

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

"Қ.И.Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті" коммерциалық
емес акционерлік қоғамы

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау – кен металлургия институты

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

Жұмабай Шынғыс Ерікқанұлы

Сулы ерітінділерден мырышты әр түрлі экстрагенттермен алу

МАГИСТРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ

7M07204 – «Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту»

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

"Қ.И.Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті" коммерциалық
емес акционерлік қоғамы

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау – кен металлургия институты

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

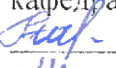
ӘОЖ 669.53 (043)


Қолжазба құқығында

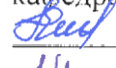
Жұмабай Шынғыс Ерікқанұлы

Магистр академиялық дәрежесін алу үшін
МАГИСТРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ

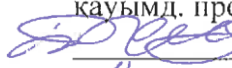
Диссертация атауы «Сұлы ерітінділерден мырышты әр түрлі экстрагенттермен алу»
Дайындық бағыты 7M07204 – «Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту»

Ғылыми жетекші
т.ғ.к., МПЖЖАМТ
кафедрасының аға оқытушысы
 Коныратбекова С.С.
«14» 06 2023 ж.

Рецензент
т.ғ.к. «Гидрометаллургияның
арнайы әдістері» зертханасының
меңгерушісі
 Қойжанова А.Қ.
«14» 06 2023 ж.

Норма бақылаушы
т.ғ.к., МПЖЖАМТ
кафедрасының аға оқытушысы
 Коныратбекова С.С.
«14» 06 2023 ж.

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

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
Кафедра меңгерушісі МПЖЖАМТ
қауымд. проф., Ph.D., тех.ғыл.канд,
 Чепуштанова Т.А.
«14» 06 2023 ж.

Алматы 2023

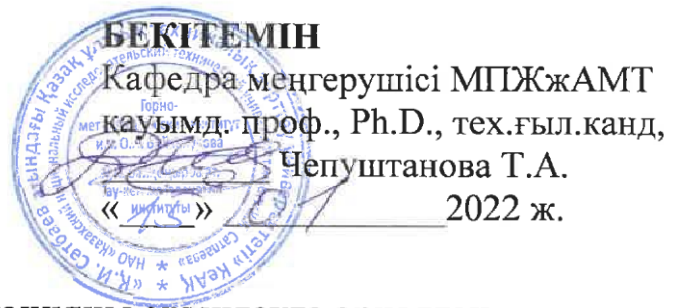
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

"Қ.И.Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті"
коммерциалық емес акционерлік қоғамы

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау – кен металлургия институты

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

7M07204 – «Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту»



**Магистрлік диссертацияны орындауға арналған
ТАПСЫРМА**

Магистрант Жұмабай Шынғыс Ерікқанұлы

Тақырыбы Сулы ерітінділерден мырышты әр түрлі экстрагенттермен алу
Университет Ректорының 2021 жылғы "02" қараша №1779 – Мбұйрығымен
бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «15» маусым 2023 ж.

Магистрлік диссертацияның бастапқы деректері: мырыштың шикізат қоры
жайлы деректер, диссертация тақырыбы жайлы ғылыми әдебиеттер.

Магистрлік диссертацияда қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) сулы ерітінділерден мырышты экстракциямен бөліп алу тәсілдерің
қарастыру;

б) мырышты сулы ерітінділерден экстракциясын анықтау;

в) еңбек қорғау және қауіпсіздік сұрақтарын қарастыру;

г) жұмыстың экономикалық шығындарын есептеу.

Графикалық материалдар тізімі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып):

Жұмыстың тақырыбы бойынша қорытындыны қоса 15 слайд.

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер:

1 Букин В.И., Едильбаева Г.И., Нуркин Б.К., Ибраева Л.С.,
Байконурова А.О., Усольцева Г.А. Экстракция ванадия из промышленного
продукта феноламиноформальдегидной смолой // Тр. Междунар.
симпозиума, посвященного 100-летию со дня рождения К.И. Сатпаева. –
Алматы. 1999.

2 Нуркин Б.К., Усольцева Г.А., Байконурова А.О. Применение
хелатообразующих реагентов в гидрометаллургии цветных и редких
металлов. – Алматы: КазННТУ, 2001.


Магистрлік диссертацияны даярлау
КЕСТЕСІ

Бөлімдердің атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімі	Ескерту
Аналитикалық бөлім	12.03.2023 ж.	
Тәжірибелік бөлім	01.05.2023 ж.	
Еңбекті қорғау	08.04.2023 ж.	
Экономикалық бөлім	15.05.2023 ж.	
Қорытынды	22.05.2023 ж.	
Норма бақылау	12.06.2023 ж.	


Аяқталған магистрлік диссертация үшін, оған қатысты бөлімдердегі
диссертациялар кеңесшілері мен норма бақылаушысының аяқталған қойған
қолдары

Бөлімдердің атауы	Консультанттар, аты- жөні (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Аналитикалық бөлім	т.ғ.к., аға оқытушы Коныратбекова С.С.	12.03.2023 ж.	
Тәжірибелік бөлім	т.ғ.к., аға оқытушы Коныратбекова С.С.	01.05.2023 ж.	
Еңбекті қорғау бөлімі	т.ғ.к., аға оқытушы Коныратбекова С.С.	08.05.2023 ж.	
Экономикалық бөлім	т.ғ.к., аға оқытушы Коныратбекова С.С.	15.05.2023 ж.	
Қорытынды	т.ғ.к., аға оқытушы Коныратбекова С.С.	22.05.2023 ж.	
Норма бақылау	т.ғ.к., аға оқытушы Коныратбекова С.С.	12.06.2023 ж.	

Ғылыми жетекші

 Коныратбекова С.С.

Білім алушы тапсырманы орындауға алды

 Жұмабай Ш.Е.

Күні

" 15 " 01 2022 ж.

АНДАТПА

Қазіргі уақытта мыс, уран және сирек элементтерді алудың экстракциялық әдістері алыс шет елдердің металлургия өнеркәсібінде кеңінен қолданылады. Мырышты экстракциялық бөліп алудың әдістері өнеркәсіптік қолданыс тапқан жоқ, дегенмен жақында оларға деген қызығушылық артып, металлургия өнеркәсібі дамыған елдерде осы бағыттағы зерттеулер жүргізілуде.

Сулы ерітінділерден мырышты экстракциямен бөліп алу әдісі су ерітінділерінен органикалық экстрагенттермен заттарды бөліп алу саласына жатады және оны түсті және қара металлургияда, сондай-ақ өнеркәсіптік ағындарды тазарту үшін пайдалануға болады.

Гидрометаллургиялық өндіріс ерітінділерінен мырышты экстракциямен бөліп алу үшін, оның ішінде сұйылтылған су ерітінділері (сілтілеу ерітінділері, кеніш және сарқынды сулар) үшін изокарбон қышқылдары, ди-2-этилгексилфосфор қышқылы (Д2ЭГФК) және оның трибутилфосфаты (ТБФ) бар қоспалары, сондай-ақ басқа да қосылыстар ұсынылған. Қышқыл сульфат ерітінділерінде мырыш екі валентті катион түрінде болғандықтан, катион алмасу механизмі арқылы металдарды шығаратын реагенттер оны органикалық фазаға шығаруға жарамды.

АННОТАЦИЯ

В настоящее время широкое применение в металлургической промышленности стран дальнего зарубежья нашли экстракционные методы извлечения меди, урана и редких элементов. Экстракционные методы выделения цинка промышленного применения не нашли, хотя в последнее время интерес к ним возрастает и исследования в этом направлении проводятся во странах развитой металлургической промышленности.

Способ экстракции цинка из водных растворов относится к области извлечения веществ органическими экстрагентами из водных растворов и может быть использован в цветной и черной металлургии, а также для очистки промышленных стоков.

Для экстракционного извлечения цинка из растворов гидрометаллургических производств, в том числе разбавленных водных растворов (растворы выщелачивания, рудничные и сточные воды) предложены изокарбоновые кислоты, ди-2-этилгексил-фосфорная кислота (Д2ЭГФК) и ее смеси с трибутилфосфатом (ТБФ), а также другие соединения. Поскольку в кислых сульфатных растворах цинк находится в форме двухвалентного катиона, то для его извлечения в органическую фазу пригодны реагенты, экстрагирующие металлы по катионообменному механизму.

ABSTRACT

Currently, extraction methods for the extraction of copper, uranium and rare elements are widely used in the metallurgical industry of non-CIS countries. Extraction methods of zinc extraction have not found industrial application, although recently interest in them has been increasing and research in this direction is being conducted in many countries of the developed metallurgical industry.

The method of zinc extraction from aqueous solutions relates to the extraction of substances by organic extractants from aqueous solutions and can be used in non-ferrous and ferrous metallurgy, as well as for the treatment of industrial wastewater.

Isocarboxylic acids, di-2-ethylhexylphosphoric acid (D2EGFC) and its mixtures with tributyl phosphate (TBF), as well as other compounds have been proposed for the extraction of zinc from solutions of hydrometallurgical industries, including dilute aqueous solutions (leaching solutions, mine and wastewater). Since zinc is in the form of a divalent cation in acid sulfate solutions, reagents extracting metals by the cation exchange mechanism are suitable for its extraction into the organic phase.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Әдебиеттің аналитикалық шолуы	10
1.1 Мырыш шикізат қоры	10
1.2 Экстракциялық процестердің жалпы түсініктері мен терминдері	11
1.3 Сулы ерітінділерден мырышты экстракциямен бөліп алу	12
1.4 Әдеби шолу қорытындылары	16
2 Тәжірибелік бөлім	17
2.1 Сулы ерітінділердегі мырыштың күйі	17
2.2 Эксперимент жүргізу әдістемесі	21
2.2.1 Реагенттер мен материалдар	21
2.2.2 Сулы ерітінділердегі мырышты анықтау	23
2.3 Сулы ерітінділерден мырыштың экстракциясы	24
2.3.1 Мырыштың Яррезин Б экстрагентімен экстракциясына сулы ерітінділердің рН әсері	26
2.3.2 Мырыштың каприл қышқылымен экстракциясына сулы ерітінділердің рН әсері	27
2.3.3 Мырыштың лауриламинмен экстракциялануына сулы ерітінділердің рН әсері	28
2.3.4 Мырыштың трибутилфосфатпен экстракциясына сулы ерітінділердің рН әсері	29
2.3.5 Тұз қышқылды ерітінділерден мырышты трибутилфосфатпен экстракциялау	30
2.3.6 Экстракция ұзақтығының әртүрлі типтегі экстрагенттермен мырыш алуға әсері	32
2.4 Алынған ерітінділерден мырышты реэкстракциялау мүмкіндігін анықтау	36
2.5 Эксперименттік бөлім бойынша қорытындылар	37
3 Еңбекті қорғау және қауіпсіздік бөлімі	39
3.1 Қауіпті және зиянды өндірістік факторларды талдау	39
3.2 Жарылыстың алдын алу шаралары	40
3.3 Электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету	41
3.4 Санитарлық-гигиеналық іс-шаралар	42
4 Экономикалық бөлім	43
Қорытынды	44
Пайдаланған әдебиеттер тізімі	46
Қосымша А. Басылып шығарылған мақала	49

КІРІСПЕ

Қазақстан түсті металдардың өндірісі бойынша ірі өндіруші елдердің бірі болып табылады. Республикалық геология және жер қойнауын пайдалану комитетінің деректері бойынша, Қазақстанның жер қойнауындағы мырыштың барланған қоры 10 миллион тоннадан астам немесе әлемдік қорлардың шамамен 5 % құрайды.

Алайда құрамында мырыш бар кендер күрделі химиялық және минералогиялық құрамға ие, құрамындағы негізгі компонент – мырыш аз. Мұндай кендерді тікелей жоғары температурада өңдеу тиімді емес. Дәстүрлі байыту әдістері қанағаттанарлық нәтиже бермейді.

Осыған байланысты гидрометаллургиялық әдістер аппараттық жабдықталуының қарапайымдылығымен, төмен энергия шығынымен, экологиялық және экономикалық тиімді болып табылады. Гидрометаллургиялық әдістердің артықшылығы өндірісті механикаландыру және автоматтандыру мүмкіндігімен және сумен жабдықтаудың іс жүзінде жабық схемасын ұйымдастырумен сипатталады.

Бірақ көп жағдайда ерітіндідегі мырыш мөлшері аз, ерітінділерді дәстүрлі әдістермен өңдеуге жарамсыз. Сондықтан экстракция металдарды бөліп алу, концентрлеу және тазарту үшін тиімді процесс бола алады. Осыған байланысты органикалық реагентті таңдау және әртүрлі құрамдағы ерітінділерден мырыш алуды зерттеу ерекше маңызға ие.

Жұмыстың өзектілігі. Қазіргі уақытта экстракция әдістері өте жан-жақты. Экстракция көмегімен көп компонентті жүйелерді бөлуге болады сондай-ақ экстракция басқа әдістерге қарағанда тиімдірек және жылдамырақ. Экстракция әдістері абсолютті және салыстырмалы концентрлеуге, микроэлементтерді немесе матрицаны экстракциялауға, элементтерді жеке және топтық оқшаулауға жарамды. Зертханалық жағдайда экстракциялық бөлу мен концентрлеуді жүргізу әдетте күрделі және қымбат жабдықты қажет етпейді.

Жұмыстың мақсаты – сулы ерітінділердегі мырыш күйін талдау, әр түрлі сыныптағы экстрагенттермен мырышты бөліп алу процесіне рН ықпалын зерттеу.

Зерттеу объектісі: Яррезин Б, лауриламмин, трибутилфосфат экстрагенттері.

Жұмыстың жалпы міндеттері – зерттеу бағытын негіздеу, сулы ерітінділерден мырышты әр түрлі экстрагенттермен бөліп алу процестерін қарастыру, өзара салыстыру, орындалған зерттеулерді экономикалық бағалау, еңбекті қорғау және техника қауіпсіздігі бойынша шараларды дайындау.

1 Әдебиеттің аналитикалық шолуы

1.1 Мырыштың шикізат қоры

Мырыштың кеніштердегі әлемдік өндірісі 2021 жылы шамамен 12,9 млн тоннаны құрады, бұл өткен жылмен салыстырғанда 7 % - ға артық. Қытай мырыштың ең ірі өндірушісі болды – 4,2 миллион тонна немесе жалпы әлемдік көлемнің шамамен 33 % құрады. Қазақстан 11 - ші орынға ие болды, оның үлесі жалпы қордың 1,7 % құрады.

Кесте 1 – 2021 жыл бойынша мырыштың кеніштердегі әлемдік өндірісі

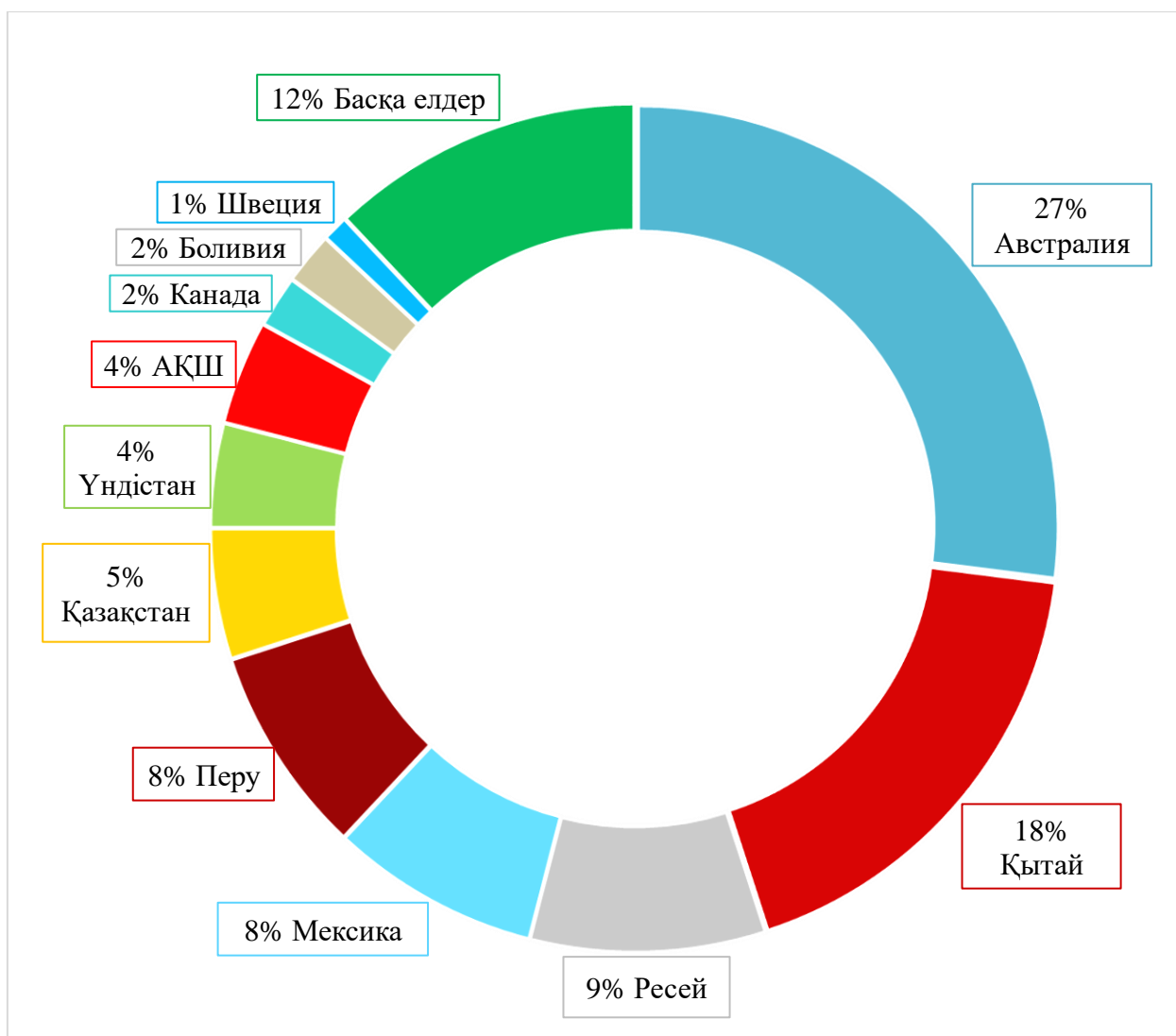
№	Өндіруші елдер	Шикізат қоры, мың т.	Пайыздық үлесі, %
1	Қытай	4200	32,5%
2	Перу	1600	12,4%
3	Австралия	1300	10,1%
4	Үндістан	810	6,3%
5	АҚШ	740	5,7%
6	Мексика	720	5,6%
7	Боливия	490	3,8%
8	Канада	310	2,4%
9	Ресей	280	2,2%
10	Швеция	230	1,8%
11	Қазақстан	220	1,7%
-	Басқа елдер	2000	15,5%
	Барлығы	12900	100,0%

АҚШ геологиялық қызметінің мәліметтері бойынша, мырыштың әлемдік қоры 2021 жылы шамамен 250 миллион тоннаға бағаланған. Австралия, Қытай, Ресей, Мексика және Перу мырыштың ең үлкен қоры бар елдердің қатарына кірді. Қазақстан 13,5 миллион тоннамен алтыншы орынды иеленді (1 - сурет).

Елдегі мырыш қорының ауқымды көлемін ең ірі қорғасын - мырыш кен орындары Жайрем мен Шалқия қамтамасыз етуде. Қазақстанның басқа қорғасын - мырыш кен орындарынан Артемьев, Лениногор, Зырян, Белоусов, Тишин, Николаев, Жезқазған, Ақжал кен орындарын қарастыруға болады.

Алайда мырыштың бай сульфидті кен орындары бірте-бірте сарқылуда, сондықтан гидрометаллургия әдістерімен өңдеуге орынды болатын кедей және қиын байытылатын кендер тартылады. Шаймалау кезінде әрқашан бай

ерітінділер алынбайтындықтан, құрамы кедей және күрделі ерітінділерден экстракция әдістерімен мырышты алу өзекті болып қалады [3], [4], [5].



1 - сурет – 2021 жыл бойынша мырыштың әлемдік қоры

1.2 Экстракциялық процестердің жалпы түсініктері мен терминдері

Бөлу мен концентрлеудің перспективалы әдістерінің бірі – экстракция. Көптеген заттар араласпайтын сұйықтықтармен бөлінетіні бұрыннан белгілі, ал екеуінің арасында таралу сипаты белгілі бір дәрежеде заттардың жеке фазалардағы ерігіштігіне байланысты. Қазіргі экстракция әдістері өте жан-жақты. Экстракциялауға болмайтын қосылыстардың түрлерін табу қиын. Экстракция көмегімен көп компонентті жүйелерді бөлуге болады және басқа әдістерге қарағанда тиімдірек және жылдамырақ. Экстракциялық әдістер абсолютті және салыстырмалы шоғырлануға, микроэлементтерді сығындыға алуға жарамды. немесе матрицалар, элементтерді жеке және топтық таңдау.

Зертханалық жағдайда экстракциялық бөлу мен шоғырландыруды орындау әдетте күрделі және қымбат жабдықты қажет етпейді.

Экстракция күрделі физика-химиялық процесс. Экстракция теориясы химияның әртүрлі салаларының түйіскен жерінде орналасқан: химиялық термодинамика, ерітінді теориясы, Химиялық кинетика, Органикалық химия және үйлестіру химиясы. Экстракцияның міндеті - компонентті су фазасынан органикалық фазаға толық және селективті түрде ауыстыру. Ол үшін компонент органикалық фазада болуы мүмкін қолайлы қосылыстардың пайда болу шарттарын таңдау қажет.

Ішкікомплексті қосылыстар (ІКҚ) – микроэлементтердің концентрациясында қолданылатын қосылыстардың ең көп таралған кластарының бірі болып табылады. ІКҚ экстракциясы аналитикалық химияда, радиохимияда, түсті металлургияда кеңінен қолданылады. ІКҚ түзетін реагент қабілетті атомдарды бір уақытта, кем дегенде, екі металмен үйлестіруі керек. Реагент молекуласындағы белсенді топтардың бірі металды кешендеу процесінде ауыстырылатын жылжымалы сутегі атомын қамтуы керек. Екінші топ қышқыл немесе негізгі топ болуы мүмкін. Әлсіз қышқылдар болып табылатын реагенттер қолданылады. Қышқыл топтарының саны әртүрлі болуы мүмкін, бірақ әдетте бидентат лигандтары болып табылатын көп негізді қышқылдар қолданылады. Полидентатты реагенттер неғұрлым селективті. ІКҚ органикалық фазалардағы кешендердің жоғары ерігіштігіне қарамастан, жоғары таралу коэффициенттерімен сипатталады. Ерігіштігі төмен болғандықтан, сығындылардың сыйымдылығы өте үлкен емес, бірақ кейбір жағдайларда тіпті технологиялық мақсаттар үшін де жеткілікті. Экстракция неғұрлым жақсы болса, кешеннің тұрақтылығы соғұрлым жоғары болады және оның таралу константасы соғұрлым үлкен болады. Әрі қарай, экстракция неғұрлым күшті қышқыл реагент болса және ол органикалық фазаға аз ауысса, соғұрлым жоғары болады.

1.3 Сулы ерітінділерден мырышты экстракциямен бөліп алу

Қышқылды сулы ерітінділерден мырыш алу үшін катион алмасу реагенттері экстрагент ретінде қолданылады. Сонымен, АҚШ патентінде [7] мырышты күкірт қышқылды ерітінділерінен селективті бөліп алу үшін органикалық алмастырғыштары бар фосфор және тиофосфор қышқылдарының қоспалары: Д2ЭГФҚ және бис-2,4,4-триметилпентил моно- және диофосфин қышқылдары қолданылды. Оңтайлы рН аралығы 1,3 - 5,0 ерітіндіге амин тәрізді органикалық экстрагентпен қышқылды бейтараптандыру немесе экстракциялау арқылы қол жеткізілді.

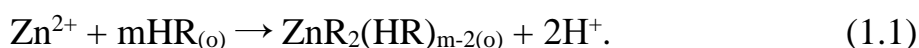
АҚШ патентінің авторлары [8] құрамында Zn, Fe, Pb, Ag және Mn бар геотермалдық ерітінділерден мырыш алу әдісін ұсынды. Әдіс келесі кезеңдерді қамтыды:

– металлды мырышпен Pb және Ag цементтеу;

- төрттік аминді қолдана отырып, мырыштың сұйық экстракциясы ($V_0:V_c = 1:4$ қатынасында, температура 50 - 110 °C);
- темір мен марганецті сұйылтылған қышқылмен реэкстракция;
- құрамында >10 г/л Zn бар ерітінділер алу үшін мырышты аммиак ерітіндісімен реэкстракциясы;
- (Д2ЭГФҚ) ди-(2-этилгексил)-фосфор қышқылымен мырыш экстракциясы;
- қышқыл сульфаттар алу арқылы мырыш реэкстракциясы;
- мырышты электротұндыру.

Жұмыста [9] мырыш тұндыру электролиттерін тазарту, кобальтты мырышпен цементтеу ерітінділері және басқа мырыш гидрометаллургиясының қалдықтарын қайта өңдеу әдістеріне шолу жасалды. Zn, Cu, Cd, Co және басқа да бағалы металдарды алу бойынша эксперименттердің нәтижелері келтірілген. Шаймалау 30 - 50 °C температурада және 0,1 МПа қысымда араластыру кезінде, керосинде 30 - 40 % Д2ЭГФҚ (кейде ТБФ-мен) қатысуымен жүргізілді.

Мырыштың алкилфенолдармен [10], жоғары май қышқылдарымен: нафтен [11] және нейлон [13], Д2ЭГФҚ [14], [15] экстракциясы зерттелді. Д2ЭГФҚ сульфаты мен перхлорат ерітінділерінен мырыш алу теңдеу бойынша жүретіні анықталды:



Өртүрлі металдарды алудың $\text{pH}_{1/2}$ -ін Versatic 10 және Д2ЭГФҚ карбон қышқылымен салыстырған кезде [16] металдарды алудың $\text{pH}_{1/2}$ реті осы экстрагенттерді пайдаланған кезде бірдей және металл гидроксидтерінің pH -мен сәйкес келетіні анықталды. Дегенмен, Д2ЭГФҚ металл экстракциясының pH мәні қышқыл аймаққа ауысады. Бұл айырмашылық құрамында мырыш бар шикізатты өңдеуде қолданылады. Алынған кешеннің құрамы сұйылтқышқа байланысты болады. Сонымен, гександа $\text{ZnR}_2 \cdot \text{HR}$ және $\text{ZnR}_2 \cdot 2\text{HR}$ түзіледі, ал бензолда, хлороформда және көміртегі тетрахлоридінде тек $\text{ZnR}_2 \cdot 2\text{HR}$ түзіледі, мұндағы R - Д2ЭГФҚ анионы.

Мырыш пен күкірт қышқылын бөліп алу үшін құрамында мырыш бар сульфат ерітінділерін өңдеу әдісі ұсынылған. Процесс диализ және экстракция әдісімен жүзеге асырылады [8]. Авторлар [10] құрамында мырыш бар аммиак ерітіндісін экстрагент ретінде ди-(2-этилгексил) фосфор қышқылын қолдану арқылы өңдеу процесін зерттеді. H_2SO_4 бос аммиакты бейтараптандыру кезінде $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ жоғары концентрациясына байланысты экстракция коэффициенті 40 % құрады. Оның төмендеуінен кейін экстракция коэффициенті бақыланатын pH деңгейінде 98 % құрады [12].

H_2SO_4 және басқа металдардың қатысуымен сульфатты ерітінділерден мырышты іріктеп алу әдісі ұсынылған. Экстрагент ретінде органикалық алмастырғыштары бар фосфор және тиофосфор қышқылдарының қоспасы пайдаланылды: моно-және ди-2-этиленгексил фосфор және моно- және

дитиофосфин қышқылдары. $pH = 1,3 - 5,0$ амин тәрізді органикалық экстрагентпен қышқылды бейтараптандыру немесе экстракциялау арқылы қол жеткізіледі. Бастапқы ерітіндідегі H_2SO_4 мөлшерін бейтараптандыру немесе диализ арқылы азайтуға болады. Экстракция процесінің аппаратуралық дизайны бір мезгілде циклді және масса ағындарын каскадты ұйымдастыруды көздейді [13].

Нитрат ерітінділерінен капрон қышқылымен бірқатар металдардың экстракциясын зерттеу кезінде И.В.Пятницкий және т.б. [14] ерітіндіге капрон қышқылын (1 моль/л), бензиламинді (0,5 моль/л) қосу $pH 5,3 - 5,5$ - тен $5,3 - 9$ - ға дейін күрт максималды экстракциясының диапазонын кеңейтетінін анықтады, экстракция 88 % - ға дейін артады.

Монокарбон қышқылын (МКК) алу механизмін зерттеу жұмыста келтірілген [24]. МКК экстракциясын жалпы теңдеу арқылы көрсетуге болады:



мұндағы HR – МКК мономерлі молекулалары;

$MR_n \cdot bHR$ – экстракцияланатын кешен;

b – сольват саны;

n – металл катионының заряды.

Мұндай негіз жүйесіне кіріспе синергетикалық әсерді тудырады, нәтижесінде амин кешендері пайда болады және металдардың алынуы жоғарылайды [14].

Металл негізінен катиондар түрінде болатын аммиак ерітінділерінен элементтерді экстракциялық алу үшін катион алмасу реагенттері экстрагенттер ретінде қолданылады.

Сонымен, құрамында мырыш бар аммиак ерітіндісін өңдеу процесінде Д2ЭГФҚ бос аммиакты күкірт қышқылымен алып тастағаннан кейін экстракция коэффициенті 40 % құрайды, бос аммиакты бұмен одан әрі десорбциялағаннан кейін мырыш 98 % алынады [20].

Д2ЭГФҚ аммиак-аммоний-сульфат ортасынан мырыш экстракциясын зерттеу кезінде $pH > 9,0$ жоғарылаған кезде металды алу төмендейтіні және аммоний сульфатының концентрациясы жоғарылаған кезде [21]. Аммиак концентрациясында $< 0,3$ моль/л мырыш катион алмасу механизмі арқылы алынып, органикалық фазада аммиаксыз мырыш дитиофосфатын түзеді. Жоғары концентрацияда алынған кешеннің құрамына аммиак молекулалары кіреді.

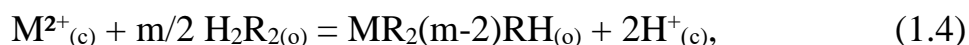
Алкилфенолдармен (АФ) мырыш экстракциясын Агаев және басқалар егжей-тегжейлі зерттеді, олар физика-химиялық зерттеулер негізінде мырыш экстракциясы кеклесі теңдеу арқылы жүреді деп санайды:



Алкилфенолдарға нафтен қышқылын (НҚ) қосқанда, АФ қатынасына байланысты таралу коэффициенттерінің (мырыш үшін 2 - 70 есе) күрт өсуі байқалады: НҚ [17], [18], [22]. Синергетикалық әсердің көрінісін авторлар $[Zn(NH_3)_2R_2 \cdot 2AF]$ құрамындағы алкилфенолмен нафтенаттың сольват кешенінің түзілуімен түсіндіреді, мұндағы R– нафтен қышқылының анионы, АФ – алкилфенол молекуласы.

Жұмыстарда [27], [28] мырыштың $C_7 - C_9$ май қышқылдарының қоспасымен алынуы егжей-тегжейлі зерттелген. Оңтайлы экстракция ($E_{zn} > 99 \%$) рН мәні мырыш үшін – NaOH шаймалау кезінде 5,6 және аммиакпен шаймалау кезінде – 6,5 болды. Алайда мырышты минералды қышқылдармен қайта алу қиын – 30 минут ішінде металдың 40 % рэкстрацияланады. Аммоний тұздарының мырыш экстракциясына әсерін зерттеу кезінде олардың концентрациясының жоғарылауы мырыш экстракциясын тежейтіні анықталды, экстракция көрсеткіштерінің төмендеуі $(NH_4)_2SO_4 < NH_4NO_3 < NH_4Cl$ қатарында өседі.

Түсті металдарды катион алмасу экстрагенттерімен экстракциялау процесін жалпы түрде келесідей жазуға болады:



мұндағы HR – негізінен димер түріндегі органикалық еріткіште кездесетін органикалық қышқыл [16]. Versatic – 911 карбон қышқылымен, дипиразолонилметандармен [18] және диантипирилтиомочевинамен [17] аммиак ерітінділерінен мырыш пен кадмийді алу кезіндегі $IgD-pH$ тәуелділіктері параболалық сипатқа ие, олардың максимумы лигандтардың орташа саны 2 болған кезде осы рН мәнінде байқалады.

Ди-2-этилгексилдитиофосфор қышқылымен (Д2ЭГДТФК) аммиак ерітінділерінен мырыштың экстракциясын зерттеу кезінде [18] су фазасында аммиак концентрациясының жоғарылауымен экстракция механизмінің өзгеретіні анықталды. Аммиактың төмен концентрациясында мырыш органикалық фазада мырыш дитиофосфатын қалыптастыру үшін катион алмасу механизмі арқылы алынады, аммиак концентрациясының жоғарылауымен NH_3 молекулалары алынатын кешеннің құрамына енеді.

Аммиак мөлшері жоғары ерітінділерден Д2ЭГДТФК мырышын алу кезінде алынатын кешеннің құрамы анықталды: $Zn(NH_3)_2R_2$ гептан еріткіш ретінде пайдаланылған кезде және $Zn(NH_3)_4R_2$ - еріткіш октанол болған жағдайда [18].

Катионалмастырғыш экстрагенттердің жеке тобы болып табылатын хелатты экстрагенттерді пайдаланған кезде металдар рН мәні > 10 болса да тиімді экстракцияланады. Сондықтан аммиак ерітінділерінен металдарды алуды қарастырғанда хелаттандырушы реагенттерге ерекше назар аударылады.

Хелат түзуші реагенттердің металдармен әрекеттесуі кезінде, бір жағынан, кәдімгі катионалмастырушы реагенттер (қышқылдар)

жағдайындағы сияқты, реагенттің функционалдық тобының протоны экстракцияланған металмен ауыстырылады, екінші жағынан, металды экстрагент молекуласының донор атомдары қосымша үйлестіреді. Мұндай донор атомдар оттегі, азот және күкірт атомдары болуы мүмкін. Өзара әрекеттесу нәтижесінде комплексілік қосылыс (хелат) түзіледі [22]. Хелат түзуші реагенттердің көпшілігі селективті, экстракциялық қасиеттері жоғары, сулы фазада аздап ериді, бұл олардың гидрометаллургияда қолданылуына ықпал етеді.

Хелат түзуші реагентке алифатты α -оксиоксимдерге (LIX 63) және хош иісті ν -оксиоксимдерге (LIX 65, SME 529, ABF, OMG) бөлінетін оксиоксимдер жатады. Бұл реагенттерде көмірсутекті алмастырғыштар фенол тобының ядросына енгізіліп, олардың органикалық еріткіштерде ерігіштігін арттырады.

Zn, Fe, Pb, Ag және Mn алу әдісі ұсынылған, ол келесі кезеңдерден тұрады: 1–Pb, Ag мырыш металымен цементациясы, 2–Zn сұйық экстракциясы, 3 – сұйылтылған қышқылмен өңдеу арқылы ұсталған Fe және Mn органикалық заттарынан реэкстракция, 4 – құрамында > 10 г/л Zn бар ерітінділерді алу үшін аммиак ерітіндісімен Zn реэкстракциясы, 5 – Zn ди-2-этилгексилфосфор қышқылын алу, 6 – қышқылды сульфаттарын алу үшін Zn реэкстракциясы, 7 – Zn электротұндыру. Екінші кезең құрамында ұзын алкил тобы және бір метил бар төрттік аминді қолдану арқылы жүзеге асырылады, органикалық экстрагенттің 1:4 ерітіндіге қатынасы және температура 50 - 110 °С.

1.4 Әдеби шолу қорытындылары

Мырыштың үлкен қорына қарамастан, табиғи шикізат құрамының күрделілігі және оның құрамындағы құнды компоненттердің аздығы қорғасын-мырыш өнеркәсібінің дамуын тежейді. Сонымен қатар, қазіргі уақытта қайта өңделетін шикізат, сондай-ақ қайта өңдеуді немесе жоюды қажет ететін әртүрлі қалдықтар жеткілікті. Кедей және қайталама шикізатты, қалдықтарды және металлургиялық өндірістің аралық өнімдерін өңдеудің ең перспективалы әдістері көбінесе гидрометаллургиялық әдістер, атап айтқанда экстракциялық және сорбциялық әдістер болып табылады.

Әдеби деректерді талдау көрсеткендей, сулы ерітінділердегі мырыш көбінесе әртүрлі катиондар түрінде болады, сондықтан оларды алу үшін катионалмасу және, атап айтқанда, хелаттүзетін экстрагенттерді қолдану тиімді. Карбон қышқылдары, Д2ЭГФҚ, аминдер, аммоний негіздері және олардың тұздары, оксим және фенол бар реагенттер осы мақсаттар үшін жиі қолданылады.

2 Тәжірибелік бөлім

Кен және техногендік шикізатты кешенді өңдеу мәселесін шешуде гидрометаллургиялық процестерге үлкен рөл берілуде. Шикізаттың әртүрлі түрлерін гидрометаллургиялық өңдеу кезінде құрамында түсті және сирек металдардың иондары бар ерітінділер түзіледі, олардың бөлінуі мен концентрленуі экстракциялық әдістермен мүмкін болады.

Ерітіндінің құрамына, олардағы металдардың күйіне және экстракция процесінің шарттарына байланысты әр түрлі экстрагенттерді қолдануға болады. Ерітінділерден металдарды алуға әсер ететін негізгі факторлардың бірі-олардың Сулы фазадағы күйі. Сондықтан, ең алдымен, біз Сулы ерітінділердегі мырыштың күйіне талдау жасадық, сонымен қатар ерітіндінің рН және тотығу-тотықсыздану потенциалына байланысты мырыштың тұрақты формаларын анықтадық.

2.1 Сулы ерітінділердегі мырыштың күйі

Сулы ерітінділердегі металдардың күйі құрамында металл бар шикізатты өңдеудің гидрометаллургиялық әдісін таңдаудың айқындаушы шарттарының бірі болып табылады: сулы ерітіндідегі металдардың күйі шикізатты шаймалау шарттары, экстрагентті таңдау және оның алынған ерітінділерден металдарды алу қабілеті. Осыған байланысты мырыш қосылыстарының бейтарап, сілтілі және аммиак ерітінділеріндегі күйі туралы ақпаратты талдау қызығушылық тудырады.

Қышқыл ерітінділерде Zn тотықтырғыштардың қатысуымен Zn^{2+} катиондарына дейін тотығады:



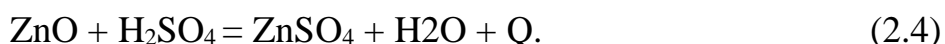
Егер ерітіндіде аммиак пайда болса, онда Zn^{2+} катионы онымен әрекеттеседі:

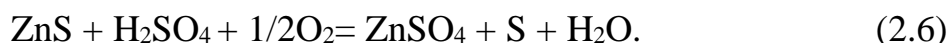


Жалпы реакция (мысалы, тотықтырғыш ретінде MnO_2 болған кезде) келесідей:



Мырыш күкірт қышқылында оның бастапқы формасына байланысты келесі реакциялар арқылы ериді:





Нәтижесінде ерітінді тепе теңдікте диссоциация кезінде келесі қосылыстар түзіледі:



Акво иондары қышқыл, және тұздарының сулы ерітінділері гидролизденеді. 0,1 моль/л төмен концентрациядағы перхлорат ерітінділеріндегі мырыш иондарының жалғыз күйі ZnOH^+ иондары болып табылады, мысалы,



Әлсіз сілтілі ортада түсті металл иондары гидролизге ұшырайды және ерімейтін немесе гидроксокешендердің немесе гидроксидтердің су фазасымен тепе-теңдікте болады. 30 °C температурада $\text{Na}_2\text{O}-\text{H}_2\text{O}-\text{ZnO}$ жүйесінде құрамыны $\text{Na}_2\text{O} \cdot 4\text{H}_2\text{O} \cdot \text{ZnO}$ гидратталған тұзбен бірге мырыш оксиді болады [25]. Жұмыс авторлары [4] тұрақты $\text{NaHZnO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ гидроксотұзының болуы және келесі гидроксо қосылыстардың пайда болу мүмкіндігі атап өтті: $\text{NaZn}(\text{OH})_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{NaZn}(\text{OH})_3$, $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$.

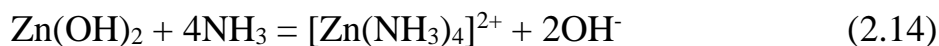
Гидроксотұздар комплекс түзілу реакцияларына байланысты тиісті гидроксидтерге артық сілтілердің әсерінен алынады:



Немесе молекулалық түрінде:



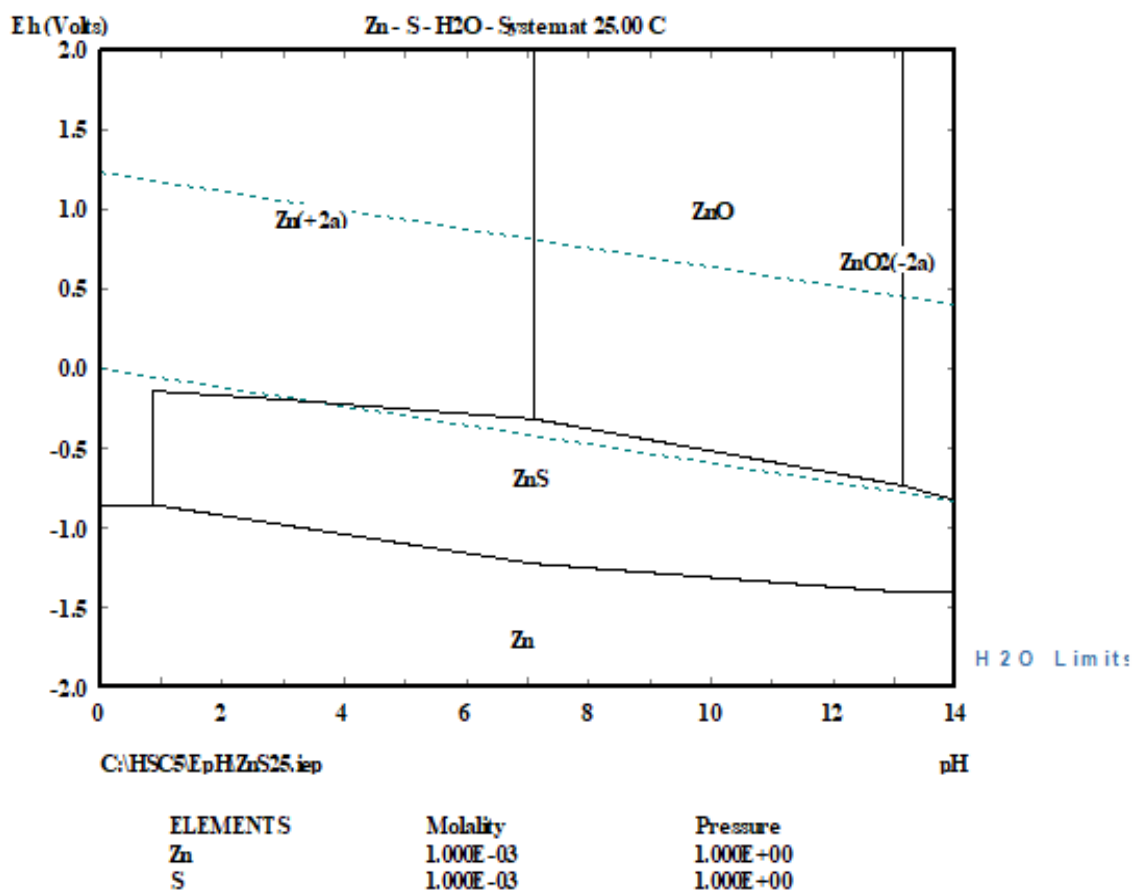
Мырыш қосылыстарының гидролизін болдырмау үшін комплекс түзгіштер қолданылады, олардың бірі аммиак. Мырыш гидроксиді $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ күрделі иондардың түзілуіне байланысты сулы аммиакта жақсы ериді: [33].



Мырыш гидроксиді күшті аммиактың артық мөлшерінде оңай ери отырып аммиак кешендерін қалыптастырады, мысалы $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$. Мырыштың аммиакпен еруі кезінде түзілетін кешендер [65]: $[\text{Zn}(\text{NH}_3)]^{2+}$, $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_2]^{2+}$, $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_3]^{2+}$, $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$. Төрт координациялық санға жету үшін мырыш аммиак кешендерінің ішкі сферасына аммиактан басқа су молекулалары қосады: $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_n(\text{H}_2\text{O})_{4-n}]^{2+}$, мұндағы n – аммиактағы металмен үйлестірілетін аммиак молекулаларының саны [27].

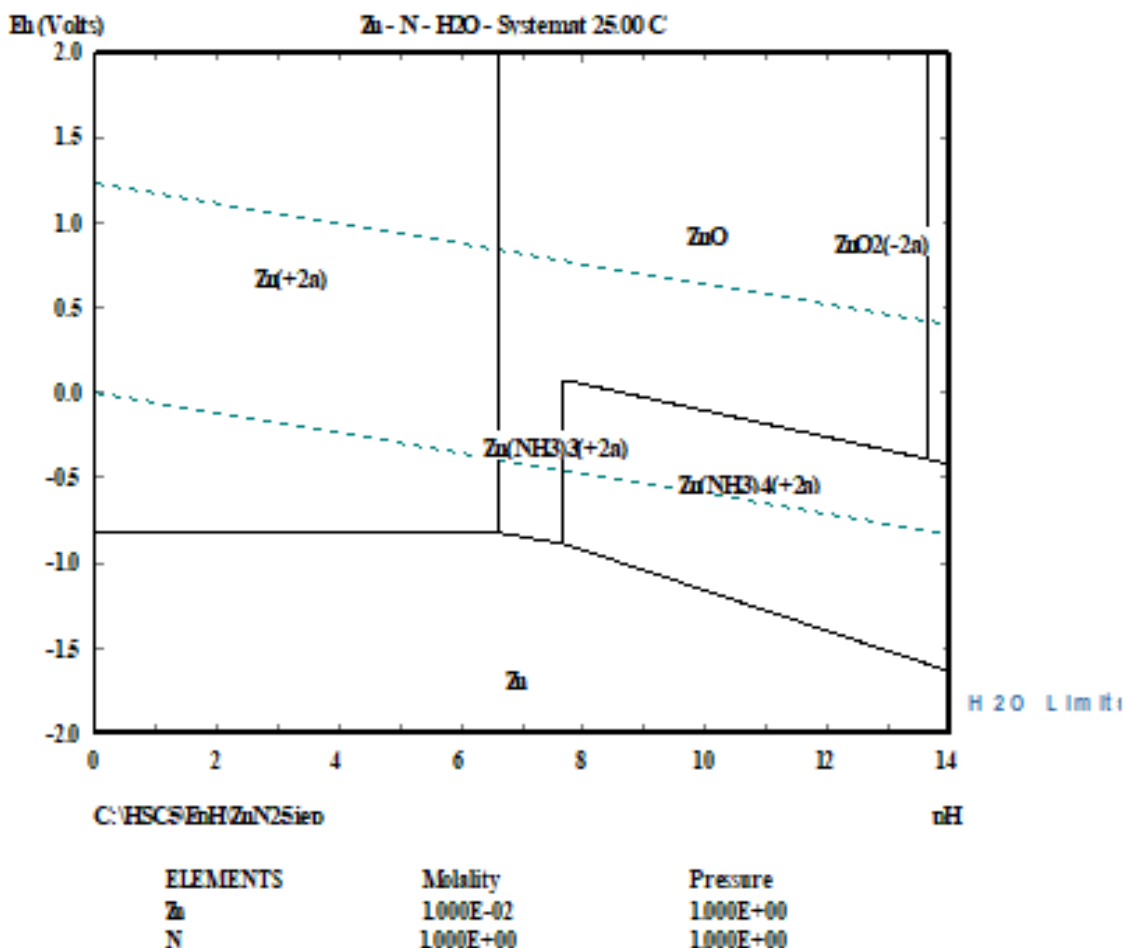
Ортаның рН және жүйенің тотығу-тотықсыздану потенциалына байланысты ерітіндідегі металдардың күйін көрнекі түрде көрсету үшін Eh – рН диаграммалары (Пурбе диаграммалары) қолданылады. Әр түрлі типтегі ерітінділердегі мырыштың күйі 2.1, 2.2 - суреттердегі стандартты жағдайлар үшін жасалған Пурбе диаграммаларында көрсетеді (25 °С және 10⁵ Па).

Zn-S-H₂O жүйесінде рН 7,1 – 13,1 аумағында мырыштың тепе-теңдік гидроксо формалары жүйенің Eh = (-0,75) – (+1,25) В потенциалында байқалады, яғни, мырыш гидроксокешені тұрақты болатын потенциалдың төменгі шекарасы электро оң аймаққа ауысады (2.1 - сурет). рН > 13,5 кезінде сульфат пен мырыш иондары тұрақты, олардың тұрақтылық потенциалының төменгі шекарасына ығысуы байқалады, яғни тотықтырғышты енгізу ZnS еруіне ықпал етеді.



2.1 - сурет – Zn-S-H₂O жүйесінің Eh – рН диаграммасы

Zn-N-H₂O жүйесінде рН 6,6 – 14 аумағында және Eh = (- 0,75) – (+1,25) В потенциалында [Zn(NH₃)₃]²⁺, [Zn(NH₃)₄]²⁺ кешендері тұрақты форма болып табылады. Сонымен қатар рН ортасының ұлғаюымен олардың тұрақтылық потенциалдарының үстінгі және астыңғы шекаралары қысқарады (2.2 - сурет).



2.2 - сурет – Zn-N-H₂O жүйесінің Eh – рН диаграммасы

Белгілі бір жағдайларда түсті металл аммиакаттары гидролизге бейім, негізгі металл тұздары немесе гидроксидтері түзіледі. Гидролиз процесінің ағымы температурамен, аммиак пен аммоний тұзының концентрациясымен, сонымен қатар металдың түрімен, оның кешенінің құрылымымен анықталады. Кешен түзгіштер болмаған кезде мырыш әртүрлі аниондық, катиондық және бейтарап гидроксоқосылыстар мен гидроксидтер түрінде болады; аммиак ерітінділерінде аквакомплекттен бастап гекса - және октоамминге дейінгі катиондық формаларда болады, бұл оның экстракциясына айтарлықтай әсер етуі керек. Кешен түзуші болмаған кезде мырыш сулы ерітінділерде әртүрлі аниондық, катиондық және бейтарап гидроксоқосылыстар мен гидраттар түрінде болады; аммиак ерітінділерінде тек аквакешендерден бастап гексааммиакатарға дейінгі катиондық формаларда болады.

Алайда әдебиеттерде сулы ерітінділерден әртүрлі типтегі экстрагенттермен металдарды алудың салыстырмалы сипаттамалары келтірілмеген. Сондықтан бұл жұмыстың мақсаты бірдей экстракция жағдайында сулы ерітінділерден Zn алу кезінде әртүрлі кластағы экстрагенттердің қасиеттерін зерттеу болды. Әр түрлі кластағы экстрагенттердің ең жарқын өкілдері: катион алмастырғыштардан – Д2ЭГФҚ және каприл қышқылы, анион алмастырғыштардан – триалкиламин, триоктиламин, додециламин, төрттік аммоний негіздері мен тұздар, бейтараптардан – трибутилфосфат. Хелатталған экстрагенттер ерекше орын алады, олар сулы ерітінділердегі селективтілікпен және аз ерігіштігімен бірге рН - ның барлық дерлік аралықтарында металл иондарын сәтті шығарады, бұл сілтілі және аммиак ерітінділерінен [33] экстракция кезінде маңызды, мысалы, Яррезин Б [34], [36], 101М шайырлар. Хелат түзетін экстрагенттер екі механизм арқылы металл иондарын алады:

– органикалық қосылыстың функционалды тобының жылжымалы сутегі атомдарын алмастыру, мысалы, $-COOH$, $-SO_3H$, $-NOH$ және басқалары дәстүрлі катион алмасу реагенттері (қышқылдар) сияқты экстракцияланатын металл ионына;

– экстрагент молекуласының донорлық атомдарымен металл иондарын қосымша үйлестіру, олар әдетте оттегі, азот және күкірт атомдары болып табылады. Нәтижесінде кешендік қосылыс (хелат) түзіледі [37].

Сондықтан біз келесі экстрагенттерді тандадық: каприл қышқылы, лауриламин (ЛА), трибутилфосфат (ТБФ) және хелат түзетін реагенттердің өкілі, керосиндегі Яррезин Б маркалы олигомер ерітіндісі (ЯРБ).

2.2 Эксперимент жүргізу әдістемесі

2.2.1 Реагенттер мен материалдар

Мырыш экстракциясын зерттеу кезінде металл концентрациясы шамамен 5,0 г/л болатын жұмыс ерітінділері қолданылды. Құрамында мырыш бар ерітінділер тұз қышқылының концентрацияланған ерітіндісінде металл мырышты еріту арқылы дайындалды. Ерітінділердің қажетті рН мәні натрий, аммоний немесе тұз қышқылының гидроксидтерін қосу арқылы сақталды.

Сулы ерітінділердегі мырыштың құрамын анықтау үшін кешенді талдау әдісі қолданылды, оны жүзеге асыру үшін келесі реагенттер қажет болды:

– Трилон Б ерітіндісі ($C_{10}H_{18}N_2Na_2O_{10}$) (0,1 моль/л):

дистилденген суда 37,21 г трилон Б еріту арқылы дайындалды және ерітіндіні 1 л дейін сумен сұйылтады. Мырыштың аз мөлшерінде 0,1 моль/л концентрациясы бар ерітіндіні сұйылту арқылы алынған 0,001 моль/л концентрациясы бар ерітінді қолданылды. Трилон Б ерітіндісінің титрі металлдық мырыш бойынша орнатылды. Мырыштың ілмегі сұйылтылған күкірт қышқылымен ерітіліп, шамамен 0,1 N ерітінді алу үшін сумен

сұйылтылды. Құрамында 15-20 мл мырыш бар ерітінді аммиакпен бейтараптандырылды, 100 мл-ге дейін сумен сұйылтылды, 5 мл буферлік ерітінді, ЕТ – 00 индикаторы қосылды және индикатордың түсі көк түске ауысқанға дейін Трилон Б ерітіндісімен титрленді.

– эриохромды қара Т индикаторы (ЕТ-00): ол құрғақ күйінде қолданылады, ол үшін оны 1:100 қатынасында натрий хлоридімен араластырылды. Индикатор кішкене бөліктермен қосылды (пышақтың ұшында);

– аммиак буферлі ерітіндісі: 350 мл 25 % NH_4OH ерітіндісі және 54 г NH_4Cl суда ерітіліп, 1 литрге дейін сумен сұйылтылды.

Экстрагенттер ретінде бейтарап, катионалмастырғыш және анионалмастырғыш экстрагенттер пайдаланылды.

Бейтарап экстрагент ретінде керосиндегі ТБФ (20 %) ерітіндісі қолданылды. Оның эмпирикалық формуласы $(\text{C}_4\text{H}_9\text{O})_3\text{PO}$, алынған ерітіндінің тығыздығы - 0,791 г/мл.

Катионалмастырғыш экстрагенттерінің экстракциясын зерттеу үшін біз каприл қышқылын таңдадық (керосиндегі ерітінді 20 %). Каприл қышқылы карбон қышқылдарының типтік өкілі болып табылады. Оның формуласы $\text{C}_8\text{H}_{16}\text{O}_2$, молекулалық салмағы 144 г/моль. Алынған экстрагенттің тығыздығы – 0,812 г/мл.

Сонымен қатар, катионалмастырғыш экстрагенттеріне хелаттүзуші реагент – керосиндегі Яррезин Б (ЯРБ) маркалы феноламин формальдегидті олигомердің ерітіндісі жатады.

ЯРБ молекулалық салмағы – 460 г/моль, экстрагент тазартылған керосинде 25 % октил спиртін қосып, еріту арқылы алынды. Экстрагент ерітіндісін тұрақтандыру үшін октанол қажет болды. Экстрагенттегі олигомер концентрациясы 0,25 моль/л.

ЯРБ Ресей Федерациясында өндіріледі, аммиак катализаторының қатысуымен паратретбутилфенолды формальдегидпен поликонденсациялау арқылы алынады. Олигомер хелаттүзетін реагенттер тобына жатады, өйткені оның молекуласында металл катиондарына айырбастауға қабілетті гидроксил топтарының протондары да, пайда болған кешенде осы металды үйлестіретін донорлық азот атомдары да бар. Бұл көптеген органикалық еріткіштерде жақсы еритін алайда суда ерімейтін сары түсті зат.

Анионалмастырғыш экстрагенті ретінде керосиндегі (0,25 моль/л) п-додециламин (лауриламмин, ЛА) ерітіндісі таңдалынды. Эмпирикалық формуласы $\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{NH}_2$, молекулалық салмағы 185,35 г/моль, алынған экстрагенттің тығыздығы 0,801 г/мл. Бос күйінде бөлме температурасында бұл балқытылған зат, өйткені оның балқу температурасы 17 °С .

Керосинді тазарту бөлме температурасында және 1 сағат күкірт қышқылымен (1:1) және NaOH (20 %) $V_0:V_C = 1:3$ қатынасында араластыру кезінде жүргізілді [80]. Содан кейін ол тазартылған сумен жуылды.

Сулы ерітінділердегі мырыштың құрамын анықтау үшін фотоколориметриялық талдау әдісі қолданылды, оны жүзеге асыру үшін келесі реагенттер қажет болды:

- күкірт қышқылы (100 г/л);
- күкірт қышқылының бірнеше тамшысымен қышқылданған 277 г $\text{Al}_2\text{SO}_4 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ 1 л тазартылған суда еріту арқылы алынған алюминий сульфатының ерітіндісі;
- күкірт қышқылының ерітіндісі, келесідей дайындалды: сыйымдылығы 200 мл жалпақ түбі бар колбаға 5 г мыс стружкалары қосылды, тамшылы варонка мен газайдататын түтік салынған колба ауызы резеңке тығынмен жабылды. Варонкаға 100 мл концентрацияланған күкірт енгізіліп тамшылап қыздырылған су ваннасында орналастырылған колбаға колбаға құйылды. Алынған күкірт газы газайдау құбыры арқылы 30 минут ішінде тазартылған суға жіберілді;
- су моншасында жеңіл қыздыру кезінде 100 мл 96 % спиртті еріту кезінде алынған 0,1 г реактив дифенилкарбазид (0,1 % ерітінді);
- 2,828 г $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 1 литр тазартылған суда еріту арқылы алынған стандартты хром ерітіндісі. Жұмыс ерітіндісі негізгі ерітіндіні 100 рет сұйылту арқылы дайындалды; оның құрамында 1 мл-де 0,01 мг хром бар.

Алынған нәтижелердің дұрыстығы зерттеулерде физикалық-химиялық талдаудың кешенді әдістерін қолданумен, тексерілген аспаптар мен өлшеу құралдарын пайдаланумен, сондай-ақ зерттеулерді орындаудың әртүрлі ауқымында ұдайы өндірудің жоғары дәрежесімен қамтамасыз етілді.

2.2.2 Сулы ерітінділердегі мырышты анықтау

Мырышты анықтаудың *комплексометриялық* әдісі: мырыш аммиак ортасында эриохромды қара Т (ЕТ-00) индикаторының қатысуымен Трилон Б-мен титрленді. Бұл әдісті мырышты оның роданид кешені алынғаннан кейін немесе күкіртсутек бөлінгеннен кейін анықтау үшін қолдануға болады.

Талдау барысы: құрамында мырыш бар ерітіндіні, сумен 100 мл-ге дейін сұйылтылды, 5 мл аммиак буферлік ерітіндісімен индикатор айқын қызыл түске дейін қосылды. Содан кейін бояу көкке ауысқанға дейін Трилон Б (0,1 моль/л) ерітіндісімен титрленді.

Мырыштың *фотоколориметриялық* анықтау әдісі: іріктеу кезінде қышқылданған 100 мл зерттелетін ерітінді (егер сынама қышқылданбаған болса, оны 2-3 тамшы HCl (1:1) қышқылдандырады), сыйымдылығы 200 мл бөлгіш варонкаға орналастырды, 5 мл буферлік ерітінді қосылды, 1 мл 20 % натрий тиосульфаты ерітіндісі құйылды және қайтадан араластырылды. Бюреткадан төрт хлорлы көміртектен 4 мл 0,002 % дитизон жұмыс ерітіндісін қосып, 2 минут бойы қатты шайқады. мырыш құрамына байланысты дитизон ерітіндісінің түсі жасылдан қызылға өзгерді. Бөлу варонкасындағы су ерітіндісіне тағы 2 мл дитизон ерітіндісі құйылды, 2 минут ішінде қатты

шайқалды және сұйықтықтар бөлінгеннен кейін мырыш дитизонатының қабаты сол түтікке құйылды. Араластырылды және сол шарттарда дайындалған стандарттар шкаласымен салыстырылды.

Шкала 0-0,5-1-2-3-4-5 мкг Zn^{2+} стандарттарында мырыш мөлшері бар бірқатар эталондардан тұрады. Стандартты ерітінді ретінде құрамында 0,001 мг/л Zn^{2+} бар тұз қышқылы ерітіндісі қолданылды.

Егер зерттелетін ерітіндідегі мырыш концентрациясы 0,05 мг/л - ден аспаса, талданатын үлгідегі барлық мырыш әдетте бірінші шайқау кезінде дитизон ерітіндісінің екінші бөлігінің түсі жасыл болып қалды; егер сығындының екінші бөлігі басқа түске ие болса, онда суда 0,05 мг/л-ден астам мырыш бар. Бұл жағдайда анықтау қайталанды, талдау үшін 50 - 25 мл зерттелген су алынды. Бұл ретте қосылған буферлік ерітінді мен натрий тиосульфатының мөлшері өзгеріссіз қалды. Зерттелетін судың аз мөлшерін таңдау қажет болған жағдайда, ол тазартылған сумен 25 мл көлемге дейін сұйылтылды.

Мырыш құрамы X формула бойынша есептелді:

$$X = A \cdot 1000 / V, \quad (2.15)$$

мұндағы A – эталондағы Zn^{2+} мөлшері, мкг;

V – анықтауға алынған зерттелетін судың көлемі, мл.

2.3 Сулы ерітінділерден мырыштың экстракциясы

Мырыштың *сұйықтық экстракциясын* бөлме температурасында бөлгіш воронкаларда (2.3 - сурет) жүргізді. Органикалық және сулы фазалар көлемінің арақатынасы бірлікке тең болды. Эксперименттердің барлық деректері тепе-теңдік жағдайында алынған. Тепе-теңдік фазалардың толық бөлінуі үшін талдау алдында оларды сүзіп, центрифугалаған. Фазалар көлемінің өзгеруі орын алған кезде, есептеулерде белгіленіп, ескерілді.

Мырыштың *реэкстракциясы* сығындылардан белгілі бір уақыт аралығында механикалық діріл аппаратында бөлгіш воронкаларда жүргізілген, реэкстракция кезіндегі фазалардың қатынасы $V_c : V_o = 1:2$.

Өзге өлшеулер. Материалдар мен реагенттерді өлшеу ВЛА – 200 маркалы таразыда $\pm 0,0001$ г дәлдікпен жүзеге асырылды.

Су ерітінділерінің рН шамасын шыны электродтары бар рН-150М рН-метр көмегімен анықтады.

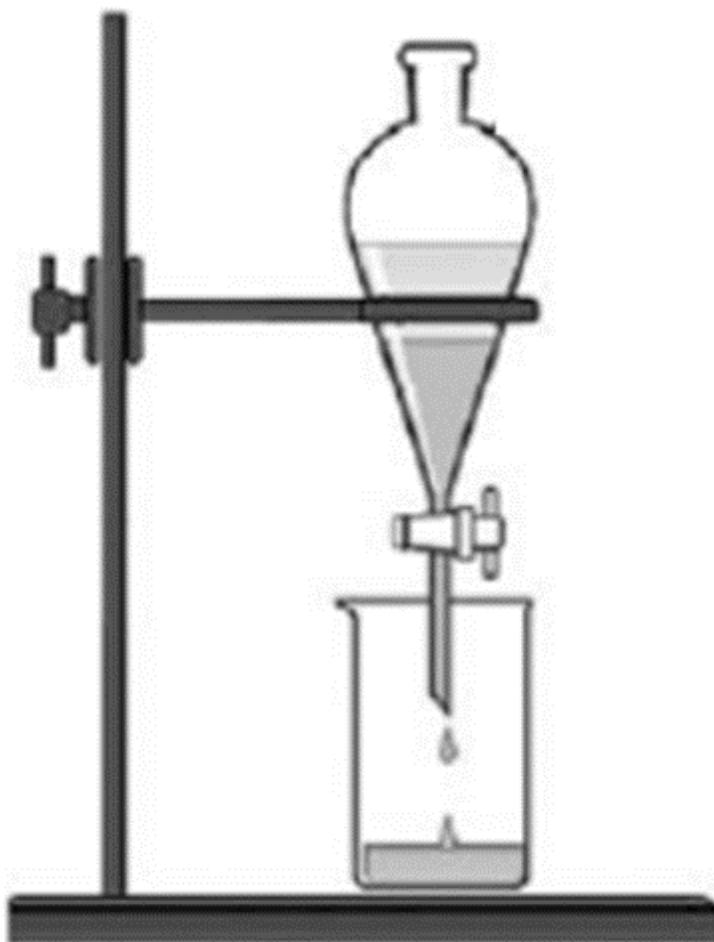
Металдарды экстракциялау процесіне бірқатар факторлар әсер етеді: фазалардың байланысу ұзақтығы, сулы фазаның рН мәні және оның табиғаты, органикалық және сулы фазалардың көлемдерінің қатынасы, бастапқы сулы ерітіндідегі металдардың концентрациясы, ерітіндідегі экстрагент және фазалық беттің мөлшері [34]. Әр түрлі реагенттердің қасиеттерін салыстыруды жеңілдету үшін экстракция сулы және органикалық фазаларының 1:1

қатынасында жүргізілді, бастапқы сулы фазадағы мырыш концентрациясы шамамен 5 кг/м^3 және экстрагенттердің концентрациясына тең.

Арнайы жабдықтың болмауына байланысты фазалардың бетінің мөлшерін анықтау мүмкін болмады, бірақ экстракция фазалардың тұрақты қатынасында, бірдей ыдыста жүргізілгендіктен, оны шартты түрде тұрақты деп қабылданды.

Экстракция ұзақтығы экстрагенттің табиғатына байланысты, сондықтан алдымен ортаның рН әсері анықталды, содан кейін оңтайлы рН кезінде мырышты максималды бөліп алу үшін қажетті экстракция ұзақтығы анықталды.

Мырыштың органикалық фазаға алынуы бастапқы сулы ерітінді мен тазартылған мырыш құрамының айырмашылығы бойынша есептелді.



2.3 - сурет – Зертханалық бөлгіш варонка

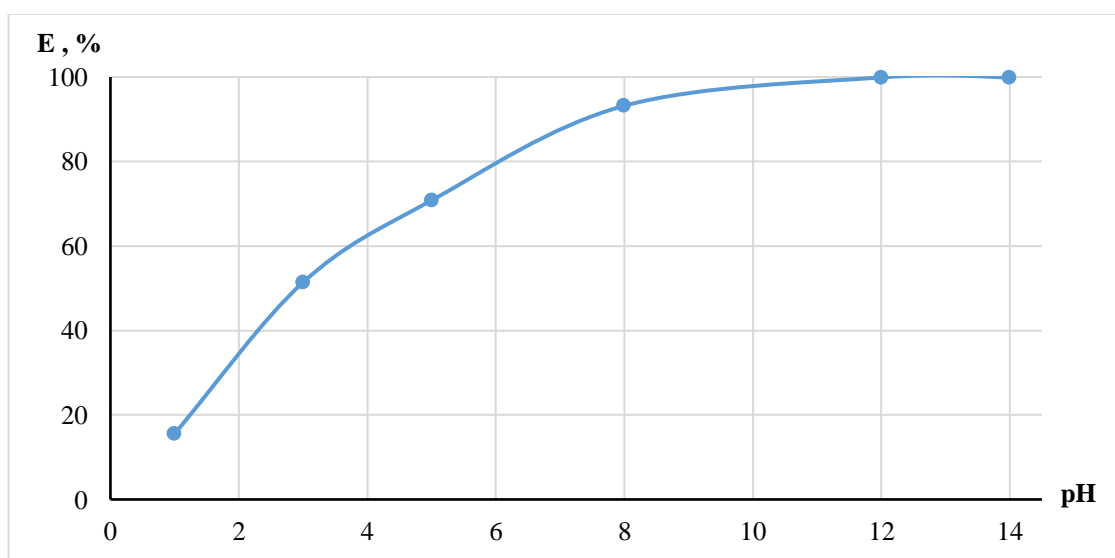
2.3.1 Мырыштың Яррезин Б экстрагентімен экстракциясына сулы ерітінділердің рН әсері

Ортаның рН мәні сулы ерітінділеріндегі металдардың күйін анықтайтыны белгілі, бұл бірінші кезекте металдың фазалар арасында бөлінуіне әсер етеді. Қорғасын мен мырыштың экстракциясын зерттеу үшін құрамында металл бар ерітінділердің мәнін 1-ден 14-ке дейін бөліп алды (2.1 - кесте).

Кесте 2.1 – Мырышты керосиндегі ЯРБ ерітіндісімен экстракциялауға ерітіндінің рН әсері

рН	$C_{Zn\text{ раф, Г/Л}}$	$C_{Zn\text{ орг, Г/Л}}$	D	lgD	E, %
1	4,47	0,83	0,186	-0,73	15,63
3	2,58	2,72	1,054	0,02	51,4
5	1,55	3,75	2,419	0,38	70,8
8	0,36	4,94	13,722	1,14	93,2
12	0,01	5,29	529,00	2,72	99,9
14	0,01	5,29	529,00	2,72	99,9

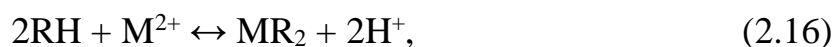
Қышқыл ерітінділерде мырышты алу 20 – 50 % -ға дейін жетеді. Алынған нәтижелер көрсеткендей, мырышты экстракциялау натрий гидроксидінің ерітінділерінен осы металдарды алу үшін тиімді пайдаланылуы мүмкін.



2.4 - сурет – Мырышты керосиндегі ЯРБ ерітіндісімен экстракциялауға ерітіндінің рН әсері

2.3.2 Мырыштың каприл қышқылымен экстракциясына сулы ерітінділердің рН әсері

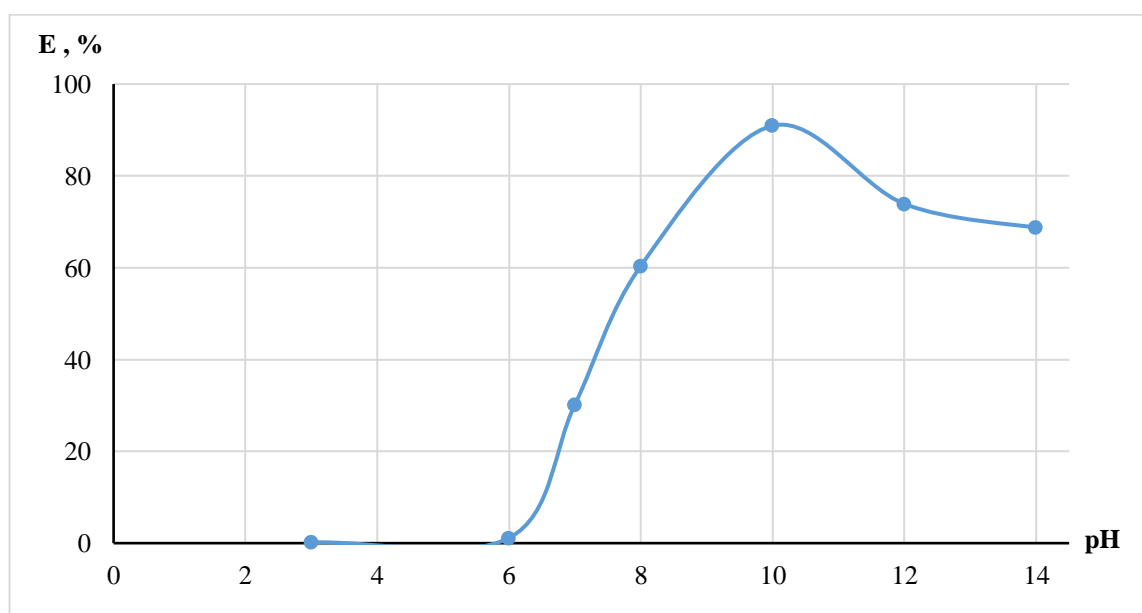
Карбон қышқылдарымен катион алмасу экстракциясы келесідей жүреді:



яғни өнімнің пайда болу жағына тепе-теңдікті жылжыту үшін экстракцияны сілтілі ортада жүргізу қажет. Эксперимент нәтижесінде бұл жағдай расталды, алайда күшті сілтілі ортада экстракциялану дәрежесі төмендеді (2.5 - сурет). Бұл экстрагенттің бұзылуымен байланысты болуы мүмкін, өйткені ортаның рН 10 - нан астам ұлғаюы кезінде фазалардың бөліну уақытының ұлғаюы байқалды, ал 3 және одан да көп циклдерді жүргізу кезінде – қалпына келтірілмейтін үшінші фаза пайда болды.

Кесте 2.2 – Мырышты керосиндегі каприл қышқылы ерітіндісімен экстракциялауға ерітіндінің рН әсері

рН	C _{Zn раф.} Г/Л	C _{Zn орг.} Г/Л	D	lgD	E, %
3	5,29	0,01	0,0039	-2,41	0,18
6	5,24	0,06	0,0115	-1,94	1,13
7	3,7	1,60	0,4324	-0,36	30,19
8	2,1	3,20	1,5238	0,18	60,38
10	0,48	4,82	10,0421	1,00	90,94
12	1,38	3,92	2,8406	0,34	73,96
14	1,66	3,64	2,1927	0,45	68,68



2.5 - сурет – Мырышты керосиндегі каприл қышқылы ерітіндісімен экстракциялауға ерітіндінің рН әсері

Ең жақсы нәтижелер рН орта 8-12 аймағында алынады, қышқыл ерітінділерден (ортаның рН-ы 7-ден төмен) экстракция – 30 % дейін жүреді, ортаның рН-ы 12-ден жоғары болған кезде таралу коэффициенті, сонымен қатар экстракция да төмендейді.

2.3.3 Мырыштың лауриламминмен экстракциялануына сулы ерітінділердің рН әсері

Лауриламмин – бұл бастапқы амин, сондықтан ол мырыш аниондарын бөліп алуға немесе қышқылмен алдын-ала өңделген жағдайда оны молекула түрінде алуға қабілетті [43]. Тұз қышқылы мен күкірт қышқылы орталарында мырыш катиондар түрінде болады, сондықтан оны алу үшін амин қышқылына қаныққанға дейін 0,1 моль/л концентрациясы бар тиісті қышқылдармен лауриламминді алдын ала өңдеу жүргізілді.

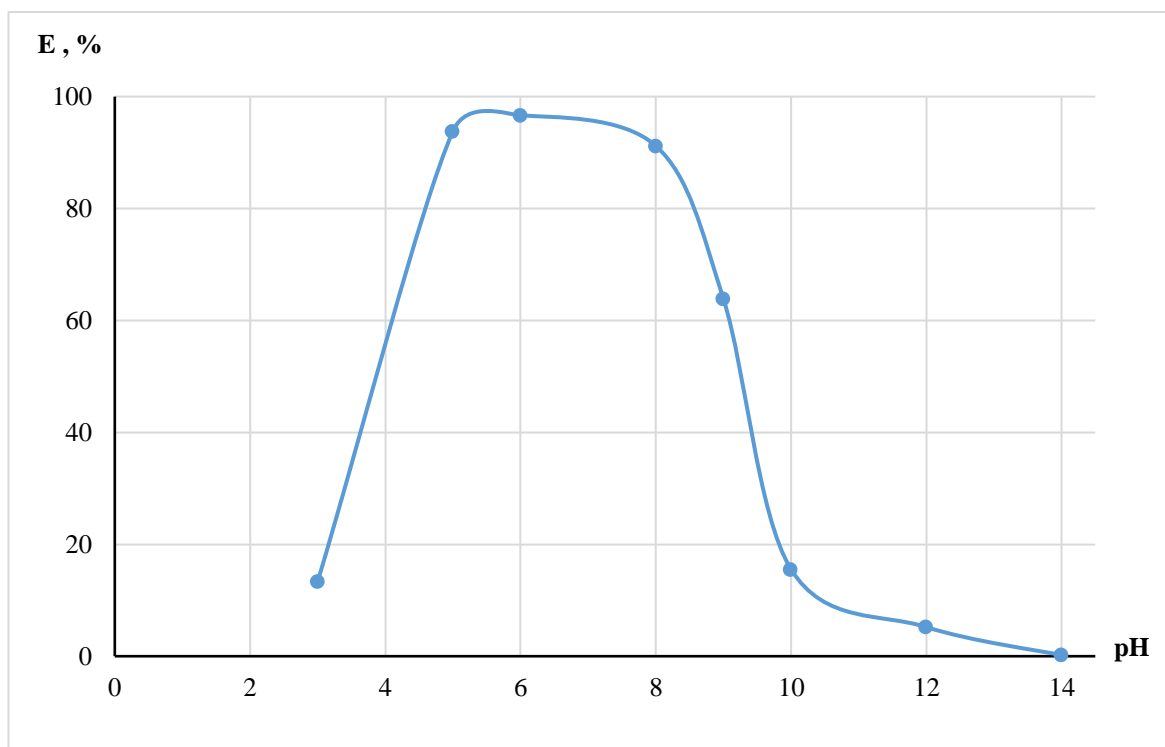
Сілтілі және фосфор қышқылды ортада мырыш аниондар түрінде болуы мүмкін: PO_4^{3-} иондарының қатысуымен – $\text{Zn}(\text{P}_2\text{O}_7)_2^{6-}$, сілтілі ортада – мырыш иондары және әртүрлі гидроксокешендер түрінде. Яғни, мырыштың лауриламминмен экстракциясы аминнің анионмен қосылуы нәтижесінде жүреді.

Кесте 2.3 – PO_4^{3-} иондардың қатысуымен керосиндегі лауриламмин ерітіндісімен мырыштың экстракциясына ерітіндінің рН орта әсері

рН	$C_{\text{Zn раф}}$, Г/л	$C_{\text{Zn орг}}$, Г/л	D	lgD	E, %
3	4,59	0,71	0,15	-0,81	13,34
5	0,33	4,97	15,18	1,18	93,82
6	0,18	5,12	28,85	1,46	96,65
8	0,47	4,83	10,36	1,02	91,20
9	1,91	3,39	1,77	0,25	63,87
10	4,48	0,82	0,18	-0,74	15,53
12	5,02	0,28	0,05	-1,26	5,21
14	5,29	0,01	0,002	-2,69	0,20

Экстракция басталғанға дейін ерітінді ішінара гидролизденген, бірақ экстракция процесінде шамамен 3-5 минуттан кейін су фазасы мөлдір болады, гидролиз тоқтайды.

Алынған тәуелділіктер оңтайлы рН ортасы 5-8 аймағында болатындығын көрсетті, мұнда органикалық фазаға таралу коэффициенттерінің ең үлкен мәндері байқалады.



2.6 - сурет – Керосиндегі лауриламин ерітіндісімен мырыштың экстракциясына бастапқы ерітіндінің рН әсері

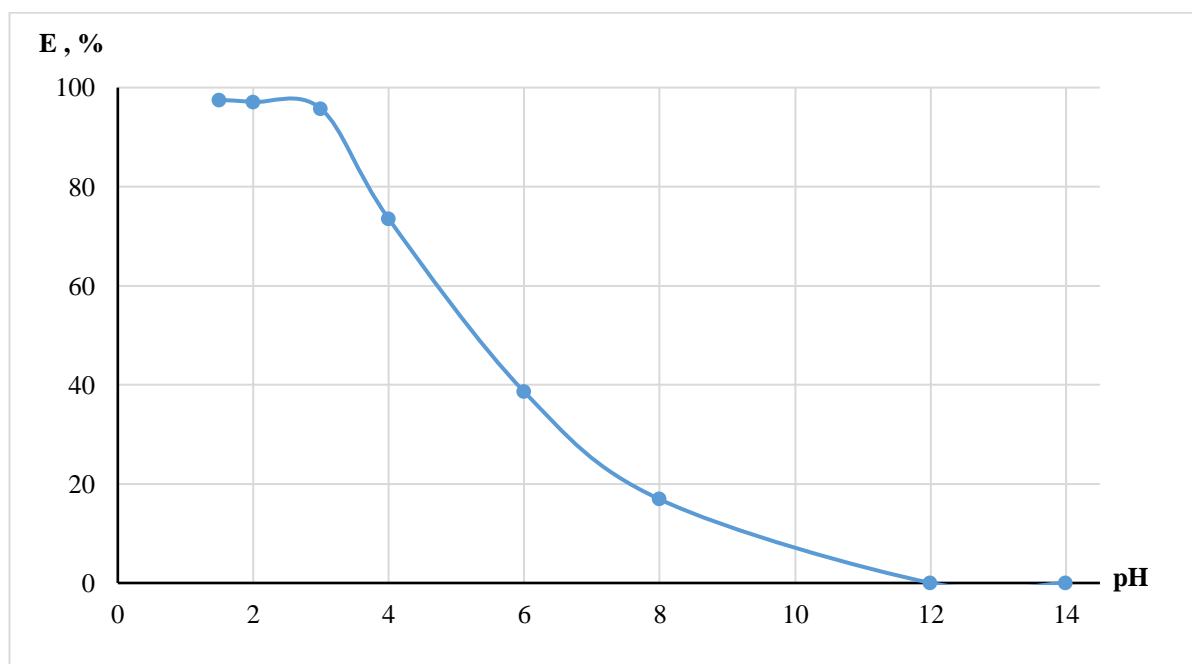
2.3.4 Мырыштың трибутилфосфатпен экстракциясына сулы ерітінділердің рН әсері

Трибутилфосфат бейтарап кластың экстрагенті болып табылады. Әдеби деректер бойынша су фазасының рН ортасы бейтарап экстрагенттермен металдарды экстракциялау кезінде анықтаушы факторлардың бірі болып табылатыны белгілі. ТБФ көбінесе хлоридті ортадан металдарды экстракциялау кезінде пайдаланылады, көбінесе тұз қышқылының қатысуымен жүреді, сондықтан біз мырышты экстракциялауды сілтілі металдар хлоридтерінің қатысуымен және рН 7-ден кем емес су ортасынан жүргізу керек деген болжамға келдік.

Алынған нәтижелер көрсеткендей мырышты ТБФ ерітіндісімен экстракциялау рН ортасы 7-ден айтарлықтай аз, тек қышқыл ортада мүмкін екенін көрсетті. Сонымен қатар, максималды экстракция рН ортасы 1,5 (97,5 %) жетті. Сондықтан тұз қышқылының концентрацияланған ерітінділеріндегі мырыштың экстракциясы одан әрі зерттелді.

Кесте 2.4 – Мырышты трибутилфосфатпен экстракциясына сулы ерітінділердің рН әсері

рН	$C_{Zn\text{ орг}}$, Г/Л	$C_{Zn\text{ су}}$, Г/Л	D	lgD	E, %
1,5	5,17	0,13	38,8	1,59	97,5
2	5,15	0,15	34,3	1,54	97,1
3	5,07	0,23	21,5	1,33	95,7
4	3,9	1,4	8,4	0,92	73,5
6	2,05	1,7	1,2	0,08	38,6
8	0,9	4,4	0,2	-0,70	16,9
12	0,02	5,28	0,05	-1,3	0,02
14	0,05	5,25	0,001	-3	0,003



2.7 - сурет – Мырышты трибутилфосфатпен экстракциясына сулы ерітінділердің рН әсері

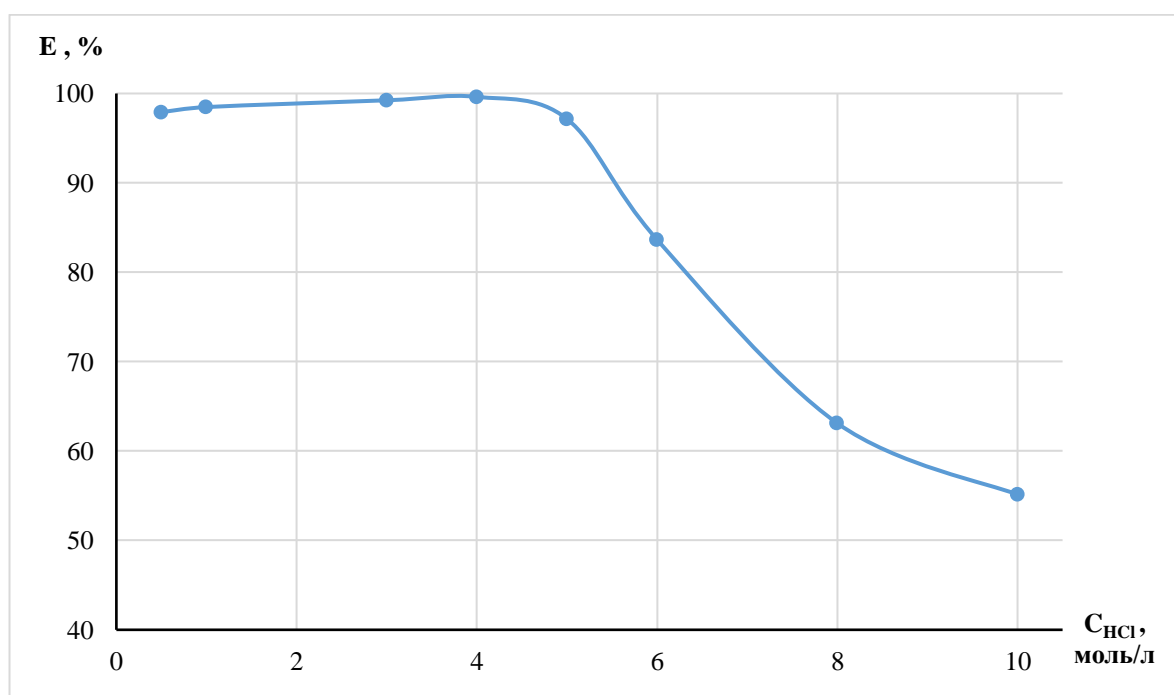
2.3.5 Тұз қышқылды ерітінділерден мырышты трибутилфосфатпен экстракциялау

Тұз қышқылды ерітінділерден мырышты экстракциялау оның тұз қышқылының ерітінділерінде жақсы ерігіштігінің арқасында мүмкін болады. Тұз қышқылы бойынша сулы ерітіндінің ең жоғары концентрациясы 13,14 моль/л құрайды. Экстракция нәтижелері 2.5-кестеде және 2.8-суретте келтірілген.

Кесте 2.5 – Тұз қышқылы ерітінділерінен мырышты ТБФ экстракциясы

C_{HCl} , моль/л	$C_{Zn\text{ орг}}$, г/л	$C_{Zn\text{ су}}$, г/л	D	lgD	E, %
0,5	5,15	0,11	46,82	1,67	97,91
1	5,18	0,08	64,75	1,81	98,48
3	5,22	0,04	130,50	2,12	99,24
4	5,24	0,02	262,00	2,42	99,62
5	5,11	0,15	34,07	1,53	97,15
6	4,40	0,86	5,11	0,71	83,65
8	3,32	1,94	1,71	0,23	63,11
10	2,90	2,36	1,23	0,09	55,13

Осылайша, ТБФ-пен мырыш бөліп алудың тұз қышқылының концентрациясына тәуелділігі максимум $C_{HCl} = 3-4$ моль/л. Бұл концентрация аймағы гальваникалық мырыш жабындарын өндіруде жиі қолданылады. Яғни, айналымдағы ерітінділерді тазарту кезінде, сондай-ақ мырыш жоғалымын болдырмау үшін ТБФ металл экстракциясын қолдануға болады.



2.8 - сурет – Мырышты трибутилфосфатпен экстракциясына бастапқы ерітіндідегі тұз қышқылы концентрациясының әсері

2.3.6 Экстракция ұзақтығының әртүрлі типтегі экстрагенттермен мырыш алуға әсері

Экстракция гетерогенді процесс болғандықтан, масса алмасудағы маңызды факторлардың бірі экстракцияның ұзақтығы болып табылады.

Экстракция ұзақтығының мырыш экстракциясына әсерін зерттеу сулы фазаның оңтайлы рН мәні бар нүктелерде жүргізілді: мырыштың ТБФ - пен экстракциясы үшін – рН шамамен 1,5; каприл қышқылы үшін – рН шамамен 10; лауриламмин үшін – рН шамамен 7; Яррезин Б үшін – рН шамамен 12. Экстракцияға дейінгі сулы ерітінділердегі мырыштың концентрациясы шамамен 5 г/л құрады, фазалар 1:1 қатынасында. Алынған нәтижелер 2.6 - кестеде көрсетілген.

Кесте 2.6 – Экстракция ұзақтығының әртүрлі типтегі экстрагенттермен мырыш алуға әсері

τ, МИН	C _{Zn орг} , Г/Л	C _{Zn сулы} , Г/Л	D	lgD	E,%
Керосиндегі Яррезин Б ерітіндісімен экстракциясы					
5	5,285	0,015	352,33	2,55	99,72
10	5,288	0,012	440,67	2,64	99,77
20	5,290	0,010	529,00	2,72	99,81
30	5,290	0,010	529,00	2,72	99,81
50	5,290	0,010	529,00	2,72	99,81
70	5,290	0,010	529,00	2,72	99,81
90	4,985	0,315	15,38	1,20	94,06
120	4,554	0,746	6,10	0,79	85,92
150	4,363	0,937	4,66	0,67	82,33
Каприл қышқылымен экстракциясы					
5	4,01	1,29	3,11	0,49	75,64
10	4,82	0,48	10,04	1,00	90,94
20	4,95	0,35	14,14	1,15	93,44
30	5,08	0,22	23,09	1,36	95,86
50	5,14	0,16	32,13	1,51	96,92
70	5,15	0,15	34,33	1,54	97,13
90	4,91	0,39	12,59	1,10	92,65
120	4,32	0,98	4,41	0,64	81,42
150	3,87	1,43	2,71	0,43	73,11
Лауриламминмен экстракциясы					
5	5	5	5	5	5
10	10	10	10	10	10
20	20	20	20	20	20
30	30	30	30	30	30
50	50	50	50	50	50

2.6 Кестенің жалғасы

τ, МИН	C _{Zn орг} , Г/Л	C _{Zn сулы} , Г/Л	D	lgD	E,%
70	5,29	0,01	529,00	2,72	99,81
90	5,29	0,01	529,00	2,72	99,81
120	5,29	0,01	529,00	2,72	99,81
150	5,01	0,29	17,28	1,24	94,52
120	4,88	0,42	11,62	1,07	92,12
Трибутилфосфатпен экстракциясы					
5	3,93	1,37	2,87	0,46	74,12
10	5,17	0,13	39,77	1,59	97,50
20	5,23	0,07	74,71	2,02	98,62
30	5,25	0,05	105,00	2,02	99,00
50	5,25	0,05	105,00	2,02	99,20
70	5,25	0,05	105,00	2,02	99,20
90	4,79	0,51	9,39	0,97	90,45
120	4,04	1,26	3,21	0,51	76,32

Алынған нәтижелерден көрініп тұрғандай, барлық тәуелділіктер экстремалды сипатқа ие, бірақ мырыштың максималды экстракциясына жету үшін:

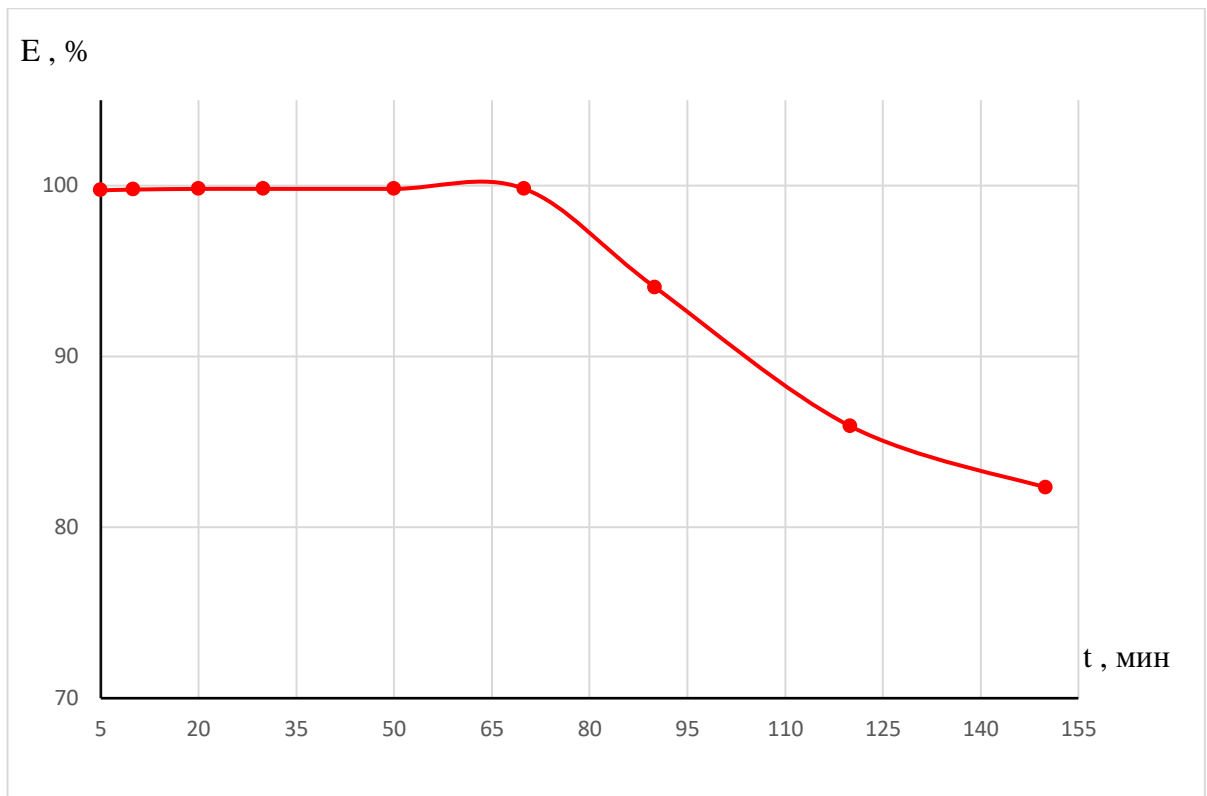
– Ярезин Б экстракциясы кезінде 20 минут жеткілікті, сонымен қатар экстракцияның ұзақтығы 90 минуттан артық емес;

– каприл қышқылымен экстракция кезінде 70 минут қажет, одан әрі ұзарған кезде мырыш алу төмендейді;

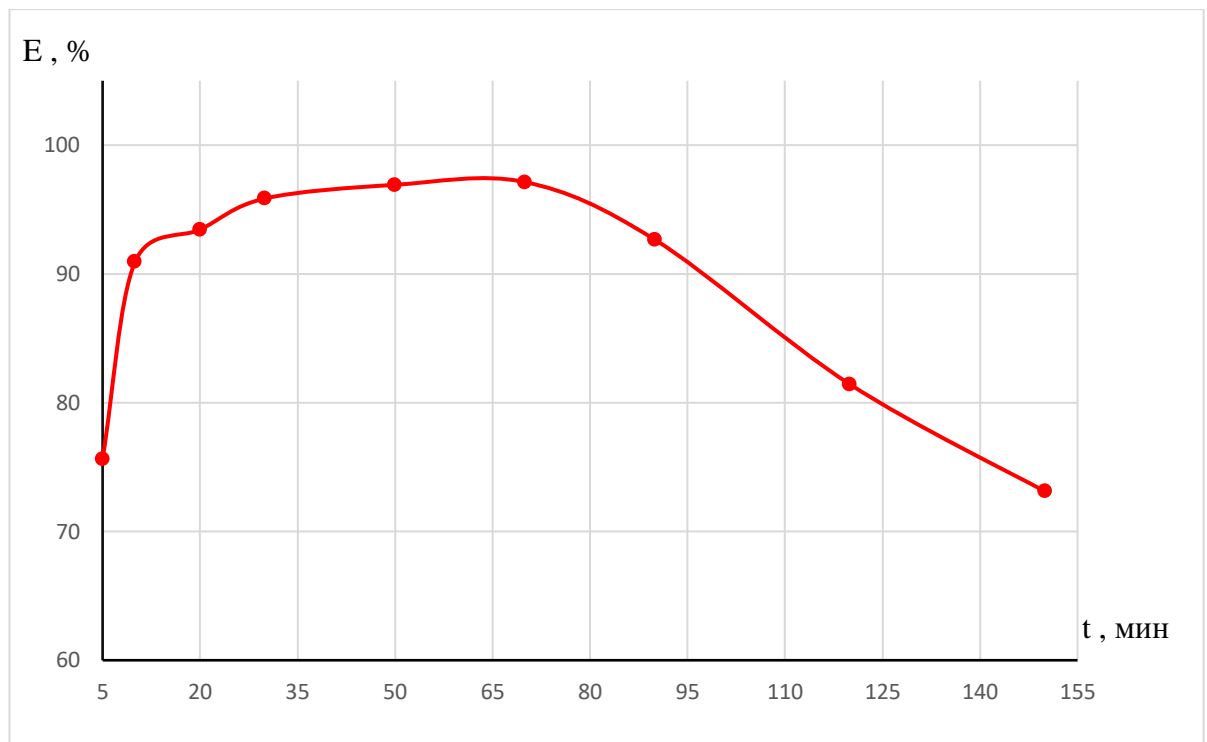
– лауриламминмен экстракциялау кезінде кем дегенде 50 минут қажет, экстракцияның бейтарап ортада жүруіне байланысты, мырыштың бөліп алынуы 150 минутқа дейін түспейді;

– трибутилфосфатпен экстракция кезінде кем дегенде 30 минут қажет, бірақ 70 минуттан кейін мырыш алу төмендейді.

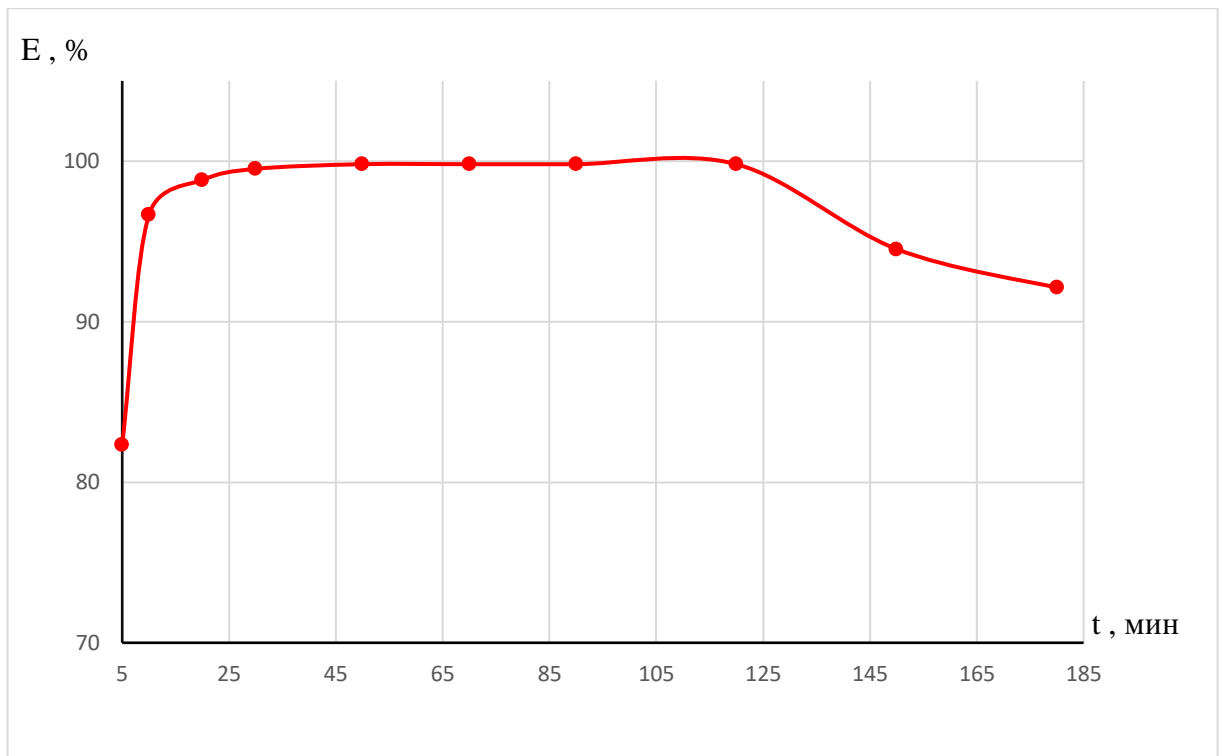
Мырыш экстракциясының төмендеуі экстрагенттердің мырышпен алынған қосылыстарының таза экстрагентке қарағанда ерігіштігінің жоғары болуымен түсіндіріледі. Сонымен қатар, қышқылдық және сілтілі ортада экстрагенттің еруі артады, бұл экстракцияның төмендеуіне де әсер етеді.



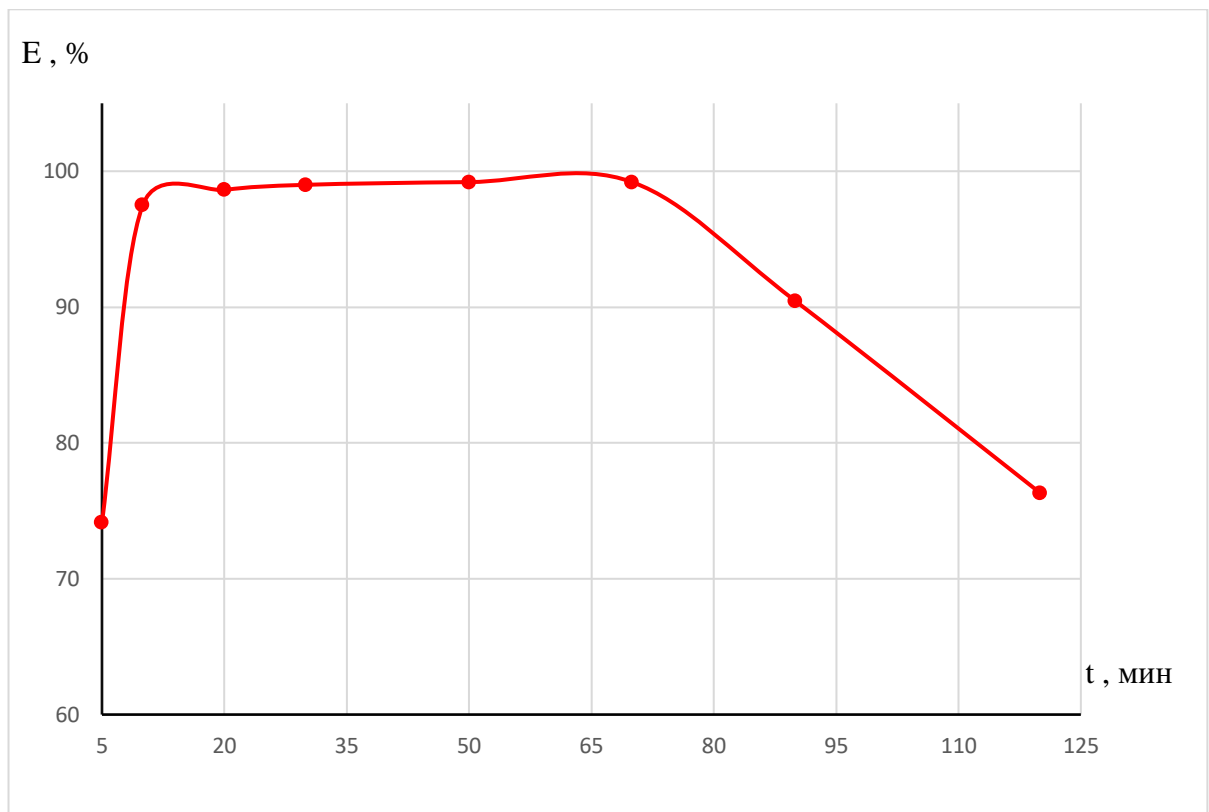
2.9 - сурет – Яррезин Б экстрагентімен мырыш алуға экстракция ұзақтығының әсері



2.10 - сурет – Каприл қышқылы экстрагентімен мырыш алуға экстракция ұзақтығының әсері



2.11 - сурет – Лауриламин экстрагентімен мырыш алуға экстракция ұзақтығының әсері



2.12 - сурет – ТБФ экстрагентімен мырыш алуға экстракция ұзақтығының әсері

2.4 Алынған ерітінділерден мырышты реэкстракциялау мүмкіндігін анықтау

Әдеби деректерге сүйене отырып [40] реэкстракция оның әр сатысында 5 минут бойы органикалық – сулы фазалар 1:1 қатынасында жүргізілді.

Органикалық және сулы фазалар 5:1 қатынаста тазартылған сумен мырыштың реэкстракциясы процестің үш сатысында мырыштың төмен шығарылуын (~ 2 %) көрсетті. Органикалық фазадан реэкстракция кезінде оңтайлы реагентті іздеу оңтайлы жағдайда жүргізілді:

- Яррезин Б жағдайында - рН 12 және ұзақтығы 20 минут;
- каприл қышқылын қолданған кезде – рН шамамен 10 және ұзақтығы 70 минут;
- лауриламмен экстракция – рН шамамен 7 және ұзақтығы 50 минут;
- экстрагент ТБФ таңдалса, онда экстракция рН шамамен 1,5 және ұзақтығы 30 минут болуы керек.

Реэкстрагенттерді одан әрі таңдау, ең алдымен, экстракцияның бастапқы шарттарына байланысты, яғни егер экстракция сілтілі ортада жүрсе, онда реэкстрагент ретінде қышқыл ерітінділерін, егер қышқыл болса, керісінше сілтілі ерітінділермен жүргізу қажет. Жоғарыда келтірілген пайымдауларға сүйене отырып, ең белсенді және технологиялық реагенттер ретінде тұз, күкірт және сірке қышқылдарының (0,5 - 5,0 моль/л) ерітінділері Яррезин Б экстракциясында ерітінділердің реэкстрагенттері ретінде сыналды.

Яррезин Б экстраксінен күкірт қышқылының концентрациясы 1 моль/л-ден асатын мырыштың реэкстракциясы үш сатының нәтижелері бойынша толығымен дерлік жүрді, мырыш тұз қышқылының реэкстракциясы кезінде 0,5 моль/л ерітіндінің концентрациясынан бастап 100 % мырыштың алынуы байқалды, сірке қышқылының реэкстракциясы реагенттің жоғары концентрациясында ғана жоғары көрсеткіштерге жетеді (3 моль /л-ден астам).

Басқа экстрагенттердің ерітінділерін реэкстракциялау келесідей болды:

– құрамында мырыш бар каприл қышқылының экстрактісін 0,5 моль/л концентрациядағы тұз қышқылының ерітіндісімен қайта экстракциялау кезінде бір сатыда 89,7 % мырыш, екінші сатыда - 8,2 %, үшінші сатыда - 1,7 %, жалпы экстракция 99,6 % құрады. Нәтижелер қанағаттанарлық, сондықтан басқа реэкстрагенттер сынамаған.

– құрамында мырыш бар лауриламмен экстрактісін тұз қышқылының ерітіндісімен 1 моль/л концентрациясымен қайта экстракциялау кезінде бірінші сатыда 92,3 % мырыш, екінші сатыда - 7,4 %, үшінші саты іс жүзінде талап етілмеді. Тұз қышқылының ерітінділері, Концентрациясы төмен, сондай-ақ күкірт қышқылының ерітінділері мырышты едәуір нашарлатты;

– құрамында мырыш бар трибутилфосфат экстрактісін реэкстракциялау кезінде реэкстрагент ретінде шамамен 0,5 моль/л каустикалық натрий ерітіндісі пайдаланылды, реэкстракцияның үш сатысында 97,8 % алынды, бұл қанағаттанарлық нәтиже. Басқа реэкстрагенттер сыналған жоқ.

2.5 Эксперименттік бөлім бойынша қорытындылар

Кешентүзуші қосылыс болмаған кезде мырыш сулы ерітінділерде әртүрлі аниондық, катиондық және бейтарап гидроксоқосылыстар мен гидраттар түрінде болады; аммиак ерітінділерінде тек аквакешендерден бастап гексааммиакаттарға дейінгі катиондық формаларда болады.

Әдеби және эксперименттік мәліметтер негізінде құрамында мырыш бар ерітіндісінің бастапқы рН және сулы фазаның құрамына байланысты ерітінділерді өңдеудің келесі экстракция әдістері ұсынылды:

- керосиндегі Феноламиноформальдегидті Яррезин Б ерітіндісі;
- керосиндегі каприл қышқылы ерітіндісі;
- керосиндегі лауриламин ерітіндісі;
- керосиндегі трибутилфосфат ерітіндісі.

Таңдалған экстрагенттермен мырыштың экстракциялануын зерттеу мырышты экстракциялау үшін су фазасының рН оңтайлы мәндерін көрсетті:

- ТБФ үшін – рН шамамен 1,5;
- каприл қышқылы үшін – рН шамамен 10;
- лауриламин үшін – рН шамамен 7;
- Яррезин Б үшін – рН шамамен 12-14.

Экстракцияның оңтайлы ұзақтығын анықтау барлық тәуелділіктердің экстремалды сипатқа ие екенін көрсетті, бірақ мырыштың максималды экстракциясына қол жеткізу үшін:

- Яррезин Б экстракциясы кезінде 20 минут жеткілікті, сонымен қатар экстракцияның ұзақтығы 90 минуттан артық қажет емес;
- каприл қышқылымен экстракция кезінде 70 минут қажет, одан әрі ұзарған кезде мырыш алу төмендейді;
- лауриламинмен экстракциялау кезінде кем дегенде 50 минут қажет, экстракция іс жүзінде бейтарап ортада жүретіндіктен, мырыш экстракциясы 150 минутқа дейін төмендемейді;
- трибутилфосфатты алу үшін кем дегенде 30 минут қажет, бірақ 70 минуттан кейін мырыш алу төмендейді.

Реэкстрагенттерді таңдау және сынау келесі нәтижелерге әкелді:

– құрамында мырыш бар каприл қышқылының экстрактісін 0,5 моль/л концентрациядағы тұз қышқылының ерітіндісімен қайта экстракциялау кезінде бір сатыда 89,7 % мырыш, екінші сатыда 8,2 %, үшінші сатыда 1,7 %, жалпы экстракция 99,6 % құрады.

– құрамында мырыш бар лауриламин экстрактісін 1 моль/л концентрациядағы тұз қышқылы ерітіндісімен қайта экстракциялау кезінде бірінші сатыда 92,3 % мырыш, екінші сатыда 7,4 %, үшінші саты іс жүзінде талап етілмеді;

– құрамында мырыш бар трибутилфосфат экстрактісін реэкстракциялау кезінде реэкстрагент ретінде шамамен 0,5 моль/л концентрацияда каустикалық натрий ерітіндісі қолданылды, реэкстракцияның үш сатысында 97,8 % алынды, бұл қанағаттанарлық нәтиже;

– ЯРБ экстракттарынан мырышты рэкстракциялау кезінде оңтайлы рэкстрагенттерді күкірт және тұз қышқылы деп санауға болады, өйткені күкірт қышқылының концентрациясы 1 моль/л-ден асады, үш сатының нәтижелері бойынша Рэкстракция толығымен дерлік жүрді, тұз қышқылымен мырыштың алынуы байқалды - 0,5 моль/л ерітіндінің концентрациясынан бастап 100 %, сірке қышқылының рэкстракциясы тек жоғары көрсеткіштерге жетеді. реагенттің жоғары концентрациясы (3 моль/л-ден астам).

3 Еңбекті қорғау және қауіпсіздік бөлімі

3.1 Қауіпті және зиянды өндірістік факторларды талдау

Жұмыста қолданылатын заттардың шекті рұқсат етілген концентрациясы мен уыттылығы бойынша сипаттамасы 3.1 - кестеде келтірілген.

Кесте 3.1 – Заттардың уыттылық сипаттамасы

Материалдар атауы	Организмге әсері	Шекті конц-сы, г/л	Қауіптілік класы
Натрий гидроксиді (NaOH)	Тері және ауыз бен мұрынның шырышты қабығын күйдіреді	0,5	2
Тұз қышқылы (HCl)	Тыныс алу жолдарын тітіркендіреді тері және ауыз бен мұрынның шырышты қабығын күйдіреді	0,5	2
Күкірт қышқылы (H ₂ SO ₄)	Тыныс алу жолдарын тітіркендіреді тері және ауыз бен мұрынның шырышты қабығын күйдіреді	0,5	2
Сірке қышқылы (CH ₃ COOH)	Тыныс алу жолдарын тітіркендіреді тері және ауыз бен мұрынның шырышты қабығын күйдіреді	0,5	2
Яррезин Б	Тыныс алу жолдарын тітіркендіреді	250	4
Мырыш оксиді	Ауыз бен мұрынның шырышты қабығын тітіркендіреді	0,05	2
Лауриламмин	Тыныс алу жолдарын тітіркендіреді, тері және ауыз бен мұрынның шырышты қабығын күйдіреді	0,1	2
ТБФ	Тыныс алу жолдарын тітіркендіреді	100	4
Каприл қышқылы	Тыныс алу жолдарын тітіркендіреді	300	4

Кесте деректеріне сүйене отырып келесі қолайсыз факторларды атап өтуге болады:

– қышқылдар мен сілтілер ерітінділерімен дұрыс жұмыс істемеген кезде тыныс алу жолдарының химиялық күйіктерін алу;

- химиялық реагенттермен улану;
- электр жабдығының ақаулығы немесе қысқа тұйықталу және органикалық қосылыстармен (керосин, каприл қышқылы, лауриламин, Яррезин Б.трибутилфосфат) жұмыс істеу кезінде ашық отты пайдалану кезінде өрттің туындау мүмкіндігі.

Еңбек жағдайларын талдау ықтимал қауіптер мен зияндарды анықтау үшін жүргізіледі. Өндірістік жарақаттану, кәсіптік аурулар мен авариялар қанағаттанарлықсыз еңбек жағдайларының жол берілмейтін салдары болып табылады. Осыған байланысты жұмысшының толық қауіпсіздігін қамтамасыз ету, оның физикалық белсенділігін азайту және жүйке кернеуін толығымен жеңілдету қажет. Денеге лезде зақым келтіруі мүмкін Еңбек және өндірістік процестердің қолайсыз факторлары өндірістік қауіптер деп аталады. Өндірістік жағдайда кез-келген факторлар жұмысшылардың денсаулығына үнемі немесе ұзақ уақыт зиянды әсер ететін жағдайлар туындауы мүмкін, ал әсер ету нәтижесі бірден емес, біраз уақыттан кейін әсер етеді. Кәсіби зиянды организмге әсер ету нәтижесінде пайда болатын денсаулықтың бұзылуы кәсіби аурулар деп аталады.

Өндірістік қауіптер мен зияндылықтар:

- механизмдердің қозғалмалы бөліктері;
- электр тогымен;
- қыздырылған жабдықтармен және материалдармен, жалынмен; жылулық, ультракүлгін және басқа сәулелермен сәулелену;
- ауаның зиянды заттармен ластануы;
- жанғыш және жарылғыш заттармен жұмыс.

Еңбек жағдайларын тексеру және бағалау үшін зерттеулер мен сынақтардың техникалық әдістері қолданылады. Оларға, мысалы, әртүрлі анализаторлардың көмегімен ауадағы қажетсіз қоспаларды анықтау, температураның, ылғалдылықтың, ауа қозғалысының жылдамдығының өзгеруі жатады. Еңбек жағдайларын жан-жақты талдау Кәсіпорындар мен зертханалардың ұтымды орналасуы, жабдықтардың дизайны мен технологиялық процестердің сипаты, жарақат пен аурудың пайда болу мүмкіндігін болдырмайтын еңбекті ұйымдастыру бойынша ұсыныстар беруге мүмкіндік береді.

3.2 Жарылыстың алдын алу шаралары

Арнайы курстар зертханасындағы жарылыстардың көзі керосин және Керосиндегі Яррезин Б ерітіндісі сияқты тез тұтанатын сұйықтықтар (ТТС) болуы мүмкін. Аталған заттарды пайдалану немесе сақтау кезінде жіберілген қателіктер төтенше жағдайларға әкелуі мүмкін. Жарылыстардың алдын алу үшін мекемелердің қауіпсіздік және өрт қауіпсіздігі жөніндегі нұсқаулықта көрсетілген шараларды орындау қажет.

Жанғыш сұйықтықтарға, тұтану көзін алып тастағаннан кейін өздігінен жануға қабілетті және жарқыл температурасы 61 °С немесе 66 °С аспайтын сұйық заттар жатады.

Температура бойынша ТТС өршуі үш разрядқа бөлінеді:

- тұтану температурасы -18 °С және одан төмен аса қауіпті ТТС;
- 18 °С - тан 23 °С - қа дейінгі тұрақты қауіпті ТТС;
- 23 °С - тан 61 °С - қа дейінгі ауа температурасында жоғары қауіпті.

Адам ағзасына әсер ету дәрежесі бойынша ТТС қауіптіліктің 4 класына бөлінеді:

- өте қауіпті;
- жоғары қауіпті;
- орташа қауіпті;
- қауіпті емес.

Адам ағзасына ену жолдары: ас қорыту жолдары, тері, тыныс алу мүшелері.

ТТС төгілуін жоюға және ауаға бу шығаруға бағытталған барлық іс-шаралар қажет:

- кездейсоқ төгілген сұйықтықтарды дереу алып тастаңыз;
- ТТС-ды сорғыш шкавтын астында сақтаңыз;
- ТТС сақтауға арналған сыйымдылықтарды герметизациялау;
- жұмыс аяқталғаннан кейін пайдаланылмаған ЖЖВ қалдықтары ТТС жедел қорын сақтауға арналған арнайы орындар.

3.3. Электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету

Электр жабдықтарымен жұмыс істеудің ақаулығы, қысқа тұйықталу, сымдардың шамадан тыс жүктелуі салдарынан өрттің туындау қаупі бар. Электр тогының ағзаға әсері әртүрлі электр жарақаттарын (электрлік күйік, терінің металдануы, электрлік белгі, электрофтальмия) және электр тогының соғуын тудыруы мүмкін. Электр тогы тіндерді зақымдайтын және жүйке жүйесі арқылы рефлекторлы түрде әрекет етеді.

Электротехникалық қондырғылардың құрылғысы және оларды пайдалану электротехникалық қондырғыларды орнату мен пайдаланудың барлық ережелері үшін міндетті болуға тиіс.

Қызмет көрсетуші персоналдың токқа түсуін азайту үшін оқшауланған құралдарды пайдалана отырып, резеңке қолғаппен монтаждау жүргізу қажет. Барлық электр қондырғылары жерге тұйықталуы керек. Жерге қосу өткізгіші жабдықты жерге тұйықтағышқа қосатын өткізгіш деп аталады. Жерге қосу: жұмыс-негізгі қондырғының жұмысын қамтамасыз етеді, ал қорғаныс - адамдардың қауіпсіздігін қамтамасыз етеді.

Электр қондырғыларын пайдалану қауіпсіздігі үшін қоршаған ортаның ерекшеліктерімен, электр жабдықтарының қол жетімділік дәрежесімен, электр тогының кернеуімен сипатталатын өндірістік жағдайлар үлкен маңызға ие.

Электр жабдықтары орнатылған үй-жайлар токтың зақымдану қауіпі дәрежесі бойынша 3 топқа бөлінеді:

- жоғары қауіп жоқ;
- қауіптілігі жоғары;
- әсіресе қауіпті.

Осы жұмыс бойынша эксперименттер жүргізілген арнайы курстар зертханасы "аса қауіпті емес" тобына жатады.

3.4 Санитарлық-гигиеналық іс-шаралар

Санитарлық-гигиеналық шараларға, ең алдымен, жұмысшыларды арнайы киіммен және сақтандыру құрылғыларымен қамтамасыз ету жатады. Жұмысшылардың жеке қорғаныс құралдарын пайдалану көптеген жағдайларда қажет және міндетті болып табылады. Жеке қорғаныс көмекші сипатқа ие. Салалық үлгілік нысандарға сәйкес жұмысшылар мен қызметшілер үшін арнайы киім, арнайы аяқ киім (егер оған қажеттілік болса) және сақтандыру құрылғылары белгілі бір мерзімге тегін беріледі. Сонымен, жұмысшыны әр түрлі шаңнан қорғауды қамтамасыз ету үшін респираторлар, теріні қорғау үшін қолғаптар, алжапқыштар және т.б. қамтамасыз етіледі.

Қауіпті алдын алу мақсатында эксперименттік жұмысқа арнайы қорғаныс киімдерімен, құрал-жабдықтарымен жабдықталады. Зертхана қызметкерлерінің санитарлық-гигиеналық киімдері және жеке қорғану құралдары:

- халат;
- резеңке қолғап;
- қауіпсіздік көзілдірігі;
- дәрігерге дейінгі алғашқы көмек қобдишасы;
- сода және глицерин ерітінділері.

4 Экономикалық бөлім

Бұл бөлімде жүргізілген зерттеулердің экономикалық шығындары есептелген, оның ішінде: электр энергиясының шығыны, реактивтер шығыны мен жалпы шығындар көлемі.

Кесте 4.1 – Реактивтер шығыны

Материалдар атауы	Материалдар шығыны	Шартты баға, тг	Жалпы құны, тг
Металды мырыш, кг	0,1	4000	400
Натрий гидроксиді, кг	0,2	600	120
Керосин, л	1,0	850	850
Дистильденген су, л	10	250	2500
Эриохром индикаторы, кг	0,01	93200	932
Сірке қышқылы, л	0,5	850	425
Күкірт қышқылы, л	0,1	1200	120
Тұз қышқылы, л	0,2	600	120
Яррезин Б, кг	0,24	3500	840
ТБФ, л	0,5	3500	1750
Каприл қышқылы, л	0,5	6000	3000
Лауриламин, кг	0,5	5500	2750
Барлығы			13 807

Кесте 4.2 – Электр энергиясының шығыны

Қондырғы атауы	Қуаты, кВт·сағ	Вт/сағаттағы мөлшері	Шығыны, тг 1кВт = 19,44
Аналитикалық таразы	0,05	0,1	1,9
Фотоколориметр	56	5,6	108,8
Барлығы	56,05	130,1	110,7

Кесте 4.3 – Жалпы шығындар саны

Шығындар аты	Шығын саны, тг	Салмақтық үлесі, %
Электр энергия шығыны	110,7	1
Реактивтер шығыны	13 807	99
Барлығы	13 917,7	100

ҚОРЫТЫНДЫ

Мырыштың үлкен қорларына қарамастан, табиғи шикізат құрамының күрделілігі және оның құрамындағы құнды компоненттердің аздығы металлургиялық өндірістің кедей және қайталама шикізатын, қалдықтары мен аралық өнімдерін өндеудің ең перспективалы әдістерін көбінесе гидрометаллургиялық, атап айтқанда экстракциялық және сорбциялық етеді. Кешенді түзгіштер болмаған кезде мырыш әртүрлі аниондық, катиондық және бейтарап гидроксоқосылыстар мен гидроксидтер түрінде болады; аммиак ерітінділерінде тек катиондық формаларда, аквакомплектен бастап, гекса мен октоамминге дейін, бұл оның экстракциясына айтарлықтай әсер етуі керек. Комплекс түзуші болмаған кезде мырыш сулы ерітінділерде әртүрлі аниондық, катиондық және бейтарап гидроксоқосылыстар мен гидраттар түрінде болады.

Әдеби және эксперименттік мәліметтер негізінде құрамында мырыш бар ерітіндісінің бастапқы рН және сулы фазаның құрамына байланысты ерітінділерді өндеудің келесі экстракция әдістері ұсынылды:

- керосиндегі Феноламиноформальдегидті Яррезин Б ерітіндісі;
- керосиндегі каприл қышқылы ерітіндісі;
- керосиндегі лауриламмин ерітіндісі;
- керосиндегі трибутилфосфат ерітіндісі.

Таңдалған экстрагенттермен мырыштың экстракциялануын зерттеу мырышты экстракциялау үшін су фазасының рН оңтайлы мәндерін көрсетті:

- ТБФ үшін – рН шамамен 1,5;
- каприл қышқылы үшін – рН шамамен 10;
- лауриламмин үшін – рН шамамен 7;
- Яррезин Б үшін – рН шамамен 12-14.

Экстракцияның оңтайлы ұзақтығын анықтау барлық тәуелділіктердің экстремалды сипатқа ие екенін көрсетті, бірақ мырыштың максималды экстракциясына қол жеткізу үшін:

- Яррезин Б экстракциясы кезінде 20 минут жеткілікті, сонымен қатар экстракцияның ұзақтығы 90 минуттан артық қажет емес;
- каприл қышқылымен экстракция кезінде 70 минут қажет, одан әрі ұзарған кезде мырыш алу төмендейді;
- лауриламминмен экстракциялау кезінде кем дегенде 50 минут қажет, экстракция іс жүзінде бейтарап ортада жүретіндіктен, мырыш экстракциясы 150 минутқа дейін төмендемейді;
- трибутилфосфатты алу үшін кем дегенде 30 минут қажет, бірақ 70 минуттан кейін мырыш алу төмендейді.

Реэкстрагенттерді таңдау және сынау келесі нәтижелерге әкелді:

- құрамында мырыш бар каприл қышқылының экстрактісін 0,5 моль/л концентрациядағы тұз қышқылының ерітіндісімен қайта экстракциялау кезінде бір сатыда 89,7 % мырыш, екінші сатыда 8,2 %, үшінші сатыда 1,7 %, жалпы экстракция 99,6 % құрады.

– құрамында мырыш бар лауриламин экстрактісін 1 моль/л концентрациядағы тұз қышқылы ерітіндісімен қайта экстракциялау кезінде бірінші сатыда 92,3 % мырыш, екінші сатыда 7,4 %, үшінші сатыда іс жүзінде талап етілмеді.

– құрамында мырыш бар трибутилфосфат экстрактісін реэкстракциялау кезінде реэкстрагент ретінде шамамен 0,5 моль/л концентрацияда каустикалық натрий ерітіндісі қолданылды, реэкстракцияның үш сатысында 97,8 % алынды, бұл қанағаттанарлық нәтиже.

– ЯРБ экстракттарынан мырышты реэкстракциялау кезінде оңтайлы реэкстрагенттерді күкірт және тұз қышқылы деп санауға болады, өйткені күкірт қышқылының концентрациясы 1 моль/л-ден асады, үш сатының нәтижелері бойынша Реэкстракция толығымен дерлік жүрді, тұз қышқылымен мырыштың алынуы байқалды - 0,5 моль/л ерітіндінің концентрациясынан бастап 100 %, сірке қышқылының реэкстракциясы тек жоғары көрсеткіштерге жетеді. реагенттің жоғары концентрациясы (3 моль/л-ден астам).

Жұмыста қауіпті және зиянды өндірістік факторларды талдау, техникалық іс-шаралар, жарылыстың алдын алу жөніндегі іс-шаралар, электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету, химиялық заттармен улану кезінде қауіпсіздікті қамтамасыз ету, санитарлық-гигиеналық іс-шаралар, өртке қарсы іс-шаралар қарастырылды.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Сейдалы А.С. Современное состояние и перспективы развития свинцово-цинковой отрасли Казахстана: Аналитический обзор. – Алматы: КазгосИНТИ 2000. – 38 с.
- 2 Студенцов В.В., Клец А.Н. Горно-металлургический комплекс Республики Казахстан: анализ, запасы, технологии. – Алматы: 1998. 92 с.
- 3 Бейсембаев Б.Б., Горкун В.И., Катков Ю.А., Тыныбеков М.И. Гидрометаллургическая технология переработки промпродуктов труднообогатимых свинцово-цинковых руд // Цветная металлургия. – 1992.
- 4 Битимбаев М.Ж. Минерально-сырьевая база металлургии Казахстана, ее удельный вес в ресурсах стран СНГ и мира, перспективы развития в условиях перехода к рыночной экономике – Алматы, 1995.
5. Сейдалиев А.С., Касымова А.С., Инвестиции в горно-металлургический комплекс Казахстана: Обзорная информация. Сер. Горное дело. – Алматы: КазгосИНТИ, 1996. – 21с.
- 6 E. Abkhoshk, E. Jorjani, M.S. Al-Harashsheh, F. Rashchi, and M. Naazeri, “Review of the hydrometallurgical processing of non-sulfide zinc ores,” Hydrometallurgy, 2014.
- 7 Патент 5135652 АҚШ. Method for solvent extraction of zinc / Boatheng Daniel A.D. – № 603065 Soc. 1992.
- 8 Патент 5244491 АҚШ. Method for extracting zinc lead and silver from brines / Brown P.M.; Mc. Donald. K.A. – № 957515 Soc. 1993.
- 9 Loredo M.G.S.; Roman – Moguel G.J.; Romo F. de J.C. Recovering metals from hydrometallurgical residues // JOM: J. Miner., Metals and Mater. Soc. 1995.
- 10 Агаев З.З. Экстракция Zn и Cd алкилированными аминофенолами и их синергетической смесью с нафтеновыми кислотами из аммиачных растворов. – Баку: АН АзССР и НФХ, 1983. – 26 с.
- 11 Пятницкий И.В., Сухан В.В. и др. Экстракционная емкость растворов капроновой кислоты с аминами // Украинский химический журнал – 1979.
- 12 Патент РФ № 2477327. Способ комплексной переработки углеродкремнеземистых черносланцевых руд / Сарычев Г.А., Денисенко А.П., Смирнов К. и др, Опубл. 10.03.2013.
- 13 Патент РФ №2374344. Способ переработки ванадийсодержащего сырья Козлов В.А., Батракова Л.Х. и др. Опубл. 27.11.2009.
- 14 Sing J.M., Gogia S.K., Tandon S.N. Study of the extraction of zinc (II), cadmium (II) and mercury (II) with caprylic acid // Hydrometallurgy. - 1982.
- 15 Bhaskar Sarma P.V.R. Extraction of zinc from ammonical-ammonium sulphate solutions using Di(2-ethylhexyl)phosphoric acid // Proceeding of ISEC, Munhen, V. 2. – 1986.
- 16 Сухан В.В. Экстракция и применение в анализе разнолигандных комплексов металлов с алифатическими монокарбоновыми кислотами и органическими азотсодержащими основаниями. – Киев. – 1990. – 48 с.

17 Chaudhury G. R.; Bhaskar Sarma P.V.R.; Sahoo P. K. Processing of Zinc leach liquor in mixer-settler units using D2EHPA - A case study // Miner. and Met. Process. – 1994.

18 Самойлов Ю.М., Левин Н.С. Экстракция цинка из аммиачных растворов ди-2-этилгексилфосфорной кислотой // Журнал неорганической химии. – 1981.

19 Алекперов Р.А., Агаев З.З. Синергетизм при экстракции цинка из аммиачных растворов / В кн.: Исследования в области неорганической и физической химии. - Баку, 1981.

20 Трубников С.В. Экстракция кадмия и цинка олигомерными реагентами фенольного типа из аммиачных и щелочных растворов: МИТХТ, 1988. – 22 с.

21 Букин В.И. Экстракция редких и цветных металлов олигомерами алкилфенолов и ее использование для извлечения, концентрирования и разделения элементов из нейтральных и щелочных сред: МИТХТ, 1990. – 37с.

22 Inoue S., Maesaki N., Matsubara M. Solvent extraction of copper (II) and lead (II) with N-P-alkyloxybenzoyl-N-phenylhydroxylamine // Solv. Extr. and Ion. Exch. – 1990.

23 Н.Л. Глинка. Общая химия. – М.: Химия, 1972. – 712 с.

24 Гриссбах Р. Теория и практика ионного обмена. М.: Химия, 1963.

25 Ф. Коттон, Дж. Уилкинсон. Основы неорганической химии .- М.: Мир, 1979.-677с.).

26 Назаренко В.А., Антонович В.П., Невская Е.М. Гидролиз ионов металлов в разбавленных растворах. – М.: Атомиздат, 1979. – 192 с.

27 Уразов Г.Г., Липшиц Б.М., Ловчиков В.С. Растворимость окиси цинка в водных растворах едкого натра // Цветные металлы. – 1956.

28 Зеликман А.Н., Вольдман Г.М., Беляевская Л.В. Теория гидрометаллургических процессов.- М.: Metallurgia, 1983. – 424 с.

29 Коттон Ф, Улкинсон Дж. Основы неорганической химии. - Мир, 1979. – 677 с.

30 Н.Л. Глинка. Общая химия. Л.: Химия, 1974.-727 с.

31 Гринберг А.А. Введение в химию комплексных соединений. - Л.: Химия, 1971. – 632 с.

32 Миронов В.Е., Пашков Г.Л., Ступко Т.В., Пашков Д.Г. Аммиачная гидрометаллургия. – Новосибирск: Наука, 2001. – 196 с.

34 Разработка и внедрение новой гидрощелочной технологии переработки полиметаллического сырья: Отчет о НИР (промежуточ.) / КазПТИ им. В.И. Ленина; Руководитель Романов Л.Г. – № ГР 01900006303. – Алматы, 1990. – 45 с.

35 Предварительный патент 11848 РК. Способ переработки материалов, содержащих тяжелые цветные металлы / Байконурова А.О., Усольцева Г.А., Мозговых Г.Я. – Опубл. 2002.

36 Букин В.И., Едильбаева Г.И., Нуркин Б.К., Ибраева Л.С., Байконурова А.О., Усольцева Г.А. Экстракция ванадия из промышленного продукта

феноламиноформальдегидной смолой // Тр. Междунар. симпозиума, посвященного 100-летию со дня рождения К.И. Сатпаева. – Алматы. 1999.

37 Анализ минерального сырья. / Под общей редакцией Ю.Н. Книпович, Ю.В. Морачевского. - Л.: Государственное научно-техническое издательство химической литературы, 1959.

38 Краткая химическая энциклопедия. - М.: Советская энциклопедия, 1963.

39 Усольцева Г.А., Резник А.М., Букин В.И., Байконурова А.О. Экстракция цветных и редких металлов из сложных по составу водных растворов фенолсодержащими реагентами // Вестник КазНТУ. - 2002.

40 Усольцева Г.А., Байконурова А.О., Букин В.И., Романов Л.Г. О Разделении Pb и Zn на стадии реэкстракции из органической фазы олигомеров в алкилфенолов // Комплексное использование минерального сырья, 2001.

41 Нуркин Б.К., Усольцева Г.А., Байконурова А.О. Применение хелатообразующих реагентов в гидрометаллургии цветных и редких металлов. – Алматы: КазНТУ, 2001.

42 Усольцева Г.А., Резник А.М., Букин В.И., Байконурова А.О. Экстракция цветных и редких металлов из сложных по составу водных растворов фенолсодержащими реагентами // Вестник КазНТУ. – 2002.

43 Межов Э.А. Экстракция аминами, солями аминов и четвертичных аммониевых оснований – М.: Атомиздат, 1977.

44 Степанов С.И., Чекмарев А.М. Экстракция редких металлов солями четвертичных аммониевых оснований – М.: Атомиздат, 2004.

45 A. Azizitorghabeh, F. Rashchi, A. Babakhani, and M. Noori, “Synergistic extraction and separation of Fe(III) and Zn(II) using TBP and D2EHPA,” Sep. Sci. Technol., 2017.

46 K. Ding, Y. Liu, J. Tang, Y. Zhou, X. Lin, and J. Hu, “Efficiently enriching zinc(II) from and into ammonium chloride media with species regulation and Aliquat 336,” Sep. Purif. Technol., 2018.

47 Вредные вещества в промышленности. Справочник // Под. ред. Н.В.Лазарева. Ч.,1,2 - Л: Химия, 1971

48 Производственная санитария. Безопасность труда производстве // Справочное пособие. Под.ред. Злобинского Б.М. Металлургия, 1971.

49 В.П. Меркулова, С.С.Нуркеев, М.Ж. Сейсембиев. Охрана труда и окружающей среды в дипломном проекте // Методические указания к выполнению раздела дипломного проекта. Алматы 1997.

50 Шокобаев Т.Д. Дипломное проектирование // Методическое указание по экономическому обоснованию дипломных проектов. КазНТУ, Алматы: 1996.

Қосымша А. Басылып шығарылған мақала

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева

MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
Kazakh national research technical university named after K.I. Satpaev

Қазақ КСР еңбек сіңірген ғылым қайраткері, Қазақ КСР Ғылым Академиясының
корреспондент-мүшесі, техника ғылымдарының докторы, профессор **Ибрагим Әбілғазыұлы**
ОНАЕВТЫҢ туганына 110 жыл толуына арналған
«ҰЛЫТАУ-ҚАЗАҚСТАН МЕТАЛЛУРГИЯСЫНЫҢ БЕСІГІ»
халықаралық ғылыми – практикалық конференциясының
ЕҢБЕКТЕРІ

ТРУДЫ

Международной научно-практической конференции
«ҰЛЫТАУ-ҚАЗАҚСТАН МЕТАЛЛУРГИЯСЫНЫҢ БЕСІГІ»
посвященной к 110-летию со дня рождения Заслуженного деятеля науки Казахской ССР,
члена-корреспондента Академии Наук Казахской ССР, доктора технических наук,
профессора
Ибрагима Абылғазиевича ОНАЕВА

PROCEEDING

International scientific and practical conference
"ULYTAU - CRADLE OF METALLURGY IN KAZAKHSTAN"
dedicated to the 110th anniversary of the birth of the Honored Scientist of the Kazakh SSR,
corresponding member of the Academy of Sciences of the Kazakh SSR, Doctor of Technical
Sciences, Professor

Ibrahim Abylgazievich ONAEV

18-19 мамыр 2023 жыл, Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ, ТМҒ, Мәжіліс залы
18-19 мая 2023 год, КазННТУ им. К.И. Сатпаева, ГМК, Актальный зал
May 18-19, 2023. KazNRTU named after K.I. Satpaev, Mining and metallurgical building,
Assembly Hall

Алматы, 2023

УДК 622:669
ББК 33:34.3
Ұ46

ҰЛЫТАУ – Қазақстан металлургиясының бесігі. Халықаралық ғылыми—практикалық конференциясының еңбектері - Алматы, Қ. И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ, 2023,- 343 б.

ҰЛЫТАУ – Қазақстан металлургиясының бесігі. Труды международной научно-практической конференции - Алматы, КазННТУ им. К.И. Сатпаева, 2023, - 343 с.

Ulytau - cradle of metallurgy in Kazakhstan. Proceeding international scientific and practical conference – Almaty, KazNRTU named after K.I. Satpaev, 2023, - 343 p.

ISBN 978-601-323-370-3

Еңбектерге Қазақстанның тау-кен металлургия кешенінің негізгі проблемаларына арналған мақалалар енгізілді және шикізатты кешенді пайдалану мен қайта өңдеу, ресурс және энергия үнемдеу мәселелері қамтылды, сервистік технологияларды әзірлеу және енгізу, қоршаған ортаны қорғаудың өзекті мәселелері және тау-кен металлургия саласы үшін отандық білікті кадрларды даярлау мәселелері ерекше орын алды.

В труды включены статьи, посвященные ключевым проблемам горно-металлургического комплекса Казахстана и освещены вопросы комплексного использования и переработки сырья, ресурсо- и энергосбережения, особое место отведено вопросам разработки и внедрения сервисных технологий, актуальным проблемам охраны окружающей среды и подготовки отечественных квалифицированных кадров для горно-металлургической отрасли.

The works include articles on the key problems of the mining and metallurgical complex of Kazakhstan and highlight the issues of integrated use and processing of raw materials, resource and energy saving, a special place is given to the development and implementation of service technologies, topical problems of environmental protection and the training of domestic qualified personnel for mining and metallurgical industry.

ISBN 978-601-323-370-3

© КазННТУ им. К.И. Сатпаева, 2023

МОДЕЛЬДІ ЕРІТІНДІДЕН МЫРЫШТЫҢ ЭКСТРАКЦИЯСЫН ЗЕРТТЕУ

Ш.Е. Жұмабай¹, С.С. Коныратбекова¹, Г.А. Усольцева¹

¹Сәтбаев университеті, Алматы, Қазақстан

*shyngyszhumabai@gmail.com.

Аңдатпа. Қазіргі уақытта мыс, уран және сирек элементтерді алудың экстракциялық әдістері алыс шет елдердің металлургия өнеркәсібінде кеңінен қолданылады. Мырышты экстракциялық бөліп алудың әдістері өнеркәсіптік қолданыс тапқан жоқ, дегенмен жақында оларға деген қызығушылық артып, дамыған металлургия өнеркәсібі елдерінде осы бағыттағы зерттеулер жүргізілуде.

Сулы ерітінділерден мырышты экстракциямен бөліп алу әдісі су ерітінділерінен органикалық экстрагенттермен заттарды бөліп алу саласына жатады оны түсті металлургияда өнеркәсіптік ағынды суды тазалау үшін пайдалануға болады.

Қышқыл сульфат ерітінділерінде мырыш екі валентті катион түрінде болғандықтан, катион алмасу механизмі арқылы металдарды шығаратын реагенттер оны органикалық фазаға шығаруға жарамды. Осыған байланысты органикалық реагентті таңдау және әртүрлі құрамдағы ерітінділерден мырыш алуды зерттеу ерекше маңызға ие.

Кілт сөздер: сулы ерітінділер, экстрагенттер, мырыш экстракциясы, лауриламин, рН орта.

Металдарды экстракциялау процесіне бірқатар факторлар әсер етеді: фазалардың байланысу ұзақтығы, сулы фазаның рН мәні және оның табиғаты, органикалық және сулы фазалардың көлемдерінің қатынасы, бастапқы сулы ерітіндідегі металдардың концентрациясы, ерітіндідегі экстрагент және фазалық беттің мөлшері [1,2]. Әр түрлі реагенттердің қасиеттерін салыстыруды жеңілдету үшін экстракция сулы және органикалық фазаларының 1:1 қатынасында жүргізілді, бастапқы сулы фазадағы мырыш концентрациясы шамамен 5 г/дм³ және экстрагенттердің концентрациясына тең.

Арнайы жабдықтың болмауына байланысты фазалардың бетінің мөлшерін анықтау мүмкін болмады, бірақ экстракция фазалардың тұрақты қатынасында, бірдей ыдыста жүргізілгендіктен, оны шартты түрде тұрақты деп қабылданды.

Экстракция ұзақтығы экстрагенттің табиғатына байланысты, сондықтан алдымен ортаның рН әсері анықталды, содан кейін оңтайлы рН кезінде мырышты максималды бөліп алу үшін қажетті экстракция ұзақтығы анықталды.

Мырыштың органикалық фазаға алынуы бастапқы сулы ерітінді мен тазартылған мырыш құрамының айырмашылығы бойынша есептелді.

Мырыштың лауриламинмен экстракциялануына сулы ерітінділердің рН орта әсері. Лауриламин – бұл бастапқы амин, сондықтан ол мырыш аниондарын бөліп алуға немесе қышқылмен алдын-ала өңделген жағдайда оны молекула түрінде алуға қабілетті [3,4]. Тұз қышқылы мен күкірт қышқылы орталарында мырыш катиондар түрінде болады, сондықтан оны алу үшін амин қышқылына қаныққанға дейін 0,1 моль/дм³ концентрациясы бар тиісті қышқылдармен лауриламинді алдын ала өңдеу жүргізілді [3,4].

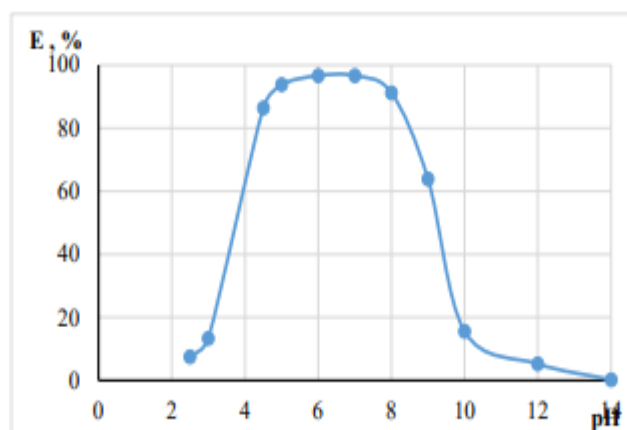
Сілтілі және фосфор қышқылды ортада мырыш аниондар түрінде болуы мүмкін: PO_4^{3-} иондарының қатысуымен – $\text{Zn}(\text{P}_2\text{O}_7)_2^{6-}$, сілтілі ортада – мырыш иондары және әртүрлі гидроксокешендер түрінде. Яғни, мырыштың лауриламинмен экстракциясы аминнің анионмен қосылуы нәтижесінде жүреді.

Экстракция басталғанға дейін ерітінді ішінара гидролизденген, бірақ экстракция процесінде шамамен 3-5 минуттан кейін су фазасы мөлдір болады, гидролиз тоқтайды.

Алынған тәуелділіктер оңтайлы рН ортасы 5-8 аймағында болатындығын көрсетті, мұнда органикалық фазаға таралу коэффициенттерінің ең үлкен мәндері байқалады. Алынған нәтижелер 1-кестеде көрсетілген.

Кесте 1 – PO_4^{3-} иондардың қатысуымен керосиндегі лауриламин ерітіндісімен мырыштың экстракциясына ерітіндінің рН орта әсері

рН	$C_{\text{Zn в раф}}, \text{Г/дм}^3$	$C_{\text{Zn в орг}}, \text{Г/дм}^3$	Е, %
2,5	4,90	0,40	7,51
3	4,59	0,71	13,34
4,5	0,72	4,58	86,48
5	0,33	4,97	93,82
6	0,18	5,12	96,65
7	0,18	5,12	96,65
8	0,47	4,83	91,20
9	1,91	3,39	63,87
10	4,48	0,82	15,53
12	5,02	0,28	5,21
14	5,29	0,01	0,20



1-сурет - Керосиндегі лауриламин ерітіндісімен мырыштың экстракциясына бастапқы ерітіндінің рН әсері

Лауриламин экстрагентімен мырыш алуға экстракция ұзақтығының әсері. Экстракция гетерогенді процесс болғандықтан, масса алмасудағы маңызды факторлардың бірі экстракцияның ұзақтығы болып табылады.

Мырышты бөліп алуға экстракция ұзақтығының әсерін зерттеу мырышты лауриламинмен алу үшін сулы фазаның оңтайлы рН мәні бар нүктеде – рН = 7 жүргізілді.

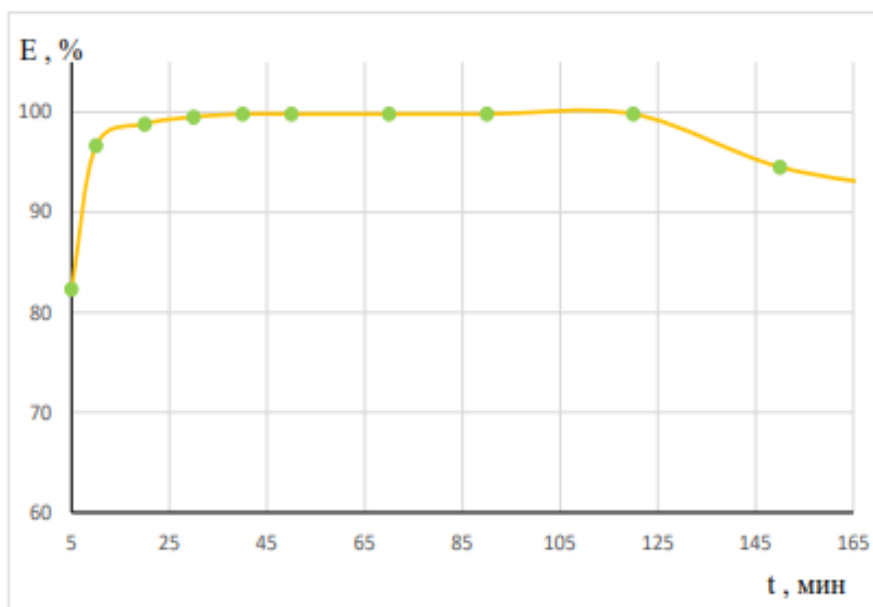
Алынған нәтижелер 2-кестеде көрсетілген.

Кесте 2 – Лауриламин экстрагентімен мырыш алуға экстракция ұзақтығының әсері

$\tau, \text{мин}$	$C_{\text{Zn орг}}, \text{Г/дм}^3$	$C_{\text{Zn сулы}}, \text{Г/дм}^3$	Е, %
5	4,36	0,94	82,33
10	5,12	0,18	96,65
20	5,24	0,06	98,82
30	5,27	0,03	99,52
50	5,29	0,01	99,81
70	5,29	0,01	99,81
90	5,29	0,01	99,81
120	5,29	0,01	99,81
150	5,01	0,29	94,52

Алынған нәтижелерден көрініп тұрғандай, барлық тәуелділіктер экстремалды, бірақ лауриламинмен экстракциялау кезінде мырыштың максималды экстракциясына жету үшін кем дегенде 50 минут қажет, экстракцияның бейтарап ортада жүруіне байланысты, мырыштың бөліп алынуы 150 минутқа дейін түспейді.

Мырыш экстракциясының төмендеуі экстрагенттердің мырышпен алынған қосылыстарының таза экстрагентке қарағанда ерігіштігінің жоғары болуымен түсіндіріледі. Сонымен қатар, қышқылдық және сілтілі ортада экстрагенттің еруі артады, бұл экстракцияның төмендеуіне де әсер етеді.



2-сурет – Лауриламин экстрагентімен мырыш алуға экстракция ұзақтығының әсері

Кешентүзуші қосылыс болмаған кезде мырыш сулы ерітінділерде әртүрлі аниондық, катиондық және бейтарап гидроксоқосылыстар мен гидраттар түрінде болады; аммиак ерітінділерінде тек аквакешендерден бастап гексааммиакаттарға дейінгі катиондық формаларда болады [7,8].

Әдеби және эксперименттік мәліметтер негізінде құрамында мырыш бар ерітіндісінің бастапқы рН орта және сулы фазаның құрамына байланысты ерітінділерді өңдеудің керосиндегі лауриламинмен экстракция әдісі ұсынылды.

Мырыштың лауриламинмен экстракциялануын зерттеу мырыш алу үшін су фазасының оңтайлы рН ортасы мәні 7 екенін көрсетті.

Алынған нәтижелерге сүйене отырып, сондай-ақ сулы ерітінділердегі мырыштың жай-күйі бойынша талдаудың арқасында қышқыл және сілтілі ерітінділерде мырыш алу бойынша зерттеулер жүргізілді.

Лауриламинмен экстракциялау кезінде мырыштың максималды экстракциясына жету үшін кем дегенде 50 минут қажет. Себебі экстракция іс жүзінде бейтарап ортада жүреді, мырыш экстракциясы 150 минутқа дейін төмендемейді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Нуркин Б.К., Усольцева Г.А., Байконурова А.О. Применение хелатообразующих реагентов в гидрометаллургии цветных и редких металлов. – Алматы: КазННТУ, 2001.

[2] Межов Э.А. Экстракция аминами, солями аминов и четвертичных аммониевых оснований – М.: Атомиздат, 1977.

[3] Степанов С.И., Чекмарев А.М. Экстракция редких металлов солями четвертичных аммониевых оснований – М.: Атомиздат, 2004.

[4] Усольцева Г.А., Резник А.М., Букин В.И., Байконурова А.О. Экстракция цветных и редких металлов из сложных по составу водных растворов фенолсодержащими реагентами // Вестник КазНУ. – 2002.

[5] L. M. Free, *Hydrometallurgy Fundamentals and applications*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2013.

[6] K. H. Lum, G. W. Stevens, J. M. Perera, and S. E. Kentish, "The modelling of ZnCl₂ extraction and HCl co-extraction by TBP diluted in ShellSol 2046," *Hydrometallurgy*, 2013.

[7] B. Pospiech and A. Chagnes, "Highly selective solvent extraction of Zn(II) and Cu(II) from acidic aqueous chloride solutions with mixture of Cyanex 272 and Aliquat 336," *Sep. Sci. Technol.*, 2015.

[8] A. Azizitorghabeh, F. Rashchi, A. Babakhani, and M. Noori, "Synergistic extraction and separation of Fe(III) and Zn(II) using TBP and D2EHPA," *Sep. Sci. Technol.*, 2017.

[9] K. Ding, Y. Liu, J. Tang, Y. Zhou, X. Lin, and J. Hu, "Efficiently enriching zinc(II) from and into ammonium chloride media with species regulation and Aliquat 336," *Sep. Purif. Technol.*, 2018.

[10] E. Abkhoshk, E. Jorjani, M.S. Al-Harashsheh, F. Rashchi, and M. Naazeri, "Review of the hydrometallurgical processing of non-sulfide zinc ores," *Hydrometallurgy*, 2014.

Исследование экстракции цинка из модельного раствора Ш.Е. Жумабай¹, С.С. Конаратбекова¹, Г.А. Усольцева¹.

В настоящее время широкое применение в металлургической промышленности стран дальнего зарубежья нашли экстракционные методы извлечения меди, урана и редких элементов. Экстракционные методы выделения цинка промышленного применения не нашли, хотя в последнее время интерес к ним возрастает и исследования в этом направлении проводятся во странах развитой металлургической промышленности.

Способ экстракции цинка из водных растворов относится к области извлечения веществ органическими экстрагентами из водных растворов и может быть использован в цветной металлургии, а также для очистки промышленных и бытовых стоков.

Поскольку в кислых сульфатных растворах цинк находится в форме двухвалентного катиона, то для его извлечения в органическую фазу пригодны реагенты, экстрагирующие металлы по катионообменному механизму. В связи с этим особое значение имеет выбор органического реагента и изучение получения цинка из растворов различного состава.

Ключевые слова: водные растворы, экстрагенты, экстракция цинка, лауриламмин, pH среды.

Investigation of zinc extraction from a model solution S.E. Zhymabai¹, G.A. Usoltseva¹, S.S. Konyratbekova¹.

Currently, extraction methods for the extraction of copper, uranium and rare elements are widely used in the metallurgical industry of non-CIS countries. Extraction methods of zinc extraction have not found industrial application, although recently interest in them has been increasing and research in this direction is being conducted in many countries of the developed metallurgical industry.

The method of zinc extraction from aqueous solutions relates to the extraction of substances by organic extractants from aqueous solutions and can be used in non-ferrous and ferrous metallurgy, as well as for the treatment of industrial and domestic wastewater.

Since zinc is in the form of a divalent cation in acid sulfate solutions, reagents extracting metals by the cation exchange mechanism are suitable for its extraction into the organic phase. In this regard, the choice of an organic reagent and the study of obtaining zinc from solutions of various compositions is of particular importance.

Keywords: aqueous solutions, extractants, zinc extraction, laurylamine, pH of the medium.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Нурпеисова Маржан Байсановна</i> АРДАН ТҮЫП, АРМАН ҚУҒАН, ТҰҒЫРЫ БИІК ТҰЛҒА.....	3
<i>Кенжалиев Багдаулет Кенжалиевич</i> ПРОФЕССОР И.А. ОНАЕВ И ПИРОМЕТАЛЛУРГИЯ ТЯЖЕЛЫХ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ КАЗАХСТАНА.....	5
<i>N.H.Ab. Hamid</i> SUSTAINABLE AND ESG COMPLIANCE SURFACTANT FORMULATION FOR PRODUCTION, OPERATION AND MAINTENANCE ACTIVITIES IN MINING, ENERGY AND MANUFACTURING INDUSTRIES IN KAZAKHSTAN.....	7
СЕКЦИЯ «ГОРНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ»	
<i>Vubnova E.A.</i> PATTERNS OF SEGREGATION AND SEDIMENTATION OF ROCK PARTICLES DURING THEIR LAYING AND ACCUMULATION IN SLUDGE RESERVOIRS.....	14
<i>Есенғарина А.Б.</i> КҮРДЕЛІ ТАУ-КЕН ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ШАРТТАРЫНДА ТІК ОҚПАНДАРДЫ САЛУ ЖӘНЕ БЕКІТУ.....	19
<i>Ақжол Ж.</i> «КҮЗЕМБАЕВ АТЫНДАҒЫ ШАХТАНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫНА ТАУ-КЕН ЖҰМЫСТАРЫНЫҢ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ» ОБЪЕКТІНІҢ ТАУ-КЕН ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЛАРЫН ТАЛДАУ.....	23
<i>Малеев Е.В., Икол А.А.</i> ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ДОРАБОТКИ ГЛУБОКИХ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ КАРЬЕРОВ.....	28
<i>Новиков Л.А.</i> КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КРУТОНАКЛОННЫХ КОНВЕЙЕРОВ ПРИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.....	32
<i>Садиев Ш.М., Содиков И.Ю., Давлатов Б.Р.</i> ЦИФРОВИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПОДЗЕМНОЙ ДОБЫЧИ В НАВОИЙСКОМ ГМК..	36
<i>Наимова Р. Ш., Сайлау Ә.М.</i> НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ВНЕШНИХ ОТВАЛОВ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.....	40
<i>Санакулов К., Санакулов У.К.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕНТОНИТА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА КУЧНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЗОЛОТА.....	45
<i>Халимов И.У., Каримов И.А., Шарафутдинов У.З.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДИФфуЗИОННОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ УРАНА ИЗ ГЛИНИСТЫХ РУД.....	51
<i>Талғатұлы Нұрасыл</i> ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ҰҢҒЫМАЛАРДЫҢ ОРНАЛАСУ СҰЛБАСЫН ТАҢДАУ.....	55
<i>Искаков М.</i> ТЕХНОЛОГИЯ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКИ ТОНКИХ РУДНЫХ ТЕЛ.....	59
<i>Керимжанова М.Ф., Букаева А.З.</i> О ПРОБЛЕМАХ ЭКСПЛУАТАЦИИ ШАРОВЫХ МЕЛЬНИЦ.....	62

СЕКЦИЯ: МЕТАЛЛУРГИЯ И ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

<i>Абенев А., Малдыбаев Г.К., Шарипов Р.Х.</i> ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОКИСЛЕННЫХ НИКЕЛЬ-КОБАЛЬТОВЫХ (ЛАТЕРИТНЫХ) РУД.....	67
<i>Абкеева П.Х., Бошкаева Л.Т., Таймасова А.Н., Айдарханов Д.А., Елтай Е.Б.</i> ОБЗОР И АНАЛИЗ ДАННЫХ ОБ ОБРАЗОВАНИИ ДЕНДРИТОВ И ШИШЕК НА ПОВЕРХНОСТИ КАТОДОВ В ПРОЦЕССЕ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО РАФИНИРОВАНИЯ МЕДИ.....	72
<i>Шевко В.М., Акылбеков Е.Е., Каратаева Г.Е.</i> КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ХРИЗОТИЛ АСБЕСТОВОГО ПРОИЗВОДСТВА ПИРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКИМ МЕТОДОМ.....	78
<i>Бакиров А.Г., А.К.Жунусов, Н.В.Олейникова</i> ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СПОСОБА СПЕКАНИЯ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ ТЭС.....	83
<i>Даулетбакова А. А., Баимбетов Б. С., Таймасова А.Н.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОКСИДОВ ВОЛЬФРАМА.....	88
<i>Дюсенова С.Б., Смолькова А.И., Ахмадиева Н.К., Гладышев С.В., Абдулвалиев Р.А.</i> ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ГИБСИТ - КАОЛИНИТОВЫХ БОКСИТОВ	93
<i>Игамбердиев Д.К., Баимбетов Б.С., Байсултанов Р.М.</i> МОЛИБДЕННИҢ МИНЕРАЛДЫ-ШИКІЗАТ БАЗАСЫНЫҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫН ТАЛДАУ.....	97
<i>Кадирова З.Ч., Ш.Ш. Даминова, Б.С.Торамбетов, Д.А. Зиятов, А.Р. Колдаров</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТВЁРДЫХ ЭКСТРАГЕНТОВ В ГИДРОМЕТАЛЛУРГИИ РЕДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ	104
<i>Куандыков А.Б., Быков П.О., Чайкин В.А.</i> КОМПЛЕКСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РАФИНИРОВАНИЯ ПЕРВИЧНОГО АЛЮМИНИЯ ОТ ПРИМЕСЕЙ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ.....	110
<i>Лапшин Е.С., Шевченко А.И.</i> ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПУЛЬПЫ ОТ ИНОРОДНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ В СХЕМАХ ОБОГАЩЕНИЯ ТОНКОЗЕРНИСТЫХ СЛАБОМАГНИТНЫХ РУД	116
<i>Медяник Н.Л., Смирнова А.В., Бессонова Ю.А.</i> ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ТИТАНОМАГНЕТИТОВ.....	121
<i>Миркаев Н.М., Шевко В.М., Лавров Б.А.</i> ТЕХНОЛОГИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АМОРФНЫХ КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩИХ ПОРОД В ПРОИЗВОДСТВЕ ФЕРРОСИЛИЦИЯ.....	126
<i>Мұхатаев Ә.М.</i> ФЕРРОҚОРЫТПАЛАРДЫҢ ЭЛЕКТРОТЕРМИЯСЫНА АРНАЛҒАН КӨМІРТЕКТІ ТОТЫҚСЫЗДАНДЫРҒЫШТАРДЫҢ ЭЛЕКТР КЕДЕРГІСІ.....	131
<i>Найманбаев М.А., Лохова Н.Г., Каришгина З.Б., Орынбаев Б.М.</i> КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ФОСФОГИПСА С ИЗВЛЕЧЕНИЕМ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ.....	136
<i>Нурпеисова А.М., Шевко В.М., Айткулов Д.К.</i> ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КРЕМНИСТОГО ФЕРРОСПЛАВА ИЗ КЕКОВ КУЧНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ МЕДНЫХ РУД.....	142
<i>Строкова Е.А., Жолмагамбетов Н. Р., Петрова О.А.</i> ОЦЕНКА РИСКОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧС И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ НА ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКЕ.....	147

<i>Тулехин И.Н., Жунусов А.К., Жунусова А.К.</i>	
ВЫПЛАВКА ФЕРРОСИЛИКОМАРГАНЦА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОКАТЫШЕЙ...	151
<i>Тюлюбаев З.М., Лексин А.М., Мырзакулов Н.Д., Карпенко В.Ю., Елемесов Т.Б., Леонова Л.А.</i>	
ВЫБОР ИОНСЕЛЕКТИВНЫХ МЕМБРАН ДЛЯ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ УРАНА ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УРАНСОДЕРЖАЩИХ РАСТВОРОВ...	156
<i>Утеева Р.А., Шевко В.М., Бадикова А.Д., Лавров Б.А.</i>	
КОМПЬЮТЕРНОЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СМЕСИ ФОСФОРИТОВ КАРАТАУ И ЧИЛИСАЙ (2:1) С ЖЕЛЕЗОМ И УГЛЕРОДОМ.....	161
<i>Жұмабай Ш.Е., Қоныратбекова С.С., Усольцева Г.А.</i>	
МОДЕЛЬДІ ЕРГІНДІДЕН МЫРЫШТЫҢ ЭКСТРАКЦИЯСЫН ЗЕРТТЕУ	166
<i>Тәжмұханова Ә. Б., Қойшина Г.М., Әділжан Ж.</i>	
ЖОҒАРЫ ПАЙЫЗДЫ ФЕРРОТИТАНДЫ АЛУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЗЕРТТЕУ	170
<i>Жунусов А.К., Кенжебекова А.Е., Заякин О.В., Жунусова А.К.</i>	
БОЛАТ БАЛҚЫТУ ҚАЛДЫҚТАРЫНЫҢ АГЛОМЕРАЦИЯСЫН ТӘЖІРИБЕЛІК СЫНАУ	175
<i>Кулагина Т.А.</i>	
СУПЕРКАВИТАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ ДИСПЕРГИРОВАНИЯ ЗОЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	180
<i>Аскарова Г. Е., Шаутенов М. Р., Бегалинов А. Б.</i>	
АЛТЫН ӨНДІРУ ӨНЕРКӘСІБІНІҢ ДАМУ ҚАРҚЫНЫ.....	185
<i>Секенов Е.М., Тулегенов А.С., Маратұлы Д., Чепуштанова Т.А.</i>	
ИЗУЧЕНИЕ ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ МЕДНО-МЫШЬЯКОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ	191
<i>Тажиев Е.Б., Койшина Г.М., Курмансеитов М.Б.</i>	
К ВОПРОСУ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ОТ ОБОГАЩЕНИЯ МАРГАНЦЕВЫХ И ХРОМОВЫХ РУД.....	196
<i>Үмбетияров Д., Тажиев Е.Б., Койшина Г.М., Әділжан Ж.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРЯМОГО ЛЕГИРОВАНИЯ МЕТАЛЛА МАРГАНЦЕМ.....	202
<i>Кенжаев Х.Т., Эргашев Н.У., Донияров Н.А.</i>	
ПОПУТНОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ МЕДИ ИЗ СБРОСНЫХ РАСТВОРОВ ЦЕХА ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ ГМЗ-2.....	208
<i>Шарафутдинов У.З., Эшинова Г.А., Ражаббаев И.М.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ УРАНОФОСФАТНЫХ ОСАДКОВ ПРИ ДЕСОРБЦИИ УРАНА....	210
<i>Шабанов Е.Ж., Жумагалиев Е.У.</i>	
ВЫПЛАВКА АЛЮМОСИЛИКОХРОМА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ.....	214
<i>Айдарханов Д.А., Бошкаева Л.Т., Мырзакулов М.К., Джуманкулова С.К., Абкеева П.Х.</i>	
ОИСК НОВЫХ ЭФФЕКТИВНЫХ СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ТИТАНА ИЗ НИЗКОКАЧЕСТВЕННЫХ ИЛЬМЕНИТОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ.....	218
<i>Елтай Е.Б., Бошкаева Л.Т., Әділжан Ж., Абкеева П.Х., Рахымжан М.С.</i>	
АНАЛИЗ СПОСОБОВ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ УРАНА И ПОИСК ЭФФЕКТИВНЫХ ОКИСЛИТЕЛЕЙ.....	223
СЕКЦИЯ: «ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ОХРАНА ТРУДА»	
<i>Шадрунова И.В., Орехова Н.Н., Стефунько М.С.</i>	
ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БРУСИТА И ЕГО КОМБИНАЦИИ С ДОЛОМИТОМ ДЛЯ ОЧИСТКИ КИСЛЫХ РУДНИЧНЫХ ВОД....	227

ТРУДЫ
Международной научно-практической конференции
«ҰЛЫТАУ-ҚАЗАҚСТАН МЕТАЛЛУРГИЯСЫНЫҢ БЕСІГІ»
посвященной к 110-летию со дня рождения Заслуженного деятеля науки Казахской ССР,
члена-корреспондента Академии Наук Казахской ССР, доктора технических наук,
профессора
Ибрагима Абылгазиевича ОНАЕВА

Авторская редакция

Подписано в печать 16.03.2023 г.
Тираж 100 дана. Формат 60x84 ¹/₁₆. Бумага типогр. №1.
Уч-изд.л.21,5. Усл.п.л. 19,9. Заказ № 332

Издание Казахского национального исследовательского
технического университета им. К.И. Сатпаева
Издательский центр Polytech им. Т. Кенеева
г. Алматы, ул. Сатпаева, 22

ISBN 978-601-323-370-3

