

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау – кен металлургия институты

«Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы материалдардың технологиялары» кафедрасы

Үшкемпир Жармұхан Мұратбекұлы

«Техногенді қалдықтардан түсті металдарды бөліп алуды зерттеу» тақырыбына

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B070900 – Металлургия


Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау – кен металлургия институты

«Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы материалдардың технологиялары» кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
МПЖ және АМТ кафедра
меңгерушісі, PhD докторы,
техн. ғыл. кандидаты,
қауымдас-ған профессор
 Чепуштанова Т.А.
« 14 » 05 2019 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

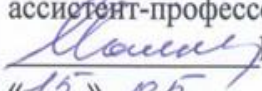
«Техногенді қалдықтардан түсті металдарды бөліп алуды зерттеу»

5B070900 – Металлургия

Орындаған:

Үшкемпир Жармұхан Мұратбекұлы

Жетекшілері: PhD докторы,
ассистент-профессор

 Мамырбаева К.К.
« 15 » 05 2019 ж.



Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы материалдардың технологиялары кафедрасы

5B070900 – Металлургия

БЕКІТЕМІН

МГЖ және АМТ кафедра

менгерушісі PhD докторы,

техн. ғыл. кандидаты,

қауымдасқан профессор

Чепуштанова Т.А.

2019 ж.



Дипломдық жұмысты даярлауға ТАПСЫРМА

Білім алушы: Үшкемпір Жармұхан Мұратбекұлы

Тақырыбы Техногенді қалдықтардан түсті металдарды бөліп алуды зерттеу

Университет ректорының «08» қазан 2018 ж. № 1113 - б бұйрығымен

Орындалған жұмыстың өткізілу мерзімі «30» сәуір 2019 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы мәліметтері: техногенді қалдықтар, мыс, алтын, гидрометаллургия, шаймалау, күкірт қышқылы, катализатор.

Есеп-түсініктеме жазбаның талқылауға берілген сұрақтарының тізімі мен қысқаша диплом жұмысының мазмұны:

а) Техногенді қалдықтар, құрамы және оларды өңдеу технологиялары бойынша ғылыми әдебиеттерге шолу жасау;

б) эксперименттік бөлімде қалдықтардан мысты күкірт қышқылымен шаймалаудың тиімді параметрлерін анықтау бойынша;

в) экономикалық бөлім, дипломдық жұмысты орындауға кеткен шығынды есептеу және оның тиімділігін бағалау;



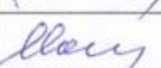
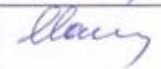
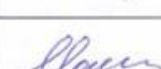
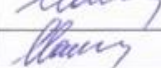
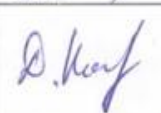
г) еңбекті қорғау бөлімінде еңбекті қорғау бойынша шараларды қарастыру
Графикалық материалдардың тізімі: (міндетті түрде қажет сызбалар көрсетілген)
зерттеу нәтижелері көрсетілген көрнекті материалдар 15 слайдтан кем болмауы тиіс.

Ұсынылатын негізгі әдебиет: 14 атаудан тұрады.


Дипломдық жұмысты (жобаны) даярлау
КЕСТЕСІ

Бөлім атаулары, дайындалатын сұрақтар тізімі	Ғылыми жетекшіге, кеңесшілерге өткізу мерзімі	Ескерту
Кіріспе	5.02.2019	
Талдау бөлімі	20.02.2019	
Эксперименттік бөлім	18.03.2019	
Экономикалық бөлім	19.04.2019	
Еңбекті қорғау	25.04.2019	
Қорытынды	27.04.2019	
Норма бақылаушы	02.05.2019	

Аяқталған дипломдық жұмыстың (жобаның) және оған қатысты
диплом жұмысының (жобасының) бөлімдерінің
кеңесшілерінің және қалып бақылаушының
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер (аты-жөні, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қолтаңба қойылған мерзім	Қолы
Кіріспе	К.Қ. Мамырбаева PhD докторы, ассистент- профессор	5.02.2019	
Аналитикалық бөлім		18.03.2019	
Тәжірибелік бөлім		19.04.2019	
Экономикалық бөлім		19.04.2019	
Қауіпсіздік және еңбекті қорғау		25.04.2019	
Қорытынды		02.05.2019	
Норма бақылаушы	Көккозов Д.К., техника және технология магистрі	15.05.2019	

Ғылыми жетекшісі  / К.Қ. Мамырбаева /

Тапсырманы орындауға алған, білім алушы  / Үшкемпір Ж.М. /

Күні «15» 01 2019 ж.

АНДАТПА

Дипломдық жұмыс тапсырмадан, кіріспеден, 4 тараудан, қорытындыдан және қолданылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Жұмыс дербес компьютерде терілген 30 бетте баяндалған және оның құрамына 8 суреттер, 6 кестелер кіреді. Қолданылған әдебиеттер тізімі 14 атаудан тұрады.

Өзекті сөздер: техногенді кен қалдықтары, мыс, шаймалау, күкірт қышқылы, катализатор.

Дипломдық жұмыстың мақсаты – техногенді қалдықтардан мысты күкірт қышқылымен шаймалаудың тиімді параметрлерін зерттеу.

Зерттеу объектісі: алтын кендерінің мысқұрамды техногенді қалдықтары.

Дипломдық жұмыста кен қалдықтары, олардан түсті металдарды бөліп алу әдістеріне әдеби шолу, қалдықтардан мысты күкірт қышқылымен шаймалау, оған қышқыл концентрациясының, сұйық және қатты фазаларының қатынасының, шаймалау уақытының әсер ету нәтижелері, кен қалдығын катализатордың қатысуымен және катализаторсыз шаймалау нәтижелері келтірілген.

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

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа состоит из задания, введения, 4 глав, заключения, списка использованной литературы. Работа изложена на 30 страницах компьютерного набора, включает 8 рисунков, 6 таблиц. Список использованной литературы содержит 14 наименований.

Ключевые слова: медь, железо, экстракция, реэкстракция, сульфатный раствор, извлечение.

Цель дипломной работы – исследование селективного извлечения ионов меди и железа из сульфатных растворов.

Объект исследования: медь и железосодержащие сульфатные растворы.

В работе приведен литературный обзор о меди, минералах меди, резервов медьсодержащих руд в мире и стране, способов извлечения меди из разных типов руд, в том числе гидрометаллургических технологии, а также экстракционном способе разделения меди и железа. В экспериментальной части приведены результаты по исследованию влияния на селективное извлечение меди и железа из сульфатных растворов экстрагентом Acorga 5510 различных параметров таких как, концентрация экстрагента, продолжительности процесса, соотношения О:В, рН среды, а также концентрации серной кислоты на процесс реэкстракции металлов.

В работе также рассмотрены мероприятия касающиеся охраны окружающей среды и экономические показатели проведения исследования.

ANNOTATION

Diploma work consists of main task, introduction, 4 chapters, conclusion, and reference list. The work is presented on 30 pages of computer set and includes 8 figures, 6 tables. Reference list contains 14 names.

Keywords: balance ores, copper, leaching, sulfuric acid, catalyst.

The purpose of the diploma - the study of effective parameters of leaching copper from Zhezkazgan waste ores.

The object of study: samples of Zhezkazgan waste ores.

Diploma contains a paper review on waste and extraction of copper. The experimental part of the work shows the results of impact on the leaching of copper from waste ore sample parameters such as the concentration of sulfuric acid, duration of the leaching, the ratio of S/L, the result of leaching of copper with and without catalyst.

Diploma work also reviews activities related to the protection of the environment and economic performance of the study.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	9
1	Техногенді қалдықтарды өңдеуге критикалық талдау жүргізу	10
1.1	Өндіріс қалдықтары, қайталап өңделе алатын қорлар, оларды өңдеу динамикасы	10
1.2	Қалдықтардан мысты және тағы басқа түсті металдарды бөліп алу	13
1.3	Мысты техногенді қалдықтардан шаймалау технологиясының қарқындылығын арттыру	16
2	Эксперименттік бөлім	19
2.1	Техногенді қалдықтардың физика-химиялық құрамы	19
2.2	Мыстың шаймалану дәрежесіне әр түрлі параметрлердің әсер етуі	19
2.2.1	Ерітіндідегі мыс иондарын талдау әдістемесі	19
2.2.2	Мыстың шаймалану дәрежесіне қышқыл концентрациясының әсері	21
2.2.3	Мыстың бөліну дәрежесіне шаймалау уақытының әсері	22
2.2.4	Мыстың бөліну дәрежесіне температураның әсері	23
2.3	Техногенді қалдықтан мысты катализатормен және катализаторсыз шаймалау	24
3	Экономикалық бөлім	27
4	Қауіпсіздік және еңбекті қорғау	28
	Қорытынды	29
	Қолданылған әдебиеттер тізімі	30

КІРІСПЕ

Қазақстанның ұлттық экономикасының тұрақты дамуы мен қауіпсіздігінің маңызды кепілі – еліміздегі түсті металдар мен қара металдардың минералдық шикізат қорлары. Минералдық шикізат ресурстары еліміздің даму стратегиясын анықтайтын негізгі факторлардың бірі. Маңыздылығы жағынан олар үш топқа бөлінеді.

Қазақстанның металлургиялық секторы отандық экономика саласының өте үлкен секторы болып табылады. Қазақстан металлургиясының ең басты артықшылығы – өзінің жеке металлургиялық-шикізаттық базасының болуы. Қазақстан Республикасының кен орындары кешенді, күрделі минералды және құрамы ерекше болып келеді. Кендердің құрамында түсті, ауыр және асыл металдар, сирек, сирек жер, радиоактивті де элементтер кездеседі.

Минералдық шикізаттың қорлары елімізде әрі бай және әрі сан алуан болғанымен, нақты бір металдың үлесі айтарлықтай аз болу себебінен, кеніштердің орналасу аудандары күрделі, тасымалдау ара қашықтықтары ұзақ болуы себептерінен оларды өнеркәсіптік жолмен өңдеу қиын болып отыр. Сондықтан отанымыздағы металдардың минералды шикізаттарын өндіру технологияларының басым көпшілігі экология, экономика мен кешенді өңдеу бойынша қойылатын талаптар мен заңдарға сәйкес келмей қалады. Осылардың салдарынан республикада өндіріс шаңдары, техногенді қалдықтары және т.с.с. түрлері көп, олардың өндіріс зауыттарының жанында, далада жатқан орындары орасан үлкен, қаншама басқа мақсатта пайдаға асырылатын аудандарды басып отыр [1].

Диплом жұмысының тақырыбы дәл осы текті маңызды мәселеге – техногенді кен қалдықтарынан мысты шаймалап бөліп алуды зерттеу болып табылады.

Осы мақсатты толығымен ашу үшін үшін төмендегідей міндеттер жоспарланды:

- Техногенді қалдықтар, олардан түсті металды бөліп алу бойынша әдеби көздерге шолу жасау және патенттік талдау жүргізу;
- Сулы ерітінділермен мыстың техногенді қалдықтарда болатын минералдарының еруіне, яғни мыстың шаймалануын болжау үшін термодинамикалық талдау жүргізу;
- Техногенді сынамалардан мысты күкіртқышқылды шаймалау арқылы бөліп алу эксперименттерін жүргізу;
- шаймалауды катализатор, катализаторсыз жүргізу;
- алынған мәліметтерді өңдеу, қалдықтан мысты бөліп алу заңдылықтарын қорытындылау;
- зерттеулердің орындалуына экономикалық есептеулер жүргізу;
- зерттеулерді орындау кезінде техника қауіпсіздігі ережелерін сақтауды қарастыру.

1 Техногенді қалдықтарды өңдеуге критикалық талдау жүргізу

1.1 Өндіріс қалдықтары, қайталап өңделе алатын қорлар, оларды өңдеу динамикасы

Металлургиялық комбинаттарда жыл сайын және үлкен көлемде байыту қалдықтары, шлактар, шламдар және күйінділер пайда болады.

Қазіргі уақытта қалдық үйінділері ретінде шамамен 300 млн. т металлургиялық шлактар, 2,5 млрд. т байыту қалдықтары, 100 млн. т шламдар бар. Түсті металдар өндірістерінің бірқатары құрамында түсті металдардың үлесі жоғары болатын шлактарды шығарады. Осыған орай шлактардан түсті металдарды бөліп алу мәселесі бүгінгі күннің өзекті мәселелерінің бірі. Мұндай шлактардың, кектердің, шламдардың пайда болуы технологияның жоғары деңгейде болмауы себебінен. Әсіресе металдардың үлкен шығындары қиын байытылатын кендерді (өте ұсақ және шашыранды түрде болатын минералдар, тотыққан кендер, шламды, күйелі кендерді) өңдеу кезінде пайда болады.

Пирумметаллургиялық процестермен жұмыс істейтін қазіргі және бұрынғы зауыттардың шлактарында металдардың үлесі өте жоғары, мысалы мырыш 17 % дейін, қорғасын – 3 %, мыс - 0,9 % бар.

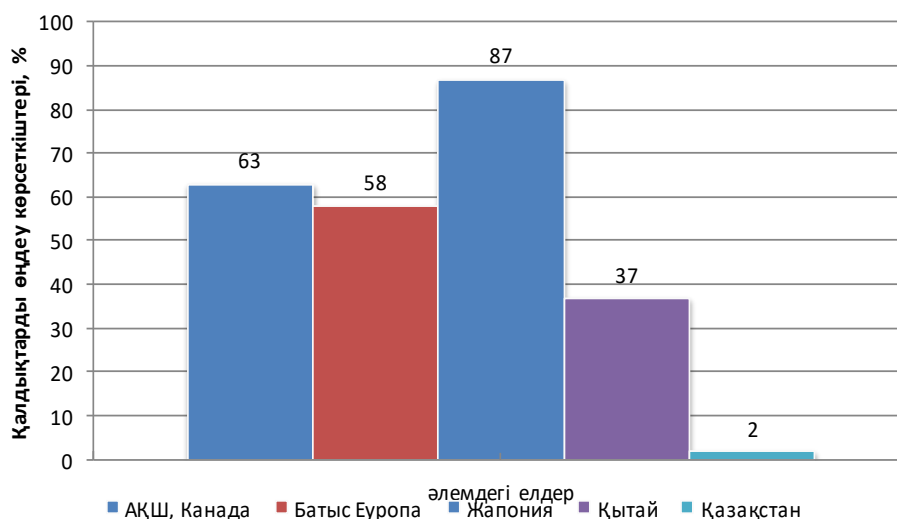
Бірақ соңғы кездерде көптеген елдерде пайдалы қазбалардың кен қоры тек бір-екі онжылдықтарға ғана жетеді. Кен қорын көбейту мақсатында қазіргі кездің өзінде қосымша кен көзі ретінде қиын байытылатын кедей аралас кен орындары, баланстан шығарылған кен қалдықтары, өндіріс қалдықтары, екіншілік өнімдер қарастырылуда. Дегенмен мұндай кен көздерін өңдеу үшін жаңа технологиялар әлі күнге дейін жеткіліксіз.

Қалдықтарды қосымша шикізат ретінде тиімді пайдалану көптеген проблемалардың шешу жолдарын ашуға мүмкіндік туғызады. Қалдықтарды қайтадан қолдану қоршаған ортаны қорғаумен, бастапқы материалдарды, электрэнергияны үнемдеумен, еңбек ресурстарын босатумен байланысты көптеген мәселелерді шешуге жол ашады.

Өнеркәсіптік кен қалдықтары жылына 1 млрд.т. шығарылғанымен, оның небәрі 100 млн.т. ғана пайдаға асырылады. Қалған бөлігі жылдан жылға жинақталып, қоршаған ортаны ластап отыр [2]. Осы себептен республикамыз Еуроазия өңіріндегі экологиялық жағынан ең қолайсыз аумақтардың біріне айналуда. Бұл қалдықтардың алып жатқан аудандары – 200 000 гектардың шамасында, ал карьерлердің, террикондардың, су қоймаларының, ұңғыма скважиналары мен т.б. шамамен 60 000 гектар жерді бұзып отыр. Осылайша биосферамызды ластайтындардың ішінде еліміздің тау металлургиялық кешені алдыңғы қатарды алады: кен қалдықтарының - шлактар, кликерлер, шандар және т.б., кендерді байыту және өндіру барысында пайда болатын қалдықтардың мөлшері орасан зор және жыл сайын бұл көрсеткіш тек қана өсіп барады.

Шикізаттар мен металлургиялық, тау-кен және т.б. өндірістердің өндірістік қалдықтарын өңдеу тек қана Қазақстанның ғана емес, сондай-ақ кез келген экономикалық дамыған елдің өзекті мәселесі болып табылады. Қазіргі кезде

елімізде жинақталған қалдықтардың тек қана 2 % қайта өңделуде. Бұл әлемдік практимен салыстырғанда өте төмен болып отыр (1.1 - сурет). Мысалы, Батыс Еуропада (Франция, Германия, Италия, Англия) бұл көрсеткіш 58 %, Солтүстік Америкада (АҚШ, Канада) – 63 %, Жапонияда – 87 % дейін, Қытайда – 37 % құрайды [3].



1 Сурет - Әлемдегі бірнеше елдер бойынша қалдықтарды қайта өңдеу көрсеткіштері

Қазіргі таңда отанымызда жоғары технологиялық, қосылған құны жоғары болатын металл өнімдері іс жүзінде отандық шикізаттан алынып, шығарылмайды және экспортталмайды. Бұл да жаңа технологиялардың өндіріске аса қажетті болатындығының дәлелі.

Қазақстанның түсті металлургиясының шикізат базасы ретінде тек күлді ғана емес, өндірілетін руданың құрамында бірқатар металдардың мөлшері көптеген жылдар бойы мол жинақталған жүздеген миллион тонна шлактарды да пайдалану кеңінен қарастырылуда. Геологиялық. барлау жасауға, тасымалдауға, рудниктер және байыту фабрикаларын салуға қаражат жұмсалмайтынына байланысты шлактардан алынғап металдардың өзіндік құны рудадан алынғаннан бірнеше есе төмен болады.

Металл сынықтары өнеркәсіп қалдықтарының ішінде ерекше назар аударуға тұратын қалдыққа жатады. Өндіріс процестерінен шығатын металл сынықтарының жалпы көлемінің 67 % кесінділерден, металл ұнтақтарынан, жоңқадан, табакша үлгілерден, 31 % амортизациялық сынықтардан, қалған 2 % қоқыстан алынғап металл қалдықтарынан тұрады.

Түсті металдарды өндіретін өнеркәсіптердің қалдық үйінділері ретінде баланстан шығарылған кен, тотыққан кендер тасталады, олардың құрамында мыс, қорғасын, мырыш, никель, қалайы, молибден, вольфрам бар. Технологияның жеткілікті болмауынан және байыту фабрикалары мен зауыттардың жұмыс тәртіптерінің сақталмауы себебінен бағалы металдар

флотация кезінде, кешенді кендерді, қиын байытылатын кендерді өңдеу кезінде көптеп жоғалады. Мыс қорғасын, мырыш және т.б. металдар қалдықтар ретінде тасталуы минералдардың бір бірімен тұтасып кетуінен толық ашылмауына, аса қатты ұсақталуына және флотациялық машиналарда тиімді реагенттердің жоқ болуына байланысты. Кендердің құрамы күрделі болған кезде оларды жеке жеке бөліп алу, дамыған технологиялық сұлбаларды қолдану, флотация тиімді жүргізу қажет етіледі. Бірақ та мұндай жұмыстар осы саладағы көптеген өндіріс орындарында жүргізілуде.

Төмен сапалы кендер – Балқаш, Зыряновск, Лениногорск, Хрустальненский комбинаттарында, қиын байытылатын кендер - Ащысай, Норильск, Тырнауыз, Приморск және т.б. комбинаттарда жүргізілуде

Қоңырат кен орнының қалдықтарындағы мұндай кендердің көп бөлігі Балқаш байыту фабрикасында ондаған мың тонна мысты алумен жүргізілуде. Мұндай кеннің бір бөлігі үймелі шаймалау әдісімен өңделуде.

Үймелі шаймалауды кедей тотыққан кендерді өңдеуге қолдану практикасы оның келешегі бар екендігін, яғни соңында алынатын өнімнің бағасы пирометаллургиялық әдіспен алынған металл құнынан үш есеге төмен екендігін, еңбек шығыны металл бірлігіне шаққанда 10 есеге төмен болатындығын көрсетті.

Ресейдегіні алатын болсақ, «Печенга-никель» и «Североникель» комбинаттарындағы кен қалдықтарынан кедей мыс-никель шикізатын гидрometаллургиялық әдіспен өңдеу экономикалық тиімді болатындығын көрсетті.

Жезқазған байыту фабрикасында мыспен қатар концентраттарға күміс, рений (67 - 70 %), мыс-қорғасын кенінен – қорғасын концентраты (67 - 70 %) бөліп алынады. Мұнда да осы металдардың қалған бөлігі қалдықтарға кетеді.

Колчеданды-полиметалды, мыс-колчеданды, мыс-никельді және түсті металдардың т.б. түрлері бар кендерден алынатын пиритті концентратты кешенді өңдеу ең маңызды мәселелердің бірі болып табылады.

Мыс-колчеданды кен орындарының пиритті концентратына 15 - 20 % мыс, 27 - 59 % қорғасын, индий, кадмий, күміс және молибден, 63 - 69 % селен, теллур, 80 - 90 % темір, кобальт және басқа 46 компоненттер бөліп алынады, бұл бастапқы кендегі бағалы компоненттердің жалпы құнының 30 % астамына сәйкес келеді.

Жалпы кеннің жалпы массасынан 80 - 85 % құрайтын пиритті концентрат осы уақытқа дейін тек селенді алумен қатар күкірт қышқылын өндіруге жұмсалады. Барлық басқа компоненттер күйіндіге өтеді де, қалдықтар ретінде тасталады.

Лениногорскінің сульфидті кенінен алынған пиритті концентрат Жезқазған Тау-металлургиялық комбинатында мысты электрлік балқыту кезінде шихтаға қоспа түрінде ғана қолданылады, ал қалғандары қалдық түрінде үйіледі.

Шетелдерде баяғыдан бастап пиритті концентраттардан бағалы түсті металдар мен асыл металдар бөліп алынады да, темір қалдығы домна шикізаты түрінде пайдаланылады.

Пиритті концентраттар Германия, Жапония, Италия, Канада, АҚШ, Швеция, Испания, Бельгия, Франция, Финляндия, Португалия, Румыния, Чехия, Польша, Кубада кешенді түрде өңделеді. Осының дәлелі ретінде «Тобато» жапон зауыты күйдіру-хлоридтерді айдау технологиясы бойынша жыл сайын 200 мың құрамында 50 % күкірт, 0,33 % мыс, 0,55 % мырыш, 1 г/т алтын және 10 г/т күміс бар пиритті концентратты қайта өңдеуден өткізіп тұрады.

1.2 Қалдықтардан мысты және тағы басқа түсті металдарды бөліп алу

Техногенді қалдық құрамында бірқатар түсті металдар болуы мүмкін, атап шыққанда мыс, темір, мырыш, никель және т.с.с. физикалық және химиялық қасиеттеріне қарай мыс электроникада үлкен көлемде, басқа да сан алуан облыстарда - құрылыс, үй тұрмысы, композициялық материалдар, медицина, нанотехнология және т.б. өндіріс саларында пайдаланылады. Мыс 198 минералдың құрамына кіреді, оның ішінде өнеркәсіпте тек қана олардың 17 түрінің маңыздылығы бар. Халькопирит, ковеллин, халькозин, малахит, хризоколла, азурит, куприт, диоптаз мыстың басты минералдары болып табылады.

Мыс қалдықтарда тотыққан және сульфидті түрінде кездеседі. Сульфидті кендердің негізгі минералдары болып халькопирит, пирит, борнит, халькозин, молибденит және т.б. табылады. Сульфидті кенде әрқашан пирит FeS_2 немесе пирротин Fe_7S_8 көп мөлшерде болады. Кеннің құрамында пирит пен пирротинмен бірге әрқашан кварц SiO_2 , және алюминийдің, темірдің кальций мен магнийдің әртүрлі силикаттары көптеп кездеседі. Тотықты кендер негізінен тотықтардан, карбонаттар мен силикаттардан тұрады, сонымен бірге олардың құрамында жоғарыда аталған металдар да кездеседі. Тотықты минералдар негізінен жер бетіне жақын жатады.

Мыстың сульфидті кендерінің құрамында асыл металдар (Au, Ag), түсті (Zn, Pb, Ni, Co, Mo және т.б.) және сирек металдар (Ge және т.б.) кездеседі [4].

Мыстың қоры елімізде айтарлықтай көп болғанымен олардың айтарлықтай мөлшері күрделі полиметалдық кеннің, қалдықтардың, баланстан шығарылған қалдықтардың құрамында. Түсті металлургияның, соның ішінде мыс өндірісінің қазіргі кездегі ең маңызды мәселелерінің бірі – шикізат базасын кеңейту болып отыр. Шикізат базасын кеңейтуде миллиардтаған тонна қалдықтарды пайдалану, оларды өңдеуде жаңа технологияларды қолдану тиімді болып табылады.

Мыс өндірісінің қалдықтарына келесілер жатады: шаң, шлактар, кен үйінділері және т.б. Бұл материалдар колчедан күйіктерінен, мыстың түрлі қосылыстарынан тұрады және келесідей әдістермен қайта өңделеді:

- тікелей шаймалау немесе
- сульфатты және хлорлы күйдіруден кейін шаймалау.

Осы әдістермен алынған ерітінділерді цементация, сорбция, сұйықтық экстракция процестерімен бөліп алады.

Шаңды 75 - 80 °С кезінде сумен шаймалау арқылы, одан 4 сағат ішінде

ерітіндіге 20 % дан 70 % дейін мыс сульфатын алуға мүмкіндік береді. Қалған қалдықтарды сумен шаймалау кезінде келесі 4 сағат ішінде 4 % күкірт қышқылы арқылы ерітіндіге тағы 15 - 30 % мыс алынады.

Қалдықтарды 50 % күкірт қышқылымен қатты және сұйық қатынасы 1:1 дәрежесінде алып қалдықты 600 °С температурасында 1 сағат бойы сульфаттап күйдіргеннен кейін алынған күйіндіні 90 - 95 °С кезінде шаймалау арқылы мысты 80 % дейін ерітіндіге бөліп алуға мүмкіндік береді.

Әдетте кендік қалдықтарда 1 % дейін мыс болады, оны бөліп алу үшін 300 °С температурасында 20 % NaCl қосу арқылы хлорлап күйдірумен, содан кейін шаймалаумен мысты 98 % дейін бөліп алуға болады. Көптеген байыту фабрикаларындағы қалдықтарда мыстың үлесі айтарлықтай мөлшерде кездеседі. Оларды өңдеуде тиімді әдіс болып гидрометаллургиялық әдіс табылады [5].

Кен үйінділерінің құрамында әдетте 0,3 - 2 % мыс болады. Кен үйінділерден ерітіндіге мысты алу әдістері, басқа қалдықтардан алу әдістерімен бірдей болуы мүмкін, сонымен қатар сулы пульпаны күкірт газымен өңдеу арқылы мысты алуға болады. Авторлар [6] күкірт қышқылды өндірісінен қалған пиритті қалдықтардан мыс мен асыл металдарды алуды қарастырған. Олар қалдықтарды үйіп, атмосфералық әсерге қалдырып, оны күкірт қышқылымен 2,0 - 2,5 рН ортасында және 500 - 540 мВ жағдайында шаймалап мысты бөліп алған. Қалдықта мыстың мөлшері азайған соң тотықтырғыштың мөлшерін азайтып, тиокарбамид қоса отырып, асыл металдарды, соның ішінде алтынды бөліп алған.

Құрамында 1,0 % мыс және 0,5 г/т алтыны бар тотыққан кендер мен техногенді қалдықтардан авторлар [7] алдымен мысты үш валентті темірдің қатысында 10 г/л күкірт қышқылымен шаймалап алып, кейіннен алтынды белсенді хлордың немесе натрийдің гипохлораты қатысында алтынды бөліп алады. Алдымен бөліп алынған мыс әрі қарай цементациямен немесе экстракциямен бөліп алынады, ал алтын болса көмірмен сорбциялау ақылы тазартылады. Осы жағдайда мыстың бөлінуі 90 % дейін, алтынның бөлінуі 70 % дейін жетті.

Құрамында мыс, мырыш, күміс және алтыны бар қалдықтардан металдарды бөліп алу үшін [8] шаймалау процесі сілтілі аммиак-тұзды ерітіндімен жүргізілген. Алынған ерітіндіден алтын мен күміс көміртегінің көмегімен сорбциямен бөліп алынған, ал мыс органикалық ерітіндідегі бетадикетонның ерітіндісімен экстракцияланған және содан алынған рэкстракттан оксидпен экстракцияланған. Нәтижесінде мыстың бөлінуі 75 - 80 %, алтынныңкі 92 %, күмістіңкі 55 - 65 % жетті. Сорбенттің оншалықты күміске сәйкес болмауынан бөліну дәрежесінің төмен болғаны байқалады.

Қазіргі уақыттағы металлургияда гидрометаллургиялық процестер көптеген металдар өндірісі кезінде кеңінен пайдаланылады: мырыш, мыс, никель, кобальт, алюминий, алтын, күміс, платиналы металдар, тантал, ниобий, ванадий, бериллий, жерде сирек кездесетін және де көптеген басқа металдар. Соңғы жылдары бөліп алудың жаңа сорбциялық және экстракциялық әдістерін кеңінен енгізу жіне өңдеуге байланысты; металдарды бөлу және концентрлеу;

фильтрсіз процестердің дамуы; автоклавты өңдеу процестері ерітінділерден газдар арқылы металдардың бөліну және тұнбаға түсу процестерінің салдарынан гидрометаллургиялық процестердің қолдану аймағы мен тиімділігі ұдайы өсуде. Өңделетін шикізат түріне, металдар мен олардың қоспалар қасиеттеріне процесс мақсатына байланысты гидрометаллургиялық тәжірибеде әртүрлі дайындау және негізгі процестер, операциялар пайдаланылады. Олардың негізгілері:

1) кенді шикізатты шаймалауға дайындау. Дайындау операцияларына мыналар жатады:

– бағалы материалдарды ашу және шаймаланатын қатты фазаның үлкен меншікті бетін құру мақсатымен кенді шикізатты механикалық өңдеу (ұсақтау, ұнтақтау, классификациялау). Механикалық өңдеу материалдың химиялық құрамының өзгеруімен жүрмейді.

– гидрометаллургиялық өңдеуге қажетті қосылыстарды алу мақсатымен шикізаттың химиялық құрамының өзгеруімен бастапқы материалды өңдеу.

2) шаймалау - ерітін компонентті қатты фазадан сулы ерітіндіге бөліп алу.

3) қатты және сұйық фазаларды бөлу (тұндыру, қоюлану және фильтрация операциялары);

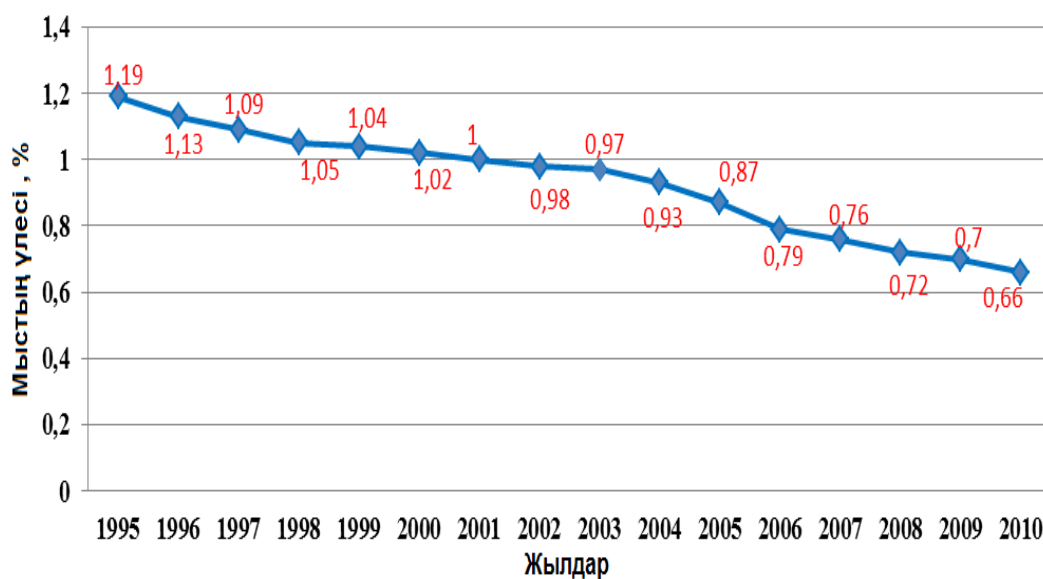
4) ерітінділерді олардан металдардың немесе таза қосылыстардың бөлінуіне дайындау;

– ерітіндіні қоспалардан тазарту (рафирнирлеу);

– бөліп шығарылатын компонент бойынша ерітіндінің концентрациялануы (буландыру, ион алмасу немесе экстракция процестерін қолдану);

5) Ерітіндіден металдардың немесе олардың қосылыстарының бөлінуі (цементация, қиын ерітін қосылыстардың тұнбаға түсуі, электролиз т.б) [8].

Кен шикізатын кешенді пайдалану технологиясы жер қойнауын үнемдеуге бағытталған, ал бұл әлемдік экономикадағы жетекші бағыттардың бірі болып табылады.



2 Сурет – Жезқанған кенорнындағы мыстың үлесі

Осылайша олар шикізат базасын толтыру үшін Жезқазғандық баланстан шығарылған кеннің барлық түрлерін қайта қарап шығып, оларды келесідей технологиялармен өңдеуді жоспарлап отыр (1- кесте).

1 Кесте – Жезқазған өңіріндегі қалдықтарды өңдеу технологиялары

№	Шикізаттың түрі	Өңдеу технологиясы	Шикізат базасын толтыру сатылары
1	Баланстық аралас кендердің қоры	Флотациялық-гидрометаллургиялық технология	1 саты
2	Баланстан шығарылған аралас кендер (Тасқора)		
3	Тотыққан кендер		
4	Баланстан шығарылған Жезқазған кеніндегі қорлар	Флотациялық-гидрометаллургиялық технология	2 саты

Осы бағыт бойынша инновациялық технологиямен кен қалдықтары мен қиын ашылатын кендерді өңдеу бойынша алдын ала жүргізілген зерттеулер жақсы нәтиже көрсеткен. Ол 3 - суретте көрсетілген [14].



3 Сурет - Жезқазған кенорнындағы қалдықтардан мысты шаймалаумен бөліп алу көрсеткіштері

Барлық жағдайларда мыстың дәстүрлі технологиясымен өндірілуіне қарағанда жаңа технологиямен көбірек бөліну мүмкіндігі байқалып отыр. Демек, құрамында тотықты минералдары бар кен қалдықтары мен қиын ашылатын кендер, техногенді қалдықтарды гидрометаллургиялық технологиямен өңдеу тиімді болып табылады.

1.3 Мысты техногенді қалдықтардан шаймалау технологиясының қарқындылығын арттыру

Химиялық әдіспен шаймалау процестерін қарқындылату үшін көптеген өндірушілер мен зерттеушілер көптеген әдістерді қолданады. Соның бірі реагенттердің концентрациясын өзгертіп, арнайы бактерияларды қолданады, не болмаса құрамдас технологияларды қолданады.

Химиялық әдіспен шаймалау процестерін қарқындылату үшін шаймалау ерітінділеріне (күкірт, азот, тұз қышқылдары және т.б.) әртүрлі катализаторлар қосады, олар химиялық реакциялардың жылдамдығын немесе ағымын өзгертеді. Авторлар [15] шаймалау уақытын 2 сағаттан 7 минутқа дейін қысқартуға және мыстың ерітіндіге бөлінуін арттыруға мүмкіндік беретін темір сульфаты (III) ерітіндісімен халькопиритті үйінді шаймалау кезінде алтынның каталитикалық әсерін орнатты. Халькопирит пен тотықтырғыш темір (III) арасындағы реакцияның жағымсыз кинетикасы, элементті күкірт қабаты арқылы электрондарды тасымалдау сатысында тежелумен шартталған. Күмістің еритін тұзын қосқан кезде процесс жылдамдығы артады. Тотықтыру-тотықсыздандыру реакцияларының өтуіне негізделген шаймалау процестерін каталитикалық үдетудің бірнеше мысалдары мәлім. Мәселен, тотықтырғыш қатысында уранды қышқылмен шаймалау кезінде темір иондары каталитикалық әсер етеді. Қорғасын мен мырышты шаймалау үшін құрамында күкірт қышқылы мен натрий хлориді болатын ерітінділер қолданған жөн. Содан қорғасын-мырыш комбинатының Архон кенішінің полиметалды сульфидті кендерін шаймалауді зерттеу кезінде, күкіртқышқылды-хлоридті ерітіндісімен салыстырғанда, ерітіндіге натрий гипохлоритін енгізгенде қорғасынның бөліну жылдамдығы 1,42 есе, ал мырыштың - 1,3 есе ұлғайғаны орнатылды [16]. XX ғ. 80 -ші жылдарынан бастап берік алтын-күміс құрамды кендерді өңдеу кезінде хлоридті шаймалау жүйесі қолданылады, бұл кезде негізгі еріткіш ретінде натрий гипохлоритін пайдалану шарттарында 95 % -дан жоғары алтын мен күміс бөлініп алынды [17]. Қышқылды гипохлоритті процестің негізгі артықшылығы – алтынның жоғары еру жылдамдығы, екінші жағынан, кеннің көптеген құрамдас компоненттерімен белсенді хлордың жоғары әрекеттесу дәрежесі оның шығынының өсуіне және алынған өнімді ерітінділерінің ластануына әкеледі.

Қазіргі уақытта, көптеген зерттеушілердің назары металдардың нанобөлшектерін алу мен тұрақтандырудың жаңа әдістерін жасауға аударылған. Мұнда монодисперсті бөлшектерге ерекше көңіл бөлінеді. Химиялық тотықсыздандыру кеңінен сұйық фазада, сулы және сулы емес ортада тараған. Соңғы уақытта бөлшектер алудың бірқатар жалпы әдістері жасалды; олардың көбі магнитті бөлшектер алу үшін жарамсыз [18]. Гравитациялық-флотациялық байыту қалдықтарын шаймалау процесін қарқындылату үшін ферромагнитті ұнтақтәрізді катализатор қолдану ұсынылып отыр, оның енгізілуі өңдеу уақыты мен еріткіш шығынын азайтуға әсер етеді.

Алтынқұрамды кендерде мыстың тотықты және сульфидті минералдары біруақытта кездесе, олардың өңделуі H_2SO_4 операцияларын – шаймалау,

флотация мен цианидтеуді қамтитын комбинирленген технология бойынша жүзеге асырылуы мүмкін. Kalyumet End карбонат жыныстарының жоғары мөлшерімен тотықты немесе металды мыстан тұратын бай кендерін өңдеу кезінде әртүрлі уақытта берілген технологияны жүзеге асырған үш өндірістік құрылғылар жұмысының тәжірибесі мәлім: Nekla (АҚШ), Kennecott (АҚШ), Wwana M'Kyu-BVA (Замбия) [19]. Барлық кәсіпорындарда шаймалаудің бастапқы материал ірілігі 9 мм болатын ұсақталған кеннің құмды фракциясы болды (тұнбалы фракция бөлек циклда флотацияға ұшырады). Шаймалау процесі, құрамы 60 г/дм³ NH₃, 40 CO₂ және 30 г/л Cu болатын қайтарма аммиак-карбонат ерітіндісін пайдаланумен, 45 - 60 сағ аралығында (көмекші операцияларды ескерумен) герметикалық перколяциялық ыдыстарында жүргізілді. Аммиакты айдау мақсатымен қалдықтар буландырылды, содан кейін үйіндіге жіберілді. Тауарлы мыс құрамды ерітінділерін 105 - 130 °C температурада дистилляция әдісімен өңдеді. Аммиак пен көміртегі қостотығын скрубберлерде ұстап, шаймалауға қайтарады. Бұл кезде мыс, құрамында 75 - 80 % мыс болатын тұнбаға түседі. Аммиакпен шаймалау әдісімен өңдеу үшін жарамды шикізат мөлшері жеткіліксіз болғандықтан, сонымен қатар аса рентабельді альтернативті технологиялардың жасалуына байланысты бұл әдіс өндірістік тәжірибеде кеңінен таралған жоқ.

Негізінен сульфидті мыс минералдарынан тұратын алтын-мыс кендерін өңдеу үшін келесі нұсқалар пайдаланады. Негізгі әдіс, мыс қорыту зауытына түсетін алтын-мыс концентратын алу болып табылады. Флотация кезінде концентратқа өтетін алтын мен күміс, мыстың металлургиялық циклында, қара мысты тазалау сатысында бөлініп алынады. Сульфидті алтын-мыс концентраттарын өңдеудің басқа әдісі, мыс сульфидтерін суда және қышқылда еритін қосындыларға өткізуге мүмкіндік беретін, тотықтырып-сульфаттап күйдіру процесін пайдалана отырып, пиро-гидрометаллургиялық өңдеу болып табылады [20]. Күйдірудің бұл әдісінде алынған мыс құрамды күйінділер, әдетте күрделі заттық құраммен сипатталады. Тотықтырып-сульфаттап күйдіруден кейін күйіндіден мысты сілтілейді, ары қарай күйіндіні цианидтеуге ұшыратады. Мыс өнеркәсібінде бұл технологияның (сульфатты күйдіру – күкірт қышқылымен шаймалау) өндірістік қолданылуының мысалы ретінде Bagdad (АҚШ), Chambishi (Замбия) және т.б. айтуға болады [11].

Әдетте сынақтардың барлық қатты қалдықтарында мыстың қалдық мөлшері 0,13 - 0,79 % аралығында болды.

Құрамында CuO, ZnO Al₂O₃ бар мұнайхимия саласында өңделген катализаторлардан мыс пен мырыш металдарын бөліп алу эксперименттері 10-15 % күкірт қышқылының ерітіндісімен 1:7,5 қатынасымен 1 тәулік бойы шаймалаумен жүргізілді. Ерімеген қалдық тағы да сталап екі рет электролизден кейінгі ерітіндімен шаймаланды. Нәтижесінде құрамы 56 г/л Cu және 26 Zn г/дм³ ерітіндісі алынды. Осы ерітіндіден мыс 360 А/м² тоқ тығыздығымен 0,3 г/л Cu болғанша тұндырылды. Содан кейін мырыш не электролизбен, не рН мәні 7 - 8 жеткізіліп мырыш гидроксиді түрінде тұндырылды. Осының нәтижесінде мыстың бөлінуі 91 %, ал мырыштыңкі 93 % құрады [22].

2 Эксперименттік бөлім

2.1 Техногенді қалдықтың сипаттамасы

Дипломдық жұмысты орындау барысында алғашқы зерттелетін үлгі ретінде құрамында мыстың үлесі - 0,41 % болатын техногенді қалдық алынды.

Орталық Қазақстандағы техногенді қалдықтардың жалпы көлемі 350 млн. Тоннадан астам. Мұндай техногенді қалдықтағы металдардың үлесі сәйкесінше бірнеше миллион тоннаны құрауы мүмкін.

Зерттеуге алынған техногенді қалдықтың ішінде сыртқы ауа, жаңбыр және тағы сол сияқты фактордардың әсерінен мыс минералдары тотығып, суда жақсы еритін минералдар - атап шыққанда борнит, азурит, малахит, куприт түрінде, сонымен қатар тотықпай қалған бөлігі сульфидті түрінде - халькозин, халькопирит түрінде мыс металы кездеседі. Техногенді қалдықтардың ішінде бос минералдар – кремнезем, шпаттар; метал карбонаттары; алюминий оксиді; хлорлы тұздар, көп қабатты слюдалар; темір тотықтары; пирит және т.б. бар. Техногенді қалдықты рентгенфазалық талдау нәтижесінде кестеде келтірілген минералдардың бар болатындығы расталды. Техногенді қалдықтың минералогиялық құрамы төмендегі 2-кестеде көрсетілген.

2 Кесте – Техногенді қалдықтың фазалық құрамы

Металдың атауы	Cu	Fe	Zn	Pb	Au г/т
Пайыздық үлесі	0,41	2,8	0,02	0,01	0,2

Осы талдау нәтижесі, техногенді қалдық құрамында мыс металының 0,41, глиноземнің үлесі жоғары, яғни 10, кремнеземнің үлесі өте көп екендігін анықтады. Рентгендифракциялық анализдің көмегімен мыс минералдарының түріне терең талдау жүргізілді, соның нәтижесінде қалдықтағы мыстың 39 % бөлігі оксидті минералдар күйінде, ал сульфидті минералдардың бөлігі шамамен 60 % құрайтындығы анықталды. Техногенді қалдықтың құрамында, сондай-ақ темір, мырыш, қорғасын және алтын металының бар екендігі табылды.

2.2 Мыстың шаймалану дәрежесіне әр түрлі параметрлердің әсер етуі

2.2.1 Ерітіндідегі мыс иондарын талдау әдістемесі

Мыстың баланстан шығарылған кен қалдығынан шаймалану дәрежесіне қышқыл концентрациясының, температураның, сұйық және қатты фазалары қатынастарының, шаймалау ұзақтығының әсер етуі қарастырылды. Зерттеулер белгілі әдістер бойынша жүргізілді. Мыс титрлеу әдісімен анықталды.

Қажетті реактивтер:

- мыс сульфаты, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$;
- күкірт қышқылы, H_2SO_4 ;

- натрий тиосульфаты, 0,1 N Na₂S₂O₈;
- калий йодиді, KI;
- крахмал, 1 % ерітінді.

Мысты анықтау әдістемесі: сынамадан 5 мл аликвота алынып, көлемі 150 мл конусты колбаға құйылады, ол 50 мл сумен араластырылады. Оған 1 г калий йодидінің (KI) кристалдары салынады, ерітінді ақшыл сары түске боялады. Осы ерітінді 0,1 N Na₂S₂O₈ ерітіндісімен ақшыл-сары түске айналғанша титрленеді. Ақшыл-сары түске боялған ерітіндіде мыстың бары-жоғын тексеру үшін колбаға 1 - 2 тамшы крахмал ерітіндісі тамызылады. Егер ерітінді көк түске бойялса, оны тағы да ағарғанша Na₂S₂O₈ ерітіндісімен титрлеу қажет. Соңында жалпы титрлеуге кеткен Na₂S₂O₈ ерітіндісінің көлемі жазып алынады. Мыстың мөлшері мына формуламен есептеледі:

$$C = \frac{V \cdot T}{a} 1000, \text{ г/дм}^3 \quad (1)$$

мұндағы а – талданатын ерітіндіден алынған аликвота;

T – натрий тиосульфатының мыс бойынша титрі, г/мл;

V – титрлеуге кеткен натрий тиосульфатының көлемі, мл.

Термодинамикалық талдаулар. Шаймалау кезінде мыс металының қандай күйде болатындығын анықтау үшін біз эксперименттерді жүргізу алдында Outocimri Oи компаниясының арнайы бағдарламасы көмегімен шаймалау реакцияларының Гиббс энергиясы мәндерін таптық (3 - кесте).

3 Кесте - Мыс минералдарының күкірт қышқылында еруінің стандартты бос энергия мәндерінің (-ΔG⁰) температураға тәуелділігі

№	Реакциялар	Температура, К				
		283	293	303	313	323
1	CuCO ₃ +H ₂ SO ₄ =CuSO ₄ +H ₂ O+ +CO _{2(r)}	81,7	82,6	84,1	85,6	86,8
2	Cu(OH) ₂ +H ₂ SO ₄ =CuSO ₄ + 2H ₂ O	85,8	86,2	86,3	86,5	86,6
3	CuO+ H ₂ SO ₄ =CuSO ₄ + H ₂ O	80,3	80,2	79,9	79,7	79,5
4	Cu ₂ (OH) ₂ CO ₃ +2H ₂ SO ₄ = =2CuSO ₄ +3H ₂ O+CO _{2(r)}	149,3	150,8	152,2	153,6	155,1
5	Cu ₃ (OH) ₂ (CO ₃) ₂ +3H ₂ SO ₄ = =3CuSO ₄ +4H ₂ O+2CO _{2(r)}	246,7	249,6	252,4	255,2	258,1
6	CuSiO ₃ ·2H ₂ O+H ₂ SO ₄ =CuSO ₄ + +SiO ₂ +3H ₂ O	105,6	125,8	145,8	166,1	186,1
7	Cu ₂ O+H ₂ SO ₄ +Fe ₂ (SO ₄) ₃ = =2CuSO ₄ +2FeSO ₄ +H ₂ O	108,5	108,2	107,9	107,7	107,4

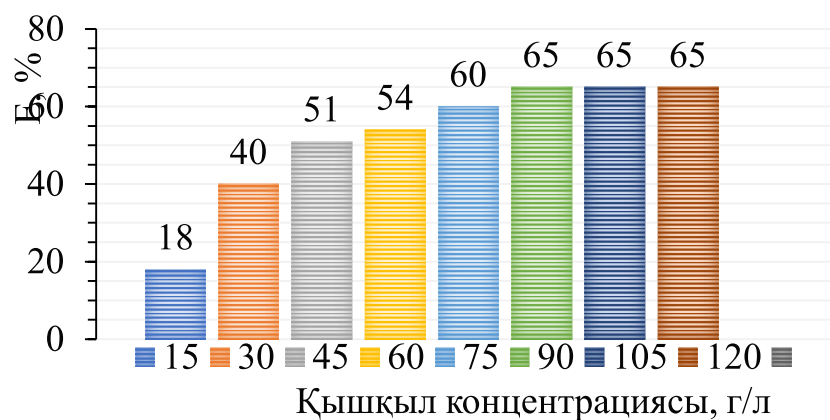
3 кестенің жалғасы

№	Реакциялар	Температура, К				
		283	293	303	313	323
8	$\text{Cu}_2\text{S} + 2\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 = 2\text{CuSO}_4 + 4\text{FeSO}_4 + \text{S}$	9,5	9,4	9,40	9,40	9,4
9	$\text{CuFeS}_2 + 2\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{O}_2 = \text{CuSO}_4 + 5\text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$	1143,9	1137,8	1132,1	1126,2	1120,3
10	$\text{FeS} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{S}$	64,7	63,9	66,8	67,8	68

Шаймалау процесінің Гиббс энергиясы мәндері мен реакциялардың тепе-теңдік константалары күкірт қышқылды шаймалау реакцияларының еркін түрді солдан оңға қарай жүретіндігін дәлелдейді.

2.2.2 Мыстың шаймалану дәрежесіне қышқыл концентрациясының әсері

Техногенді қалдықтан мыс металын шаймалау үшін күкірт қышқылымен шаймалау таңдап алынды. Әдеби шолу көрсеткендей, күкірт қышқылы кедей кендерді өңдеуде қолданылатын ең арзан және ең тиімді реагент болып табылады. күкірт қышқылының өндірісі Қазақстанда Балқашта, Өскемендегі металлургиялық өндірістерінде шығарылады. 4 - суреттен көретіміздей, күкірт қышқылының концентрациясы 5 -тен 50 г/дм³ артқан кезде күйдірілмеген кеннен мыстың бөліну дәрежесі 6-дан 69,0 % дейін артты. Күкірт қышқылының концентрациясы 25 -тен 50 г/дм³ дейін артқан кезде мыстың бөліну дәрежесі тек 63 – 65 % ғана артты. Осыдан, кейінгі эксперименттерді жүргізу үшін күкірт қышқылының тиімді концентрациясы ретінде 50 г/дм³ алынды.



4 Сурет - Мыстың күкірт қышқылының концентрациясына қарай бөлінуі

Күйдірілген кенді шаймалау барысында күкірт қышқылының концентрациясы 5 – 50 г/дм³ артқан кезде мыстың бөліну дәрежесі 12 -дан 91 % дейін артты. Мұндай көрсеткішті күйдіру кезінде мыстың сульфидті минералдарының толығымен тотығып, күкірт қышқылында жақсы еритін мыстың тотықты минералдарына айналуымен түсіндіруге болады.

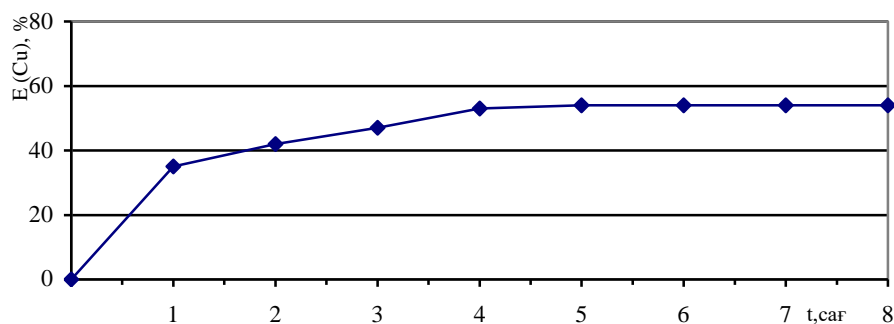
2.2.3 Мыстың бөліну дәрежесіне шаймалау уақытының әсері

Мыстың ерітіндіге бөліну дәрежесіне уақыттың әсері 30 г стақанға салынып, 60 г/дм³ күкірт қышқылының ерітіндісімен, бөлме температурасында – 20 °С және 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; 3 және 7 сағат мөндерінде жүргізілді. Кеннің ірілігі -0,074 мм болды. Қ:С қатынасы ретінде 1:3 алынды.

3 Кесте - Мыстың бөліну дәрежесіне шаймалау уақытының әсер етуі

Эксперимент №	1	2	3	4	5	6	7	8
Эксперимент ұзақтығы t, сағат	1	2	3	4	5	6	7	8
Техногенді қалдықтан мыстың бөліну дәрежесі Cu, %	35	42	47	53	54	54	54	54
Ерітіндідегі мыстың массасы, г	0,144	0,172	0,193	0,217	0,221	0,221	0,221	0,221

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, шаймалау ұзақтығы 0,5 сағаттан 5 сағатқа өзгергенде мыстың бөліну дәрежесі 35 % -ден 54 % дейін артты, яғни уақыт артқан сайын мыс минералдарының шаймалану дәрежесі де артады. 0,5 сағатта кендегі мыстың шамамен жарты мөлшерінің шаймалануы тотықты минералдардың жақсы еруіне байланысты.



5 Сурет - Мыстың ерітіндіге бөлінуінің уақытқа тәуелділігі

2.2.4 Мыстың бөліну дәрежесіне температураның әсері

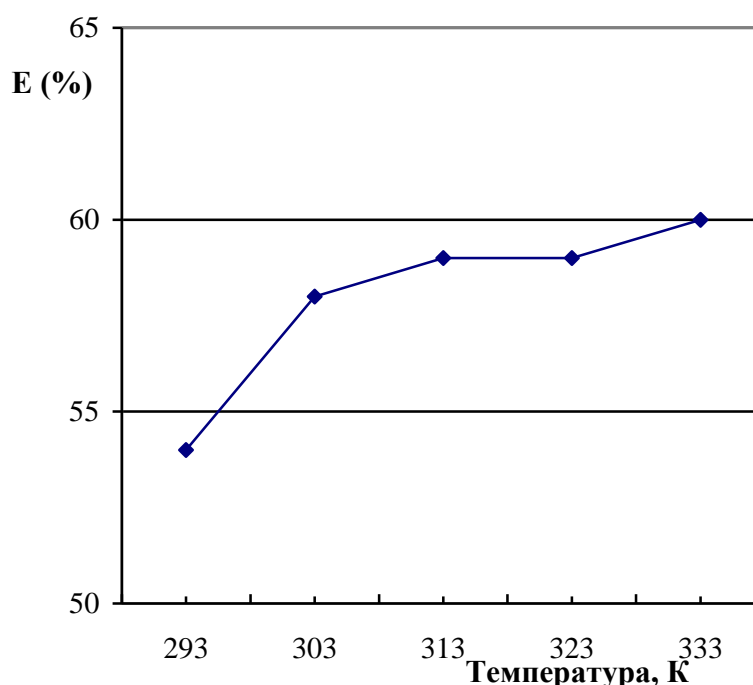
Гетерогенді процестерде температураның атқаратын рөлі өте маңызды. Әдетте температураның артуымен минералдардың еру жылдамдықтары да артуы тиіс.

Мысты күкірт қышқылымен шаймалауға температураның әсері 20 - 50 °С аралығында зерттелді, Қ:С қатынасы 1:3, күкірт қышқылының концентрациясы 60 г/дм³, кеннің ірілігі - 1 мм алынды. Алынған нәтижелер 4-кестеде келтірілген.

4 Кесте - 20 - 50 °С аралығында техногенді қалдықтан мыстың шаймалануы

Эксперимент №	1	2	3	4	5
Температура, °С	293	303	313	323	333
Техногенді қалдықтан Cu шаймалану дәрежесі, %	54	58	59	59	60
m, Cu	0,2214	0,2378	0,2419	0,2419	0,246

Кестеден көретініміздей, температура 293 - 333 К жоғарылағанымен мыстың шаймалану дәрежесі бары-жоғы 6 % артты. Бұл тотыққан мыс минералдарының төмен температураның өзінде-ақ жақсы еритіндігін көрсетеді.



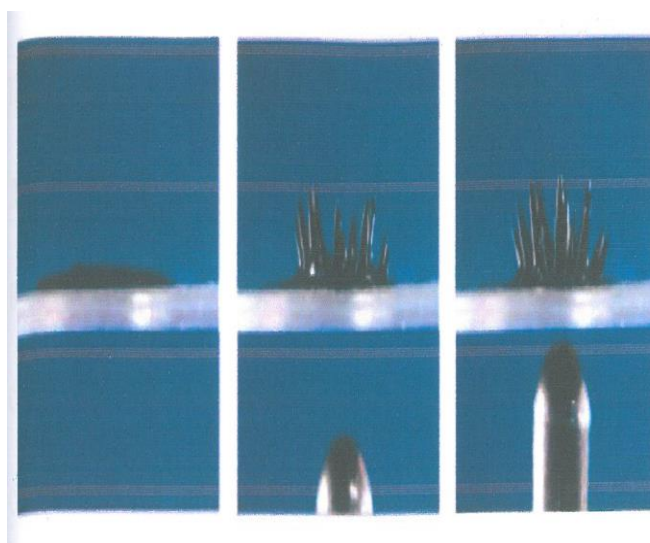
6 Сурет - Мыстың температураға қарай бөліну дәрежесі

2.3 Техногенді қалдықтан мысты катализатормен және катализаторсыз шаймалау

Ферромагнитті катализаторлар алу және оның сипаттамалары. Кейбір заттар мен материалдарда, мысалы темірде, жеке атомдардың магниттік моменттері сыртқы магнит өріс болмаған кезде бір жаққа бағытталады. Мұндай құбылысты ферромагнетизм, ал осындай құбылыста болатын заттарды «ферромагнетиктер» деп атау қабылданған. Ферромагнетиктер болып ерекше бір қорыпалар, кейбір кезде оксидті қосылыстар, соның ішінде Fe_3O_4 – магнетит, темір, кобальт, никель және т.с.с. металдар, интерметаллидті қосылыстар - Fe_3Al , Ni_3M саналады.

Ферромагнитті материалдар қатарына ферромагнитті сұйықтар жатады, олар жеке заттар емес, коллоидты ерітінділер болып келеді, оларда ферромагнитті бөлшектер сұйық фазада біркелкі таралған. Ферромагнитті сұйықтық дисперсті ортадан, магнитті фазадан және тұрақтандырғыштан тұратын үшкомпонентті жүйе болып келеді. дисперсті орта ретінде кез-келген сұйық орта бола алады: су, май, әртүрлі ерітінділер. Магнитті құрамдасы ретінде әдетте күшті ферромагнитті қасиеттерге ие нанобөлшектер қолданылады. Ал сұйықтыққа магнитті бөлшектер бетімен берік байланыстыратын және олардың агрегациясына кедергі болатын тұрақтандырғыш енгізілуі, мұндай сұйықтықтың тұрақтылығын қамтамасыз етеді. Ферромагнитті сұйықтықтар – бұл магнитті материалдардың сөзсіз жаңа кең тобы, және техника мен өнеркәсіпте қолданылу аясы болашақта кең болмақ.

Қазіргі таңда электрмагнитті өріс әсерінен белгілі бір пішінге өзгеруге қабілетті бірегей ферромагнитті сұйықтық бар. 7 - суретте электрмагнитті өріс әсерінен ферромагнитті сұйықтықтың тәртіптері көрінетін бірнеше кескіндер көрсетілген.

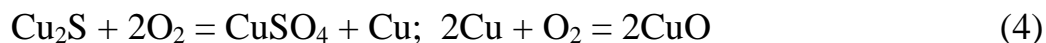


7 Сурет - Айнымалы магнит өрісінен ферромагнитті бөлшектердің өзгеру кескіндері, микроскопиялық талдау

Жалпы, катализді жүзеге асыру үшін бірқатар шарттарды орындау қажет: реагент молекулалары материалда жылдам адсорбциялануы және баяу десорбциялануы, бұл кезде жоғары беттік қозғалысқа, яғни бетте жоғары реакция жылдамдығына ие болу керек. Осы шарттар аса жоғары мүмкіндікпен орындалған жағдайда катализатордың белсенділігі жоғары болады.

Ферромагнитті катализаторлар жиі ұнтақтар түрінде, сирек – ерітінділер түрінде, кейде – талшықтар мен қабықшалар түрінде қолданылады. Катализаторлар ретінде металдар мен қорытпалар ұнтақтарын қолдану кеңінен тараған, олар өз қатарында беті дамыған тасымалдағышқа: цеолиттер, силикогель, кремнезем, пемза, шыны және т.б. тұнады. Тасымалдағыштың басты міндеті – тұндыратын бөлшектердің өте кіші өлшеміне қол жеткізуге және олардың кездейсоқ коалесценциясына кедергі болуға әсер ету. Алайда катализде тасымалдағыш маңызды рольге ие болуы мүмкін, ол келесідей түсіндіріледі. Тікелей тасымалдағышпен байланыса отырып, катализатор атомдары байланыстар түзгендіктен өзінің электронды құрылымын өзгертуі мүмкін. Бұл кезде тасымалдағышпен байланысатын атомдар саны көп болған сайын, оның каталитикалық белсенділікке әсері соншалықты жоғары болады. Сондықтан ірі бөлшектер үшін тасымалдағыш ролі салыстырмалы аз, алайда материал өлшемі кішірейген сайын ол ұлғаяды және жеткілікті жақсы көріне бастайды.

Ферромагнитті катализатордың қалдықтардан мысты шаймалау процесіне әсер етуін мынадай етіп сипаттауға болады. Сульфидті мыс минералдарының бөлшектерінің айналасына оттегі шоғырланған тотығу катализаторларының бетімен соқтығысуы кезінде жүйенің біруақытта байланысуы жүреді: еріген оттегі – мыс минералының бөлшектері – тотығу катализаторы, мұнда тотығу-тотықсыздану реакциялары жүреді, оның нәтижесінде сульфидті мыс минералдарының (халькопирит, ковеллин, халькозин) тотығуы жүреді. Бұл кезде катализатор қатысуымен олардың тотығуын келесідей реакциялармен көрсетуге болады:



Осылайша, жүргізілген зерттеулердің нәтижелері бойынша, мыс құрамды кен қалдықтарын күкіртқышқыл ерітінділерімен шаймалау кезінде ферромагнетит катализаторының енгізілуі, шаймалауден кейін ерітіндіде мыс концентрациясының артуына, және сәйкесінше мыс бөлінуінің жоғарылауына әкеледі.

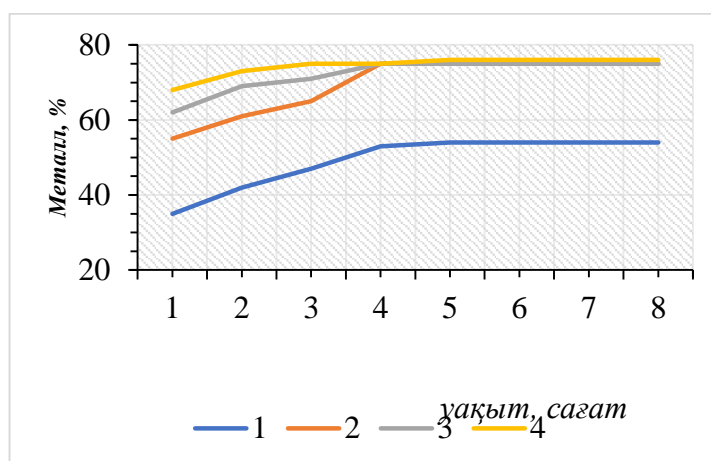
Техногенді қалдықтан мысты катализатормен шаймалау эксперименттері 60 г/дм³ күкірт қышқылының концентрациясымен, Қ:С қатынасы 1:3, 2 - 4 сағат ұзақтықпен жүргізілді. Кеннің ірілігі - 0,1 мм,

температура – 20 °С болды. Алынған нәтижелердің тиімділігін анықтау үшін кен қалдықтарынан мысты катализаторсыз шаймалау эксперименттері осы жағдайларда жүргізілді.

5 Кесте - Кен қалдықтарынан мысты катализаторсыз және катализатормен шаймалау нәтижелері

Шаймалау жағдайлары	Шаймалау ұзақтығы t, сағат							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Мыстың бөліну дәрежесі Cu, % катализаторсыз	35	42	47	53	54	54	54	54
Мыстың бөліну дәрежесі Cu, % Катализатормен, 60 г/л	55	61	74	75	75	75	75	75
Мыстың бөліну дәрежесі Cu, % Катализатормен, 75 г/л	62	69	75	75	75	75	75	75
Мыстың бөліну дәрежесі Cu, % Катализатормен, 90 г/л	68	75	75	75	76	76	76	76

Алынған мәндер көрсеткендей, кен қалдықтарын шаймалауда ферромагнитті катализаторларды ерітіндіге енгізу ерітіндідегі мыстың концентрациясын едәуір көтереді. Ферромагнитті катализатордың қатысында үлгіні күкірт қышқылымен шаймалау 3 сағаттан кейін мыстың ерітіндіге 75 % дейін бөлінуін қамтамасыз етті. Шаймалау ұзақтығы әрі қарай 8 сағатқа жалғасқанда мыстың ерітіндіге бөлінуіне катализатор әсерін тигізген жоқ. Ал қалдықты катализаторсыз шаймалағанда мыстың ерітіндіге бөлінуі тек 5 сағаттан кейін ғана 54 % пайызға жетті. Алынған нәтижелер 9 - кесте мен 8 - суретте келтірілген.



1 - катализаторсыз; 2, 3, 4 - ферромагнитті катализатордың қатысында

8 Сурет - Шаймалау кезінде мыстың бөлінуіне ферромагнитті катализаторының әсер етуі

3 Экономикалық бөлім

ДТТ талдау қыздыру кезінде үлгіде массаның қандай өзгеруі өтетінін орнықтыруға және оның шамасын өлшеуге мүмкіндік береді. Математикалық теңдеулерді оптималдау арқылы процесті жүргізудің оптималды жағдайын анықтауға және экономикалық берілгендерді оптималды есептеуге мүмкіндік туады.

Дипломдық жұмыстың осы бөлімінде зерттеу жүргізудің экономикалық шығындары есептелген. Оның ішінде: зерттеуге кеткен шығын; негізгі және қосымша материалға кететін шығын; электр энергиясының шығындары; ғылыми-зерттеу жұмыстарына кеткен шығындар; суық суға кететін шығындары; жабдықтардың амортизациялық төлемдерінің есебі; еңбек ақыға кеткен шығындар; жалпы шығындар көлемі.

Сонымен бірге, бұл бөлімде экономикалық тиімділік, рентабельдік пен пайда алу шамалары көрсетілген.

Математикалық теңдеулерді оңтайландыра отырып жүргізген процессіміздің оңтайлы шартын анықтауға болады, демек экономикалық есептеулер үшін оңтайлы мәліметтер алуға болады. Барлық жағдайда аппроксимация коэффициенті бірге тең болады, бұл дегеніміз таңдаған математикалық теңдеуіміз дұрыстығын көрсетеді.

Есептелген мәліметтер бойынша, берілген ғылыми-зерттеу жұмысын сипаттайтын техникалық-экономикалық көрсеткіштеріне кесте құрамыз.

6 Кесте - Ғылыми - зерттеу жұмысының техникалық-экономикалық көрсеткіші

Көрсеткіштері	Мәндері
Жабдыққа кеткен жалпы шығындар, тг	197600
Зерттеуге кеткен шығындар, тг	61071,1
Жалақы және аударылым, тг	50760
Зерттеуге кеткен жинақ қоры, тг	70 555,56
Бірінші жылда зерттеуге кеткен жинақ қоры, тг	77 610,56
Екінші жылда зерттеуге кеткен жинақ қоры, тг	85 371,61
Үшінші жылда зерттеуге кеткен жинақ қоры, тг	93 908,77
Жобаның құны, тг	124 333,06
Бірінші жылдағы жобаның құны, тг	131 388,06
Екінші жылдағы жобаның құны, тг	139 149,11
Өтелу мерзімі, жыл	0,4
Бірінші жылдық 10 % рентабелінің экономикалық тиімділігі, тг	19751,32
Екінші жылдық 10 % рентабелінің экономикалық тиімділігі, тг	19945,34
Үшінші жылдық 10 % рентабелінің экономикалық тиімділігі, тг	20158,77

4 Қауіпсіздік және еңбек қорғау бөлімі

Дипломдық жұмыстың зерттеу жұмыстары Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық Техникалық Зерттеу Университтінің «Металлургиялық процестер, жылутехникасы және арнайы материалдар технологиясы» кафедрасындағы зертханада орындалды. Ол зертханада адамның денсаулығы мен жұмыс істеу қабілетіне ықпал етуші факторларға жататындар [36]:

- өндірістік микроклимат – ауаның температурасының, ылғалдығының және жылдамдығының ұштасуы, сонымен қатар жылулық сәулелену;
- ауаның химиялық құрамымен және атмосфералық қысыммен сипатталатын ауалық орта;
- өндірістік көздерден туатын сәулелену (иондаушы және иондамаушы), энергетикалық өріс (электромагниттік, гравитациялық және т.б.), акустикалық және дірілді тербелістер;
- ұжымдағы әлеуметтік-психологиялық климат;
- еңбектің қарқындылығы.

Зерттеу жұмысын жүргізу барысында негізгі реагенттер ретінде Фтор қышқылы, күкірт қышқылы, аммиак қолданылды.

Өндірушінің күкірт қышқылы төмен концентрацияда оншалықты зиян еме, бірақ та көзге және оның айналасына кері әсері өте жоғары. Күкірт қышқылы концентрациялы болып, төгілген кезде қоршаған ортадағы жан-жануарларға өте улы болып келеді, сондықтан мейлінше қауіпсіздікті сақтап, қоршаған ортаны ластамау керек.

Күкірт қышқылы мен аммиак негізінен сұйылтылған ерітінділер дайындауға шығындалды. Оларды зарарсыздандыру үшін белгілі әдістерді қолдану қарастырылды.

Қарастырылып отырған бұл жұмысты орындау кезінде техника қауіпсіздігін сақтамаған жағдайда өндірістік жарақат алу мүмкіндігі болады. Ең қауіпті және зиянды болатын жағдай:

- жабдықтарға химиялық активті орта әсері мүмкіндігінен туындайтын, жоғары қауіптіліктің салдарынан электр тоғының тоқтап қалуы;
- қышқылдар және сілтілі ерітінділермен дұрыс жұмыс істемеген кезде терінің және дем алу жолдарының күйіп қалуы.

ҚОРЫТЫНДЫ

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

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

Термодинамикалық талдаулардың нәтижесінде қалдықтың үлгілерін күкірт қышқылы ерітіндісімен шаймалау кезінде мыстың тотыққан минералдарынан толық және салыстырмалы жоғары жылдамдықпен шаймалануы жүретіндігі анықталды.

Кендегі мыстың біраз мөлшері сульфидті минералдар түрінде болғандықтан мысты толық бөліп алу үшін кен қалдықтары 650 °С 1 сағат бойы тотықтырушы атмосферада күйдірілді.

Шикі және күйдірілген қалдықтардан мысты күкірт қышқылымен шаймалауға қышқыл концентрациясының, температураның, сұйық және қатты фазаларының қатынасының, шаймалау уақытының әсер етуі зерттелді.

Нәтижесінде кен қалдығын шаймалаудың тиімді параметрлері болып келесілер табылды:

- күкірт қышқыл концентрациясы - 50 г/дм³;
- Қ:С– 1:3;
- шаймалау уақыты – 3 сағат;

Күйдірілген кеннен мыстың шаймалануы 91 % дейін жетті. Дегенмен күйдіру процесі экономикалық жағынан тиімді болмайтындықтан кеннен мысты бөліп алу үшін ферромагнитті катализаторды қолдану тексерілді.

Барлық минералдардан мыстың ерітіндіге бөлінуі катализатордың қатысында артатындығы көрсетілді.

Қалдықтардан мысты шаймалау процесіне ферромагнитті катализатор әсерінің механизмін минерал бөлшектерінің катализаторымен байланысу аймағында оттегінің жергілікті концентрациясының артуы есебінен сульфидті мыс минералдарының бөлшектері жақсы тотығуымен түсіндіруге болады.

Қалдықтардан шаймалау процесін қарқындылату үшін ферромагнитті катализатор қолдану ұсынылады, оның енгізілуі шаймалау жылдамдығының артуына және еріткіш шығынының төмендеуіне жақсы әсерін тигізеді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Комплексная переработка минерального сырья Казахстана. Состояние, проблемы, решения / под.ред. А.А. Жарменова. – Алматы: ТОО Полиграфсервис, 2008. – Т.5. - 426 с.
- 2 Муканов Д. Metallургия Казахстана: состояние, инновационный потенциал, тренд развития. - Алматы, 2005. – Т. 5. - 290 с.
- 3 Зайганов В.Г. Увеличение минерально-сырьевых ресурсов меди за счет развития технологий извлечения окисленных разновидностей металла // Горный журнал Казахстана. – 2010. - № 2. – С. 14 - 19.
- 4 Техногенное минеральное сырье рудных месторождений Казахстана // Справочник. – Алматы, 1995. – 231 с.
- 5 Подчайнова В.Н. Медь. – Свердловск: Металургиздат, 1991.– 24 с.
- 6 Кириченко Г.Г., Васильева М.В. Переработка бедных окисленных и забалансовых медных руд за рубежом // Цветная металлургия. – 1998. – №10. – С. 42 - 45.
- 7 Бейсембаев Б.Б., Кенжалиев Б.К. Теория и практика использования методов геотехнологии для переработки забалансовых и неконденционных медных руд // Комплексное использование минерального сырья. - 1999. - №4. - С. 93 - 98.
- 8 Халезов Б.Д., Неживых В.А., Тверяков А.Ю. Кучное выщелачивание отвалов горных пород медных рудников как способ обезвреживания экологически опасных объектов // Известия вузов. Горный журнал. – 1997. – №11 –12. – С. 198 - 206.
- 9 Крейн Ф. Экстракция в гидрометаллургии меди: Развитие и современное состояние // Комплексное использование минерального сырья. - 2004. - № 2. - С. 36 - 55.
- 10 Бейсембаев Б.Б., Кенжалиев Б.К. и др. Физико-химические свойства выщелачивания халькопирита // Комплексное использование минерального сырья. – 1993. – № 5. – С. 10 - 13.
- 11 Морачевский А.Г. термодинамические расчеты в металлургии: справочник / А.Г. Морачевский, И.Б. Сладков. – М.: Металлургия, 1993. - 212 бет.
- 12 Карапетянц М.Х. Химическая термодинамика. М.: Химия, 1975. - 584 б.
- 13 Набойченко С.С. Расчеты гидрометаллургических процессов – М.: МИСиС, 1995. – 428 б.
- 14 Болатова Л.С. Развитие технологии кучного выщелачивания золота в Казахстане [Текст]: Материалы Международной научно-технической конференции. Научные основы и практика разведки и переработка руд и техногенного сырья / Болатова Л.С., Новоселов В.А., Клец А.Н. - Екатеринбург, 2003. –171 – 176 с.