

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө. Байқоңыров атындағы Тау – кен металлургия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

Мамытханова Рабиға Төлегенқызы

«Гидратты кектерден автоклавты шаймалау арқылы тауарлы мырыш
өнімін алуды зерттеу»

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B070900 – Металлургия мамандығы

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө. Байқоңыров атындағы Тау – кен металлургия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы



ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

МжПҚБ кафедрасының
меңгерушісі,

техн. ғыл. канд.,

 М.Б. Барменшинова

«20» 05 2019 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Гидратты кектерден автоклавты шаймалау арқылы тауарлы
мырыш өнімін алуды зерттеу»

5B070900 – Металлургия мамандығы

Орындаған

Мамытханова Рабиға Төлегенқызы

Ғылыми жетекші:

PhD доктор, лектор

 Б.Т.Алтайбаев

«20» 05 2019 ж.

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө. Байқоңыров атындағы Тау – кен металлургия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

5B070900 – Металлургия мамандығы

БЕКІТЕМІН

МЖІКБ кафедрасының

менгерушісі,

техн. ғыл. канд.

М.Б. Барменшинова

2019 ж.



Дипломдық жұмыс орындауға

ТАПСЫРМА

Білім алушы : Мамытханова Рабиға Төлегенқызы

Тақырыбы : Гидратты кектерден автоклавты шаймалау арқылы тауарлы мырыш өнімін алуды зерттеу

Университет Ректорының 2018 жылғы "08" 10 №1113-б бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 2019 жылғы "24" мамыр

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері:

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі

а) Металлургиялық өндірістердің құрамында мырыш бар материалдарын қайта өңдеу тәсілдері бойынша ғылыми – техникалық және патенттік ақпаратты талдау;

б) Ірілендірілген – зертханалық автоклав қондырғысын әзірлеу, қондырғының техникалық сипаттамаларын алу бойынша сынақтар жүргізу;

в) Құрамында мырыш бар материалдарды автоклавты күкірт қышқылды шаймалаудың технологиялық заңдылықтарын зерттеу.

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)

14 – кесте, 7 – сурет, 12 слайдта көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиет 21 атау.

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Кіріспе	11.02.2019ж.	Орындалды
Әдеби шолу	19.03.2019ж.	Орындалды
Тәжірбиелік зерттеулер	13.04.2019ж.	Орындалды
Қорытынды	23.04.2019ж.	Орындалды

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен
норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Норма бақылау	Койшина Г.М., PhD, лектор	20.05.2019	Э.Койшина

Ғылыми жетекші:

 Алтайбаев Б.Т

Тапсырманы орындауға алған білім алушы

 Мамытханова Р.Т

Күні

" 14 " қаңтар 2019 ж.

АҢДАТПА

Дипломдық жұмыс 39 беттерден, 7 суреттен, 14 кестелерден, 21 атаулы библиографиядан тұрады.

Бұл дипломдық жұмыста мырышқұрамды материалдардың автоклавты күкірт қышқылды шаймалаудың процестерін зерттеу қарастырылады.

Бірінші бөлімде металлургия өнеркәсібінің мырыш бар материалдарын өңдеу әдістері бойынша , ғылыми – техникалық ақпаратқа шолу және талдау жасалған.

Екінші бөлім интеграцияланған зертханалық автоклавты дайындау , іске қосу және құрылғының техникалық сипаттамаларын жою үшін сынақтар жүргізуге арналған.

Үшінші бөлімде мырышқұрамды материалдардың автоклавты күкірт қышқылда шаймалау технологиялық заңдарын тәжірибелік зерттеу бойынша деректер келтірілген.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа содержит пояснительную записку на 39 листов, 7 рисунок, 14 таблиц, библиографию из 21 наименований.

В данной дипломной работе рассматриваются изучение процессов автоклавного сернокислотного выщелачивания цинксодержащих материалов.

Первая часть посвящена теоретическим основам и изучению научно – технической и патентной информации по способам переработки цинксодержащих материалов металлургических производств.

Вторая часть посвящена на изготовление и пуск в работу укрупненно-лабораторной автоклавной установки и проведение испытаний по снятию технических характеристик установки.

В третьем разделе приведены данные по экспериментальному исследованию технологических закономерностей автоклавного сернокислотного выщелачивания цинксодержащих материалов.

ANNOTATION

The degree project contains an explanatory slip on 39 sheets, 7 figure, 14 tables, bibliography from 21 names.

In this thesis work examines the processes of autoclave sulfuric acid leaching of zinc-containing materials.

The first part is devoted to the theoretical foundations and the study of scientific, technical and patent information on methods of processing zinc-containing materials of metallurgical industries.

The second part is dedicated to the manufacture and commissioning of an integrated laboratory autoclave unit and conducting tests to remove the technical characteristics of the unit.

The third section presents data on the experimental study of technological laws of autoclaved sulfuric acid leaching of zinc – containing materials.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Металлургиялық өндірістердің құрамында мырыш бар материалдарын қайта өңдеу тәсілдері бойынша ғылыми – техникалық және патенттік ақпаратты талдау	10
1.1 Құрамында мырыш бар қатты материалдардан мырышты алудың шаймалау технологиясын негіздеу	16
2 Ірілендірілген – зертханалық автоклав қондырғысын әзірлеу, дайындау және жұмысқа қосу және қондырғының техникалық сипаттамаларын алу бойынша сынақтар жүргізу	17
2.1 Жұмыс сызбаларын дайындау, бөлшектерді дайындау, ірілендірілген – зертханалық автоклав қондырғысын құрастыру, монтаждау	17
3 Құрамында мырыш бар материалдарды автоклавты күкірт қышқылды шаймалаудың технологиялық заңдылықтарын белгілеу бойынша тәжірибелік зерттеулер жүргізу	20
3.1 Құрамында техногенді мырыш бар өнімдердің фазалық құрамын зерттеу	20
3.2 Құрамында мырыш бар өнімдердің химиялық құрамын зерттеу	24
3.3 Металл мырышты ала отырып, гидратты кекті қайта өңдеу бойынша технологиялық зерттеулер	26
3.4 Құрамында мырыш бар сульфатты ерітінділердің қоспаларынан гидролитикалық тазарту бойынша гидратты кектің автоклавты сілтісізденуінен технологиялық зерттеулер	29
3.5 Құрамында мырыш бар сульфатты ерітінділердің қоспаларын гидратты кектің автоклавты шаймалауынан цементтеумен тазарту бойынша технологиялық зерттеулер	30
3.6 Гидратты кектің автоклавты сілтісіздендіруден тазартылған құрамында мырыш бар сульфатты ерітінділерден металл мырышты электролизбен алу бойынша технологиялық зерттеулер	31
3.7 Гидратты кектің автоклавты сілтісіздендіруден тазартылған құрамында мырыш бар сульфатты мырыш оксидін алу бойынша технологиялық зерттеулер	34
Қорытынды	37
Пайдаланған әдебиеттер тізімі	38

КІРІСПЕ

Осы ғылыми – зерттеу жұмыстарының (ҒЗЖ) міндеті мырышты және металлургиялық кәсіпорындардың құрамында мырыш бар өнімдерінен бағалы ілеспе компоненттерді қосымша өндіру болып табылады. Осы міндетті шешу үшін құрамында мырыш бар материалдарды (кондициялық емес концентраттар, айдамалар, шандар, шламдар, кектер, үйінділер, қайталама материалдар) өңдеудің қазіргі және әзірленген тәсілдері бойынша отандық және шетелдік арнайы ғылыми – техникалық әдебиетке талдау жүргізілді. Талдау негізінде жоғары қысым кезінде және герметикалық аппаратурадағы температура кезінде құрамында мырыш бар материалдарды тікелей гидрометаллургиялық өңдеудің тиімділігі туралы қорытынды жасалды. Құрамында мырыш бар материалдарды қайта өңдеу бойынша эксперименталды ғылыми – зерттеу жұмыстарын (ҒЗЖ) жүргізу мақсатында ҒЗЖ технологиялық жағдайларына бейімделген ірілендірілген – зертханалық автоклав қондырғысы әзірленіп, іске қосылды. Құрамында мырыш бар өнімдерді автоклавты күкірт қышқылды шаймалау бойынша тәжірибелік жұмыстар әдістемесі әзірленді және жүргізілді. Эксперименталдық зерттеулер барысында жаңа деректер және мырыш пен ілеспе компоненттерді ерітіндіге алудың тәуелділігі алынды; технологиялық процестердің шекаралық және оңтайлы технологиялық параметрлері орнатылды.

Құрамында күкірт бар мырыш материалдарды қайта өңдеу бойынша тәжірибелік зерттеулер жүргізілді, ББЗ – ның осы материалдарды автоклавты шаймалау процесіне әсері зерделенді.

Құрамында мырыш бар минералдық шикізатты қайта өңдеуден құрамында мырыш бар техногендік шикізатты қайта өңдеудің айырмашылығы – техногендік шикізаттың химиялық және фазалық құрамдарына, оларды қайта өңдеу мен алудың бастапқы процестерінің шарттарына байланысты.

Құрамында мырышы және ілеспе компоненттері бар техногенді шикізат – іс жүзінде барлық негізгі компоненттерді мақсатты өнімдерге бөлуді, оларды қолданыстағы кәсіпорын жағдайында одан әрі қайта өңдеу немесе бағалы өнімдерді ала отырып және олардан бөлінген улы компоненттерді одан әрі көмуді, жаңа технологияны әзірлеу мүмкіндігімен терең кешенді өңдеуді көздейді.

Құрамында мырыш бар материалдарды автоклавтарда жоғары температура мен қысым жағдайында жүзеге асырылатын гидрометаллургиялық өңдеу, металдардың көп компонентті қоспаларын бөліп алу үшін әмбебап болып табылады. Процесс гидрометаллургиялық жағдайларда герметикалық аппаратурада жүзеге асырылады, бұл технологиялық, экологиялық және экономикалық позиция ретінде тиімді болып табылады.

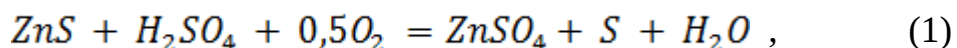
1 Металлургиялық өндірістердің құрамында мырыш бар материалдарды қайта өңдеу тәсілдері бойынша ғылыми – техникалық және патенттік ақпаратты талдау

Құрамында мырыш бар техногенді материалдарды қайта өңдеу технологиясы мен тәсілдерін әзірлеу және олардың принципті технологиялық схемасын таңдау үшін зерттеу тақырыбы бойынша арнайы және патенттік – ақпараттық әдебиетке талдау жүргізілді.

ZnS мырыш сульфиді табиғатта екі басты модификациямен кездеседі – сфалерит және вюрцит. Олар кристалл тордың типтерімен ерекшеленеді және изоморфтық қоспа түрінде темірдің мөлшері (5 – 15% дейін) болады. Мыс сульфидтерін сілтілеу сияқты, бұл минералдарды да сілтілеу бойынша зерттеулер көп.

Мырыш сульфидінің химиялық қасиеттерінің ерекшелігіне байланысты – оның сыртқы әсерлерге әлсіз ұшырауы, сондай – ақ, мырыштың еріткіштер ретінде қарапайым және күрделі катиондар мен аниондардың түзілуіне қабілетті реагенттердің гаммасы – қышқылдар, тұздар мен негіздер зерттелді. Ыдырау еріткіштің және оттегінің әсерінен жүргізілді. Осы массадан ZnS ыдырау әдістерінің келесі өнеркәсіптік пайдалану үшін тек екі – аммиак және күкірт қышқылы ерітіндісінде тотықтырып сілтілеу таңдап алынды [1].

Күкірт қышқылының ерітіндісінде тотықтырып сілтілеу бірнеше авторлардың жұмысымен зерттелді, бірақ зерттеулер негізінен технологиялық сынамалау сипатында болды. Онда процестің басты кезеңдерін нақты сипаттауға мүмкіндік беретін маңызды бақылаулар жасалды. Г. Ж. Бьерлинг, осы жағдайдағы мырыш сульфидінің қышқыл пульпадағы тотығу реакциясының:



өте баяу өтетіндігін анықтады. Сондықтан бұл жағдай тәжірибеде қолданылуы екіталай болмақ. Сондай-ақ, осы автор ерітіндіге мыс иондары немесе азот қышқылын енгізу реакциясының тездететінін атап өтті [2].

Көп ұзамай, канадалық ғалымдар Ф. А. Форвард пен Г. Велтман күкірт қышқылымен мырыш концентраттарын өңдеудің тұйық технологиялық сызбасын ұсынды, оның негізіне реакция (1) алынған [3].

Кеңес Одағында бұл технология алғаш рет Гинцветметте И.М. Нелеммен зерттелді. Қышқыл ортада сульфидті күкірт элементарлық түрленетіндіктен, сілтілеу кезіндегі температура күкірттің балку нүктесінен (112⁰ С) жоғары болмауы тиіс. Бірнеше жоғары температурада процестің толық тежелуі байқалады. Ерітіндіде мыстың болуы (оның оңтайлы концентрациясы 3 – 5 г/л) сілтісіздендіруді тездетеді. Ерітіндідегі күкірт қышқылының бастапқы концентрациясы 100 – 150 г/л; соңғы 2 – 4 г/л. Бұл жағдайда ірілігі 44 мкм–ден кем ұсақталған ZnS сілтісіздендіру ұзақтығы 8–10 сағатты құрайды, бұл

ерітіндіге кемінде 98% Zn бөліп алуды және күкірттің эквивалентті мөлшерінің элементарлық мөлшеріне айналуын қамтамасыз етеді [4].

Й. Хисамацу және Н. Мацуко мәліметтері бойынша, сфалериттің қышқылдық тотығу сілтісіздендіру процесінің механизмі екі басты сатыдан тұрады: 1) алдымен сутегі иондарының ZnS – пен Zn^{2+} ионының және күкіртсутегінің түзуімен өзара әрекеттесуі жүреді; 2) мыс иондарының қатысуымен ерітілген H_2S тотығуы жүреді [5].

Ф. Хангеланн мен Е. Гирш мырыш сульфидінің тотығу мүмкіндігін бейтарап су пульпасында зерттеді. $105^{\circ}C$ және 10 ат оттегінің парциалды қысымы кезінде күкірттісутегімен тұндыру арқылы алынған жасанды мырыш сульфиді іс жүзінде инертті болып шықты. $190^{\circ}C$ кезінде құрамында 62,6% Zn, 32,6% S және 1,8% Fe бар табиғи концентратты сілтісіздендіру 10 атом және оттегі қысымы $K:C = 1:3$, 100 мин ішінде ерітіндіге тек 50% Zn аударуға мүмкіндік берді. Сол жағдайларда неғұрлым кедей концентраттан мырышты алу (48,8% Zn, 31,6% S, 11,1% Fe) 40% – дан аспады. Авторлар тотығуды жылдамдататын мыс иондарының каталитикалық әсерін атап өтті. Бірақ ең қолайлы сілтісіздендіру режимдерінде бай концентраттан мырыш алу 92% –дан, ал кедейден 50% – дан аспады [6].

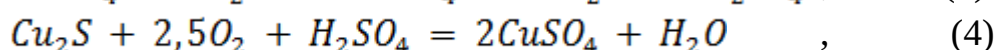
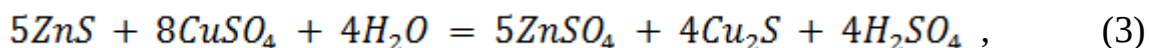
Кваиси кен орнының мырыш сульфидті концентратын автоклавты тотықтырып сілтілеу кинетикасын зерттеу Гипроникельде жүргізілді. Бейтарап немесе бейтарап емес ерітінділерге жақын мырыш сульфидін еріту жылдамдығы 0,5 дәрежеде оттегінің парциалды қысымына пропорционалды түрде анықталды. рН жоғары мәндерінде концентраттың еруі негізінен келесі реакция бойынша ағады:



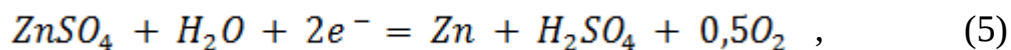
Бұл процестің дамуы мырыш және темірдің негізгі тұздарынан тұратын үстіңгі қабықшалардың концентратының бөлшектерінде түзілуімен тежелді.

Ерітіндінің рН төменгі мәндерінде элементарлық күкірттің реакция бойынша бөлінуі болды [7].

ZnS сілтісіздендіру кезінде бейтарап ерітіндіге $CuSO_4$ қоспалары әрдайым тез (3) және баяу (4) реакциялардың тізбектеліп ағуымен жүреді:



1958 – 1961 жылдары Ф. А. Форвард пен Г. Велтман қарапайым күкірт ала отырып, стандартты мырыш концентраттарын өндеудің бір сатылы автоклавты – электролитті схемасын ұсынды. Келесі негізгі реакцияларға сәйкес еріткіш – күкірт қышқылы бойынша тұйықталған схема: реакция бойынша сілтілеу (1) және мырыш электролизі:



Реакциядағы қышқыл тепе-теңдігі концентратта галениттің елеулі мөлшерінің болуымен байланысты болуы мүмкін, оның сілтісіздену реакциясы жылдамырақ қорғасынның сульфатының түзілуіне әкеп соғады. Мырыш орамасының және мыс минералдарының құрамына кіретін темір шаймаланады және ерітіндіге ауысады, онда біртіндеп тотығады және шөгіндіге түседі. Шаймалаудан кейінгі соңғы ерітіндіде $\text{pH} = 1,1\text{--}1,3$ (еркін қышқылдың концентрациясы $4\text{--}6$ г/л) болады, бұл онда $1\text{--}1,4$ г/л Fe болуын қамтамасыз етеді. Бұл мөлшер мырыш концентраттарын өңдеудің стандартты процесіне қарағанда едәуір жоғары, бұл автоклавта темірден және басқа да гидролиздік қоспалардан (SiO_2 , As, Sb) ерітіндіні тазартудың арнайы әдісін әзірлеуді талап етті [8].

Ф. А. Форвард пен Г. Велтманның деректері бойынша концентратты сілтілеу 115°C және $\text{P}_{\text{O}_2} = 1,4$ атом температурада, концентратты ұсақтау 44 мкм –ге дейін бір сатыда жүзеге асырылады. $2\text{--}4$ сағат ішінде сілтілеу кезінде мырыш ерітіндісіне шығару $97\text{--}99\%$ құрайды.

Мырыш өндірісі кезінде автоклав процестері мырыш концентраттарын, мырыш кектерін, возгондар мен шламдарды сілтілендіру үшін үлкен мәнге ие болды [9].

Мырыш құрамындағы материалдарды шикізатта қолданылатын негізгі еріткіш күкірт қышқылының ерітінділері болып табылады. Бұл келесідей түсіндіріледі:

- мырыш өндірісінің классикалық схемасы күкірт қышқылды ерітінділерді пайдалануға негізделеді;
- мырыш металлургиясындағы автоклав процестерін игеру қазіргі өндіріспен кооперация жолымен жүрді.

Алайда, зерттеу жұмыстарында құрамында мырыш бар бірқатар материалдарды қайта өңдеу үшін схемаларды іздеу кезінде аммиакты және сілтілі ерітінділер қолданылды.

Мырыш өндіруге арналған негізгі шикізат полиметалл кендерін байыту кезінде алынатын концентраттар болып табылады. Концентраттар орташа алғанда, %: $40\text{--}46$ Zn, $4\text{--}8$ Fe, $1\text{--}3$ Pb, $0,5\text{--}2,0$ SiO_2 , $26\text{--}33$ S, сондай – ақ сирек (Cd, Zn, Ga, Ti) және асыл (Au, Ag) металдар бар. Концентраттар тотықтырғыш күйдіруге, 2-- сатылы сілтілендіруге ұшырайды, ал бейтарап ерітіндіден электролизбен тазартылғаннан кейін катодты мырыш тұндырады.

Бұл технологияның кемшіліктері күкірті бар газдарды тазалау, салқындату және кәдеге жарату, пульпаны тұндыру және кектерді жуу, өндірістің күкірт қышқылын өткізу шарттарына тәуелділігін болжайтын күйдіру және сілтісіздендіру операцияларын пайдалану болып табылады.

Құрамында мырыш бар кендер қорларының сарқылуына байланысты қайта өңдеуге неғұрлым төмен сұрыпты полиметалл шикізаты тартылады; соның салдарынан мырыш концентраттарының сапасы нашарлады: мырыштың ($38\text{--}42\%$) мөлшері төмендеді, темірдің ($10\text{--}14\%$ – ға дейін), мыстың ($2\text{--}4\%$ – ға дейін), кремнеземнің ($6\text{--}10\%$ – ға дейін), қорғасынның ($4\text{--}8\%$ – ға дейін)

құрамы өсті. Бұл классикалық технология көрсеткіштерін нашарлатты: оның ферриттерінің, силикаттардың түзілуі есебінен мырыштың еритін формаларының шығуы азайды, күйдіру кезінде тазалау күрделенді және соның салдарынан электролиз көрсеткіштері төмендеді.

Құрамында мырыш бар сульфид шикізатының бір түрі ұжымдық концентраттар мен өнеркәсіптік өнімдер болып табылады. Бұл материалдарды флотация көмегімен мыс, қорғасын, мырыш, бос жыныстар материалдарын бір аталымдағы концентраттарға толық бөлуге қол жеткізілмейтін қиын байытылатын кендерді байыту кезінде алады. Байыту схемасына байланысты өндірістік өнімдерді флотациялық циклдың ортасында немесе ірі мыс (мырыш) концентраттарын тазалау кезінде бөліп алады. Өндірістік өнімдер мырыш концентраттарынан айырмашылығы бос жыныстың жоғары болуымен, кең дисперсиялығымен, неғұрлым күрделі фазалық құраммен, тіпті изоморфты өсінділердің және эмульсиялық қосындылардың, бос жыныстың сульфидтері мен компоненттерінің елеулі үлесіне дейін сипатталады. Өнеркәсіп өнімдерінің құрамы кен түріне және пайдаланылатын байыту схемасына байланысты; олар орташа алғанда, %: 10 – 25 Zn, 2 – 8 Cu, 36 – 40 S, 28 – 36 Fe. Байыту схемасында осындай материалдың айналымы селекцияны жақсарту бойынша елеулі нәтижелер бермейді, ал жоғары айналым жүктемелері флотация циклінің көрсеткіштерін нашарлатады (реагенттердің, электр энергиясының қосымша шығыны). Мұндай материалдардың аз ғана шығуын (кен массасының 4 – 10%) ескере отырып, байыту циклынан өнеркәсіп өнімін шығару және оны металлургиялық қайта өңдеуге ұшырату орынды деп саналады [10].

Сульфидті мырыш материалдарын қайта өңдеуге арналған аммиакты схемалар мырышты жоғары бөлінбеуіне байланысты әзірше перспективалы емес (сілтілеу кезінде қатты параметрлерді қолдану операцияны аппаратуралық ресімдеуді айтарлықтай қиындатады). Олардың үнемділігі күкіртқышқылды технологиялардың тиімділігіне жол береді және көп жағдайда ілеспе өнімді – аммоний сульфатын өткізу шарттарымен анықталады.

Күкірт қышқылды сілтілеу. Күкірт қышқылының ерітінділерін сульфидті мырыш ұжымдық концентраттар мен өнеркәсіптік өнімдерді, құрамында мырыш бар жартылай өнімдерді (шламдар, кектер, возгондар, шаң) өңдеу кезінде еріткіш ретінде пайдаланған.

Күкіртқышқылды автоклавты шаймалауды қолданудың технологиялық мүмкіндіктері мырыш өндірісінің классикалық схемасында алғаш рет 50–ші жылдардың аяғында "Шеррит Гордон" фирмасымен анықталған және тұжырымдалған. Ол ерітіндіге 1 сатыда 96 – 97% Zn кем емес шығаруды қамтамасыз ететін параметрлерді тандап алды; түзілетін элементті күкірттің балқымасынан мырышты еріту процесі $T=385-390$ К кезінде іс жүзінде айналатыны анықталды; оттегі қысымының жоғарылауының оң әсері, концентраттың ірілігіне дейін 44 мкм дейін ұсақталуы, өңделген мырыш электролитін пайдалану мүмкіндігі анықталды. Бұл жұмыстың авторлары алғаш рет мырыш өндірісінің стандартты гидрометаллургиялық схемасымен концентраттарды автоклавты сілтілеудің бір сатылы схемасын кооперациялау

принциптерін қалыптастырды, сондай – ақ сілтісіздендіру қалдықтарынан элементті күкіртті алудың ықтимал нұсқаларын талқылады (електер, флотация, термиялық айдау) [11].

Жұмыстың бұл бағыты бірқатар елдердің (КСРО, Жапония, Чехословакия) зерттеушілерін қызықтырды, 60–жылдары мырыш концентраттарын автоклавты қайта өңдеу бойынша көптеген қызықты жұмыстар жүргізілді [12].

Гинцветметпен мырышты шығаруға Cu (II) иондарының оң әсері нақтыланды, мырышты 98% – ға дейін, кадмийді 10 – 20% – ға арттыруға және операцияның жалпы ұзақтығын қысқартуға, қышқыл, мышьяк, сүрме, темір аз мөлшерде ерітінділерді алуға мүмкіндік беретін екі сатылы сілтісіздендіру мақсаттылығы көрсетілген. Авторлар ілеспе бағалы элементтерді егжей – тегжейлі талдады (Jn , Ga , Tl , Cd , асыл металдар).

Орал политехникалық институтында Орал байыту фабрикаларының мырыш концентраттарының бірнеше түрлерін қайта өңдеу мысалында автоклавты күкірт қышқылды шаймалау көрсеткіштері туралы қосымша мәліметтер алынды [13].

Сілтісіздендірудің оңтайлы жағдайларын іздестірудің математикалық аппаратын пайдалана отырып, темірдің жоғары концентрациясы бар концентраттары бар неғұрлым кеш жұмыстарда мырышты алуды, элементті күкірттің шығуын, қышқылды пайдалану дәрежесін және температураға (353–383 K), оттегінің қысымына (0,05 – 0,6 МПа), қышқыл шығынына ($\text{H}_2\text{SO}_4 : \text{Zn} = 0,6 - 1,4$), процестің ұзақтығына (1,6 с) байланысты темірдің шығысын есептеу үшін жалпылама теңдеулер орнатылған [14].

Еріткіш жеткілікті болған кезде ең тиімді параметрлер оттегі қысымы мен ұзақтығы болып табылатыны анықталды. Темірдің ерітіндіге ауысуы және мырышты алудың селективтілігі көрсеткішінің нашарлауы қышқыл шығысының және операция ұзақтығының, оттегі қысымының 0,6 МПа астам, концентраттың дисперсиялығының ұлғаюымен артады.

Қышқыл тапшылығы бар концентратты сілтілеу кезінде температураны 420 K – ге дейін көтерді және 2 сағат ішінде Zn 98% – дан астам алынды; күкірт – сульфидтік фазадан элементті күкіртті бөлгеннен кейін концентрат сілтісіздендіруге қайтарылды, бұл айтарлықтай айналмалы жүктемеге алып келді [15].

Мырыш концентраттарын төмен температуралы сілтілеу режимі (360 – 400 K), %: 54 Zn , 1,2 Pb , 4,5 Fe , 19,2 S – оттегінің жоғары қысымы кезінде ($\text{P}_{\text{O}_2} = 1\text{--}2,5$ МПа) жұмыста сипатталған. 4,5 сағат ішінде 95% Zn алынды; мырыш шығару көрсеткіштеріне Fe (III) иондарының оң рөліне назар аударылды. Оттегінің жоғары қысымын пайдалану есебінен процесті 1,5 есе дерлік қарқындандыруға қол жеткізілді; алайда бұл бағыт оттегінің жоғары шығыстарына байланысты перспективалы екіталай [16].

Көптеген зерттеулерге сәйкес, мырыш концентраттарының 2 – сатысын (380 ± 5 K, $\text{P}_{\text{O}_2} = 0,3 - 0,6$ МПа, $\text{H}_2\text{SO}_4 : \text{Zn} = 1 \pm 0,05$) қарсы шаймалауды ұйымдастыру кезінде 5–6 сағаттан кейін ерітіндіге 98–99% Zn

және Cd, 70 – 80% Cu және 6 – 10% Fe артық емес алу мүмкіндігі бар. Өз құрамы бойынша алынатын ерітінді, г/дм³: 120 – 135 Zn, 0,15 – 0,2 Cd, 0,5 – 1,5 Cu, 1,2 – 7 Fe, 2 – 8 H₂SO₄, сондай – ақ, мг / дм³: 3 – 25 Ni, 3 – 10 Co, 10 – 90 As, 1 – 7 Sb, 16 – 50 Cl, 40 – 60 Mn, 160 – 320 SiO₂, 8 – 9 Ge – кейіннен қоспалардан тазартуды және мырыштың электрэкстракциясын болжайтын стандартты технологияда одан әрі пайдалануға жарамды. Ерімейтін қалдықтардан белгілі тәсілдермен күкіртті элементті және асыл металдарды алуға болады.

"Коминко" фирмасы (Канада) 1962 – 1963 жж. Трейлдегі зауытта мырыш концентраттарының төменгі температуралы сілтісізденуін бастан кешірді. 6 сағат ішінде ерітіндіге мырышты 96% – дан кем емес тұрақты алуға қол жеткізілді. Алайда, әдісті өнеркәсіптік іске асыру автоклавты шаймалау бөлімшесіне айтарлықтай күрделі шығындардан өтпеді. Бұл өз кезегінде күкірт қышқылын тұтынуды ұлғайтып, мырыш зауыттарында күкірт қышқылды және күйдіру өндірісінің қажеттілігін сақтап қалды [17].

1965 жылы жапондық "Dowa Mining" фирмасы жартылай өнеркәсіптік ауқымда (сыйымдылығы 2 және 4 м³ автоклавтар) төмен температуралы күкірт қышқылды шаймалау технологиясын өңдеді. Құрамында, %: 59,9 Zn, 2,3 Cu, 1,5 Pb бар концентратты пайдаланды; операция 380±5 К кезінде жүргізілді, P_{O2}=0,94 МПа, H₂SO₄:(Zn + Pb) = 1; ерітіндіге 92% Zn дейін шығарылды.

Өнеркәсіптік іске асыру мырыш концентраттарын күкірт қышқылды шаймалау технологиясы операцияның жоғары ұзақтығына (6–7 сағат) және пайдаланылатын температуралық режимді ұстап тұру қиындығына байланысты үлкен күрделі шығындарға байланысты алған жоқ.

Мырыш оксидін гидрометаллургиялық алу әдісі. Әдіс мырышты үш сатыда бөліп алуды қамтиды: біріншісі 0,074 мм кем ірілігіне дейін ұсақталған бастапқы материалдың күйдіргіш натрий ерітіндісімен автоклавты шаймалауды жүзеге асырады, қалдық ерітіндіден бөліп алады; екіншісі CaO:SiO₂=(1–1,5):1 ара қатынасы кезінде, кальций оксидімен араласып, 0,044 мм-ден кем ірілігіне дейін майдалайды, 270 – 350 г/л, C:Қ=1:(3–6) күйдіргіш натрдың айналым ерітіндісімен шайылады, үшінші сатыда жуылған қалдық рН=1–1,5 кезінде күкірт қышқылымен өңделеді, содан кейін рН 4,3 – 4,5 дейін жеткізеді. Тазартудан кейін қышқылдық ерітінді сілтілі тұздалған ерітінділермен және сумен жуып, 80 – 170 г / л аралас ерітіндіде күйдіргіш натрий концентрациясын бірігеді және мырыш тотығы тұндырылады. Оксидті сүзеді, жуады, кептіреді және қыздырады. Әдіс силикатты материалдардан мырышты 98,5% –дан жоғары алу дәрежесіне жетуге мүмкіндік береді. Бұл ретте құрамында 98,5% кем емес оксиді бар мырыш оксиді алынады [18].

Күкірт қышқылды ерітіндіден мырыш оксидін алу тәсілі. Күкірт қышқылды ерітіндіден мырыш оксидін алу әдісі құрамында мырыш бар ерітіндіден аммоний гидроксиді тұндыру арқылы бөлінетін тұнбаны қамтиды. Содан кейін тұнбаны карбонат немесе аммоний бикарбонаты ерітіндісімен өңдейді, кептіреді және шылдайды. Құрамында мырыш бар тұнбаны бөлгеннен кейін оны автоклавқа барлық көлемін толтыру кезінде орналастырады, автоклавта 130–170 °С температураға дейін қыздырады және осы температурада

мырыш гидроксидінің тұнбаның үстіндегі автоклавтағы сыртқы қысымнан асатын ыдырауының тепе-тең қысымында ұстайды. Содан кейін тұнбаны сүзу, жуу және кептіру жүргізіледі. Тұнбаны қыздыру 300–ден 700 °С– ге дейінгі температурада жүргізіледі. Техникалық нәтиже сүзу, кептіру және шындау кезінде энергия шығынын төмендету, реагенттер шығынын азайту және процестің экологиялық сипаттамаларын жақсарту болып табылады [19].

1.1 Құрамында мырыш бар қатты материалдардан мырышты алудың шаймалау технологиясын негіздеу

Полиметалл кендері мен концентраттарын қайта өңдеу кезінде құрамында мырыш және күрделі көп компонентті сандық және фазалық құрамы бар (кондициялық емес концентраттар, айдамалар, шаңдар, қуыстар, кектер, шламдар, үйінділер және т.б.) өнеркәсіп өнімдері түзіледі. Арнайы және патенттік – ақпараттық әдебиетті талдау мырыш пен құрамында мырыш бар материалдардан бағалы компоненттерді алуға бағытталған қайта өңдеудің көптеген гидрометаллургиялық және пирометаллургиялық тәсілдері бар екенін көрсетті. Күрделі фазалық құрамы (тотықтар, сульфидтер, галогенидтер, сульфаттар, арсенидтер, карбонаттар, ферриттер, металдардың халькогенидтері және т.б.) бар осындай техногендік көздерді қайта өңдеу үшін құрамында мырыш бар ерітінділерді алуға және мақсатты өнімдер ала отырып, оларды одан әрі өңдеу мүмкіндігімен көп компонентті қоспаларды бөлуге мүмкіндік беретін әмбебап тиімді технологияны әзірлеу қажет.

Құрамында мырыш бар материалдарды өңдеудің пайдаланылатын және әзірленген тәсілдерін талдау, пирометаллургиялық тәсілдермен салыстырғанда, автоклавтағы жоғары температура мен қысымдар кезінде оларды тікелей гидрометаллургиялық өңдеудің келешегін көрсетеді.

Құрамында мырыш бар материалдарды қышқыл немесе сілтілі ортада автоклавпен сілтілеу кезінде, тотықтырып күйдіру процесінсіз, қаржылық шығыстар қысқартылады, қоршаған ортаның жағдайы жақсарады, қайта өңдеу өнімдері бойынша көп компонентті қоспаларды (кектер, сүзгілер, бу – газ қоспасы) бөлу дәрежесі артады.

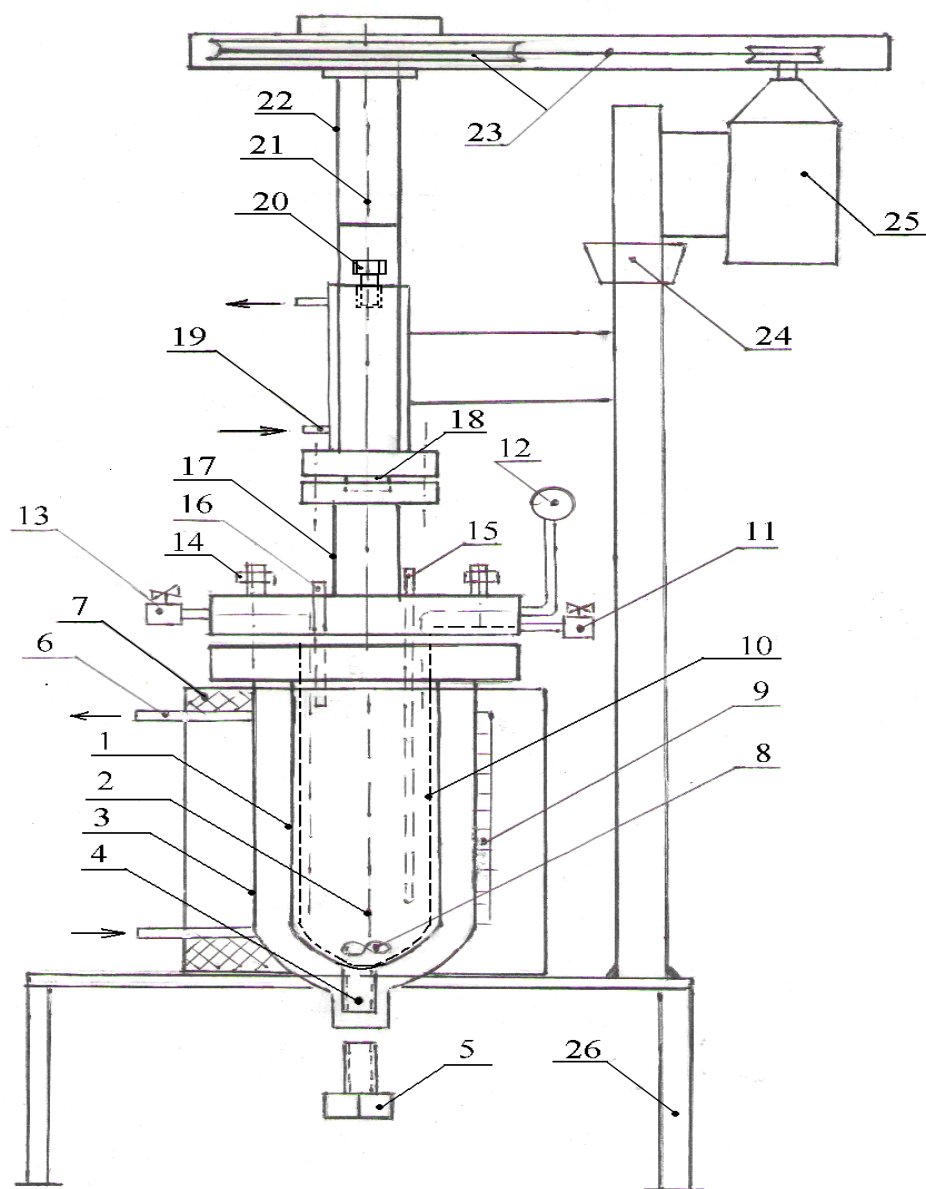
Құрамында мырыш бар техногенді шикізатты ашу технологиясы мен тәсілдерін әзірлеу үшін "Қазмырыш" АҚ ЗКБК және "Риддер мырыш зауыты" ӨК нақты материалдарында технологиялық жағдайларды және процестерді аппаратуралық ресімдеуді анықтау мақсатында ғылыми – зерттеу және эксперименталдық жұмыстар жүргізілді.

2 Ірілендірілген – зертханалық автоклав қондырғысын әзірлеу, дайындау, жұмысқа қосу және қондырғының техникалық сипаттамаларын алу бойынша сынақтар жүргізу

2.1 Жұмыс сызбаларын дайындау, бөлшектерді дайындау, ірілендірілген – зертханалық автоклав қондырғысын құрастыру, монтаждау

Автоклав қондырғысының құрылымын әзірлеу кезінде қондырғыда мынадай технологиялық процестер мен талаптарды жүзеге асыру мүмкіндігіне ерекше назар аударылды:

- құрамында мырыш бар бастапқы материалдарды автоклавтың реакциялық камерасына беру;
- күкірт қышқылы мен реагенттерді беру;
- газ ортасын (оттегі, ауа, аргон және т. б.) автоклавқа беру;
- автоклавтың реакциялық камерасының ішкі қабырғасының және күкірт қышқылында жанасатын басқа да бөліктердің коррозияға төзімділігі;
- автоклавтың реакциялық камерасында пульпаны (суспензияны) белсенді араластыру мүмкіндігі;
- автоклавты 250°C температураға дейін қыздыру мүмкіндігі;
- автоклавтың реакциялық камерасын тез мәжбүрлі салқындату мүмкіндігі;
- сүзу немесе тұндыру процестерін жүзеге асыру үшін пульпаны төгу мүмкіндігі;
- автоклавтың реакциялық камерасындағы температураны өлшеу мүмкіндігі;
- автоклавтың реакциялық камерасындағы қысымды өлшеу мүмкіндігі;
- автоклавтың реакциялық камерасындағы температураны реттеу мүмкіндігі;
- автоклавтың реакциялық камерасындағы қысымды реттеу мүмкіндігі;
- механикалық араластырғыштың айналмалы білігінің тығыздамаларын салқындату мүмкіндігі;
- электр қозғалтқышты және автоклавты механикалық араластырғыштың жетегін оңтайлы орнату;
- автоклавтың реакциялық камерасының жоғары температураға ($250\text{--}300^{\circ}\text{C}$ және қысымға ($3,0 - 3,5$ МПа) термиялық және механикалық беріктігі);
- автоклав қондырғысының герметикалығын сақтау.



1 – Автоклав. 2 – Автоклавы салқындатуға арналған қалақтары бар араластырғыш. 3 – Кессон. 4 – түптік ағызу келте құбыры. 5 – түптік ағызуға арналған тығындар. 6 – кессонға су беруге арналған түтік. 7 – пешті футерлеу. 8 – араластырғыштың қалақтары. 9 – нихромды спиральмен жылыту пеші. 10 – Автоклавың қорғасындалған реторты. 11 – газдарды уландыруға арналған келтеқұбыр. 12 – Манометр. 13 – газ беруге арналған келтеқұбырлар. 14 – автоклав қақпағының бұрандамалық қосылуы. 15 – сыртта қорғасындалған термопараның қаптамасы. 16 – жүктеу келтеқұбыры. 17 – автоклав қақпағы. 18 – араластырғышты жетекпен қосуға арналған муфта. 19 – ауыстырғыш құрылғыны салқындату үшін су беру. 20 – тығыздағышы бар тығын. 21 – жетектен араластырғышқа дейінгі өзек. 22 – араластырғыштың жетегіне арналған жалғау корпусы (шкив, белбеу). 23 – араластырғышты араластыруға арналған құрылғы-жетек. 24 – электр қозғалтқышты және автоклавы бекітуге арналған станина. 25 – электр қозғалтқышы. 26 – қабырға (үстел).

1 Сурет – Ірілендірілген – зертханалық автоклав қондырғысы

Құрамында мырыш бар материалдарды автоклавты шаймалау процестерінің технологиялық және техникалық шарттарын ескере отырып, 1-ші суретте көрсетілген автоклав конструкциясы әзірленді.

Ірілендірілген – зертханалық автоклав қондырғысы Қ. И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ – дың "түсті металдар металлургиясы" кафедрасының ғылыми – оқу зертханасында құрастырылған. Ірілендірілген – зертханалық автоклав қондырғысының жалпы түрі 2 – ші суретте келтірілген.



2 Сурет – Автоклав қондырғысының жалпы түрі

3 Құрамында мырыш бар материалдарды автоклавты күкірт қышқылды шаймалаудың технологиялық заңдылықтарын белгілеу бойынша тәжірибелік зерттеулер жүргізу

3.1 Құрамында техногенді мырыш бар өнімдердің фазалық құрамын зерттеу

"Қазмырыш" АҚ Риддер мырыш зауытында құрамында мырыш бар өнімдердің сынамасы алынды.

1 Кесте – Сынамалардың атауы, алу көздері

Үлгілердің шифры	Сынамалардың атауы	Алу көздері
B1	Pb кек	Pb кектерін сілтісіздендіру өнімі
B2	Гидратты кек	Zn кектерін сілтісіздендіру өнімі

2 Кесте – Pb кегінің қабықаралық қашықтығы

Angle	d value	Intensity	Intensity	фаза
2-Theta °	Angstrom	Count	%	
8,407	10,5086	184	29,3	Zinc Oxide Sulfate
11,622	7,6079	557	88,7	Zinc Sulfate Sulfite Hydrate
14,937	5,9261	159	25,4	Zinc Sulfite Hydrate
18,423	4,8121	172	27,3	Gunningite
18,558	4,7774	169	26,9	
20,808	4,2655	614	97,8	Lead Sulfate
23,334	3,8092	415	66,2	
24,570	3,6202	239	38,0	
25,594	3,4777	368	58,7	
26,118	3,4091	266	42,3	

2 Кестенің жалғасы

26,709	3,3350	628	100,0	
27,703	3,2175	538	85,7	
28,549	3,1241	184	29,2	Sphalerite
29,082	3,0680	286	45,6	
29,692	3,0064	616	98,2	
29,933	2,9827	274	43,6	
32,365	2,7639	287	45,8	
33,157	2,6997	351	56,0	
35,284	2,5417	442	70,4	
37,338	2,4064	194	30,9	
39,543	2,2772	219	34,9	
40,276	2,2374	152	24,3	
41,715	2,1635	209	33,3	
42,862	2,1082	164	26,1	
43,748	2,0675	457	72,8	
44,616	2,0293	307	49,0	
45,949	1,9735	185	29,5	
50,888	1,7930	177	28,2	
53,710	1,7052	173	27,5	
53,863	1,7007	178	28,4	
55,427	1,6564	141	22,5	
56,687	1,6225	233	37,1	
62,210	1,4911	233	37,1	
63,450	1,4649	137	21,8	
65,196	1,4298	133	21,2	

3 Кесте – Pb кегінің фазалық құрамы

SS-NNNN	Compound Name	Formula	C, %
82-1854 (A)	Lead Sulfate	Pb(SO ₄)	27.4
33-1476 (*)	Gunningite, syn	ZnSO ₄ ·H ₂ O	12.8
05-0566 (I)	Sphalerite, syn	ZnS	8.4
27-1496 (I)	Zinc Sulfite Hydrate	ZnSO ₃ ·2.5H ₂ O	12.0
42-0096 (Q)	Zinc Sulfate Sulfite Hydrate	Zn ₂ (SO ₃)(SO ₄)·3H ₂ O/ZnSO	23.9
16-0821 (D)	Zinc Oxide Sulfate	Zn ₃ O(SO ₄) ₂	15.6

4 Кесте – Гидратты кектің қабықаралық қашықтығы

Angle	d value	Intensity	Intensity	фаза
1	2	3	4	5
2-Theta °	Angstrom	Count	%	
16,321	5,4266	155	25,9	
18,414	4,8143	288	48,2	
18,606	4,7650	326	54,5	Gunningite
19,905	4,4570	159	26,6	
20,820	4,2631	288	48,1	Lead Sulfate
23,339	3,8084	266	44,5	
24,565	3,6210	180	30,1	
25,575	3,4802	252	42,2	Zinc Oxide Sulfate
26,175	3,4018	599	100,0	
26,689	3,3375	407	67,9	
27,010	3,2985	274	45,8	

5 Кесте – Гидратты кектің фазалық құрамы

SS-NNNN	Compound Name	Formula	C, %
82-1854 (A)	Lead Sulfate	Pb(SO ₄)	22,4
33-1476 (*)	Gunningite, syn	ZnSO ₄ ·H ₂ O	31,9
05-0566 (I)	Sphalerite, syn	ZnS	11,0
16-0821 (D)	Zinc Oxide Sulfate	Zn ₃ O(SO ₄) ₂	14,8
78-2208 (C)	Zinc Hydrogen Sulfate	Zn(HSO ₄) ₂	19,9
78-0612 (C)	Dolerophane	Cu ₂ O(SO ₄)	
73-1050 (C)	Cadmium Sulfate Hydrate	CdSO ₄ (H ₂ O)	

6 Кесте – Үлгілердің кристалды фазаларының жартылай индукциялық рентгенофазды талдауының нәтижелері

Үлгі нөмірі	Минералды құрамы, масс. %								Қоспа
	Pb(SO ₄)	ZnSO ₄ ·H ₂ O	ZnS	ZnSO ₃ ·2.5H ₂ O	Zn ₂ (SO ₃)(SO ₄)	Zn ₃ O(SO ₄) ₂	Zn(HSO ₄) ₂	CdSe	
Рb-кек	27,4	12,8	8,4	12,0	23,9	15,6			
гидрат кек	22,4	31,9	11,0	14,8			19,9		Cu ₂ O(SO ₄) CdSO ₄ (H ₂ O)

Қорытынды:

а) ұсынылған үлгілер бойынша технологиялық өнімдердің фазалық құрамы анықталған – күрделілігімен, құрамның көп компоненттілігімен және нашар кристалдандырылуымен ерекшеленетін кектер,

б) талданатын үлгілердің заттай құрамының біркелкі еместігі байқалады. Зерттелген кектердің рентгенофазалық талдауының нәтижелері: жапырақ аралық қашықтық, фазалық құрамының типтік ақпараттық учаскелері үшін келтірілген.

3.2 Құрамында мырыш бар өнімдердің химиялық құрамын зерттеу

"Қазмырыш" АҚ Риддер мырыш зауытында технологиялық схема бойынша риддерлік Тишин, Риддер сульфидті және Зырян мырыш концентраттарын қайта өңдеу кезінде мынадай процестерді қамтиды: "ҚҚ" пешінде тотықтырып күйдіру, қыздырып сілтісіздендіру, тотықтырып күйдіру газдарын қайта өңдеу, катодты мырышты электролитикалық шығару, мырышты қосымша өндіру мақсатында құрамында мырыш бар өнімдерді зерттеу.

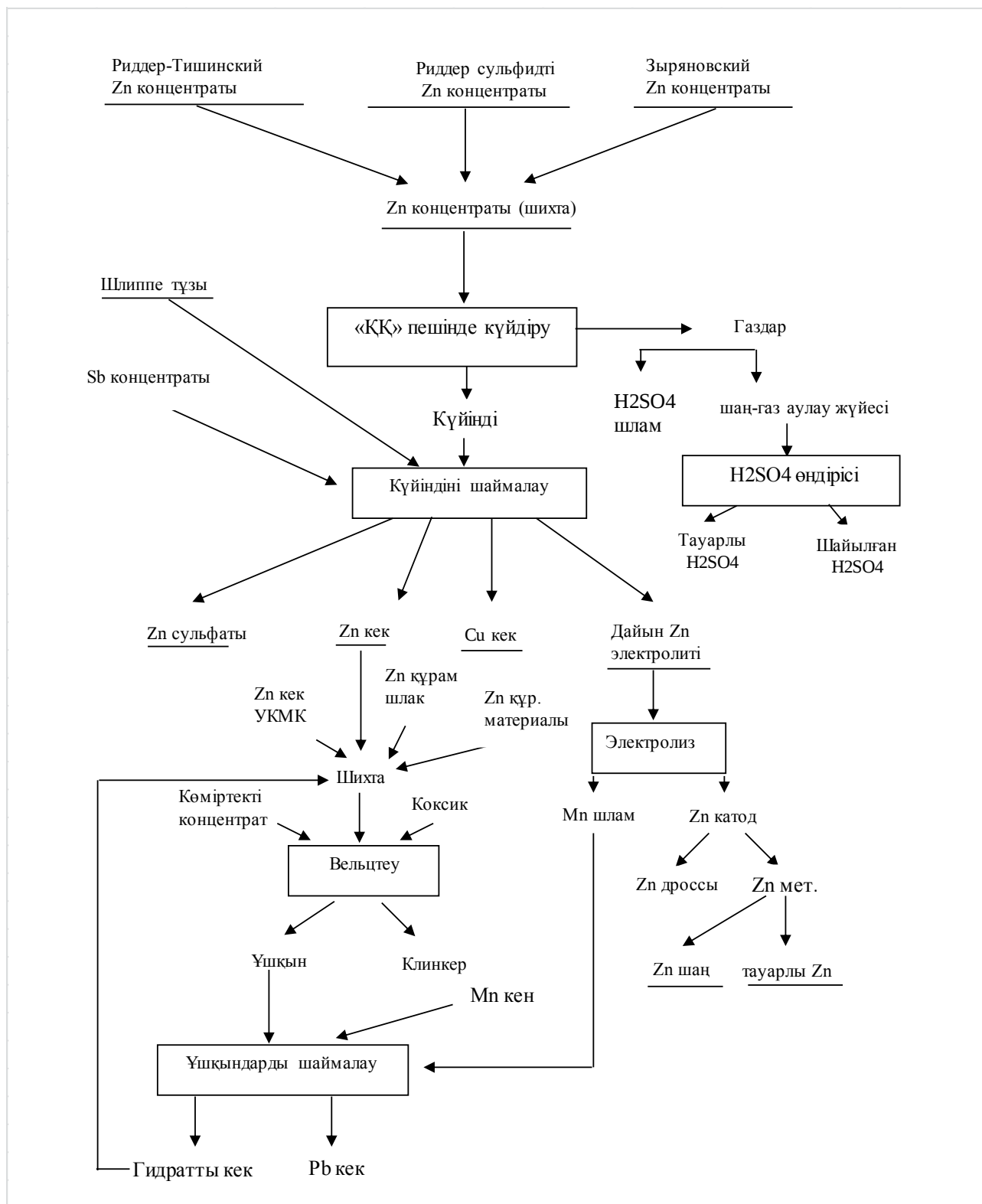
– В1, қорғасын кек, сульфидті мырыш концентраттары мен тотыққан мырыш кенін сілтілендіру өнімі;

– В2, гидратты кек, сульфидті мырыш концентраттары мен тотыққан мырыш кенін сілтілендіру өнімі;

В1, В2, сынамаларының сандық химиялық құрамын атомдық-адсорбциялық, гравиметриялық, фотокалореметрлік, көлемді титраметрлік, жалынды – фотометриялық әдістермен зерттеу жүргізілді.

В1 сынамасында – қорғасын кек, мырыш құрамы 8,92%, құрамында SiO_2 (9,61%), темір (7,43%), күкірт (8,22%) бар. Қорғасын мөлшері 13,57 %, мыс (1,62 %), марганец (2,32 %). Басқа элементтердің құрамы 1 % – дан кем. Ең бай мырыш (21,84 %).

В2 сынамасы – гидратты кек, күкірт (11,35 %), SiO_2 (6,16 %), Fe (4,51 %), Pb (3,32 %), Al_2O_3 (3,16 %). Басқа элементтердің құрамы 1 % – дан кем.



3 Сурет – Мырыш өндірісінің принципті технологиялық схемасы

7 Кесте – Мырыш өндірісінің өнеркәсіптік өнімдерінің сандық химиялық құрамы

Сынама нөмірі	Анықталатын элементтер мен қосылыстардың салмақтық үлесі, %										
	Pb	SiO ₂	S _ж	Cd	Cu	Fe	Mn	Zn	As	Bi	Sn
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
B1	13,57	9,61	8,22	0,52	1,62	7,43	2,32	8,92	<0,01	0,025	0,003
B2	3,32	6,16	11,35	0,07	0,57	4,51	–	21,84	0,14	–	0,002
Сынама нөмірі	Анықталатын элементтер мен қосылыстардың салмақтық үлесі, %										
	Sb	Te	Se	Ba	Co	Ni	Mo	Al ₂ O ₃	Ca	Mg	Re, г/т
1	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
B1	0,22	0,014	0,012	0,78	0,004	0,029	<0,01	–	0,18	0,07	–
B2	0,37	0,018	0,007	0,20	0,001	0,003	<0,01	3,16	–	–	–

Мырыш өндірісінің өнеркәсіп өнімдері сынамаларының химиялық құрамын талдаудан қорытынды жасауға болады, бұл бағалы компоненттерді кешенді түрде бөліп алу арқылы белгілі бір қызығушылық бар: қорғасын B1 сынамасын; мырыш B2 сынамасын білдіреді;

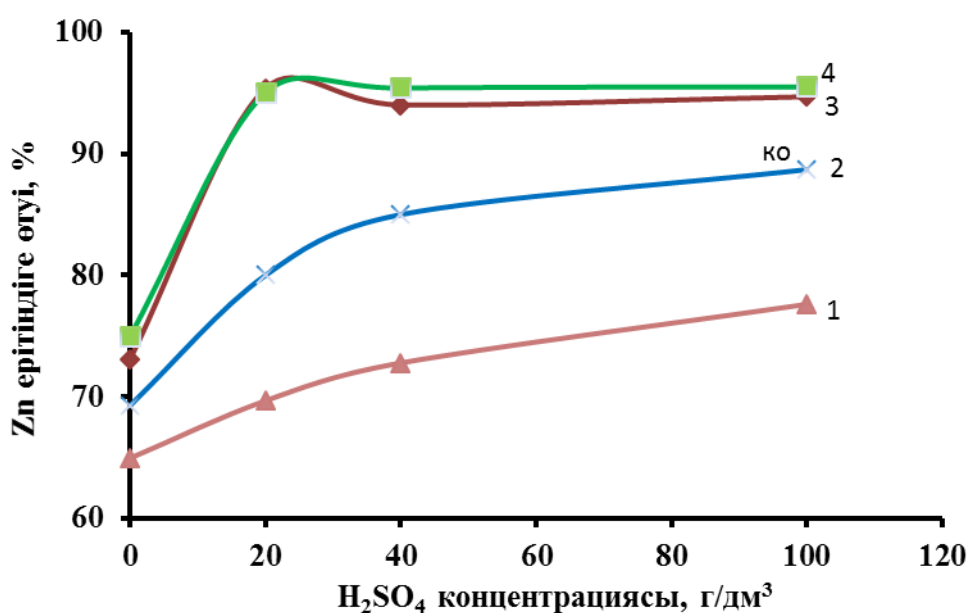
3.3 Металл мырышты ала отырып, гидратты кекті қайта өңдеу бойынша технологиялық зерттеулер

Гидратты кек – сілтісіздендірілген мырыш кенінің өнімі, мырыш мөлшері бойынша ең бай (21,84 %). Құрамында мырыш бар материалдарды автоклавты шаймалаудан құрамында мырыш бар сульфатты ерітінділерге мырышты алудың оңтайлы шарттары анықталды, атап айтқанда: процестің температурасы 180 °С, концентрациясы H₂SO₄ – 100 г/дм³, сілтілеу ұзақтығы 3 сағат, С:Қ=1:3, автоклавтағы жалпы қысым – 0,9 МПа, қысым P(O₂) = 0,2 МПа. Гидратты кектің фазалық құрамын ескере отырып, оны автоклавты шаймалау бойынша эксперименттер жүргізу кезінде жоғарыда көрсетілген шарттар таңдап алынды және ерітіндідегі күкірт қышқылының оңтайлы қышқылдығын анықтау бойынша эксперименттер жүргізілді. Эксперимент жүргізу шарттары: ілгіш 200 г (43,68 г Zn), С: Қ = 3: 1, температура 180 °С, автоклавтағы жалпы қысым – 0,9 МПа, автоклавтағы оттегінің қысымы – 0,3 МПа, сілтілеу ұзақтығы 180 мин.

8 Кесте – Күкірт қышқылының бастапқы концентрациясына байланысты мырышты ерітіндіге алу бойынша эксперименталдық деректер (ілгіш - 200 г (43,68 г Zn), C: Қ = 3:1, Т - 180 °С, τ–180 мин)

Сына ма нөмірі	H ₂ SO ₄ , г/дм ³	Ерітіндінің қалдық қышқылдығы, г/дм ³	V, дм ³		Ерітінд. мырыш құрамы, г/дм ³	Мырыш ты бөліп алу, г	Мырышты бөліп алу, %
			V ₀ , дм ³	V _к , дм ³			
1	0	0,637	0,6	0,405	78,81	31,92	73,07
2	20	1,274	0,6	0,480	86,75	41,64	95,33
3	40	5,733	0,6	0,370	110,97	41,06	94,00
4	100	17,199	0,6	0,380	108,82	41,35	94,67

Күкірт қышқылының құрамы 20 г / дм³ болғанда және ол сілтіленетін ерітіндіде жоғары болғанда мырышты алу дәрежесі артады, сондай – ақ қалдық қышқылдығы да артады, бұл ерітіндіні гидролитикалық тазарту кезінде бейтараптандыру қажеттілігіне әкеледі. Нәтижесінде күкірт қышқылының оңтайлы концентрациясы 20 г/дм³ концентрациясы таңдалды.



4 Сурет – Гидратты кекті автоклавта шаймалау кезіндегі қышқылдығы мен температурасына байланысты Zn ерітіндіге өтуі

Осылайша, гидратты кектерді автоклавты шаймалау процесінің оңтайлы шарттары болып табылады: ілгіш 200 г, C:Қ = 3: 1, температура 180°С, сілтілеу ұзақтығы 180 мин, күкірт қышқылының концентрациясы – 20 г/дм³.

Жоғарыда көрсетілген оңтайлы жағдайларда гидратты кекті автоклавты шаймалаудан ерітіндінің (C2) химиялық құрамы 9 – шы кестеде келтірілген.

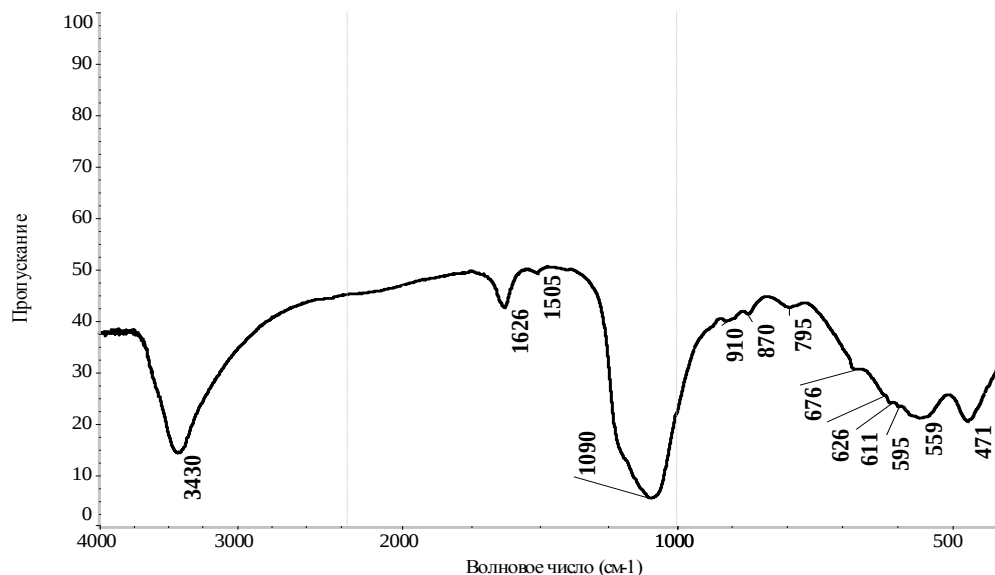
5 – ші суретте гидратты кекті автоклавты шаймалаудан кейін кектің жартылай сәулелі ИҚ–спектрі келтірілген. Гидратты кекті автоклавты шаймалаудан кейін, кекте: $[\text{SO}_4]^{2-}$ тобының сульфаттары – 1151, 1105, 1022, 660, 624, 606 см^{-1} , гидросульфаттар: $[\text{HSO}_4]^-$ тобы – 910, 870 см^{-1} қатысады.

9 Кесте – Гидратты кекті автоклавты сілтілеу ерітіндісінің химиялық құрамы

Ерітінді сынамасы	Элементтер құрамы, г/дм ³								
	pH	Pb, мг/ дм ³	SiO ₂	S _{общ}	Cd	Cu	Fe _{общ}	Fe ²⁺	Zn
C2	4,22	6,45	3,62	49,94	0,165	0,129	3,04	1,84	84,0

9 Кестенің жалғасы

Ерітінді сынамасы	Элементтер құрамы, г/дм ³							
	As, мг/дм ³	Sn, мг/дм ³	Sb, мг/дм ³	Mn	Te	Se	Co, мг/дм ³	Ni, мг/дм ³
C2	105,3	1,68	0,97	3,35	<0,1	<0,1	0,97	21,33



5 Сурет – Автоклавтан кектің инфрақызыл спектрі гидратты кек сілтісіздендіру

3.4 Құрамында мырыш бар сульфатты ерітінділердің қоспаларынан гидролитикалық тазарту бойынша гидратты кектің автоклавты сілтісізденуінен технологиялық зерттеулер

9 –шы кестеде және 5 –ші суретте көрсетілгендей, ерітіндідегі темір негізінен Fe^{2+} иондары түрінде берілген, бұл автоклавтағы темірден ерітіндіні ішінара гидролитикалық тазартумен байланысты, яғни күкірт қышқылының жеткілікті төмен концентрациясы кезінде сілтілеуді жүргізу кезінде Fe^{3+} иондарының тұнуы (20 г/дм^3). Темір иондарының Fe^{2+} тотығуы марганец кенінің құрамына кіретін пирролюзиттің көмегімен мына жағдайларда жүргізілді: ерітіндінің температурасы $20\text{--}25^\circ\text{C}$ стехиометриядан ерітіндідегі пирролюзиттің темір (II) мөлшеріне шығыны 2:1, темірдің тотығу ұзақтығы 30 мин. Fe^{2+} темір иондарының тотығуы іс жүзінде 100% болды, алынған ерітіндіде ол табылған жоқ. 20 г/дм^3 концентрациясы бар күкірт қышқылының сілтісіздендіру жүргізу кезінде, автоклавты шаймалаудан кейін ерітіндінің жеткілікті жоғары рН байқалады. Сондықтан Fe^{2+} иондарының Fe^{3+} иондарына дейін тотығуы кезінде ерітіндіде аморфты гель түзілді. Пульпаның жақсы сүзу және тиімді қоюландыру үшін SNF фирмасының (Франция) 4 флокулянтты сыналған: Flopam RS 964⁰, Flopam RG 964⁰, Flopam UG 949⁵, Flopam UG 954¹⁰. Бұл ретте Flopam RS 964⁰ және Flopam UG 954¹⁰ флокулянттары Flopam RG 964⁰, Flopam UG 949⁵ флокулянттармен салыстырғанда ең жақсы белсенділікті көрсетті. Пульпаны қоюландыру процесінің мәліметтері 10 –шы кестеде келтірілген.

10 Кесте – SNF – Франция фирмасының флокулянттарының көмегімен пульпаны қоюлату процесінің сипаттамасы

Флокулянт	Флокулянт концентрациясы, $\omega_{\text{флокул}}$, %	Ерітінді көлемі $V_{\text{ер-ді}}$, см^3	Флокулянт көлемі $V_{\text{флокул}}$, см^3	Тұндыру уақыты, τ мин.
Flopam RS 964 ⁰	0,02	20	1	4
Flopam RG 964 ⁰				6
Flopam UG 949 ⁵				6
Flopam UG 954 ¹⁰				2

Жүргізілген эксперименттер нәтижесінде оңтайлы флокулянт Flopam UG 954¹⁰ анықталды.

Ерітіндіні шөгіндіде гидролитикалық тазалау кезінде темір 99,27%, темірмен бірге гидролиз және ерітіндіні мышьяктан (99,94 %), сүрме (91,4 %), кремний қышқылының коагуляциясы (кремнийді 99,01% – дан тазалау)

жүргізілді. Темірмен бірге шөгіндіге мыс – 29,52 %, кадмий – 12,46 %, марганец – 67,0 % ерітіндіге ауысты. гидролитикалық тазартудан ерітіндінің рН 4,57 және ондағы қоспалар мен мырыштың құрамы мынадай болды, г/дм³: Zn – 82,57; Fe – 0,023; Cu – 0,093; Cd – 0,148; Mn – 5,69; мг/дм³: As – 0,07; Sb – 0,086.

3.5 Құрамында мырыш бар сульфатты ерітінділердің қоспаларын гидратты кектің автоклавты шаймалауынан цементтеу арқылы тазарту бойынша технологиялық зерттеулер

Алынған ерітіндіні мыс – кадмийлік тазалау (цементтеу) процесін 3 сатыда Риддер металлургиялық кешенінің "Қазмырыш" ЖШС мырыш шаңымен жүргізді. Бірінші сатыда құрамында мырыш бар сульфатты ерітінділерді тазалау келесі жағдайларда жүргізілді: мырыш шаңының шығыны мыс пен кадмий 3:1 қатынасына қатысты, процесс температурасы – 60 °С және процесс ұзақтығы – 2 сағат. Ерітінділерді цементтеуді шыны термотөзімді стакандарда орындады. Ерітіндіні электр плитасында қыздырды, ТЛС – 2 зертханалық шыны термометрмен температураны бақылады, $n = 700^{-1}$ кезінде айнарудың реттелетін жиілігі бар БП – 8000 зертханалық араластырғышпен ерітіндіні араластырды. Мырыш шаңымен цементтеудің бірінші сатысынан кейінгі ерітіндіні талдау ерітіндіден кек ке толығымен 96,90% мыс және ішінара 19,57% кадмий түсірілгенін көрсетті. Ерітіндіде 0,85 мг/дм³ кобальт және 18,59 мг/дм³ никель құрамы анықталды. Демек, ерітіндіні кадмийден, кобальт пен никельден тазартудың келесі сатыларын жүргізу қажет болды.

Құрамында мырыш бар сульфатты ерітінділерді тазартудың екінші кезеңін мырыш шаңымен цементтеу жүргізілді. Температура – 70 °С, цемент процесінің ұзақтығы – 2 сағат, кадмий, кобальт және никель жиынтығына қатысты мырыш шаңының шығыны 3:1. Мырыш шаңында Ni және Co цементті бөлінуін белсендіру үшін Шлиппе тұзын (Na₃SbS₄) пайдаланды. Енгізілген Шлиппе тұзының саны 1:1 тең Co және Ni жиынтық санына есептелген.

Мыс, кадмий және кобальт ерітіндісін толығымен тазалау. Ерітіндіде никельдің аз мөлшері қалды, оның құрамы – 2,34 мг/дм³, бұл электролизге жіберілетін ерітінділердің нормаларынан жоғары, сондықтан мырыш сульфатының ерітіндісін тазартудың үшінші кезеңін жүргізу қажет болды.

Құрамында мырыш бар сульфатты ерітінділерді тазартудың үшінші кезеңін келесі жағдайларда мырыш шаңымен цементациялау жүргізген: температура 70°С, процес ұзақтығы 2 сағат, никель санына қатысты мырыш шаңының шығыны 1:1. Нәтижесінде ерітіндіні никельден 0,3 мг / дм³ дейін тазалау жүргізілді.

Жүргізілген эксперименттер нәтижесінде құрамында мырыш 93,59 г/дм³ бар ерітінді алынды, онда металл мырыш ала отырып электролиз жүргізу үшін, сондай – ақ таза мырыш оксидін алу үшін жеткілікті.

3.6 Гидратты кектің автоклавты сілтісіздендіруден тазартылған құрамында мырыш бар сульфатты ерітінділерден металл мырышты электролизмен алу бойынша технологиялық зерттеулер

Металл мырышты алу бойынша эксперименттер электролизерден (жұмыс ерітіндісінің көлемі–1дм³), термостаттан (VT–14–02), салқындатқыштар – вольтметр, амперметр, түзеткіш. Анодтар – қорғасын – күміс (Ag –1%), катодтар – алюминийлі.

Жоғары ток шығымын алу үшін электролитті тазарту дәрежесі жоғары болуы тиіс, онда қоспалардың құрамы мынадай көрсеткіштерден аспауы тиіс, мг/дм³: кадмия – 0,8; никель – 0,6; кобальт – 0,8; темір 25 – тен кем; мышьяк және сүрме – 0,001, мыс 0,05 – тен аспауы тиіс.

Алынған ерітіндідегі қоспалардың құрамы мг/дм³: Fe – 23; Cu <0,01; Cd <0,1; Co <0,1; Ni – 0,3; As және Sb 0,1 – ден кем; Zn–93,59 г/дм³ құрады, бұл мырыш электролизінің процесінің талаптарын қанағаттандырады.

Тазартылған құрамында мырыш бар сульфатты ерітінділерден мырыш электролизі процесті алдын ала зерттеу кезінде таңдалған технологиялық жағдайларда жүргізілді. Ток тығыздығы 500 А/м²; ерітінділерді араластыру мезгіл – мезгіл жүзеге асырылды; электролиз ұзақтығы – 3 сағат.

11 Кесте – Құрамында мырыш бар сульфатты ерітінділерді гидролитикалық тазарту нәтижелері (ерітінді $V_0 = 0,5$ дм^3 , бастапқы ерітіндідегі металдардың құрамы: Fe – 1,52 г; Cu – 0,064 г; Cd – 0,082 г; Zn – 42,0 г; As – 52,65 мг; Sb – 0,485 мг; Si – 1,81 г; Mn – 4,12 г)

V_1 , дм^3	pH-ерітінді		Ерітіндіні тазалау, %							
	pH ₀	pH _к	Fe		Cu		Cd		Zn	
			тазартудан кейінгі ерітіндідегі құрамы, г/дм ³	ерітіндіден бөліп алу, %	тазартудан кейінгі ерітіндідегі құрамы, г/дм ³	ерітіндіден бөліп алу, %	тазартудан кейінгі ерітіндідегі құрамы, г/дм ³	ерітіндіден бөліп алу, %	тазартудан кейінгі ерітіндідегі құрамы, г/дм ³	жоғалы м, %
0,485	4,22	4,57	0,023	99,27	0,093	29,52	0,148	12,46	82,57	4,65

11 Кестенің жалғасы

V_1 , дм^3	pH-ерітінді		Ерітіндіні тазалау, %							
	pH ₀	pH _к	As		Sb		Si		Mn	
			тазартудан кейінгі ерітіндідегі құрамы, мг/дм ³	ерітіндіден бөліп алу, %	тазартудан кейінгі ерітіндідегі құрамы, мг/дм ³	ерітіндіден бөліп алу, %	тазартудан кейінгі ерітіндідегі құрамы, г/дм ³	ерітіндіден бөліп алу, %	тазартудан кейінгі ерітіндідегі құрамы, г/дм ³	ерітіндіден бөліп алу, %
0,485	4,22	4,57	0,07	99,94	0,086	91,4	0,037	99,01	5,69	33,02

12 Кесте – Құрамында мырыш бар сульфатты ерітінділерді гидратты кекті автоклавты сілтісіздендіруден мырышаңымен цементтеумен үш сатылы тазарту нәтижелері (бастапқы ерітіндідегі құрамы, г/дм³: Zn – 82,57; Cu – 0,093; Cd – 0,148; Co – 0,94 мг/дм³; Ni – 20,07 мг/дм³. Ерітіндінің бастапқы көлемі V₀ – 1 дм³)

Тазалау кезеңдері	Цементтеуден кейінгі ерітінді көлемі, V дм ³	Ерітіндіні тазалау, %								
		Cu		Cd		Co		Ni		Zn
		ерітіндідегі құрамы мг/дм ³	кекке бөліп алу, %	ерітіндідегі құрамы мг/дм ³	кекке бөліп алу, %	ерітіндідегі құрамы мг/дм ³	кекке бөліп алу, %	ерітіндідегі құрамы, мг/дм ³	кекке бөліп алу, %	ерітіндідегі құрамы г/дм ³
1-кезең	0,96	3	96,90	124	19,57	0,85	13,19	18,59	11,08	86,26
2-кезең	0,85	<0,01	>99,99	<0,1	>99,99	<0,1	>99,99	2,34	88,1	91,39
3-кезең	0,83	—		—		—		0,3	98,76	93,59

Мырыш тұнған катодты зертханалық таразыда өлшеді. Катодтың салмағын біле отырып, айырмашылығы бойынша онда жиналған мырыштың массасын анықтады және мырыштың ток бойынша шығымын есептеді. Осы параметрлерді сақтағанда мырыш ток бойынша шығымы 95,99% – ға жетті.

Алынған металл мырышты жүргізілген химиялық талдау нәтижелері 13 – ші кестеде келтірілген.

13 Кесте – Алынған металл мырыштың химиялық құрамы

Үлгі	Zn	Pb	Fe	Cu	Cd	As	Sb	Co	Ni
Металлдық мырыш	>99,5	<0,1	<0,1	<0,01	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Алынған нәтижелер тауар өнімін, атап айтқанда, құрамында мырыш бар сульфатты ерітінділерден гидратты кекті автоклавты шаймалаудан металл мырышты алу мүмкіндігін көрсетеді.

3.7 Гидратты кектің автоклавты сілтісіздендіруден тазартылған құрамында мырыш бар сульфатты мырыш оксидін алу бойынша технологиялық зерттеулер

Мырыш оксидін алу үшін құрамында мырыш бар қоспалардан тазартылған сульфатты ерітінді 93,59 г/дм³ мырыш және келесі қоспалар, мг/дм³: Cu <0,01; Cd <0,1; Co <0,1; Ni – 0,3; As, Sb < 0,1; Fe – 23.

Алынған ерітіндінің 1 дм³ 1 кезеңінде 0,2 дм³ 25% мырыш гидроксиді тұндыру үшін аммиактың су ерітіндісімен бейтараптандырылды. Эксперимент әйнекті стакандарда жүргізілді. Ерітінділерді қыздыруды электр плитасында жүзеге асырды, ТЛС – 2 зертханалық шыны термометрі жүргізілді, айнарудың реттелетін жиілігі бар БП – 8000 зертханалық араластырғышпен араластыру $n=700^{-1}$ кезінде жүзеге асырылды. Тұндыру процесі 40 °С температурада жүзеге асырылды, мырыш гидроксидінің тұну уақыты 30 мин.

2 – ші кезеңде алынған шөгінді сүзіп, 3 рет С:Қ=7:1 кезінде катиондалған сумен жуылды.

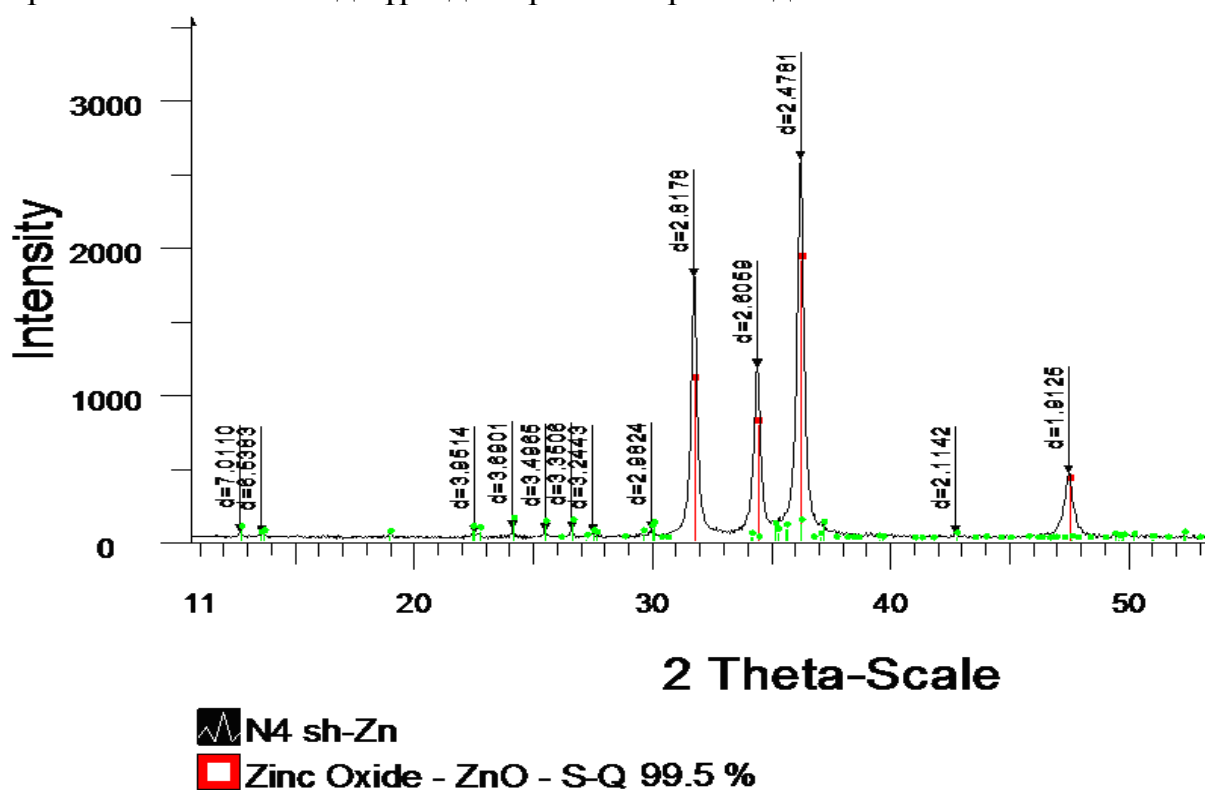
3 – ші кезеңде ылғалды тұнбаларды өлшеді (ылғал тұнбаның салмағы – 160,38 г) және реакция бойынша карбонизацияға ұшырады. Карбонизация процесі мырыш гидроксидінің тұнбасын аммоний карбонатының ерітіндісімен концентрациясы 60 г/дм³, С:Қ = 3:1 ара қатынасы, процесс температурасы – 40°С, карбонизация ұзақтығы – 30 минут өңделеді. Алынған кек. Кептірілген кек өлшенді, (кептірілген кектің салмағы – 140,6 г) және мырыш оксидін ала отырып, 750 °С температурада муфельді электр пешінде кедергіні термиялық ыдырауға ұшырады. Алынған өнімдегі мырыш мөлшері

79,85% құрады (14 кесте), бұл мырыш оксидіне қайта есептеу мырыш оксидінің 99,5% құрайды. Жалпы, мырыштың мырыш оксидіне шығуы 92,87% құрады.

14 Кесте – Гидратты кекті технологиялық қайта өңдеу кезінде алынған мырыш оксидінің химиялық және атомдық – абсорбциялық талдауының нәтижелері

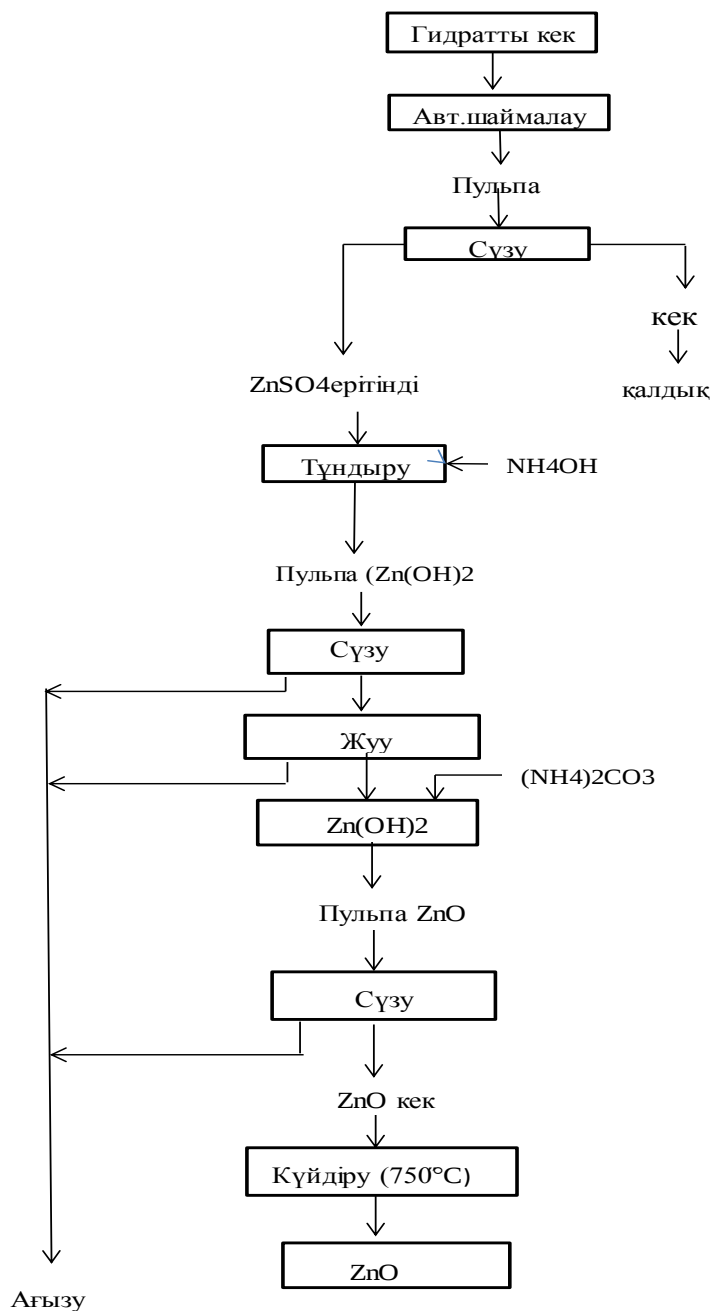
№ үлгі	Анықталатын элементтер мен қосылыстардың салмақтық үлесі, %									
	Zn	Cu	Cd	Fe	Pb	Mn	As	Sb	Co	Ni
ZnO B2– ден	79,85	<0,001	<0,001	<0,001	0,0009	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Жартылай сәулелі рентгенофазды талдау нәтижелері алынған үлгіде мырыш негізінен оксид түрінде бар екенін растайды.



6 Сурет – Гидратты кектен алынған Zn оксидінің дифрактограммасы

Эксперименталды зерттеулер нәтижелері бойынша гидратты кектен мырыш оксидін алудың технологиялық схемасы 7 – ші суретте көрсетілген.



7 Сурет – Гидратты кектен мырыш оксидін алудың технологиялық схемасы

Жүргізілген талдаулардың нәтижелері бойынша алынған мырыш оксиді БЦ 0 маркасына сәйкес келеді.

ҚОРЫТЫНДЫ

а) Құрамында мырыш бар материалдарды қайта өңдеу тәсілдері бойынша, патентті – ақпараттық және ғылыми – техникалық әдебиетке талдаулар жүргізілді.

б) Рентгендифрактометриялық талдау әдісімен қорғасын және гидратты кектің фазалық құрамын анықтау бойынша зерттеулер жүргізілді. Өнімнің фазалық құрамы күрделілігімен, көп компоненттілігімен, зат құрамының біртектілігімен, нашар кристалдануымен ерекшеленеді;

в) Өнеркәсіп өнімдерінің сандық химиялық құрамын анықтауға физикалық–химиялық зерттеулер жүргізілді (В1, В2). Нәтижесінде, дипломдық жұмыста В2 (гидратты кек) сынамасы зерттеудің объектісі болып таңдалып алынды.

г) Мырышқұрамды қалдықтарды (гидратты кектер) күкіртқышқылымен автоклавты іріктеп ерітудің технологиялық параметрлері орнықтырылды: гидратты кек үшін: температура 180°C , автоклавтағы жалпы қысым – 0,9 МПа, автоклавтағы оттектік қысым – 0,3 МПа, іріктеп еріту ұзақтылығы – 180 мин, күкірт қышқылының концентрациясы – 20 г/дм^3 , С:Қ = 3:1;

д) Гидратты кектің автоклавты шаймалауынан құрамында мырыш бар тазартылған сульфатты ерітінділерден мырыш оксидін алу бойынша технологиялық зерттеулер жүргізілді. Нәтижесінде, құрамында 79,85% мырышы бар, БЦ0 маркасына сәйкес келетін мырыш оксиді алынды.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Масленицкий И.Н., Доливо-Добровольский В.В., Доброхотов Г.Н., Соболев С.И., Чугаев Л.В. и Беликов В.В. Автоклавные процессы в цветной металлургии. –М.: Изд-во «Металлургия», 1969. –349 с.
- 2 Бьерлинг Г.Ж. Проблемы современной металлургии. 1955. –№ 3.–49 с.
- 3 Forward F. A., Veltman H.A.J. of Metals, 1959. –V. 11. –№ 12. –P. 836–840.
- 4 Нелень И.М. Металлургия цветных металлов и методы анализа (Гинцветмет). Изд-во «Металлургия».–1965. –№ 23. –С. 304–322.
- 5 J. Mining and Metallurg. Inst. Japan, 1964. 80, –№ 909. –P. 326–330.
- 6 Хангелайн Ф., Гирш Е.Ж. Проблемы современной металлургии, 1961. –№ 4 (58). –С. 82–92.
- 7 Доброхотов Г.Н., Онучкина Н.И // Изв. вузов. Цветная металлургия. – 1964. –№ 5.–С. 51–57.
- 8 Forward F., Veltman H. Metallurgical Society Conference, 1961. –V. 8. – P. 1255–1275.
- 9 Нелень И.М., Кононов А.В // Цветная металлургия. –1964. –№ 24 (293).–С. 21–28.
- 10 Набойченко С.С., Ни Л.П., Шнеерсон Я.М., Чугаев Л.В. Автоклавная гидрометаллургия цветных металлов. –Екатеринбург: ГОУ УГТУ–УПИ, 2002, –940 с.
- 11 Рыскин М.Я., Горячкин В.И., Митрофанов С.И. и др. // Цветная металлургия, 1965. –№11. –С. 16-17.
- 12 Forward F.A., Veltman H. // J. Metals, 1959. –№11. –P. 836-846.
- 13 Турчанинов В.В., Синакевич А.В. // Научные труды Иргиредмета, 1963. –Вып. 11. –С. 301-313.
- 14 Ярославцев А.С., Смирнов В.И. // Изв. Вузов. Цветная металлургия, 1964. –№5. –С. 58-62.
- 15 Набойченко С.С., Болатбаев К.Н. // Цветные металлы, 1985. –№2. – С. 23-25.
- 16 Veltman H., O'Kane P.T. // 97-th Annual Meeting of the AIME.N.-Y., 1968.
- 17 Venkatachala man S.N. // Trans. Indian. Inst. Met. 1986. –V. 39. –№6. – P. 545-550.
- 18 Патент №2138570, RU. Способ гидрометаллургического получения оксида цинка / Нечаев И.И., Артюшик В.А., Фазакаш Имре, Войта Ласло, Пэтрэ Габор, Кадар Беланы, Гашпар Ежеф, Каплонь Миклош. –Опубл. 27.09.1999.
- 19 Патент №2393249, RU. Способ получения оксида цинка из серноокислого раствора / Баратов Л.Г., Воропанова Л.А. –Опубл. 27.06.2010.
- 20 Садыков С.Б. Автоклавная переработка низкосортных цинковых концентратов. – Екатеринбург, 2006. – 580 с.

21 Набойченко С.С., Болатбаев К.И. Автоклавное сернокислотное выщелачивание цинковых концентратов // Цветные металлы, 1987. –С.23 – 25.



Университет:	Satbayev University
Название:	Гидратты көктерден автоклавы шаймалау арқылы тауарлы мырыш өнімін алуды зерттеу
Автор:	Манитханова Рабиға Төлегенқызы
Координатор:	Бағдат Алтайбаев
Дата отчета:	2019-05-06 09:34:15
Коэффициент подобия № 1:	8,6%
Коэффициент подобия № 2:	5,6%
Длина фразы для коэффициента подобия № 2:	25
Количество слов:	8 989
Число знаков:	66 735
Адреса пропущенные при проверке:	
Количество завершённых проверок:	16



К вашему сведению, некоторые слова в этом документе содержат буквы из других алфавитов. Возможно - это попытка скрыть позаимствованный текст. Документ был проверен путем замещения этих букв латинским эквивалентом. Пожалуйста, уделите особое внимание этим частям отчета. Они выделены соответственно.

Количество выделенных слов 12

>>

Самые длинные фрагменты, определенные, как подобные

№	Название, имя автора или адрес гиперссылки (Название базы данных)	Автор	Количество одинаковых слов
1	Исследование процесса выщелачивания цинковых отходов металлургической промышленности Satbayev University (Г_М_И)	Сабетпаев Еламан	205
2	Исследование процесса выщелачивания цинковых отходов металлургической промышленности Satbayev University (Г_М_И)	Сабетпаев Еламан	122
3	Исследование процесса выщелачивания цинковых отходов металлургической промышленности Satbayev University (Г_М_И)	Сабетпаев Еламан	70
4	Исследование процесса выщелачивания цинковых отходов металлургической промышленности Satbayev University (Г_М_И)	Сабетпаев Еламан	59
5	Исследование процесса выщелачивания цинковых отходов металлургической промышленности Satbayev University (Г_М_И)	Сабетпаев Еламан	25

6	Исследование процесса выщелачивания цинковых отходов металлургической промышленности <i>Satbayev University (Г_М_И)</i>	Сабетпаев Еламан	25
7	Исследование процесса выщелачивания цинковых отходов металлургической промышленности <i>Satbayev University (Г_М_И)</i>	Сабетпаев Еламан	21
8	Исследование процесса выщелачивания цинковых отходов металлургической промышленности <i>Satbayev University (Г_М_И)</i>	Сабетпаев Еламан	16
9	Орынбасар Санжар Айбекұлы <i>Satbayev University (И_И_В_Т)</i>	Дәнді дақылдарды пайдалану арқылы мұнай мен мұнай өнімдерінің тәгілулерін утилизациялау технологиясын жасау	15
10	Исследование процесса выщелачивания цинковых отходов металлургической промышленности <i>Satbayev University (Г_М_И)</i>	Сабетпаев Еламан	15

>> Документы,содержащие подобные фрагменты: Из домашней базы данных

Документы, выделенные жирным шрифтом, содержат фрагменты потенциального плагиата, то есть превышающие лимит в длине коэффициента подобия № 2

№	Название (Название базы данных)	Автор	Количество одинаковых слов (количество фрагментов)
1	Исследование процесса выщелачивания цинковых отходов металлургической промышленности <i>Satbayev University (Г_М_И)</i>	Сабетпаев Еламан	738 (31)
2	Орынбасар Санжар Айбекұлы <i>Satbayev University (И_И_В_Т)</i>	Дәнді дақылдарды пайдалану арқылы мұнай мен мұнай өнімдерінің тәгілулерін утилизациялау технологиясын жасау	15 (1)

>> Документы,содержащие подобные фрагменты: Из внешних баз данных

Не обнаружено каких-либо заимствований

>> Документы,содержащие подобные фрагменты: Из интернета

Документы, выделенные жирным шрифтом, содержат фрагменты потенциального плагиата, то есть превышающие лимит в длине коэффициента подобия № 2

№	Источник гиперссылки	Количество одинаковых слов (количество фрагментов)
1	URL http://www.almaty-university.kz/docs/2_bord_A5.pdf	24 (2)