

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Металлургия және өндірістік инженерия институты

Металлургиялық процестер жылу техникасы және арнайы материалдар
технологиясы кафедрасы

Мұқанғалиева Арайлым Өмірзаққызы

«Мыс сульфидін хлоридті ерітінділермен шаймалау процесін зерттеу»
тақырыбына

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B070900 – Metallургия мамандығы

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Металлургия және өндірістік инженерия институты

Металлургиялық процестер, жыу техникасы және арнайы материалдар
технологиясы кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ:

МПЖЖАМТ кафедрасының меңгерушісі
қауымд. проф., Ph.D., тех. ғыл. канд,

 Чепуштанова Т.А


« 30 » 05 _____ 2021 ж

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Мыс сульфидін хлоридті ерітінділермен шаймалау процесін
зерттеу»

5B070900 – Metallургия мамандығы

Орындаған: Мұқанғалиева А.Ө
Ғылыми жетекші
қауымд. профессор, Ph.D.

 Байгенженов Ө.С.

«3» маусым 2021 ж.

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Металлургия және өндірістік инженерия институты

Кафедра: Metallургиялық процесстер және арнайы материалдар


5B070900 – Metallургия

БЕКІТЕМІН:

МПЖжАМТ

кафедрасының меңгерушісі

қауымд. проф., Ph.D., тех. ғыл. канд,

 Чепуштанова Т.А

« 05 » _____ 01 _____ 2021 ж

ТАПСЫРМА

Дипломдық жұмысты даярлауға

Білім алушы: *Мұқанғалиева Арайлым Өмірзаққызы*

Дипломдық жұмыс тақырыбы: *«Мыс сульфидін хлоридті ерітінділермен шаймалау процесін зерттеу»*

Университет Ректорының 2020 жылғы "27" қаңтардағы №762–б бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «3» маусым 2021 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: *Ақтоғай кен орнының тотыққан кендері*

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

- а) мыс сульфидін хлоридті ерітінділермен шаймалау процесін зерттеу;*
- б) шаймалау процесіне әсер ететін тиімді параметрлерді таңдау;*
- в) өмір тіршілік қауіпсіздігі және еңбек қорғау сұрақтарын қарастыру;*
- г) жұмыстың экономикалық тиімділігін және жұмысқа кеткен шығындарды есептеу.*

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)







Жұмыстың тақырыбы бойынша қорытындыны қоса 13 слайд.

Ұсынылған негізгі әдебиеттер: *41 атаудан тұрады*

Дипломдық жұмысты (жобаны) даярлау
КЕСТЕСІ

Бөлім атаулары, дайындалатын сұрақтардың тізімі	Ғылыми жетекшіге, кеңесшілерге өткізу мерзімі	Ескерту
Кіріспе	5.02.2021 ж.	
Аналитикалық бөлім	12.03.2021 ж.	
Тәжірибелік бөлім	30.04.2021 ж.	
Экономикалық бөлім	07.05.2021 ж.	
Еңбекті қорғау	14.05.2021 ж.	
Қорытынды	21.05.2021 ж.	
Қалып бақылау	02.06.2021 ж.	

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

Бөлім атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер (Ғылыми дәрежесі, атағы)	Қолтаңба қойылған мерзімі	Қолы
Негізгі бөлім	Ph.D., қауымд.профессор, Ө.С. Байгенженов	5.02.2021ж.	
Аналитикалық бөлім	Ph.D., қауымд.профессор, Ө.С. Байгенженов	12.03.2021ж.	
Тәжірибелік бөлім	Ph.D., қауымд.профессор, Ө.С. Байгенженов	30.04.2021ж.	
Еңбекті қорғау	Ph.D., қауымд.профессор, Ө.С. Байгенженов	14.05.2021ж.	
Қорытынды	Ph.D., қауымд.профессор, Ө.С. Байгенженов	21.05.2021ж.	
Қалып бақылау	т.ғ.к., сениор–лектор, С.С. Коныратбекова	1.06.2021ж.	

Ғылыми жетекші



Байгенженов Ө.С.

Студент тапсырманы орындауға алды



Мұқанғалиева А. Ө.

Күні " 3 " маусым 2021 ж.

АҢДАТПА

Дипломдық жұмыс тапсырмадан, кіріспеден, негізгі бөлімнен, қорытындыдан және пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Жұмыстың жалпы көлемі компьютермен терілген 34 бет, оның ішінде суретсіз, 7 кесте бар. Пайдаланылған әдебиеттер тізімі 41 аталымнан тұрады.

Дипломдық жұмыстың мақсаты – мыстың сульфидтік минералдарын хлоридті ерітінділермен шаймалау процесін зерттеу, шаймалау процесіне әсер ететін әртүрлі параметрлердің тиімді шарттарын таңдау.

Дипломдық жұмысты орындау барысында сульфидтік мыс концентраттарын хлорид ерітінділерімен өңдеу жолдарына әдеби шолу жасалып, әдеби шолу жұмысының қорытындысы ретінде мыстың сульфидтік қосылыстарын натрий хлориді (NaCl) ерітіндісімен шаймалау процесін зерттеу процесі таңдалды. Сонымен қатар, зерттеу жұмыстарында шаймалау процесін барынша тиімді жүргізуге әсер ететін әртүрлі факторлар (процесс ұзақтығы, температура, реагенттер шығыны) зерттелді.

Нәтижелер мыс сульфидін шаймалау процесінің көрсеткіштері процестің температураға, уақытқа тәуелді екенін көрсетті.

Алынған нәтижелерге негізделе отыра экономикалық есептеулер жасалып, қауіпсіздік және еңбек қорғау жөніндегі іс-шаралар қарастырылды.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа состоит из задания, введения, основной части, заключения и списка использованной литературы. Общий объем работы составляет 34 страниц, набранных компьютером, в том числе без рисунков и 7 таблиц. Список использованной литературы состоит из 41 наименований.

Цель дипломной работы-изучение процесса выщелачивания сульфидных минералов меди хлоридными растворами, выбор эффективных условий различных параметров, влияющих на процесс выщелачивания.

В ходе выполнения дипломной работы проведен литературный обзор способов обработки сульфидных медных концентратов растворами хлоридов, в качестве заключения литературной обзорной работы выбран процесс исследования процесса выщелачивания сульфидных соединений меди раствором хлорида натрия (NaCl). Кроме того, в исследовательских работах изучались различные факторы (длительность процесса, температура, расход реагентов), влияющие на наиболее эффективное проведение процесса выщелачивания.

Результаты показали, что показатели процесса выщелачивания сульфида меди зависят от температуры, времени процесса.

На основе полученных результатов были сделаны экономические расчеты, рассмотрены мероприятия по безопасности и охране труда.

ANNOTATION

The thesis consists of the task, introduction, main part, conclusion and list of references. The total volume of work is 34 pages typed by a computer, including without any figures and 7 tables. The list of used literature consists of 41 titles.

The purpose of the thesis is to study the process of leaching copper sulfide minerals with chloride solutions, the choice of effective conditions for various parameters that affect the leaching process.

In the course of the diploma work, a literary review of methods for treating sulfide copper concentrates with chloride solutions was carried out, as the conclusion of the literary review work, the process of studying the process of leaching of copper sulfide compounds with a solution of sodium chloride (NaCl) was chosen. Besides, in research work, various factors (process duration, temperature, reagent consumption) were studied that affect the most efficient leaching process.

The results showed that the indicators of the copper sulfide leaching process depend on the temperature and time of the process.

Based on the results obtained, economic calculations were made, measures for safety and labor protection were considered.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	9
1	Әдебиеттің аналитикалық шолуы	11
1.1	Мыс сульфидін хлорид ерітінділерімен шаймалау процесін зерттеу	11
1.1.1	Күкірт қышқылымен шаймалау.	12
1.1.2	Мыс шикізатын алдын-ала күйдірумен күкірт қышқылын шаймалау.	15
1.2	Мыс металлургиясындағы хлоридтер	20
1.2.1	Хлорид ерітінділерін шаймалау	21
2	Тәжірбиелік бөлім	25
2.1	Шаймалау процесін зерттеу. Шаймалау процесіне әртүрлі факторлардың әсерін анықтау.	25
2.2	Шаймалау процесіне уақыттың әсері	25
2.3	Шаймалау процесіне температурасының әсері.	26
2.4	Шаймалау процесіне Қ : С қатынасының әсері	26
2.5	Стехиометриялық мөлшерде еріткіш шығыны	27
3	Экономикалық бөлім	28
4	Қауіпсіздік және еңбек қорғау бөлімі	29
	Қорытынды	32
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	33

КІРІСПЕ

Ғылыми техникалық проблемалардың заманауи күйі.

Мыс – әлемдік нарықта индекстерді есептеуде қолданылатын өтімділігі жоғары тауар. Осыған байланысты мыстың құндық динамикасы экономиканың өсу фазасын және құлдырауын нақты бақылайды. Бұл мысқа деген сұраныс құрылымының жеткілікті мөлшерде көп қолданылатынын көрсетеді.

Әлемдік мыс өндірісінде шикізат ретінде кенді өңдеу нәтижесінде алынған мыс концентраты және құрамында мыс кездесетін қалдықтық ломдар пайдаланылады. Соңғы жылдардағы ақпараттар бойынша мамандар мыстың жалпы әлемдік қорын 954 млн.тонна деп бағалайды. Осы жалпы қор мөлшерінің 72 % мөлшері расталған. Мыс қорының жартысы Америкада, төрттен бір бөлігінен астамы Азияда жинақталған. Белгілі болғандай, соңғы онжылдықтарда бұрыннан барланып қолданысқа түсіп келе жатқан сульфидтік бай кен орындары азайып олардың орнына тотыққан оксидтік кендер қолданысқа түсіп жүр. Қазақстан Республикасында да соңғы жылдары ғылыми зерттеу институттары тотыққан мыс кендерін өңдеу технологияларына баса көңіл аударып оларды жетілдіруде. Осыған мысал ретінде соңғы жылдары ашылған Ақтоғай мыс кендерін гидрометаллургиялық тәсіл бойынша өңдеу заводтарын айтса болады. Бұл дипломдық жұмыстың мақсаты да сульфидт, құрамында негізгі мыс мөлшері төмен кендерді гидрометаллургиялық жолмен өңдеу әдістерін қарастыру болып табылады.

Белгілі болғандай, кәзіргі күндері өндірісте қолданылатын шаймалау процестерінің бірнеше әдістері белгілі. Ең тиімді, арзан әдістердің бірі - жерасты шаймалау әдісі болып табылады. Әдістің мәні - металдарды кәдімгі әдістермен алуы тиімсіз, кедей кендердің кенорындары қыртысына, арнайы бұрғыланған ұңғымалар арқылы ерітінді береді. Мыспен байытылған ерітінділерді, арнайы дайындалған, жоғары ұңғымаларға ұқсас, ұңғымалар арқылы шығарады. Топырақтағы кейбір бактериялардың шаймалау процестеріне өз септігін тигізетіні анықталды. Сондықтан ұңғымаларға берілетін ерітінділерді, әдетте алдын ала бактериялармен жұқтырады.

Ағындыларды каналдарға, науаларға немесе құбырларға жинап, қайтадан сулауға жібереді, ал ерітіндінің аз бөлігін қайта өңдеуге жібереді.

Аталып өткен әдістермен қатар, үйінді және жерасты шаймалаудың құрамдастырылған әдісі қолданылады. Бұл әдістермен алынған мыс, кеннен балқытылып алынған мысқа қарағанда, шамамен екі есе арзан болады.

Дипломдық жұмыстың мақсаты: мыстың сульфидтік минералдарын хлоридті ерітінділермен шаймалау процесін зерттеу, шаймалау процесіне әсер ететін әртүрлі параметрлердің тиімді шарттарын таңдау.

Дипломдық жұмысты орындаудағы негізгі тапсырмалар келесідей:

– Ақтоғай кен орнының сульфидтік кендерінде кездесетін мыстың химиялық құрамын зерттеу

– кен құрамындағы мысты селективті шаймалауға қажетті еріткіш таңдау;

– шаймалау процесіне әсер ететін тиімді параметрлерді таңдау

Зерттеу объектісі: Ақтоғай кен орнының сульфидті кендері

Жұмыстың жаңалығы: Ақтоғай кен орнының сульфидті кендерін лабораториялық зерттеу жұмыстарының нәтижесінде белгілі болған шаймалау процесінің оптимальды параметрлері

Жұмыстың өзектілігі: сульфидтік кендерді «дәстүрлі» технологиямен өңдеу технологиялары пирометаллургиялық күйдіру және балқыту процестерін қамтиды. Белгілі болғандай аталған пирометаллургиялық технологиялардың экологиялық зияндылығына байланысты XX ғасырдың соңғы ширегінен бастап негізгі басым бағыт ретінде гидрометаллургиялық өңдеу әдістері қарастырылуда. Осыған байланысты көптеген дамушы мемлекеттерде мыс өндірісінің перспективті әдісі ретінде жаңа технологиялар жасалып жатыр. Сондай заманауи әдістердің бірі ретінде мыстың сульфидтік кендерін хлоридтік ерітінділермен шаймалау процестерін айтуға болады.

Дипломдық жұмысты зерттеу барысында алынған шаймалау процесінің тиімді параметрлері технологияны өндірістік жағдайда қолданған кезде пайдаланылатын құнды ақпарат бола алады.

Жұмысты жасаудың практикалық базасы - «Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы материалдар технологиясы» кафедрасы зертханасында жүргізілді, Satbayev University.

1 Әдебиеттің аналитикалық шолуы

1.1 Мыс сульфидін хлорид ерітінділерімен шаймалау процесін зерттеу

Құрамында мыс бар шикізаттан мысты шаймалаудың негізгі әдістері (әдебиетке шолу) үйінді, жер асты, бактериялық шаймалау. Мысты шаймалау үшін мыналар қолданылады: 1) тотыққан кендер үшін сұйылтылған күкірт қышқылы, 2) күкірт қышқылындағы мыс сульфидтерінің тотықтырғыш ретінде темір тұздарының ерітінділері (әсіресе сульфат), 3) тотыққан кендер үшін аммоний карбонаты, 4) тұз, азот және концентрацияланған күкірт қышқылдары, 5) темір мен бивалентті мыстың хлоридті ерітінділері, б) автоклавтардағы сульфаттарға сульфид тотықтырғыш ретінде оттегі. Төмен сұрыпты кендер мен қалдықтар үшін бактериялық шаймалау қолданылады. Шаймаланғаннан кейін ерітінділерді мыс арқылы шоғырландырады, мысалы, сұйық экстракция немесе иониттермен сорбциялау, содан кейін мысты электроэкстракциялау немесе олардан мысты темір ұнтақтары арқылы цементация процесі негізінде мысты бөліп алады.

Төмен сапалы мыс кендерін өңдеу үшін зерттеушілер мен өндірушілердің назарын мысты үймелеп және жерасты шаймалау әдістері аударды, оларға бактериялық шаймалау әдісі қолданылды. Мыс кендерін жер асты және үйінді шаймалау процестерін үш сатыда жүргізу ұсынылды, бұл кеннен мыс алудың көбеюін және күкірт қышқылының шығынын азайтуды қамтамасыз етеді. Ол үшін бірінші кезеңде мыстың оңай еритін формалары ашылады, екінші кезеңде тотығу процестерін белсендіру үшін суару арасында үзіліс жасалады, үшінші кезең – соңғы, онда мыс сульфидті бөлігінің қиын еритін формаларынан шаймаланады. Сынақтарда мыстың 80 %-дық алынуына және күкірт қышқылының шығыны – 5 т/т мыстан аспауына қол жеткізілді.

Жұмыста құрамында 0,23 % мыс, оның ішінде 0,1 % сульфид түрінде бар мыс кені үшін еріткіштерді таңдау туралы хабарланды. Кен малахит, азурит, халькопирит және халькозинмен ұсынылған. Бөлме температурасында калий бихроматы, күкірт қышқылы және натрий хлориді бар күкірт қышқылы шаймалау реагенттері ретінде пайдаланылды. Перколяциялық шаймалауды мыс порфир кендеріне қолдануға болады. Үйінділерді шаймалаудың қажетті шарты-еріткішті дұрыс таңдау және минералдардан тығыз опал пленкасын алу үшін натрий хлоридінің ерітіндісі қолданылды. Өнімді ерітінділерден мыс алу ТБФ-дағы рН 2 кезінде жүргізілді. Мыс 99 % органикалық фазаға өтеді, ол жерден күкірт қышқылының ерітіндісімен қайта шығарылады.

Баланстан тыс және қиын байытылатын мыс кендерін шаймалау процестерін күшейтуге арналған бірқатар реагенттер зерттелді. Интенсивті қоспалар мен аралас реагенттер ұсынылады. Сонымен, соңғысын қолдану еру жылдамдығын ретке келтіреді. Кендердің минералогиялық ерекшеліктерінің үймелеп шаймалау процесінде мыс алуға әсері жұмыста байқалды. Кеннің минералды фазаларының сандық қатынасы оның технологиялық қасиеттерін

анықтайтындығы көрсетілген. Мысал ретінде шаймалау процесінде мыс алудың Кальмакыр және Қоңырат кен орындарының мыс порфир кендерінің минералды бірлестіктерінің сандық қатынасына тәуелділігі келтірілген. Жұмыста үйінді және жер асты шаймалау – сульфидті емес мыс кендері үшін тиімді процестер екендігі атап өтілді. Рудадағы пириттің жоғары мөлшері (68 % дейін) 1 г/дм³ дейін суармалы ерітінділерде күкірт қышқылының концентрациясы кезінде шаймалау процесін жүргізуге мүмкіндік берді. Қышқылдың меншікті шығыны 0,5 кг/кг металды құрады, бұл стехиометриялықтан 2 есе төмен. Үйінді шаймалау процесінің күшеюіне рудадағы микроорганизмдер ықпал етеді. Хабарламада ерітінділерден мыс алудың экстракциялық әдісін сынау келтірілген. БГМК, АГМК және Дегтяр кенішінде мыс кендерін үймелеп және жерасты шаймалау учаскелері құрылды.

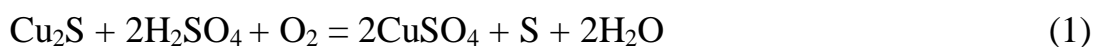
1.1.1 Күкірт қышқылымен шаймалау

Сульфидті мыс минералдары гидрометаллургиялық өңдеуге төзімді болғандықтан, атмосфералық қысым кезінде олардың бейтараптануын күшейту үшін күшті тотықтырғыштарды қолдану қажет. Халькопирит концентратын атмосфералық қысым кезінде күкірт қышқылының шаймалануы минералды дәндердің беткі қабатын күкіртпен және ярозитпен бөлуге байланысты төмен жылдамдықпен жүреді. Пассивті пленканы бұзу үшін жоғары температура мен қысым немесе пирит немесе Ag⁺ иондары сияқты катализаторларды қолдану қажет. Пульпаға Ag⁺, Ag₂S ионын немесе құрамында күміс бар концентратты енгізу мыстың халькопириттен немесе басқа сульфидті кендерден шаймалануын едәуір жылдамдатады. Ag₂S ионын CuFeS₂ ыдырауының катализаторы және FeS₂ ыдырауының ингибиторы екендігі көрсетілген. Жұмысында құрамында Fe(III) бар ерітінділермен екі сатылы шаймалауға негізделген халькопирит концентраттарын гидрометаллургиялық өңдеу технологиясы сипатталған. Бұл ретте бірінші кезеңде негізінен түсті металл сульфидтері шаймаланады, ал екінші сатыда катализатор ретінде Ag(I) иондарының қатысуымен халькопириттік құраушыға шаймаланады. Атмосфералық қысым кезінде процесті пириттің қатысуымен халькопиритпен гальваникалық жұп түзетін катализатор ретінде жүзеге асыруға болады (Galvanox процесі). Хлор-күміс электродқа қатысты 410 мВ редокс-потенциалы кезінде шаймалаудың 2 сағ үшін мыстың 80 % - дық алынуын 85 °С, H₂SO₄ бастапқы концентрациясында 15 г/дм³ және Fe 5 г/дм³, пульпа тығыздығында 7,8 %, пириттің халькопиритке қатынасында 2:1 қол жеткізуге болатындығы көрсетілген. Fe³⁺ және O₂ – нің болуы халькопирит электродының аралас потенциалын 53 % - ға арттыратыны және еріту тогының тығыздығы 55 есе, ал 42 % FeS₂- нің болуы потенциалды тағы 14 % - ға, ал еріту тогы сәйкесінше 0,001 моль/дм³ O₂ және 0,05 моль/дм³ Fe(III) кезінде 2,6 және 2,2 есе арттыратыны көрсетілген. Галванокс процесінде

халькопириттің шаймалану жылдамдығының артуына пириттің күміспен өңделгеннен кейін каталикалық белсенділігінің күшеюі есебінен қол жеткізуге болады, болжам бойынша $2\text{AgFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$ аргенторозиттің пайда болуы салдарынан. Сол зерттеушілердің басқа еңбектерінде атмосфералық қысым кезінде $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ерітіндісімен халькопириттен мысты шаймалаудың айтарлықтай үдеуінің гальваникалық табиғаты көрсетілген, бұл күміспен өңделген пирит түріндегі ұсақ күміс қоспаларының оң әсерін түсіндіреді. Ұсынылған механизмге сәйкес, күміс шығарылған күкіртті Ag_2S -ке байланыстырады және электрондардың халькопириттен пиритке өтуіне мүмкіндік береді, сульфат ерітіндісінде Fe(III) - ден Fe(II) - ге дейін төмендету арқылы шаймалау процесін тездетеді. Күміс болмаған кезде күкірт қабаты пирит пен халькопирит арасындағы электр байланысын үзеді. Австралияда Cu-Cd-Zn тобының темірі мен металдары бар ерітіндіні және Pb-Au-Ag тобының металдары бар қалдықты, сондай-ақ элементарлы күкіртті ала отырып, сульфидті кендер мен концентраттарды тікелей тотықтырғыш шаймалау әдісі патенттелген. Бұл әдіс атмосфералық қысым мен қайнау температурасынан аспайтын температурада азот оксиді мен оттегі бар тотықтырғыш реагенттің қатысуымен күкірт қышқылымен сұйылтылған екі сатылы ағынды шаймалауды қамтиды. Ерітіндіден ерімейтін қалдық пен қарапайым күкіртті бөліп алғаннан кейін, ерітілген темір тұндырылады, содан кейін мырыш электролиттік секрециясына түсетін нитрат иондарынан бос ерітінді алу үшін қышқылдың қатысуымен Zn шаңымен өңделеді.

Сульфидті мыс және мырыш кендерін өңдеу үшін ұсынылған әдіс, оған сәйкес концентрат $110-170\text{ }^\circ\text{C}$ температурада күкірт және азот қышқылдарының қоспасымен өңделеді. АҚШ-та жабық қысымдағы ыдыста NaNO_2 ($0,61\text{ МПа}$, температура $125-175\text{ }^\circ\text{C}$) қосып, күкірт қышқылының ерітіндісінде сульфидті мыс кендері мен концентраттарды каталикалық шаймалау әдісі ұсынылған. Әдіс бойынша сульфидті концентраттардан мысты шаймалау үшін құрамында $0,1-1\text{ г/дм}^3\text{ Na(K)NO}_3$ және $0,01-0,2\text{ г/дм}^3\text{ NaBr}$ бар H_2SO_4 негізіндегі ерітінді қолданылады. Шаймалауды $207-1380\text{ кПа}$ қысыммен оттегі бере отырып, $100-150\text{ }^\circ\text{C}$, $\text{pH}=0,55$ температурада жүргізеді. Жапон зерттеушілері халькопиритті күкірт қышқылының ерітінділерімен ($0,011\text{ М}$) шаймалау процесі Fe(II)/Fe(III) иондарының ерітіндісіндегі байланысқа орай жүйенің тотығу потенциалымен анықталатынын зерттеді. Халькопириттің белсенді еруі жүйенің тотығу-тотықсыздану потенциалында 95% болатындығы көрсетілген) тек 3 сағат ішінде $> 2000\text{ }^\circ\text{C}$ температурада немесе минералдың алдын-ала активтенуімен қол жеткізуге болады. Жапон ғалымдарының пікірі бойынша екінші кезеңде оттегі немесе темір (III) тұздары бар халькопиритті күкірт қышқылымен шаймалау кезінде Cu_2S тотығуы ерітілген оттегінің немесе Fe^{3+} иондарының әсерінен жүреді, нәтижесінде H_2S газы пайда болады. Ag^+ иондары бөлінетін H_2S -ны ерімейтін күміс сульфидіне байланыстырады, осылайша жүйенің тотықтырғыш қалпына келтіру потенциалын арттырады. Қытай ғалымдары никель штейнін селективті тотығу шаймалауынан кейін мыс қалдықтарын шаймалау процесін

зерттеді. Қалдықтардың құрамы, %: 60,15 Cu; 4,38 Ni; 0,69 Fe; 17,6 S. Шаймалау күкірт қышқылында 2 моль/дм³ дейін, қаныққан O₂, NaCl қатысуымен 2 моль/дм³ дейін, C:К=10:1 қатынасында жүргізілді. Процесс мына схема бойынша жүретіні көруге болады:



Халькопиритті шаймалау жөніндегі материалдарды шолу нәтижесінде колумбиялық зерттеушілер Fe³⁺ тиісті концентрациясында халькопириттің шаймалануы жүреді, ал Fe³⁺ жоғары концентрациясында халькопириттің беті түзілетін ярозитпен пассивацияланады деген қорытындыға келді. Эксперименттік жолмен ерітіндідегі бастапқы тотығу потенциалының немесе Fe³⁺ концентрациясының жоғарылауы халькопиритті каталитикалық шаймалау кезінде мыс алуды арттыратыны анықталды, өйткені [Fe³⁺]/[Fe²⁺] қатынасының жоғарылауы Ag⁺ (катализатордың) рециклденуіне ықпал етеді. Сульфидті кендерден (Cu-6 %) және флотациялық концентраттардан (Cu-50 %) мыс алу үшін келесі режимдік параметрлер кезінде Fe(III) сульфатының ерітінділерімен екі сатылы шаймалау ұсынылды: бірінші сатыда шаймалау температурасы 400 °С, екінші сатыда – 50 – 900 °С, қойыртпақтың тығыздығы 25-40 %, ұзақтығы 3 сағ. Алынған ерітінділерден (13-14 г/дм³ Fe, 20 г/дм³ Cu) мыс сұйық экстракциямен алынады, содан кейін катодты мыстың реэкстракциясы және электр шөгуі. H₂SO₄ + H₂O₂ ерітіндісімен халькопириттен мысты шаймалау процесі бөлшек бетіндегі реакция жылдамдығымен басқарылатындығы анықталды. Шаймалау жылдамдығына тотықтырғыш концентрациясы (H₂O₂) үлкен әсер етеді. Мыс – халькопирит (CuFeS₂), энаргит (Cu₃AsS₄) және теннантит (Cu₁₂As₄S₁₃) минералдарын тотықтырғыш ретінде H₂O₂ (0,013 %) немесе оттегі ерітіндісін қолдана отырып, рН 2-11 аралығында тотықтырғыш ретінде шаймалаудың спектроскопиялық зерттеулері Cu (80 %) максималды шығарылуына рН – 2 арқылы қол жеткізілетінін көрсетті. Ұлттық зерттеу технологиялық университетінің (МИСиС) қызметкерлері темір иондарының қатысуымен күкірт қышқылы ерітіндісінде сульфидті мыс концентратын шаймалау процесінде озонды пайдалану 99 % оттегін пайдаланып шаймалаумен салыстырғанда мыс алуды 50 % - ға арттыруға мүмкіндік беретінін анықтады.

Халькопиритті күкірт қышқылымен шаймаланғанда, N₂S₂O₈ натрий пероксосульфаты басқа темір тотықтырғыштарымен салыстырғанда тезірек және тиімді әрекет етеді. Азотқышқылды шаймалау. Орал федералды университетінің зерттеушілері "Эрдэнэт" концентратын (басым минералдар – CuFeS₂, CuS және FeS₂) шаймалау кезінде пайда болатын реакциялардың термодинамикасын зерттеді және сульфидтердің элементарлы күкірт пен темір оксидтерін шығармай тиімді еру жағдайларын анықтады. Сонымен, азот қышқылымен шаймалау кезінде (>1 моль/дм³) сульфидтердің Cu (II) және

Fe (III) сульфаттары мен бисульфаттарына толық тотығуы қамтамасыз етіледі; қышқылдың аз концентрациясында ($pH = 1 \div 3$) жүйеде аз еритін FeS және FeS₂ темір сульфидтері де, Fe₂O₃ оксиді де бар, бұл шаймалау процесіне теріс әсер етеді. Бұл жағдайда температураның жоғарылауы процестің толық аяқталуына ықпал етеді. Кинетикалық талдау HNO₃ жетіспеушілігімен халькопириттің онымен әрекеттесуінің жалпы реакциясы анықталды.



оның өнімдерінің қабығының тығыздығы - SO және Fe₂O₃ бақылануы керек. Стехиометриялықтан асатын қышқылдың шығыны жоғары болған кезде С:Қ қарапайым күкірт пен темір оксидінің қабықшалары пайда болмайды, ерітіндіге мыс пен темір алу тек сыртқы диффузиямен шектеледі. Экспериментті математикалық жоспарлау әдістерін қолдана отырып, ұжымдық сульфидті өнеркәсіптік өнімдерді азот қышқылымен шаймалау кезінде ерітіндіге мыс пен мырыштың максималды алынуы келесі жағдайларда қамтамасыз етіледі қатынасы С:Қ=5, азот қышқылының концентрациясы 9,85 моль/дм³, ұзақтығы 120 мин.

1.1.2 Мыс шикізатын алдын-ала күйдірумен күкірт қышқылын шаймалау

Жұмыста [6] хабарланған іске қосу туралы 1953 жылы Косака қаласы (Жапония) мыс-мырыш концентратын гидрометаллургиялық өңдеу зауыты, қайнау қабатты пешін пульпамен қоректендіру кезінде алдын ала сульфаттандыратын күйдіруге ұшыраған. 1959 жылы бұл әдіс "Гинцветмет" институтында (Мәскеу қ.) процестің оңтайлы параметрлерін анықтай отырып зерттелді. Алайда, сульфатты күйдіру мыс өндірісінің негізгі шикізаты болып табылатын халькопирит концентраттары үшін кең өнеркәсіптік пайдалануды таппады. Алжир полиметалл Cu-Pb-Zn рудасын сульфатизациялайтын күйдірумен қайта өңдеу бойынша зерттеу жүргізілді, одан кейін күкірт қышқылды шаймалау жүргізілді. 3 сағат бойы күйдіру сульфидтерді сульфаттар мен оксидтерге ауыстыру үшін жүргізілді. Cu және Zn экстракциясының максимумы 560 және 760 °C температурада болады, бұл жоғары температурада осы металдардың ферриттері мен силикаттарының пайда болуымен түсіндіріледі. 560 °C температурада алдын ала күйдірілген кенді шаймалау кезінде оңтайлы жағдайларда (H₂SO₄ концентрациясы 0,1 М, С:Қ=3 қатынасы, ұзақтығы 6 сағ). Мыстың басым бөлігі және 60 % Zn ерітіндіге шығарылады. 100 % Cu және 61 % Zn шығарумен күйдірілген кенді күкірт қышқылымен шаймалауды қамтитын екі сатылы схема ұсынылады; екінші кезеңде шаймалаудың қатты қалдығы 60 °C кезінде теңіз суының көлемі бойынша 40 % қосып, 100 % Pb және 99 % Ag алатын тиочевина ерітіндісімен өңделеді.

Жұмыста [8] мыс концентраты мыс сульфаты мен темір оксидін қалыптастыру үшін 400-500 °С температурада жағылды; кейіннен ыстық сумен шаймалау кезінде қалдық (гематит және кварц) және мыс мөлшері жоғары ерітінді алынды. Зерттеулер көрсеткендей, халькопирит концентратын төмен температуралы сульфаттандыратын күйдіру мысты сульфидтерден суда және қышқылда еритін формаларға 97 % - ға аударуға мүмкіндік береді. Эрдэнэт кен орнының кендерін флотациялық байыту арқылы алынған ең төзімді мыс концентратының негізгі минералды фазаларының өзгерістері, күкірт қышқылды шаймалауды пайдалана отырып өндеудің мүмкін болатын құрамдастырылған схемалары зерттелді. Концентратта бастапқы сульфидтер басым-халькопирит және пирит. В.И. Смирнов пен А. И. Тихоновтың мәліметтері бойынша, 4 сағат бойы 800 °С температурада муфель пешінде халькопирит, ковеллин және пирит фазалары мезгіл-мезгілімен араластырылады. Халькопириттің көп бөлігі байланысты минералды моихукитке ($Cu_9Fe_9S_{16}$), қалғаны борнитке (Cu_5FeS_4) айналады. Реакция өнімдеріндегі пириттің мөлшері төмен (3 %), өйткені ол тотықтырғыштың болмауына қарамастан халькопиритпен салыстырғанда толық тотығады. Күкірт қышқылы ерітіндісіндегі тұқылды шаймалағаннан кейін (150 г/дм^3) С:Қ = 1:4 қатынасында, 700 °С температурада 1,5 және 2 сағат ішінде мыс ерітіндіге тиісінше 42 және 54 % алынады.

Халькопирит концентратын механоактивациялау минералды фазалардың айтарлықтай өзгеруіне және күкірт қышқылын шаймалау кезінде мыстың қолайлы алынуына әкелмейді. Сульфидті мыс шикізатын өңдеу әдісі ұсынылған, оның ішінде 850-950 °С температурада инертті газ (азот) ағынында сульфатты күйдіру, тұқылды қышқыл сулы ерітіндімен шаймалау және ерітіндіден мыс алу. Бұл әдіс шаймалау кезінде мыс алу дәрежесін арттыруға, салқындату камерасында тауарлық күкірт алу арқылы күйдіру кезінде күкіртті мүмкіндігінше жоюға, қоршаған ортаны ластайтын күкірт оксидтерінің бөлінуін барынша азайтуға мүмкіндік береді. Жоғары пирит (43,12 % FeS_2) халькопирит концентратын жағу мысалында Армения ғалымдары темір мен мыс сульфидтерін сульфаттарға айналдыру және одан әрі тиісті оксидтерге айналдыру механизмін ұсынды және халькопириттің (неғұрлым төзімді сульфид ретінде) мыс пен темір сульфаттарына біртіндеп фазалық ауысуы 580 °С тан 640 °С-қа дейінгі температура аралығында жүретіні анықталды. Құрамында пирит бар халькопирит концентратын жағу кезінде төмен температурада және аз экспозицияда мыс пен темірдің тұрақты сульфаттары пайда болатындығы көрсетілген. Бұл ауа оттегі болған кезде халькопириттің тотығу реакциясы нәтижесінде пайда болған тривалентті темір сульфатымен әрекеттесуі нәтижесінде тотықсыздандырылатындығын көрсетеді, бұл концентратты сульфаттау процесін едәуір белсендіреді. Үлгілерді бу-ауа қоспасының ортасында өңдеу кезінде үлкен нәтижеге қол жеткізіледі. Өрт кезінде су буы ондағы экзотермиялық реакциялардың (сульфаттардың мерзімінен бұрын ыдырауына әкелуі мүмкін) салдарынан үлгінің қызып

кетуіне жол бермейді, сонымен қатар тривалентті темір сульфаты мен ауа оттегімен бірге халькопиритті сульфаттауға қатысады:



Сульфатты күйдірудің келесі оңтайлы технологиялық режимі мыс пен ілеспе темірді шаймалау және селективті алу үшін ең қолайлы сульфатты күйдіруді алу ұсынылған: $t = 650 \pm 100 \text{ }^\circ\text{C}$, $\tau = 30$ мин, орта – бу – ауа. Халькопирит концентраттарын өңдеу әдісі ұсынылған, халькопиритті температура $425 \text{ }^\circ\text{C}$ инертті атмосферада күкіртпен әрекеттескен кезде ковеллин мен пиритке ыдырауына негізделген:



Жұмыста [11] сонымен қатар $350\text{-}450 \text{ }^\circ\text{C}$ температура диапазонында халькопириттің күкірт газымен әрекеттесуі ковеллин мен пириттің пайда болуымен бірге жүретіні көрсетілген, бұл кейіннен шаймалауға қолайлы, өйткені ковеллин қышқылдарда оңай ериді, ал пирит баяу. Сульфидті атыс өнімі оттегімен қаныққан $1,2 \text{ M H}_2\text{SO}_4 + 2\text{M NaCl}$ ерітіндісімен шаймаланған. Мысты алу темірдің минималды шаймалануымен $> 20 \%$ құрады. Алмалық тау-кен металлургия комбинатының мыс-молибден өнімін қайта өңдеу схемасы ұсынылды, оған ауа шектеулі болған кезде су буының қатысуымен термоөңдеу және кейіннен шаймалау кіреді. Құбырлы айналмалы электр пешінде термиялық өңдеу жалпы күкірттің аз мөлшерін қамтамасыз етеді, молибден негізінен MoO_2 -ге дейін, ал мыс CuO және Cu_2O -ға дейін тотығады. Күйдіргішті күкірт қышқылымен шаймалау кезінде мыс толығымен ерітіндіге өтеді (оны цементтеу, электролиз немесе сорбция арқылы бөлуге болады), ал молибден қатты фазада қалады. Шаймалаудың оңтайлы шарттары: күкірт қышқылының концентрациясы $100\text{-}150 \text{ г/дм}^3$, қатынасы Ж:Т = 7:1, температура $70\text{-}75 \text{ }^\circ\text{C}$, ұзақтығы 30 мин.

Жұмыста [12] термогравиметриялық талдау әдісі халькопириттің оттегі, ауа және аргон атмосфераларында тұзды күйдіру кинетикасын зерттеді. Хлорлаушы агент ретінде KCl қолданылды. Жану процесінде ұшпа қосылыстардың тотығуы, сульфатизациясы, хлорлануы және булануы жүретіні анықталды. Көрсетілгендей, бұл күйдіру кезінде оттегімен атмосферада кейіннен шаймалау арқылы сумен халькопирит мүмкін қабатындағы саны айтарлықтай мыс. NaCl ($450 \text{ }^\circ\text{C}$) және KCl ($700 \text{ }^\circ\text{C}$) бар сульфидті мыс шикізатын (Эрдэнэт және Удокан концентраттарын) төмен температуралы күйдіру, содан кейін спектің екі сатылы шаймалануы МИС және С-те зерттелген. Бірінші кезеңде суда еритін тұздар (калий немесе натрий сульфаттары мен хлоридтері) сумен шаймаланады, ал екінші кезеңде күкірт қышқылымен сұйылтылған мыс хлориді. Мыс металлургиясындағы автоклав процестері. Мыс және тривалентті темір сульфаттарының

халькопирит, пирит, сфалерит, элементарлы күкіртпен өзара әрекеттесуі кезінде температураның, араластыру қарқындылығының, материалдың ірілігі мен материалды өңдеу ұзақтығының ерітінділер құрамы мен қатты фазаның өзгеруіне әсері зерттелді.

Кинетикалық зерттеулердің нәтижелері құрамында мыс бар кешенді концентраттарды автоклавты шаймалаудың технологиялық әзірлемелерінде пайдаланылды және оларды кешенді гидрометаллургиялық өңдеу технологиясы, қолданыстағы өндіріспен ұтымды ынтымақтастық нұсқалары жасалды. Құрамында мыс бар кенді шикізатты гидрометаллургиялық өңдеудің кемшілігі аппараттық процестердің ұзақ болуы болып табылады. Реакторлардың бірқатар жаңа түрлерін пайдалану өте тиімді болып табылады. Мысалы, діріл процесі шаймалау ұзақтығын 5 есе, ал "қайнау қабатында" бес немесе он есе, діріл араластырғышы бар реакторда шаймалау кезінде он бес немесе жиырма есе қысқартады. Зерттеулер Удокан, Алмалық және Жезқазған кен орындары үшін жүргізілді. Шолуда сульфидті өнімдерді автоклавты ашудың артықшылықтарының бірі – құрамында күкірт бар газдардың зиянды шығарындыларының болмауы, күкірт қарапайым түрде шығарылатындығы атап өтілді.

Айдақ қаласында (АҚШ) зауыт кешенді мыс-қорғасын-мырыш шикізатын қайта өңдеді. Шеррит Гордонның автоклавты әдісі күкірт қышқылы мен аммиак нұсқаларындағы мыс сульфидті концентратқа пилоттық сынақтар көлемінде қолданылды; Порт-Никель зауытында (АҚШ) автоклавты ашу мыс-никель фанштейніне қолданылды. Жұмыс құрамында мыс, кобальт және никель бар шикізатты автоклавты күкіртқышқылды шаймалау ерітінділерінен бағалы металдарды бөліп алудың сенімді тәсілін табуға арналған. Бұл металдарды сульфид түрінде қышқыл сульфат ерітінділерінен тұндыру әдісі ерітінділерден белгілі оқшаулау процестеріне – цементтеу, кристалдану және т. б. қарағанда бірқатар технологиялық артықшылықтарға ие. Тұндырғыш реагенттер ретінде күкірт сутегі газын, күкірт темірін, қарапайым күкіртті және әртүрлі құрамдағы штейндерді қолдана аласыз. Алдын ала қайнатылған күкірттің мыс тұнбасы 60-80 °С және тұнба ағынының 1,5 есе мөлшерінде болады. Сондай-ақ, күкірт қышқыл ерітінділерінен алынған мыс ұнтағының автоклавты тұнбасы зерттелді. Автоклавты кремнийдің азаюы процесін химиялық байыту процестеріне жатқызуға болады. Бұл әдіс кремний құрамын 30 – дан 15 % - ға дейін төмендету есебінен Жезқазған мыс концентраттарын 1,5-1,6 есе байыту үшін пайдаланылды. Бұл әдісті құрамында мыс бар нашар өнімдерге қолдану ұсынылады. Жұмыста күкіртқышқылды шаймалауға немесе алдын ала сульфидтеуге негізделген қиын байытылатын шикізатты өңдеу мақсатында жоғары температурада сульфатты ерітінділерде мыстың кешенді түзілуі зерттелген. Жұмыста автоклавты сульфидтеу ұсынылады.

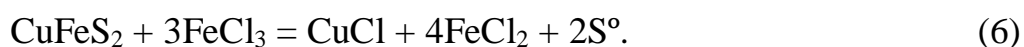
Автоклавты сульфидизация арқылы тотыққан және аралас мыс кендерін қайта өңдеу технологиясы, содан кейін сульфидті өнімді флотациялау ұсынылады. Алмалық ТМК, Бозшакөл, Удокан, Ақтоғай кен орындарының

үйінділері зерттелді және нәтижесінде 24-35 % концентраттар алынды, оларда 90-95 % мыс алынды. Бұл әдіс Жезқазған мыс балқыту зауытының шаңын өңдеу үшін қолданылады. Шаң сульфидтеуге ұшырайды, содан кейін флотация және мыс флотоконцентратын алу. Рений ерітіндіге өтеді және оны ион алмасу әдістерімен алуға болады. Ең көп таралған мыс минералы-халькопирит-күкірт қышқылында ериді (әдетте шаймалау үшін қолданылады), сондықтан шаймалау автоклав жағдайында жүргізілуі керек. Канадалық зерттеушілер 2,1-15,6 % Cu бар Las Cruces (Испания) кен орнының сульфидті мыс кенін гидрометаллургиялық өңдеу мүмкіндіктерін зерттеді. Мысты H_2SO_4 ерітіндісімен атмосфералық шаймалау, мысты 1200 °C төмен температурада күкірт қышқылы ерітіндісімен автоклавты шаймалау (яғни. балқу нүктесіне дейін S_0), асорга M 5640 маркалы реагентпен мысты сұйық экстракциялау, резкстрактіден мысты электролиттік тұндыру. Оңтайлы режимде екі сатылы шаймалау кезінде ерітіндіге Cu жалпы алу 83,4-90,7 % құрады.

Қиын өңделетін мыс-алтын сульфидті концентраттарды гидрометаллургиялық өңдеу әдісі патенттелген, ол бойынша ыдырауды концентрацияланған күкірт қышқылы (80-93 %) 200-250 °C температурада және Қ:С = 1:(35) қатынасында 56 сағат бойы жүргізеді. Қатты қалдықтардағы мыстың мөлшері 16-дан 0,15-0,20 % - ға дейін төмендеді, ал алтынның мөлшері 183-тен 280-450 г/т-ға дейін өсті. Сульфидті шикізаттан мысты оттеппен $p = 0,2-0,7$ МПа парциалды қысымда және 1050 °C дейінгі температурада күкірт қышқылының ерітінділерімен (10-60 г/дм³) тотығатын автоклавты шаймалау тәсілі патенттелген, ол бойынша ерітіндіге Cu алу 80 % құрайды. Ерітіндіден алынған мыс Темірдің ілеспе қоспасынан бөлініп алынады. Австралиялық Western Metals компаниясы Gordon Mount зауытында сатылатын сульфидті мыс кендерін өңдеудің жетілдірілген технологиясын патенттеді және нәтижесінде алынған ерітіндінің электролизімен автоклавтардағы төмен қысымда (0,7 МПа) және 90 °C температурада кен шикізатын қышқылмен шаймалауды қамтиды. "Гипроникель" институты қызметкерлерінің пентландит, халькопирит және пирротин бар әртүрлі құрамдағы концентраттарды автоклавты тотықтырғыш (150 °C, оттегі қысымы 1 МПа) бойынша зерттеулері сульфидті күкірттің салыстырмалы түрде жоғары мөлшері (~7 %) бар концентратты шаймалау күкірт қышқылы процесіне қосымша қажет етпейтінін және "аз сульфидті" шикізатты шаймалауға қарағанда ерітіндіге түсті металдардың жоғары алынуымен сипатталатынын көрсетті. Процесс автотермиялық режимде жүреді, ал темір мен металл емес компоненттердің ерітіндіге ауысуы өте аз. Күкірт қышқылын тұтынудың артуы ерітіндіге мыс шығаруға теріс әсер етеді, бұл оттегінің ерігіштігінің төмендеуіне, сондай-ақ халькопириттің белсенді аймақтарын қышқылмен немесе сульфат молекулаларымен оқшаулауға байланысты тотығу шаймалау процесінде бөлінетін қышқылдың ингибиторлық әсеріне байланысты болуы мүмкін. бетінде оттегімен бірге сіңіріледі.

Концентраттарды тотықтандыра шаймалау кезінде платина металдарының ерітіндісіне өту үлкен емес 0,5 % Pt, Pd және 1,5 % Rh, Ru

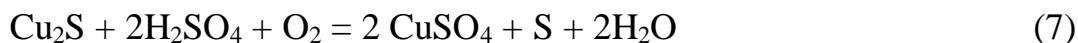
аспайды, бұл платина металдарының табиғи сульфидті минералдарының минералды қышқылдарға химиялық инерттілігімен байланысты. Канадалық зерттеушілер автоклав жағдайында (110-220 °С) Cu(II) және Fe(III) иондарының қоспалары бар күкірт қышқылы ерітіндісіндегі халькопириттің тотығу шаймалауын (оттегінің парциалды қысымы 1,38 МПа) зерттеді (800 мин-1) және қышқылдың жоғары концентрациясында (1 моль/дм³). Мыстың жоғары алынуына (> 95 %) 3 сағат ішінде тек > 200 °С температурада немесе минералдың алдын-ала активтенуімен қол жеткізуге болатындығы көрсетілген. Мысты сульфидті мыс кенінен немесе концентраттан автоклавты тотығу арқылы оттегі мен қышқыл хлорид ерітіндісінің қатысуымен ерімейтін негізгі мыс сульфатын алу әдісі ұсынылған. Тотығу негізгі мыс сульфаттарын алу үшін қажетті сульфат немесе бисульфат иондарының қатысуымен жүзеге асырылады. Кен (немесе концентрат) неғұрлым нашар болса, Н⁺/Cu қатынасы соғұрлым көп болуы керек. Мыс алудың пирометаллургиялық процестерін гидрометаллургиямен алмастыру үшін 2003 жылы өнеркәсіптік деңгейде көрсетілген 220 °С температурада автоклавты тотығуды шаймалауға негізделген Placer Dome әдісі тиімді болды. Сынақтар барлық күкірттің қарапайым түрде, гипс немесе күкірт қышқылы түрінде шығару мүмкіндігін көрсетті. Бұл әдіс пирометаллургиялық процестермен салыстырғанда күрделі шығындар аз болған кезде сапасы төмен және құрамы күрделі концентраттарды өңдеуге мүмкіндік береді. Тұрақты мыс концентраттарын шаймалау кезінде тотықтырғыш агент ретінде оттегі, купри - және ферриондар, концентрацияланған күкірт қышқылы, хлордың сулы ерітінділері және т.б. пайдаланылуы мүмкін. 1976 жылдан бастап CLEAR (copper leach, electrolysis and regeneration) деп аталатын осындай әдістердің бірі. Ол Туксондағы (АҚШ) зауытында қолданылады және келесідей халькопирит концентраты автоклавтарда CuCl, FeCl₂ және элементарлы күкірт алу үшін CuCl₂ - FeCl₃ -NaCl ерітіндісімен шаймаланады:



1.2 Мыс металлургиясындағы хлоридтер

Хлоридтер химия мен мыс металлургиясында маңызды рөл атқарады. Бір ғасырдан астам уақыттан бері хлоридті ерітінділермен шаймалаудың жоғары тиімділігі белгілі. Хлоридті ерітінділерді қолданудың артықшылықтары: халькопириттің судың қайнау температурасынан төмен еруі, моновалентті Мыстың тұрақтылығы және күкірттің элемент түрінде шығарылуы, мыс пен күкірт жоғары тотығу күйіне дейін тотыққан кезде күкірт қышқылымен шаймалаумен салыстырғанда энергияны үнемдеуге мүмкіндік береді (мыс +2-ге дейін, ал күкірт +6-ға дейін). Қытай ғалымдары

никель штейнін селективті тотығу шаймалауынан кейін мыс қалдықтарын шаймалау процесін зерттеді. Қалдықтардың құрамы, %: 60,15 Cu; 4,38 Ni; 0,69 Fe; 17,6 S. шаймалау H_2SO_4 -те 2 моль/дм³ дейін қаныққан O_2 , NaCl қатысуымен 2 моль/дм³ дейін, С:Қ = 10:1 қатынасында жүргізілді. Процесс мына схема бойынша жүретіні көрсетілген:

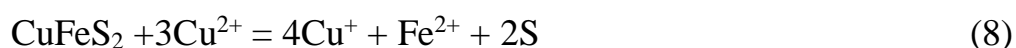


Мыстың әрекеті мыс-висмут өнімін шаймалау мысалында көрсетілген: шаймалау күкірт адсорбциялау арқылы минералдың беткі қабатын ашатын, осылайша диффузиялық ингибицияны алып тастайтын беттік-белсенді заттардың қатысуымен хлорлы темір ерітіндісімен жүзеге асырылады. Мыс, мырыш висмут ерітіндісіне де енеді, бұл оларды алу үшін ерітінділерді одан әрі өңдеуді қажет етеді. NaCl қоспалары атмосфералық қысым кезінде H_2SO_4 ерітінділерімен CuFeS_2 шаймалау процесін жеделдетуге ықпал ететіні анықталды. Cl иондарының активтендіру әсері бұл жағдайда көбірек кеуекті өнімдердің пайда болуымен байланысты, бұл реактивтердің реакция бетіне таралуын жеңілдетеді және процесті тездетеді. Жұмыста халькопирит концентратын $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaCl}$ ерітінділерімен шаймалау кезінде 100 °С кезінде 3 сағат ішінде 90 % - дан астам Cu алынады. 0,5 моль/дм³ хлорид иондарын қосу процесті тездетеді. Мыс концентраттарын күкіртқышқылды шаймалау процесінің жеделдеуі және хлоридтерді қосу кезінде оны төмен температураларда жүргізу мүмкіндігі, бұл ретте элементті түрде күкірт алу жұмыста да байқалады. Халькопиритті HCl ерітінділерімен шаймалау кезінде осы процесте промотор рөлін атқаратын CuCl^+ күрделі ионы пайда болатындығы анықталды.

1.2.1 Хлорид ерітінділерін шаймалау

Канадалық зерттеушілер [10] Чили мен Перудан алынған мыс концентраттарынан халькопириттің құрамында HCl, CaCl_2 және CuCl_2 бар хлоридті ерітінділермен шаймалауын зерттеді. Шаймалаудың оңтайлы жағдайларында (2 саты, температура 95 °С, ұзақтығы 46 сағ, халькопиритті ұнтақтау ірілігі 37- 41 мкм, жалпы концентрациясы $[\text{Cl}] > 5 \text{ M}$, бос құрамы $[\text{HCl}] 3 \text{ г/дм}^3$) ерітіндіге Cu алу 89-99 % құрады. Cu алуды арттыру үшін автоклавты ашуды 2-ші кезеңде пайдалану ұсынылады. CuCl_2 -ді CuSO_4 -ке одан әрі конверсиялау сұйық экстракция арқылы жүзеге асырылады. Температура 95 °С кезінде $\text{CuCl}_2 + \text{FeCl}_3$ ерітіндісінде сульфидті концентраттардан Cu-ны бір мезгілде Cu (II) - ге дейін тотықтыра отырып, екі сатылы дәлдікке қарсы шаймалау және кейіннен электроэкстракция үшін жарамды сульфатты ерітінді алу үшін сұйық экстракция арқылы Cu-ны алу тәсілі әзірленді. Тракциясы халькопирит үшін 99,1 % және борнит үшін 98,5 % құрады. Жұмыста натрий хлоратын (NaClO_3) пайдаланып

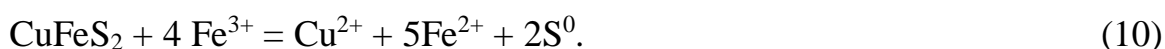
халькопириттің шаймалану жылдамдығына тотықтырғыш ретінде HCl концентрациясы мен температурасы әсер етеді. Температурасы 65 °C кезінде сульфидті күкірт сульфатқа, ал 85 °C кезінде элементарлығы дейін тотығады. 25-65 °C кезінде процесс реакция кинетикасымен, ал 65–85 °C кезінде диффузиямен бақыланады. Халькопирит концентратын тұз қышқылымен (6-12 М) автоклав жағдайында (120-140 °C, 24 сағат) ыдыратып, целлюлозаны бөлме температурасында сумен шаймалау ұсынылады. Тотықтырмайтын қышқылдың (HCl) ерітіндісінде де сульфидтерді еріту процесіне тотықтырғышты қалпына келтіру реакциялары айтарлықтай үлес қосатыны анықталды. CuFeS₂, MnO₂ қатысуымен HCl ерітінділерінде тиімді тотығады, ал тотықтырғыш қоспаларсыз HCl-де еріту болмайды. Байқалған әсер үш мүмкін себепке байланысты: Fe(II) тотығу реакциясының Fe(III) дейін дамуы, CuFeS₂-MnO₂ жүйесіндегі гальваникалық өзара әрекеттесу және HCl мен MnO₂ реакциясы арқылы хлор газының пайда болуы. Cu₂S кальций хлориді ерітіндісімен HCl қоспаларымен және 55-75 °C температура диапазонында оттегі газының қатысуымен шаймалау процесін зерттеу нәтижесінде температураның жоғарылауы, хлор иондарының концентрациясы, араластыру жылдамдығы, шаймалау ұзақтығы және қатынасы көрсетілген С:Қ Cu₂S ыдырау деңгейінің 95 % дейін жоғарылауына ықпал етеді. Иордания ғалымдары FeCl₂ ерітіндісіне CuCl₃ қоспалары осы жағдайларда Fe (III) иондарына қарағанда жақсы тотықтырғыш бола отырып, халькопириттің шаймалануын белсендіретінін анықтады. Intec Copper австралиялық компаниясы автоклавтарды пайдаланбай атмосфералық қысым мен орташа температурада NaBr және CuCl₂ бар жоғары концентрацияланған NaCl ерітіндісімен шаймалау арқылы халькопириттің басым құрамы бар концентраттардан мыс алудың жаңа технологиясын жасады. Темір гетит түрінде, күкірт қарапайым түрінде алынады. Тәжірибелік қондырғыда мыстың орташа алынуы 97,2 % құрады. Жұмысында оттегі көпіршігі бар CuCl₂ - HCl-NaCl жүйесінде халькопирит концентратын шаймалау процесі зерттелді. Шаймалаудың оңтайлы режимінде (бастапқы концентрациясы CuCl₂- 0,2; HCl- 1,2; NaCl - 3,6 М) 2 сағат ішінде 105 °C кезінде (қайнау нүктесіне жақын температура) концентраттан реакция бойынша мыс (Cu) - 93 % алынды:



Чили зерттеушілері хлор-ион концентрациясының, Cu(II), температурасының, өңдеу ұзақтығының және С:Қ концентраттан мыс алуға әсерін зерттеді, оның негізгі минералдары халькопирит, ковеллин, пирит, кварц болып табылады. Оңтайлы жағдайларда сұйық экстракция арқылы мыс алуға жарамды Cu құрамы 35 г/дм³ және 25 г/дм³ бос қышқылы бар ерітінділерді алуға болатындығы көрсетілген. Халькозинді (Cu₂S) және дигенитті (Cu₉S₅) оңтайлы жағдайларда оттегі болған кезде CuCl₂+HCl ерітіндісімен (температура 90 °C, мыс оксихлоридтерінің жауын-шашынын болдырмау үшін HCl концентрациясы > 0,2 М) 30 минут ішінде ерітіндіге

> 95 % Cu өтеді, пирит іс жүзінде ыдырамайды және темір ерітіндіні аздап ластайды. Ерітінді сульфат иондарынан да босатылады, ал сульфидті күкірт тұнбада қалады.

Канадалық ғалымдар халькопириттің ыдырау кинетикасын және оны тотықсыздандырғыш – металл темірдің қатысуымен H_2SO_4 және HCl ерітінділерімен шаймалау кезінде оңай ашылатын халькозинге айналдыруды зерттеді. Жалпы алғанда, зерттелетін процесс ыдырайтын үлгілердің беткі қабаттары арқылы H^+ иондарының диффузиясымен басқарылатындығы көрсетілген. Бұл жағдайда сульфат орталары үшін активтендіру энергиясы 33,9 кДж/моль, ал хлорид үшін – 22,4 кДж/моль. Сульфидті концентраттардан мысты хлоридті шаймалау процестері сульфатқа қарағанда атмосфералық қысым кезінде және жоғары жылдамдықта мыс алуға мүмкіндік береді, бірақ үлкен капиталды шығындарды талап етеді және төмен ток шығынына байланысты алынған ерітінділерді электролизге тікелей бағыттауға мүмкіндік бермейді. СУМЕТ тәжірибелі зауытта $FeCl_3 - CuCl - 2NaCl$ ерітінділерімен екі сатылы ағынды шаймалау жүргізілді, содан кейін ярозит түрінде темір тұндырылады, ал алынған $CuCl$ қайнаған қабатта сутегімен қалпына келтіріледі. $FeCl_3-NaCl$ жүйесіне негізделген Cupres процесінде мыс ерітіндіден сұйық экстракция арқылы алынады, содан кейін мыс ұнтағы электролиз арқылы тұндырылады. Оутокумпу компаниясы құрамында Cu^{2+} иондары бар $NaCl$ концентрацияланған ерітіндісімен (250-300 г/дм³) өңдеуге негізделген сульфидті мыс концентраттарын Hydro Copper шаймалау технологиясын жасады, рН 1,5-2,5 және 85-95 °С кезінде оттегінің қатысуымен араластыра отырып. Негізгі процесс теңдеумен сипатталады:



$Cu_2(OH)_3Cl$ тұндыруын болдырмау үшін тұз қышқылы қосылады. $NaOH$ қосылған ерітіндіден Cu_2O тұндырылады, содан кейін ол 400-500 °С-де сутегімен Cu ұнтағына дейін азаяды. Cu_2O тұндыру кезінде пайда болатын $NaCl$ ерітіндісі технологияда қолданылатын $NaOH$, Cl_2 және H_2 алу үшін электролизге ұшырайды. Жаңа тәсілдің артықшылықтары: капитал салымының төмендігі және пайдалану шығындары, Мыстың, күмістің және алтынның жоғары деңгейде алынуы, төмен сұрыпты концентраттарды пайдалану мүмкіндігі. 1995 ж. "Гипроникель" институты Норильск комбинатында мысты тазарту технологиясының нұсқасын таңдаудың техникалық-экономикалық негіздемесін, Ванюков пештерінің мыс штейнін гидрometаллургиялық қайта өңдеу штейннен темірдің бір бөлігін мыс бойынша байытылған кек алумен күкірт қышқылды шаймалауды және соңғысын оттегі-ауа қоспасын бере отырып, екі сатылы автоклавты күкірт қышқылды шаймалауды, кейіннен ерімейтін анодтары бар ванналарда электр экстракциясымен алынған ерітіндіден мысты алуды көздеді.

2 Тәжірбиелік бөлім

2.1 Шаймалау процесін зерттеу. Шаймалау процесіне әртүрлі факторлардың әсерін анықтау

Зерттеу жұмыстары уақыт ұзақтығының, температураның, қатты мен сұйық фазалар қатынасының әртүрлі мәндерінде (Қ:С) орындалды. Шаймалауға түсетін кен ретінде сульфидтік мыс қосылыстары қолданылды. Алдын-ала жүргізілген талдау жұмыстарының нәтижесінде сульфидтік концентрат құрамындағы мыс мөлшері 31 % екендігі анықталды.

Сульфидтік кеннен салмағы 50 грамм өлшеніп, колбаға салынады және еріткіш құйылып, колба магниттік араластырғышқа орналыстырылды. Зерттеу жұмыстары кезінде магниттік араластырғыштың айналу жылдамдығы 220 айн/мин болды. Еріткіш ретінде концентрациясы 14,0 г/л болатын Fe^{3+} хлориді ерітіндісі қолданылды. Шаймалау процесінің алдында рН мөлшерін 2,2 мөлшерінен 1,0-ге дейін төмендету мақсатында концентрленген тұз қышқылы қолданылды. Тұз қышқылының шығыны 150 мл-ге 1,1 мл құрады.

Шаймалау уақыты аяқталғаннан соң, ерімеген фаза филтрлеу арқылы бөлініп дистелденген сумен жуылды. Алынған қатты фаза кептіргіш пеште кептіріліп, сұйық фазадағы мыстың концентрациясы анықталды.

Шаймалау кезіндегі алынған нәтижелер 1-кестеде көрсетілген. Шаймалау процесіне алынған еріткіштің, температураның және зерттеу жұмысын орындау уақыттының әсерлері қарастырылды.

2.2 Шаймалау процесіне уақыттың әсері.

Мысты шаймалауға процесс ұзақтығының әсерін зерттеу келесідей шарттарда жүргізілді: хлорид ерітіндісі – стехиометриялық мөлшерден 100 % қажеттілігінде, температура – 90 °С, Қ:С қатынасы 1:3. Шаймалау процесіне уақыттың әсерін зерттеу 20-140 минут арасында жүргізілді. Зерттеу нәтижелері 1-кестеде көрсетілген.

1 Кесте – Шаймалау кезінде тәжірибеге уақытын әсерінің нәтижелері

Уақыт, мин	Мыстың ерітіндіге өту дәрежесі, %
20	15
40	26
60	37
80	49
100	53
120	56
140	56

Көрсетілген мәндер нәтижесі бойынша шаймалау процесінің тиімді уақыты ретінде 120 минут таңдалып алынды. Шаймалау процесін 140 минуттан ұзақ жүргізгенде мысты ерітіндіге бөліп алу дәрежесі артады, бірақ алынған ерітіндіні ерімеген қалдықтан бөлу кезінде қиындықтар пайда болады.

2.3 Шаймалау процесіне температурасының әсері.

Мысты ерітіндіге максимальды мөлшерде бөліп алуға температурасының тиімді мәнін анықтау мақсатында шаймалау процесін әртүрлі температура шамаларында жүргіздік. Зерттеу жұмыстары кезінде шаймалау процесі бекітілген 25, 50, 75 және 90 °С кезінде жүргізілді. Мысты шаймалауға процесс температурасының әсерін зерттеу келесідей шарттарда жүргізілді: хлорид ерітіндісі – стехиометриялық мөлшерден 100 % қажеттілігінде, процесс ұзақтығы – 120 мин, Қ:С қатынасы 1:3. Процесс температурасының әсерін зерттеу бойынша жүргізілген эксперименттер қорытындысы 2 – кестеде көрсетілген.

2 Кесте – Шаймалау кезінде тәжірибеге температураның әсері

Температураның әсері, °С	Мыстың ерітіндіге өту дәрежесі, %
25	14
50	39
75	48
90	56

2.4 Шаймалау процесіне Қ : С қатынасының әсері

Шаймалау процесі әртүрлі Қ:С фазалары қатынасында жүргізілді (1:1 ден 1:4 ке дейін). Қ:С фазаларының қатынасы төмен кезіндегі мыстың ерітіндіге өту дәрежесінің төмендігі – көлемі аз ерітіндінің қанығуымен түсіндіріледі. Қ:С фазалары қатынасының 1:3 тен жоғары болған кезінде алынған өнімді ерітінді сұйылтылып мыс концентрациясының төмендеуіне байланысты үлкен қатынастар қолданылмайды. Тәжірибиелік зерттеу жұмыстары температура – 90 °С, ал процесс ұзақтығы – 120 минут кезінде жүргізілді. Зерттеу нәтижелері 3 – кестеде көрсетілген.

Сонымен қоса, Қ:С фазалары қатынасының үлкен болуынан мыстың ерітіндіге өту дәрежесі 64 %-дан аспайды.

3 Кесте – Шаймалау кезінде тәжірибеге Қ : С қатынасының әсері

Қ : С қатынасының әсері,	Мыстың ерітіндіге өту дәрежесі, %
--------------------------	-----------------------------------

(3 кестенің жалғасы)

Қ : С қатынасының әсері,	Мыстың ерітіндіге өту дәрежесі, %
1:1	25
1:2	48
1:3	56
1:4	56

2.5 Стехиометриялық мөлшерде еріткіш шығыны

Келесі кезекте сульфидті мысты шаймалауға шығындалатын хлоридті ертіндінің шығыны анықталды. Тәжірбиелік зерттеу жұмыстары кезінде хлоридтік еріткіш – стехиометриялық мөлшерден 80-110 % аралығында, процесс ұзақтығы – 120 минут, температура – 90 °С, Қ:С фазаларының 1:3 қатынасында жүргізілді. Мыстың ерітіндіге өту дәрежесі 4 – кестеде көрсетілген.

4 Кесте – Стехиометриялық мөлшерде еріткіштер шығыны

Стехиометриялық мөлшер, %	Мыстың ерітіндіге өту дәрежесі, %
80 ($\text{FeCl}_3 = 32,8 \text{ г}$)	42
90 ($\text{FeCl}_3 = 36,9 \text{ г}$)	53
100 ($\text{Fe}^{3+} = 41,0 \text{ г}$)	56
110 ($\text{Fe}^{3+} = 45,1 \text{ г}$)	56

Сонымен, жүргізілген зерттеу жұмыстары негізінде сульфидтік мыс кендерін шаймалау процесінің тиімді шарттары анықталды, бұл температураның шамасы 90 °С; процестің жүру уақыты 120 минут, Қ : С фазалары қатынасы 1:3. Процесті көрсетілген тиімді параметрде жүргізгенде мысты ерітіндіге өткізу дәрежесі 56 % құрайды.

3 Экономикалық бөлім

Дипломдық жұмыстың осы бөлімінде жүргізілген зерттеулердің экономикалық шығындары есептелген, оның ішінде:

- электр энергиясының шығыны;
- реактивтерге кеткен шығындар;
- жалпы шығындар бөлімі.

5 Кесте – Электр энергиясының шығыны

Қондырғы аты	Қуаты, кВт·сағ	Жұмыс сағат саны	Вт/сағаттағы мөлшері	Шығыны, тг 1кВт = 18,25
Аналитикалық таразы	0,05	0,17	0,0085	0,15
Араластырғыш	0,013	29,3	0,38	7
Вакуум-насос	1,2	0,6	0,72	13,14
pH-метр	0,3	0,2	0,06	1,095
Барлығы	1,6	30,3	1,2	21,4

6 Кесте – Реактивтер шығыны

Реактив	Қолданылған массасы, гр	Реактив бағасы, кг/тенге	Шығыны, тг
FeCl ₃	365,8	2300	839
HCl	4,4	1500	660
Барлығы	370.2	3800	1499

7 Кесте – Жалпы шығындар саны

Жалпы шығындар	Шығын саны, тг	Салмақтық үлесі, %
Электр энергия шығыны	21,4	1,40
Реактивтер шығыны	1499	98,60
Барлығы	1520.4	100

4 Қауіпсіздік және еңбек қорғау бөлімі

Дипломдық жұмыс Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық Техникалық Зерттеу Университетінің. Металлургия және өнеркәсіптік инженерия Институтының «Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы материалдар технологиясы» кафедрасындағы зертханада жүргізілді. (ГМК, каб. 302). Зерттеулерді орындау барысында Қазақстан Республикасы Еңбек кодексінің және қауіпсіздік техникасы мен еңбекті қорғау жөніндегі нормативтік базаның талаптары сақталды [34-37]. Жұмыс жүргізілген зертхана барлық қауіпсіздік талаптарына жауап берді, зертханада ағынды-сору желдеткіші бар, күндізгі жарықтандыру 4 үлкен терезенің болуы есебінен, кешке – 12 люминисцентті шамдардың көмегімен қамтамасыз етіледі, олардың саны зерттеу жүргізу үшін жеткілікті. Жабдық жарамды күйде және өзінің функционалдық мақсаты бойынша дипломдық жұмыс тақырыбы бойынша зерттеулерге сәйкес келеді.

Осы диплом тақырыбы бойынша эксперименттік жұмыстарды орындау үшін жұмыстарға жеке қорғаныс құралдары пайдаланылды: жұмысшыны химиялық реактивтердің киімі мен теріге түсуінен қорғауды қамтамасыз ету үшін мақта-мата халат, қол терісін қорғауға арналған резеңке қолғаптар, су ерітінділерінің сынамаларын алуға арналған груша мен пипеткалар, қыздырылған заттармен жұмыс істеуге арналған қысқыштар, көзді кездейсоқ пашырау мен шаңнан қорғауға арналған көзілдіріктер [35].

Зерттеу жұмысын жүргізу кезінде негізгі реагенттер ретінде 3^+ валентті темір хлориді және концентрленген тұз қышқылы қолданылды. ТУ 2152-081-56856807-08 бойынша Fe^{3+} хлориді ерітіндісі адам өміріне және қоршаған ортаға қауіптілік көрсетпейді [40]. Ұсынылады: жұмыстан кейін қолыңызды мұқият жуу. Жұмыс киімдерін, қорғаныс қолғаптарын және көзілдіріктерді пайдалану. Төтенше жағдайларды жою шаралары: теріге тиген кезде барлық ластанған киімдерді дереу шешіп тастау, терінің ластанған жерлерін сумен шайу.

Концентрленген тұз қышқылы - ГОСТ 30333-2007 бойынша бірінші (1а) қауіптілік классына жататын өте қауіпті зат болып табылады [40]. Ол қоршаған ортаға тигізетін әсері металдардың коррозиясын тудыруы мүмкін. Ал теріге және көзге тиген кезде химиялық күйік тудырады. Адам ағзасына тигізетін әсері жоғарғы тыныс жолдарының тітіркенуін тудыруы.

Органикалық химияда қолданылатын көптеген заттар белгілі бір дәрежеде жанғыш немесе улы немесе бір уақытта екеуі де бола алады. Сондықтан зертханада жұмыс істеу кезінде эксперименттің қандай түріне қарамастан қауіпсіздік техникасының негізгі ережелерін қатаң сақтау қажет. Зертханада жалғыз жұмыс істеуге қатаң тыйым салынады, өйткені төтенше жағдайда зардап шеккен адамға алғашқы көмек көрсететін және сәтсіз эксперименттің салдарын жоятын ешкім болмайды. Сіз тек бөлінген уақытта оқытушының немесе басқа қызметкерлердің бақылауымен жұмыс істеуіңіз керек.

Тыныштықты, тазалықты және тәртіпті сақтау қажет. Жұмыста асығыс және ұқыпсыздық көбінесе жазатайым оқиғаларға әкеледі. Жұмыс барысында сізді ешкім алаңдатпау қажет және сіз ешкімді алаңдатпау қажетсіз. Зертханалық үстелде бөгде заттарды (сөмкелер, оқулықтар және т.б.) ұстауға тыйым салынады.

Тамақты қабылдауға және сақтауға, арақ ішуге және темекі шегуге қатаң тыйым салынады.

Әрбір адам жеке қорғану құралдарының, дәрі қобдишасының, өрт сөндіруге арналған құралдардың қайда екенін білуі тиіс. Көзілдіріктен басқа, зертханада қорғаныс маскалары, респираторлар және газ маскалары болуы керек. Барлық зертханаларда оңай қолжетімді жерлерде өрт сөндіруге арналған құралдар (құм мен қалақ салынған жәшіктер, өрт сөндіргіштер, өртке қарсы көрпелер), сондай-ақ алғашқы медициналық көмек көрсету үшін қажетті барлық дәрі-дәрмектермен (бор қышқылы, натрий гидрокарбонаты, калий перманганаты, танин, аммиак ерітінділері, сондай-ақ мақта, дәке, йод тұнбалары, белсендірілген көмір, күйікке арналған жақпа, көзді жууға арналған шыны ыдыс) жабдықталған алғашқы медициналық көмек қобдишалары болады.

1) Зертханада мақта-мата халаттыңыз толығымен түймеленген болу қажет. Бұл жеке қорғауды қамтамасыз етеді және киімнің ластануын болдырмайды.

2) Жұмысқа кірісуге болады егер барлық техника меңгеріліп, орындалса. Егер сіз эксперимент жүргізу техникасына немесе қауіпсіздік техникасына күмәндансаңыз, жұмысты жалғастырмаc бұрын оқытушымен кеңесіңіз.

3) Ластанған ыдыста тәжірибе жүргізбеңіз. Ыдыс-аяқтарды эксперимент аяқталғаннан кейін дереу жуу керек.

4) Химиялық заттардың дәмін татуға қатаң тыйым салынады. Затты абайлап, кемені бетке жақындатпай, тек қолдың жеңіл қозғалысымен бу немесе газды өзіне бағыттап, толық дем алуға болмайды. Сұйық органикалық заттар мен олардың ерітінділерін ауызбен тамшуырға салуға тыйым салынады, ол үшін резеңке алмұрт пен басқа құрылғыларды пайдалану қажет.

5) Жұмыс барысында заттардың теріге түспеуін қамтамасыз ету керек, өйткені олардың көпшілігі теріні және шырышты қабықтарды тітіркендіреді және күйдіреді.

6) Заттар сақталатын барлық банкалар тиісті атаулары бар жапсырмалармен жабдықталуы керек.

7) Реактивтерді бетке жақын қыздыруға, араластыруға және шайқауға тыйым салынады. Қыздыру кезінде түтікті немесе колбаны өзіңізге немесе жұмыс істейтін жолдасыңызға қарай тесікпен ұстауға болмайды.

8) Қорғаныс көзілдірігін келесі жағдайларда қолдану қажет:

а) күйдіргіш заттармен жұмыс істеу кезінде (қышқылдар мен сілтілердің концентрацияланған ерітінділерімен, қатты сілтіні ұсақтау кезінде және т. б.);

б) қысым төмендеген кезде сұйықтықтарды айдау және вакуум-аспаптармен жұмыс істеу кезінде;

в) сілтілік металдармен жұмыс істеу кезінде;

г) концентрацияланған күкірт қышқылы бар аспапта заттың балқу температурасын анықтау кезінде;

д) ампулалармен жұмыс істеу және шыны капиллярларды дайындау кезінде.

9) Раковинаға қышқылдар мен сілтілердің қалдықтарын, жанғыш және жарылғыш заттарды, сондай-ақ қатты иісті заттарды құюға тыйым салынады. Бұл заттарды сыртқа тарату шкафында ағызу үшін қақпақтары және тиісті заттаңбалары ("қышқылдарды ағызу", "сілтілерді ағызу", "органиканы ағызу") тығыз кептелген арнайы ыдыстар болуы тиіс.

10) Раковинаға сынған ыдыстан шыны, қағаз және мақта лақтыруға рұқсат етілмейді.

11) Жұмысты аяқтағаннан кейін газды, суды, сорғыш шкафтарды және электр қуатын өшіру керек.

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмысты қорытындылай келсек, жұмыстың мақсатты ретінде бекітілген – мыстың сульфидтік минералдарын хлоридті ерітінділермен шаймалау процесі зерттелді. Зерттеу жұмыстары барысында шаймалау процесіне әсер ететін - процестің температурасы, процесс ұзақтығы, мысты ерітіндіге өткізуге Қ:С фазаларының қатынасы қарастырылды.

Нәтижесінде осы факторлардың ең тиімді жағдайлары анықталды. Атап айтқанда:

1) Талдау барысындағы шаймалау процесінің тиімді уақыты ретінде екі сағат таңдалды, таңдалған уақыт аралығында мыстың ерітіндіге өту дәрежесі 56 % құрады;

2) Температура көрсеткіштері бойынша дәл осы көрсеткіш температураның 90 °С кезінде алынды;

3) Сульфидті мысты шаймалауға шығындалатын хлоридті ертіндінің шығыны стехиометриядан 100 % мөлшерінде және Қ:С фазаларының қатынасы 1:3 кезінде керекті көрсеткіштер алынды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Автогенные процессы в цветной металлургии / Мечев В. В., Быстров В. П., Тарасов а. В. Және т.б. – М.: Металлургия, 1991. – 221 б.
- 2 Клушин Д. Н., применение кислорода в цветной металлургии / Д. Н. Клушин, Резник И. Д., Соболев С. И., - М.: Металлургия, 1972. – 271 б.
- 3 Мечев, В.В., конверсия никельсодержащих медных штейнов/ Мечев. В.В. – М.: Металлургия, 1973-184 б.
- 4 Шалыгин Л. М., конвертерная переработка в металлургии / Шалыгин Л. М., - М.: Металлургия, 1965. – 160 б.
- 5 Клушин Д. Н., применение кислорода в цветной металлургии / Д. Н. Клушин, Серебренникова Э. Я., Бессер А. Д., – М.: Металлургия, 1978. – 180 б.
- 6 Ванюков А.В., Уткин Н.И. комплексная переработка медного и никелевого сырья. М.: Металлургия, 1988. - 130 б.
- 7 Гордон Г.М., Пейсахов И. Л., газоочистные аппараты и установки в металлургическом производстве - 3-ші басылым. өнд. және қос. - М.: Металлургия, 1977. - 456 б.
- 8 Гудима Н.В., Шейн Я.П., краткий справочник по металлургии цветных металлов. - М.: Металлургия, 1975. - 321 б.
- 9 Снурников А.П. Комплексное использование минеральных ресурсов в цветной металлургии. - М.: Металлургия, 1986. - 384 б.
- 10 Тарасов А. В. және Уткин Н.И. Общая Металлургия. – М.: Металлургия 1997-132 б.
- 11 Технологические задачи в металлургии цветных металлов / Гудима Н. В., Карасев Ю.А., Кистяковский Б. Б. және т. б. - М.: Металлургия, 1977. – 255 б.
- 12 Металлургия вторичных тяжелых цветных металлов/ Худяков И. Ф., Дорошкевич А.П., Клейн С.Э. - М.: Металлургия, 1981. - 280 б.
- 13 Худяков И.Ф., Клейн С.Э., Агеев Н. Г. Металлургия меди, никеля, сопутствующих элементов и проектирование цехов. - М.: Металлургия, 1993-510 б.
- 14 Клушин Д.Н., Резник И.Д., Соболев С.И. Применение кислорода в цветной металлургии. М.: Металлургия, 1972. – 432 б.
- 15 Белов С. В., Барбинов Ф. А., Козьяков А. Ф., Павлихин «Охрана окружающей среды» - Мәскеу: 'Жоғары Мектеп', 1983- 264 б.
- 16 Береговский В.И., Кистяковский Б. Б. Металлургия меди и никеля - М: Металлургия, 1972- 454 б.
- 17 Цветные металлы: оқу. оқу құралы / Л. С. Кохан, А.Г. Навроцкий. – М.: Металлургия, 1985. – 312 б.
- 18 Притыкин Д.П., механические покрытия заводов цветной металлургии: 3 ч.ф. / Притыкин Д. П., - М.: Металлургия, 1988. – 120 б.

19 Юнь А.А., обоснование выбора состава электролита при получении тяжелых цветных металлов из водных растворов / Юнь А.А., - Екатеринбург: УГТУ, 1997. – 86 б.

20 Анодная и катодная медь/ Вольхин А. И., Елисеев Е. И., Жуков В. П., Смирнов Б. Н., - Челябинск: Оңтүстік – Орал қ., басылым, 2001. – 431 б.

21 Автогенная плавка медных концентратов во взвешенном состоянии / Купряков Ю.П. - М.: Металлургия, 1979. – 230 б.

22 Синев Л.А..Плавка сульфидных концентратов во взвешенном состоянии / Синев Л. А., Борбат В. Ф., Козюра А. И., - М.: Металлургия, 1979. – 152 б.

23 Старк С.Б., Газоочистные аппараты и установки в металлургическом производстве / Старк С. Б., - М.: Металлургия, 1990. – 397 б.

24 Гордон Г. М., Пылеулавливание и очистка газов в цветной металлургии / Гордон Г. М., Пейсахов И.Л., - М.: Металлургия, 1977. – 455 б.

25 Алтаев Ш.А., Скрипченко Л.Н., Спатаев А.Н Кучное выщелачивание меди- из некондиционных руд / // Малоотходные технологии переработки полиметаллического сырья: ғылыми жинақ. еңбектер. - Өскемен, 1989. – 9 б.

26 Способ извлечения меди из кислых водных растворов и пульп экстракцией / Ласкорин Б.Н., Ульянов В.С., Кузнецов В.А., Свиридова Р.А., Акимова И.Д., Игнатъев М.М.: ғылыми жинақ. Мәлімделді 1972.; Жарияланды 1974.-19 б.

27 Способ извлечения меди. / Лицис Я.К.: ғылыми жинақ. Мәлімделді 1972.; Жарияланды 1981.-236 б.

28 Способ выщелачивания медных руд / Лукамская Г.А., Пилецкий В.М., Терещенко Ф.Н.: ғылыми жинақ. Мәлімделді 1984.; Жарияланды 1985.- 234 б.

29 Способ выщелачивания медных руд / Абдурахманов С., Артыкбаев Г., Халезов Б.Д.: ғылыми жинақ. Мәлімделді 1988.; Жарияланды 1989.- 320 б.

30 Способ извлечения меди из водных растворов экстракцией / Коган В.С., Уткелова Е.К.: ғылыми жинақ. Мәлімделді 1980.; Жарияланды 1982.- 230 б.

31 Чернышева Ю.Г., Чернышев Э.А. Анализ финансово-хозяйственной деятельности предприятия. – Дондағы Ростов: Экономика, 2003. – 304 б.

32 Немцев В.Н. Экономический анализ эффективности промышленного предприятия. – Магнитогорск: Наука, 2004. – 250 б.

33 Прусакова М. Ю. Оценка финансового состояния предприятия. Әдістемесі мен тәсілдері. – М.: Вершина, 2008. – 80 б.

34 "Еңбек қауіпсіздігі және еңбекті қорғау туралы" 2004 жылғы 28 ақпандағы ҚР Заңы // Сайттағы электрондық нұсқа <http://www.government.kz/>.

35 "Қазақстан Республикасындағы еңбек туралы" 1999 жылғы 10 желтоқсандағы ҚР Заңы // Сайттағы электрондық нұсқа <http://www.government.kz/>.

36 "Қауіпті өндірістік объектілердегі өнеркәсіптік қауіпсіздік туралы" Заң 03 сәуір 2002 ж. // Сайттағы электрондық нұсқасы <http://www.government.kz/>.

37 "Өрт қауіпсіздігі туралы" 2008 жылғы 26 мамырдағы Заң // Сайттағы электрондық нұсқа <http://www.government.kz/>.

38 Owusu, G., 1999. Selective extraction of copper from acidic zinc sulfate leach solution using LIX 622. *Hydrometallurgy* 51, 1–8.

39 Panigrahi, S., Parhi, P.K., Sarangi, K., Natharma, K.C., 2009. A study on extraction of copper using LIX 84–I and LIX 622N. *Sep. Purif. Technol.* 70, 58–62

40 SRIDHAR, V., VERMA, J.K., KUMAR, S.A., 2009. Selective separation of copper and nickel by solvent extraction using LIX 984N. *Hydrometallurgy* 99, 124–126.

41 "Паспорт безопасности химической продукции" 2019 жылғы 22 сәуіріндегі РФ Московск. обл., бекітілген // Сайттағы электрондық нұсқасы <https://technochemi.ru/>.