыш 80 % - дан аспайды.

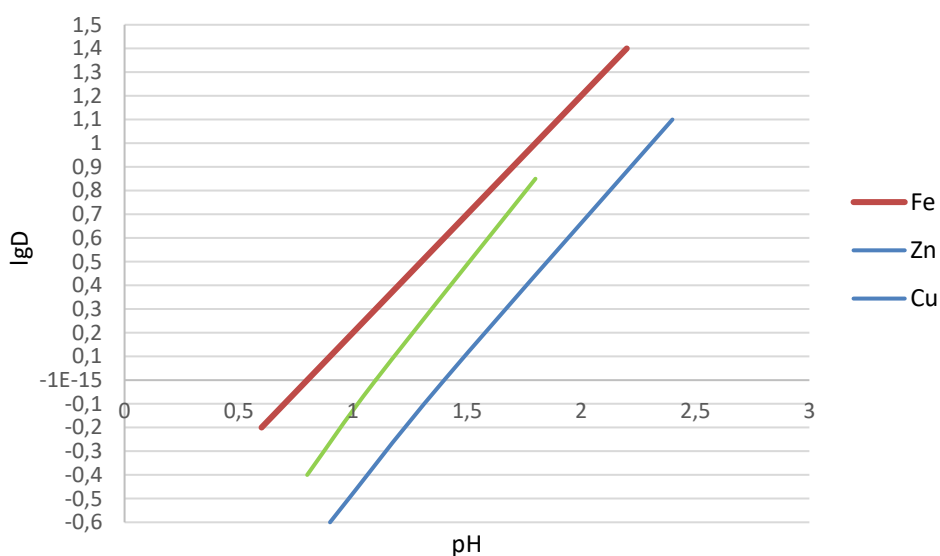
Металдар селективті түрде алынбайды, өйткені мырыш, темір және мыс бір уақытта шығарылады.

2.1 Кесте – Мырыш, темір және мыс Д2ЭГФК алу дәрежесінің су фазасының рН-на тәуелділігі: ($C_{Д2ЭГФК} = 0.5$; $V_o: V_b=1:1$; $V_0=15$ мл). $t_3 = 15$ мин.

N тәж	рН _{бастапқы}			рН _{тепе-теңдік}			E _{ме} , %		
	Zn	Fe	Cu	Zn	Fe	Cu	Zn	Fe	Cu
1	0,65	0,87	1,36	0,8	0,70	1,1	31	31,5	28
2	1,4	1,37	1,92	0,94	0,82	1,62	44	41	50
3	1,7	1,53	2,36	1,35	0,87	1,8	69	38	56

2.1 кестенің жалғасы

N _{тәж}	pH _{бастапқы}			pH _{тепе-теңдік}			E _{ме} , %		
	Zn	Fe	Cu	Zn	Fe	Cu	Zn	Fe	Cu
4	2,05	1,80	2,61	1,52	1,00	2,11	87,5	63,5	67
5	2,48	1,88	2,90	1,65	1,2	2,61	87,5	73	87
6	1,74	2,47	3,6	1,38	2,0	3,0	71	97	87
7	1,57	2,61		1,25	2,25		58,7	100	



2.2 Сурет – Металдардың таралу коэффициентінің ортаның pH-на тәуелділігі

2.2 – суретте тәуелділік логарифмдік координаттарда ($\lg D = f(\text{pH})$) ұсынылған мырыш, темір және мыс үшін түзу сызықты сипатқа ие, ол 2-ге тең, бұл металдардың (II) валенттілігімен расталады.

Бөлу коэффициенті:

$$B_{1,2} = \frac{D_{1\text{Zn}}}{D_{2\text{Fe}}}, \quad (2.2)$$

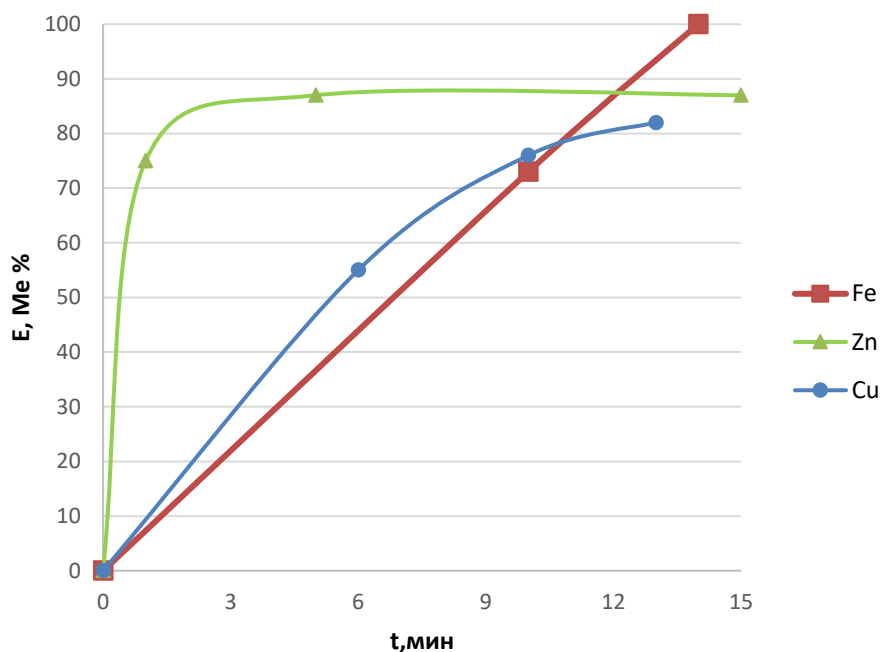
$$B_1 = \frac{7}{4} = 1,75$$

$$B_2 = \frac{7}{5,2} = 1,04$$

Алынған мәліметтерге сүйене отырып, зерттелетін металдарды экстракция сатысында бөлу іс жүзінде мүмкін емес. Сондықтан соңғы өнімдерді алу үшін металдардың селективті реэкстракциясын жүргізу шарттарын зерделеу қажет.

Өндірілетін металдардың экстракциялық экстракциясын одан әрі зерттеу үшін біз алынған нәтижелерге сүйене отырып, осы процесс туралы ең тиімді және прогрессивті деп айтуға болатын екі тәуелділікті қарастырамыз.

Фазалардың осы металдарға жанасу уақыты әртүрлі әсер етеді. Сондықтан, ең қолайлы режимді таңдау үшін біз әртүрлі уақыт аралығында тәжірибелер жүргіздік.



2.3 Сурет – Мырыш, темір және мыс алу дәрежесінің экстракция уақытына тәуелділігі

2.3 – суретте максималды экстракцияға (90 %) шамамен 5 минут ішінде қол жеткізілетіні анықталды. Экстракцияның ұзақтығын 5 минуттан артық арттыру мырыш алу дәрежесін айтарлықтай өзгертпейді.

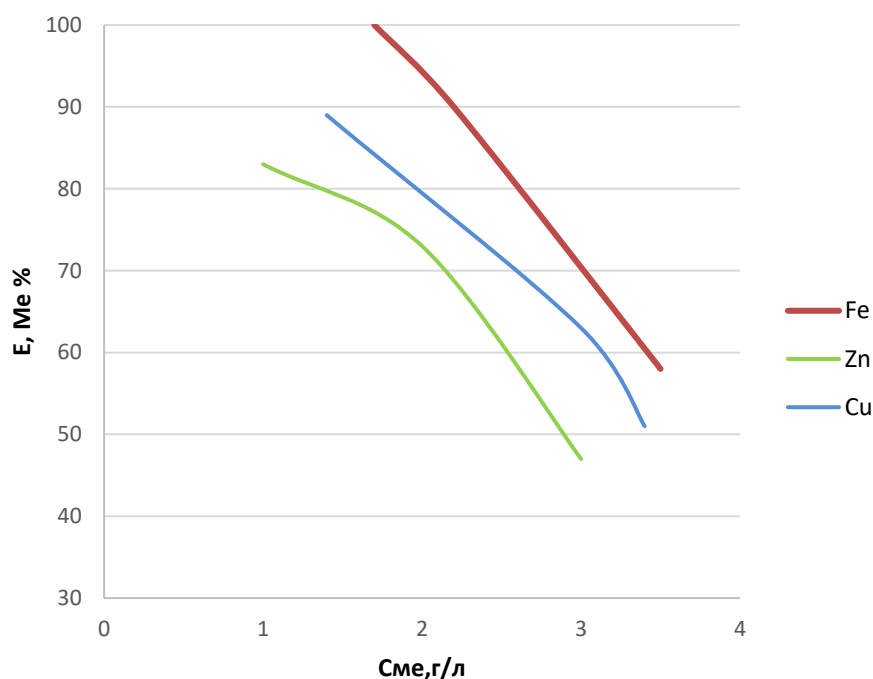
Темірдің максималды шығарылуы (100 %) фазалар 15 минут байланыста болған кезде пайда болады.

Мысты максималды алу (84 %) 10 - 15 минут ішінде жүргізілетін экстракция кезінде болады. Суреттен металдарды алудың ең үлкен пайызы эксперименттер кезінде қолданылған 5 - 15 минут уақыт аралығында болатындығын көруге болады.

Кендердің құрамы мен оларды шаймалау жағдайлары, ерітіндінің концентрациясы өзгеретіндіктен, экстракция көрсеткіштерінің металл ерітінділерінің концентрациясына тәуелділігін анықтау қызығушылық тудырады.

2.2 Кесте – Мырыш алу дәрежесінің экстракция уақытына тәуелділігі
($C_{Д2ЭГФК} = 0.5 \text{ М}$; $V_o:V_c = 1:1$; $V_o=15\text{мл}$)

$N_{тәж}$	$pH_{бастапқы}$	$pH_{тепе-теңдік}$	$t_э, \text{мин}$	Құрамында Zn, г	$E_{Zn}, \%$
1	2,28	1,6	2	0,0034	78,7
2	2,29	1,55	5	0,002	87,5
3	1,57	1,25	15	0,0066	86,7



2.4 Сурет – Мырыш, темір және мыс алу дәрежесінің металдар концентрациясына тәуелділігі

2.4 – суретте көріп отырғанымыздай, бастапқы ерітіндідегі металдар концентрациясының жоғарылауымен оның органикалық фазаға шығарылу дәрежесі төмендейді.

Сонымен қатар, мырыштың максималды шығарылуы шамамен 30 % 1 г/л-ден аз концентрацияда жетті.

2.3 Кесте – Мырыш алу дәрежесінің Д2ЭГФК металдың бастапқы концентрациясына тәуелділігі ($C_{Д2ЭГФК} = 0.5\text{М}$; $V_o:V_c = 1:1$; $t=5\text{мин.}$)

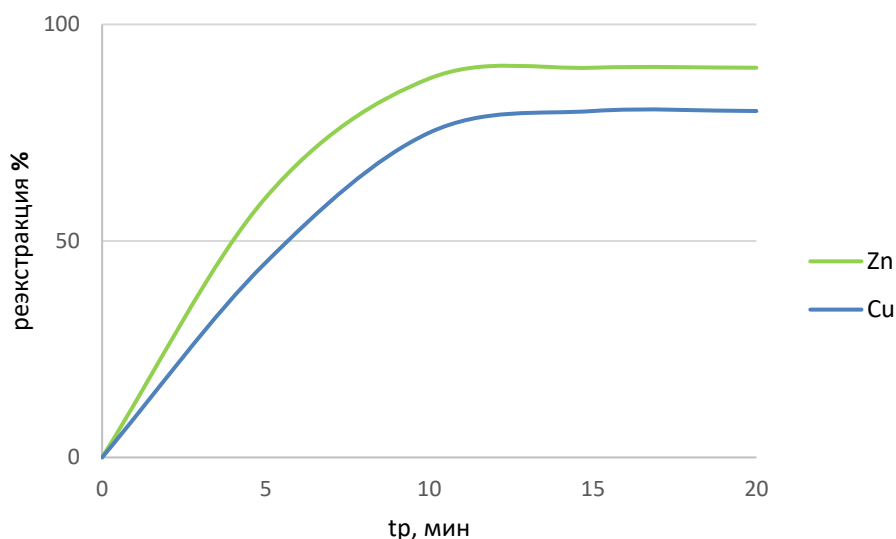
$N_{тәж}$	$pH_{бастапқы}$	$pH_{тепе-теңдік}$	Бастапқы концентрация Zn, г/л	Бастапқы құрамы Zn, г	Рафинаттағы құрамы Zn, г	$E_{Zn}, \%$
1	2,68	1,56	2,04	0,0306	0,0118	74,67
2	2,73	1,56	2,04	0,0306	0,0063	79,4

2.3 кестенің жалғасы

$N_{\text{тәж}}$	$\text{pH}_{\text{бастапқы}}$	$\text{pH}_{\text{тепелік}}$	Бастапқы концентрация Zn, г/л	Бастапқы құрамы Zn, г	Рафинаттағы құрамы Zn, г	$E_{\text{Zn}}, \%$
3	2,8	1,47	3,11	0,0466	0,0237	49,1
4	3,0	1,3	5,72	0,086	0,0389	54,7
5	2,8	1,3	5,72	0,086	0,059	31,39
6	2,6	1,3	5,72	0,086	0,0403	53,13
7	2,55	1,4	5,72	0,086	0,0397	53,83

Жер асты шаймалаудан кейінгі технологиялық схемаға сүйене отырып (аталған процестің құрғақтығы жер асты блоктарында немесе жер бетінде шаймалаушы ерітіндімен орналасқан кен массивін суарудан, металды ерітін қосылыстарға ауыстырудан және содан кейін оларды тауар өнімдері түрінде тұндырудан тұрады [14] ерітінді құрамында құнды компоненттер бар: мырыш (1-3 г/л) және темір (1-2 г/л). г/л). Әрі қарай, ерітінді экстракцияға түседі, онда осы металдар алынады.

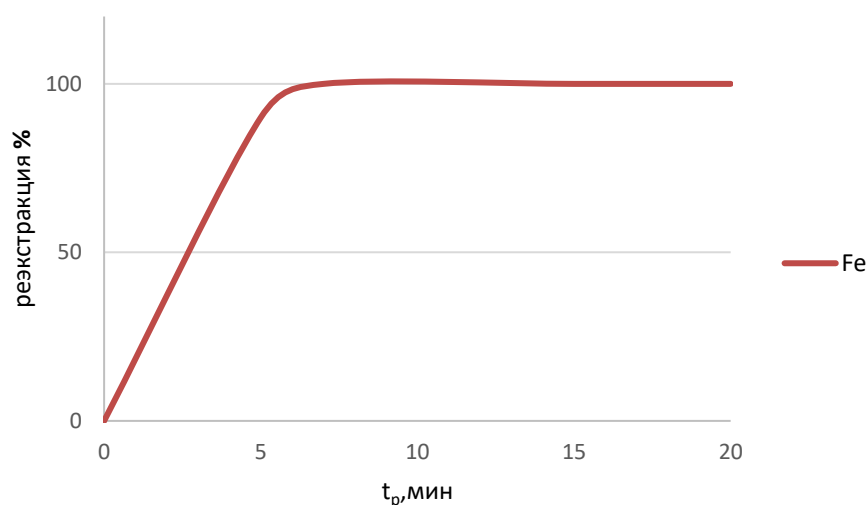
Мырыш пен мысты қайта өңдеу үшін күкірт қышқылы (200 г/л) қолданылды және екі құнды өнім алынды: мырыш сульфаты және мыс губкасы. Темір күкірт қышқылымен қайта бөлінбейтіндіктен, реэкстракция үшін тұз қышқылы қолданылды, дайын өнім түрінде хлорлы темір алынды.



2.5 Сурет – Мырыш пен мысты күкірт қышқылымен реэкстракцияның кинетикалық қисығы

2.5 – суретте алынған мәліметтер металдардың реэкстракциясы айтарлықтай жылдамдықпен жүретінін көрсетеді.

Сонымен, процестің 8 минутында 87.5 % мырыш және 10 минут ішінде 75 % мыс рэкстрактқа өтеді.



2.6 Сурет – Темірді тұз қышқылымен рэкстракциялаудың кинетикалық қисығы

2.6 – суретте кинетикалық қисық бойымен рэкстракция айтарлықтай жылдамдықпен өтетінін көруге болады.

Барлық темір 5 - 7 минут ішінде рэкстрактқа ауысты.

Экстракциялық сыйымдылықты анықтау.

Реагенттің экстракциялық сыйымдылығы - бұл заттың максималды мөлшері,

Оңтайлы жағдайда бір рет экстракция кезінде органикалық фазаға шығарылады.

Экстракциялық сыйымдылықты фазалардың тең көлемі және реагенттің жалпы санына қатысты экстрагацияланатын заттың артық мөлшері кезінде айқындаған жөн; оны г·моль/л; г/мл және басқа бірліктерде білдіруге болады.

Мырышқа арналған керосиндегі Д2ЭГФК экстракциялық сыйымдылығы әдістеме бойынша анықталды [15].

Ол үшін бөлгіш құйғышқа керосинге 20 мл Д2ЭГФК, оның концентрациясы 1 моль/л-ден асатын металл тұзының ерітіндісі енгізілді (су фазасы рН қажетті мәніне дейін алдын ала қышқылданған).

Экстракция 5 минут ішінде фазалардың тең көлемінде жүргізілді. Фазаларды стратификациялағаннан және бөлгеннен кейін металды күкірт қышқылымен (200 г/л) қайта экстракциялау жүргізілді және оның мөлшері қайта экстрактіде анықталды.

Тәжірибелер бірнеше рет жүргізілді және органикалық фазада металдың орташа мөлшерін тапты. Жүргізілген тәжірибелер көрсеткендей, мырыш үшін керосиндегі Д2ЭГФК экстракциялық сыйымдылығы 11 г/л-ге тең.

Көріп отырғанымыздай, мырыш бойынша экстрагенттің сыйымдылығы оның бастапқы өнеркәсіптік ерітіндідегі концентрациясынан 5 есе көп. Бұл факт экстрагентті толық қаныққанға дейін қайта экстракция операциясынсыз экстракция сатысында $V_o:V_e=1:1$ қатынасы кезінде шамамен 5 рет пайдалануға мүмкіндік береді. Осыдан кейін ғана мырышты органикалық фазадан қалпына келтіруге болады.

Су және органикалық фазалардың қатынасы 5:1 болған кезде мырыш алу жағдайында металды бастапқы ерітіндіден экстрагенттің сыйымдылығына жету арқылы алуға болады. Бұл ретте регенттің шығындарын азайтады.

3 Экономикалық бөлім

3.1 Амортизациялық шегерімдерді есептеу

Зертхананы жабдықтауға арналған амортизациялық шегерімдерді есептейік.

3.1 Кесте – Амортизациялық шегерімдер

Жабдықтың атауы	Қызмет көрсету мерзімі, жыл	Саны	Бағасы	Жылдық құны	Н _а , %	Амортизацияның жылдық суммасы
Конустық колба	4	10	300	3 000	25	750
Фотоколориметр «КФК-2М»	10	1	120 000	120 000	10	12 000
Тербелме	10	1	1 800	1 800	10	180
Бөлу воронкасы	4	4	1 500	6 000	25	1 500
Пипетка	4	4	200	800	25	200
Стакан	4	5	200	1 000	25	250
Бюретка	5	2	580	1 160	20	232
150М маркалы рН метр	10	1	85 000	85 000	10	8 500
Барлығы:	51	28	209 580	218 760	200	23 612

Норманы (Н_а) және амортизацияның суммасын жабдықтың қызмет ету мерзіміне байланысты келесі формулаға сәйкес анықтайтын боламыз:

$$N_a = 100 : B \quad (3.1)$$

мұндағы В – қызмет ету мерзімі.

Сонымен, жабдықтың жалпы құны – 218 760 теңге. Бір жыл ішіндегі амортизациялық шегерімдердің суммасы жабдық үшін 23 612 теңгені құрайды. Үш айға амортизациялық шегерімдердің суммасы – 5 903 теңгені құрайды.

3.2 Негізгі және қосымша материалдардың шығындарын есептеу

Тәжірибені және химиялық талдауларды жүргізу кезінде қолданылған негізгі және қосалқы материалдардың шығынын есептейміз. Ғылыми-зерттеу жұмысының барысында екі тәжірибе сынағы жүргізілгендіктен, негізгі және қосалқы материалдардың шығынынтәжірибелердің осы санына есептейміз.

Есептеу нәтижелері 3.2 – кестеде көрсетілген.

3.2 Кесте – Негізгі және қосалқы материалдардың шығыны

Материалдардың атауы	Материалдардың шығыны	Бірлік бағасы, тг	Жалпы бағасы, тг
Металл мырыш, кг	0,1	3 500	350
25 %-дық аммоний гидроксиді, дм ³	1,0	650	650
Керосин, дм ³	1,0	38	38
Октилді спирт, дм ³	1,15	1 300	195
Тазартылған су, дм ³	100	10	1 000
Мұздатылған сірке қышқылы, дм ³	0,5	750	375
37 %-дық тұз қышқылы, дм ³	0,2	560	112
ТБФ, дм ³	0,5	1 300	650
Барлығы:		8 108	3 370

Сонымен, негізгі және қосалқы материалдардың шығынын үш айға 3370 теңгені құрады.

3.3 Электр энергиясының шығындарын есептеу

Электр энергиясын тұтынады:

- фотоколориметр
- 24 сынақ үшін 65 кВт·сағ;
- тербеткі – 12 сағат жұмыс үшін 4 кВт·сағ.

Сонымен, электр энергиясының жалпы шығыны 60 кВт·сағ құрайды. 1 кВт·сағ электр энергиясының бағасы – 4,60 тг. Сонда:

$$60 \cdot 4,60 = 276 \text{ тг.}$$

Сәйкесінше, электр энергиясының шығыны – 276 тг.

3.4 Суық судың шығындарын есептеу

Суық судың шығыны 24 сынақ үшін есептеледі. Бір сынақ үшін орта есеппен алғанда 5 дм³ су жұмсалса, 24 сынақ үшін тиісінше 100 дм³ су жұмсалады. Химиялық ыдыстарды жууға кеткен су мөлшері 4 дм³.

1 дм³ суық судың бағасы – 11,8 кг, сонда:

$$0,1 \cdot 11,8 = 1,18 \text{ тг}$$

Химиялық ыдыстарды жууға кеткен су шығыны:

$$4 \cdot 11,8 = 47,2 \text{ тг}$$

Тәжірибе кезіндегі жалпы су шығыны үш ай үшін:

$$47,2 + 1,18 = 48,38 \text{ тг.}$$

3.5 Өзіндік құнның өзгерісін есептеу

Мырышты алудың өзгеруі өнім көлемінің өзгеруіне алып келеді. өзіндік құнның азаюы келесі формула бойынша анықталады [96]:

$$U = 3 \cdot \frac{(E_2 - E_1)}{E_2}, \quad (3.2)$$

мұндағы 3 – зерттеудің шығындары; E_1 – бөліп алуды арттыруға бағытталған іс-шараларға дейінгі мырышты бөліп алу, %; E_2 – жүргізілген зерттеуден кейінгі мырышты бөліп алу, %; Сонда, өзіндік құнның өзгерісі тең болады:

$$U = 151\,292,38 \cdot \frac{(99,9 - 90,94)}{99,9} = 13\,569,36 \text{ тг}$$

3.6 Зерттеудің рентабельділігі мен экономикалық тиімділігін есептеу

Рентабельділікті 10 %-ға жектізу үшін, экономикалық тиімділік:

$$\mathcal{E}_o = (3 + A) \cdot 0,1, \quad (3.3)$$

$$\mathcal{E}_o = (151\,292,38 + 77\,966,064) \cdot 0,1 = 22\,925,844 \text{ тг.}$$

Жұмыс үш айы бойы жүргізілгендіктен, экономикалық тиімділікті осы уақыт бойына есепетесек, тең болады:

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

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_o &= [151\,292,38 + 218\,760 \cdot 1,08 \cdot 0,33 \cdot (1 + 0,1)^1] \cdot 0,1 \cdot 3 : 12 = \\ &= 5\,926,37 \text{ тг.} \end{aligned}$$

10 %-дық рентабельділігі бар ғылыми-зерттеу жұмысының экономикалық тиімділігі бірінші жылдың нәтижелері бойынша:

$$22\,925,844 + 5\,926,37 = 28\,852,214 \text{ тг.}$$

10 %-дық рентабельділігі бар ғылыми-зерттеу жұмысының экономикалық тиімділігі екінші жылдың нәтижелері бойынша:

$$\Delta_0 = [Z + C_{\text{п}} \cdot I_0 \cdot 0,33 \cdot (1 + e)^2] \cdot 0,1 \cdot 3:12, \quad (3.5)$$

$$\Delta_0 = [151\,292,38 + 218\,760 \cdot 1,08 \cdot 0,33 \cdot (1 + 0,1)^2] \cdot 0,1 \cdot 3:12 = 6\,140 \text{ тг.}$$

10 %-дық рентабельділігі бар ғылыми-зерттеу жұмысының экономикалық тиімділігі екінші жылдың нәтижелері бойынша:

$$22\,925,844 + 6\,140,7 = 29\,066,544 \text{ тг.}$$

Өнім бірлігіне жобаның өзін-өзі ақтау мерзімін келесі формула бойынша есептейміз:

$$T = K : U, \quad (3.6)$$

мұндағы K – біруақыттағы шығындар; U – өзіндік құнның өзгерісі.

$$T = 218\,760 / 13\,569,366 = 2,68 \text{ жыл.}$$

Сонымен, жобаның өзін-өзі ақтау мерзімі – 2,68 жыл.

3.7 Техникалық - экономикалық көрсеткіштер

Есептелген мәліметтердің негізінде осы ғылыми-зерттеу жұмысын сипаттайтын негізгі техникалық-экономикалық көрсеткіштердің кестесін құрастырамыз [16].

3.3 Кесте – Ғылыми-зерттеу жұмысының техникалық-экономикалық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Мәні
Бастапқы ерітіндідегі мырыштың үлесі, г/дм ³	5,3
Рафинаттағы мырыштың үлесі, г/дм ³	0,01
Мырышты бөлім алу, %	99,9
Жабдыққа жұмсалған басты шығындар, тг	218 760
Зерттеу шығындары, тг	151 292,38
Жалақы мен шегерімдер, тг	139 425
Зерттеудің жинақтары, тг	77 966,064
Зерттеудің бірінші жылдағы жинақтары, тг	85 762,67
Зерттеудің екінші жылдағы жинақтары, тг	94 338,93

3.3 кестенің жалғасы

Көрсеткіштер	Мәні
Жобаның құны, тг	229 258,44
Жобаның бірінші жылдағы құны, тг	237 055,05
Жобаның екінші жылдағы құны, тг	245 631,05
Өзін-өзі ақтау мерзімі, жыл	2,68
Бірінші жылдағы 10%-дық рентабельділікпен экономикалық тиімділік, тг	28 852,214
Екінші жылдағы 10%-дық рентабельділікпен экономикалық тиімділік, тг	29 066,544

3.8 Экономикалық бөлім бойынша қорытынды

Эксперименттік мәліметтерді математикалық өңдеудің математикалық өңдеудің жоғарыда келтірілген нәтижелері алынған тәуелділіктердің барлығы полиноминалды формада екенін көрсетті, яғни көрсеткіштері 0 мен 6 аралығында болатын көпмүшелік дәрежелерінен тұрады, сонымен қатар, аппроксимация коэффициенті барлық жағдайларда бірлікке тең, бұл біз таңдаған математикалық теңдеулердің нөлге тең екендігін көрсетеді. Мұндай теңдеулер оларды оңтайландыру үшін күрделі болып табылады, яғни алынған функциялардың экстремумдарын іздестіру үшін арнайы бағдайлама құру қажет. Математикалық теңдеулерді оптимизациялай отырып, процессті жүргізудің оңтайлы шарттарын анықтауға болады, сәйкесінше, экономикалық есептеулер үшін оңтайлы мәліметтер алуға болады. Экономикалық шығындардың есептеулері шығындардың негізгі бөлігін басты шығындар мен ғылыми-зерттеу жұмысының орындаушыларының жалақысы құрайтынын көрсетті. Жұмыстың 10 %-дық рентабельділігі жағдайындағы экономикалық тиімділік бірінші жылдың нәтижелері бойынша – 28 252,214 теңгені, екінші жылдың нәтижелері бойынша – 29 066,544 теңгені құрайды. Ғылыми-зерттеу жұмысының өзін-өзі ақтау мерзімі – 2,68 жылды құрайды.

4 Еңбекті қорғау

4.1 Еңбекті қорғау жөніндегі ұйымдастыру іс-шаралары

Қалыпты жұмыс күні 7 сағатқа созылады.

Жұмыс күнінің белгіленген ұзақтығы шеңберіндегі жұмыс уақыты және демалуға арналған үзілістер регламенттеледі.

Ауыспалы еңбек пен демалыстың екі түрі қолданылады.

1) жұмыс күні ішінде ұзақтығы жарты сағаттан екі сағатқа дейінгі бір жалпы үзіліс (түскі ас);

2) демалу үшін тағы бірнеше шағын үзілістер.

Қазақстан Ғылым академиясының металлургия және байыту институтында химиялық заттармен тікелей байланысты қызметкерлер үшін бес күндік 36 сағаттық жұмыс аптасы және жеті сағаттық жұмыс күні қабылданды.

Еңбекті қорғау талаптарының орындалуын: директордың ғылыми бөлім жөніндегі орынбасарына бағынатын қауіпсіздік техникасы жөніндегі аға инженер және өрт қауіпсіздігі жөніндегі аға инспектор бақылайды.

Химиялық зертханаларда еңбекті қорғау талаптарының орындалуына директордың ғылыми жұмыстар жөніндегі орынбасары, зертхана меңгерушілері, тікелей жергілікті жерлерде - топ басшылары жауапты болады.

Еңбекті қорғау жөніндегі жұмыс персоналына нұсқама Қтот-ға сәйкес жүргізіледі және бірнеше кезеңнен тұрады.

Кіріспе нұсқаулық қауіпсіздік техникасы бойынша аға инженер болып жұмысқа қабылданған кезде жүргізіледі, ұзақтығы 4-5 сағат;

Жұмыс орнындағы нұсқаманы зертхана меңгерушісі жүргізеді.

Ағымдағы нұсқама жұмыс істеушілердің жұмыста қауіпсіз тәсілдерді қолдануын бақылау және анықталған бұзушылықтарды жою болып табылады.

Қайталама нұсқама мерзімді түрде, сондай-ақ бұзушылықтар мен жазатайым оқиғалардан кейін жүргізіледі.

Жедел нұсқама топ басшысының жаңа жұмысты орындауы кезінде жүргізіледі.

Оқу аяқталғаннан кейін білім тексеріледі және оның нәтижелері арнайы құжатта жазылады, онда оқушы ережелерді білуіне қол қояды.

Сонымен қатар, ИМиО-да плакаттар, қабырға газеттері түрінде еңбекті қорғауды насихаттау жүргізіледі, сметалар жасалады және еңбекті қорғау жөніндегі әрбір рейдтен кейін бұйрықтар шығарылады.

4.2 Жұмыс қауіпсіздігі бойынша техникалық іс-шаралар

Өндірістік қауіп-қатерлер механикалық зақымдануды тудыратын машиналардың қозғалмалы бөліктерімен; электрлік зақымдануға әкелуі мүмкін электр жабдықтарымен; қатты қыздырылған заттармен және күйік тудыратын жалынмен; зиянды заттардың әсерімен жасалады.

Бұл дипломдық жұмысты орындау кезінде тұз қышқылы, күкірт қышқылы сияқты зиянды заттар қолданылды, бұл қышқылдар минералды сыныпқа жатады.

Сондай-ақ, жұмыста аммиак, каустикалық сода қолданылды.

Адам ағзасына әсер ету дәрежесі бойынша зиянды заттар 4 сыныпқа бөлінеді:

- 1) өте қауіпті заттар
- 2) жоғары қауіпті заттар
- 3) орташа қауіпті заттар
- 4) аз қауіпті заттар

Электр аспаптарымен, атап айтқанда, электр плитасымен, рН – метрмен, техникалық таразылармен жұмыс істеу процесінде. Жұмыс барысында жұмыс істемейтін электр құрылғыларын пайдаланбау қажет, өйткені электр тоғының адам ағзасына әсері әртүрлі электр жарақаттарын тудыруы мүмкін: электр соққысы, күйік, теріні металдандыру.

Барлық жағдайларда электр қондырғыларын жоғары сапалы орындау және оларды мерзімді бақылау, оқшаулаудың сапалы күйін сақтау, қызметкерлердің жоғары тәртібі және қауіпсіздік ережелерін орындау қажет.

4.3 Санитарлық - гигиеналық іс-шаралар

Барлық кәсіпорындар мен мекемелер жұмыстың зиянды жағдайларын жою немесе азайту, жазатайым оқиғалардың алдын алу және жұмыс орындарын тиісті санитарлық-гигиеналық жағдайда ұстау үшін жеке өндіріс бойынша жалпы және арнайы міндетті қаулыларға сәйкес қажетті шараларды қабылдауы керек .

Әкімшілік жұмысшылардың өміріне немесе денсаулығына тікелей қауіп төндіретін жағдайларды жою үшін шұғыл шаралар қабылдауға міндетті, тіпті егер бұл шаралар қолданыстағы қауіпсіздік техникасы мен өндірістік санитария ережелерінде көзделмеседе.

Химиялық зертханаларда қышқылдар, сілтілер, тұздар және басқа химиялық реактивтер күнделікті қолданылады.

Сонымен қатар, зертханалардағы ауа шаңмен, газдармен және т.б. осындай заттармен ластануы мүмкін. Шаңның ағзаға әсері оның құрамы мен шығу тегіне байланысты. Улы емес шаң, денеге зиянды әсер етуі мүмкін, теріні, көзді, қызыл иекті, құлақты тітіркендіреді. Өкпеге еніп, шаң белгілі бір кәсіби ауруларды тудыруы мүмкін.

Химиялық реагенттердің адам ағзасына әсері нәтижесінде улану пайда болады.

Улы заттар ағзаға үш жолмен енеді: тыныс алу жолдары, ас қорыту жолдары және тері арқылы.

Өндірістік қауіптер мен кәсіптік зияндылықтар:

- микроклимат (қалыптан тыс температура, ауа ылғалдылығы, жобалармен, қалыптан тыс атмосфералық қысым);
- ауаның зиянды заттармен ластануымен;
- жылу, ультракүлгін сәулелер, электромагниттік өрістер;
- шу мен сілкіністер;
- электр тоғымен.

Санитарлық-гигиеналық тұрғыдан, сондай-ақ жұмыс қауіпсіздігіне байланысты желдету мәселелерін шешудің маңызы зор.

Желдету ұйымдастырылған ауа алмасу - қалыпты метеорологиялық жағдайларды жасау, әртүрлі жұмыстар мен технологиялық операцияларды орындау кезінде пайда болатын зиянды заттарды жою үшін қолданылады.

Мақсатына байланысты желдету жабдықтау және шығару болуы мүмкін.

Ауаны жылжыту әдісіне байланысты желдету табиғи және механикалық болуы мүмкін.

Табиғи желдету кезінде ауа қозғалысы табиғи факторлардың әсерінен болады (температура мен жел қысымы).

4.4 Өртке қарсы іс-шаралар

Өрт – адамның өмірі мен денсаулығына, қоғам мен мемлекетке зиянын тигізетін, қоршаған ортаға үлкен материалдық зақым келтіретін, қоршаған ортадағы заттардың бақылаусыз жануы.

Өрттің себебі әртүрлі өндірістік жабдықты пайдалану ережелерін сақтамау, заттар мен материалдардың өздігінен жануы, статикалық электр разрядтары, найзағай разрядтары, отты абайсыз пайдалану болып табылады.

Құрылымдық материалдарды таңдау өрттің алдын алу үшін маңызды.

Өрт туындаған кезде өрт сөндіру командасы келгенге дейін дереу қолда бар тиісті сөндіру құралдарын іске қосу керек. Отқа қауіпті материалдар мен құнды жабдықтарды эвакуациялау, электр энергиясын, жанғыш заттарды өшіру, өрт таралуы мүмкін коммуникацияларды жабу қажет.

Өрт сөндірумен айналысып жатқан адамдарды өрттің әсерінен жоғары температура, жылулық сәулелену және газ тәрізді жану өнімдерінен қорғау шараларын ұйымдастыру маңызды шара болып табылады.

Әр түрлі қатты, сұйық және газ тәріздес заттар үшін қолданылатын өрт сөндіру құралдарының әсері жоғары болуы тиіс – өрт сөндіруді тез тоқтату, жану кезінде барынша аз шығын болуын, адам ағзасына зиян келтірмеуін қамтамасыз етуі қажет.

Отқа төзімді заттар ретінде су, инертті газдар, химиялық және ауа-механикалық көбік, қатты көмірқышқыл газы, құм, арнайы ағындар қолданылады.

Өртке қарсы сумен жабдықтау - өрт орнына су беруге арналған құрылғылар кешені. Спринклерлік қондырғылар өртті жергілікті сөндіру және тамшылатып ағу арқылы оқшаулау үшін қызмет етеді.

Дренаж жабдықтары негізінен ғимараттың периметрі бойынша өрттің таралуына жол бермейтін су перделерін жасау үшін қолданылады.

Өрт сөндіргіштер-түрлі от сөндіргіш заттармен басталған өрттерді сөндіру үшін қолданылатын аппараттар.

Сұйық өрт сөндіргіштер тұздардың су ерітіндісінің ағынын береді; көбік-химиялық көбік; газ-көмірқышқыл газы; құрғақ – минералды тұздардың ұнтақ қоспасы

ҚОРЫТЫНДЫ

Зерттелетін тақырып бойынша әдебиеттерге талдау жасалды. Бай рудалар қорының сарқылуы күрделі құрылымның кедей кендерін игеруге тартуға мәжбүр ететіні анықталды, бұл сонымен қатар кедей металл шикізатын алуға әкеледі.

Геотехнологиялық процестердің бір түрі - кедей кендерден пайдалы компоненттерді жер астында сілтісіздендіру қаралды. Құнды элементтерді одан әрі алу үшін экстракция әдістерін қолданған жөн.

Эксперимент жүргізу әдістемелері мен талдау әдістемелері таңдалды және игерілді. Д2ЭГФК оның оң технологиялық қасиеттері негізінде экстрагент ретінде пайдаланылды.

Сульфат ерітінділерінен темір, мырыш және мыс алу зерттелді. Мырыш, темір және мыс жақын рН мәндерінде алынады. Металдар селективті түрде алынбайды, өйткені оларды бір уақытта алу жүреді.

Металдардың реэкстракция шарттары зерттелді, бұл олардың толық бөлінуіне қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Мырышты экстракциялық алуды автоматтандырудың принципті схемасы әзірленді.

Экономикалық бөлімде зерттеу шығындарын сапалы бағалау берілген.

"Еңбекті қорғау" бөлімінде еңбекті қорғау жөніндегі ұйымдастыру іс-шаралары сипатталған. Улы заттардың сипаттамалары, табиғи желдетуді есептеу келтірілген.

Зерттеу нәтижелері гидрометаллургиялық әдістер зертханасында жылдық есепті ресімдеу және мақала жазу үшін пайдаланылатын болады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Сейдалы А.С. Современное состояние и перспективы развития свинцово-цинковой отрасли Казахстана. Аналитический обзор. – Алматы: Казгос ИНТИ, 2000. – 38 с
- 2 Студенцов В.В. Клец А.Н. Горно-металлургический комплекс РК.КН. 2 – Алматы: М-во геологий и охраны природных ресурсов РК, 1998. – 86 с
- 3 Ю.Н.Матвеев, В.С.Стрижко «Технология металлургического производства». Учебник для вузов.- М.: Металлургия, 1986, 368с.
- 4 Разработка комплексной технологии переработки труднообогатимых свинцово-цинковых руд Жайремского месторождения. Конкурсная работа. – Алматы: Казмехано ВНИИЦветМЕТ, 1986. – 52 с.
- 5 Патент 2028293 США. Method for solvent extraction of zinc / Boateng D.A.D. – № 603065; Заявл. 25.10.1990; Опубл 04.08.1992.
- 6 Chaudhury G.R.; Bhaskar Sarma P.V.R.; Sahoo P.K. Обработка раствора щелока, содержащего цинк в смесителе-отстойнике, используя ди фосфорную кислоту.
- 7 Смойлов Ю.М., Левин Н.С. Экстракция цинка из аммиачных растворов ди-2-этилгексилфосфорной кислотой // Журнал неорганической химии. – 1981. – Т.26. – №11. – С. 3039 – 3043.
- 8 "Сульфат цинка". Национальная библиотека США, 2017
- 9 Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии.- М.: Химия, 1983
- 10 Миронов В.Е., Пашков Г.Л., Ступко Т.В., Пашков Д.Г. Аммиачная гидрометаллургия. – Новосибирск: Наука, 2001. –196 с
- 11 Kordosky G.A., Sierakosky J.M., Virning M.J., Mattison P.L. Gold Solvent Extraction From typical Cyanide solution // Hydrometallurgy. – 1992
- 12 Золотов Ю.А., Иофа Б.З., Чучалин Л.К. Экстракция галогенидных комплексов металлов. – М.: Наука, 973. – 379 с.
- 13 Золотов Ю.А. Экстракция внутрикомплексных соединений.- М.: Недра, 1968. – 314 с
- 14 Основы жидкостной экстракции / Под ред Ягодина Г.А. –М.: Металлургия, 1981. – 45 с
- 15 Популярная библиотека химических элементов. М., Наука, 1977
- 16 Усольцева Г.А., Байконурова А.О., Букин В.И., Романов Л.Г. О разделении Pb и Zn на стадии реэкстракции из органической фазы олигомеров алкилфенолов // Комплексное использование минерального сырья, 2001. – № 5. – С. 64 – 65.
- 17 Злобинский Б.М. Охрана труда в металлургии. Изд. 2 – ое. Металлургия, 1975. 536 с.
- 18 Вредные вещества в промышленности. Справочник // Под. Ред. Н.В. Лазарева. Ч.1,2 – Л. Химия, 1971 16 Шокобаев Т.Д. Дипломное проектирование //Методическое указание по экономическому обоснованию дипломных проектов. – Алматы: КазННТУ, 1996.

