

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы материалдар

технологиясы кафедрасы

Мұраталиев Кали Саматұлы

«Магнийді күкірт қышқылды ерітіндіде шаймалау үрдісін зерттеу»
тақырыбына

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B070900 – Металлургия

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

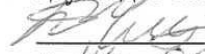
Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы материалдар
технологиясы кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ:

МПЖ және АМТ кафедра
меңгерушісі, PhD докторы, т.ғ.к.,
қауымдасқан профессор

 Чепуштанова Т.А.
« 14 » 05 2019 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

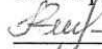
Тақырыбы: «Магнийді күкірт қышқылды ерітіндіде шаймалау үрдісін зерттеу»

5B070900 – Металлургия

Орындаған

Мұраталиев К. С.

ҚазҰТУ-да ғылыми жетекші
техн. ғыл. кандидаты,
сениор - лектор

 Қоңыратбекова С.С.
« 14 » 11 2019 ж.

ПОЛУЩЕН К ЗАЩИТЕ
«КазНУТУ им. К.И. Сатпаева»
Горно-металлургический
институт им. О.А. Байқоңырова

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы материалдар
технологиясы кафедрасы

5B070900 – Металлургия

БЕКІТЕМІН

МПЖ және АМТ кафедра
менгерушісі, PhD докторы, т.ғ.к.,
қауымдасқан профессор

 Чепуштанова Т.А.

« 08 » _____ 2018 ж.



**Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы: Мұраталиев Кали Саматұлы

Тақырыбы: «Магнийді күкірт қышқылды ерітіндіде шаймалау үрдісін зерттеу»

Университет Ректорының «08» қазан 2018 ж. № 1113 - б бұйрығымен бекітілді
Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі « 30 » сәуір 2019 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: Өнім ГОСТ 4523-67 бойынша «Ч» маркалы $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ сәйкес, серпентиннен күкіртқышқылды шаймалау.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

- а) магний сульфатының қасиеттері, алынуы және қолданылуы бойынша ғылыми әдебиеттерге шолу жасау;
- б) эксперименттік бөлімде күкіртқышқылды ерітінділерден $MgSO_4$ шаймалау процесінің тиімді параметрлерін анықтау бойынша тәжірибелердің нәтижелерін көрсету;
- в) өмір тіршілік қауіпсіздігі және еңбек қорғау сұрақтары
- г) экономикалық тиімділікті есептеу

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)

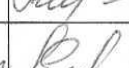
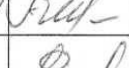
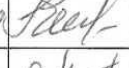
Сызба материалдарының 12 слайдта көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиет 14 атаудан

Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Кіріспе	20.03.2019	
Аналитикалық бөлім	27.03.2019	
Тәжірибелік бөлім	10.04.2019	
Қорытынды	24.04.2019	

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

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Кіріспе	Қоңыратбекова С.С. техн. ғыл.канд., сениор лектор	9.05.2019	
Аналитикалық бөлім		9.05.2019	
Тәжірибелік бөлім		10.05.2019	
Қорытынды		15.05.2019	
Норма бақылау	Көккөзов Д.Қ., техника және технология магистрі	16.05.2019	

Ғылыми жетекші  Қоңыратбекова С.С.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  Мұраталиев К.С.

Күні " 11 " 02 2019 ж.

АҢДАТПА

Дипломдық жұмыс тапсырмадан, кіріспеден, 4 тараудан, қорытындыдан және қолданылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Жұмыс дербес компьютерде терілген 30 бетте баяндалған және оның құрамына 10 суреттер, 7 кестелер кіреді. Қолданылған әдебиеттер тізімі 16 атаудан тұрады.

Дипломдық жұмыстың мақсаты – серпентиннен магнийді сірлтісіздендіру процесінің кейбір тиімді параметрлерін анықтау.

Зерттеу объектісі: «Қостанай минералдары» АҚ асбест өндірісінің қалдықтары.

Дипломдық жұмыста сілтісіздендірудің кейбір параметрлерін анықтау бойынша жүргізілген жұмыстардың нәтижелері келтірілген: ерітіндідегі магний сульфатының бастапқы концентрациясы, температурасы, процестің ұзақтылығы, ұландырғыштың еңгізілуі.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа состоит из задания, введения, 4 глав, заключения, списка использованной литературы. Работа изложена на 30 страницах компьютерного набора, включает 10 рисунков, 7 таблиц. Список использованной литературы содержит 16 наименований.

Цель дипломной работы – определить некоторые оптимальные технологические параметры процесса выщелачивания магния из серпентинита.

Объект исследования: отходы асбестового производства АО «Костанайские минералы».

В работе приведены результаты исследований по выщелачиванию магния из серпентинита в сернокислый раствор. Определены некоторые параметры процесса: температура, концентрация кислоты.

ANNOTATION

Thesis consists of tasks, introduction, chapters, conclusion, bibliography. Work on the pages of a computer set includes 30 figures 10, 7 tables. The list of references contains 16 names.

The aim of the thesis - the study of the purification method sulfuric acid solutions from the leaching of contaminants from the serpentinite of iron, nickel, and others, and the residue of a solution for the subsequent crystallization of MgSO_4 .

The object of study: waste asbestos production of joint-stock company "Kostanayskie minerals."

The paper presents the results of experiments on the cementation of Fe and Ni in different conditions and residues resulting solutions.

Мазмұны

	Кіріспе	9
1	Әдеби шолу	10
1.1	Элементтің сипаттамасы	10
1.2	Магнийдің алынуы	10
1.3	Магнийдің қасиеттері	11
1.3.1	Магний физикалық қасиеттері	11
1.3.2	Магнийдің химиялық қасиеттері	12
2	Тәжірибелік бөлім	14
2.1	Магний минералдары	14
2.2	Алынатын пульпаларды сілтісіздендіру және сүзу процесінде асбест қалдықтарын магнийді алудың кинетикалық заңдылықтарының зертханалық зерттеулері	15
2.2.1	Өртүрлі параметрлерде магнийдің күкірт қышқылымен арақатынасының кинетикалық заңдылығын зерттеу	15
2.3	Құрамында магнийі бар сульфатты пульпаның сүзгіштігін зерттеу	22
2.4	Циркуляция жағдайында магний сульфатын сілтісіздендіру және сүзудің кинетикалық заңдылықтарын зерттеу	23
2.4.1	Магнийдің серпентиннан өнім ерітіндісіне және шаю суларының циркуляция жағдайында сілтісіздендіру кинетиксын зерттеу	23
3	Қауіпсіздік және еңбек қорғау	27
4	Экономикалық бөлім	28
	Қорытынды	29
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	30

КІРІСПЕ

Магний және олардың қосылыстары қазіргі заманғы өдірісте тартымды материалдар ретінде қызықтыратын бағалы қасиеттердің бірқатарына ие болады. Магний өніміне сураныс жылда орташа мәнмен 6-7 % дейін өседі [1].

Қазіргі кезде магний өнімдерін өңдейтін бүкіл әлем бойынша екі негізгі әдістер бар: силикотермиялық және электролитикалық. Бұл әдістер энергияның жалпы шығыны бойынша салыстырмалы болып келеді, бірақ термиялық әдіс арзан. Энергия шығынының қосындысы бойынша әдістер тең болып келеді, бірақ термиялық әдіс арзан энергия тасығыш, электр қуатын пайдалануға мүмкіндік береді. Асбест өндірісінің қалдықтарынан магнийді алу әдісі жақын арада пайда болған әдіс және пайда болу уақытынан бастап әрқашанда іске асып келеді және магнийлі өнімді алу үшін шикізаттың перспективті көзінің бірі болып үлкен маңызды орында тұр.

70 жылдары өткен жүзжылдықта Қазақстанның Қостанай облысында (Жетіқара қаласы) хризотил асбест шикізатын қайта өңдеудегі асбест талшығын өндіру бойынша кәсіпорын ұйымдастырылған. Асбестің максималды өндірісі дүниежүзінде 1977 жылы болды және жылына 5,5 млн. тонна талшықты құрады. Бірақ өткен ғасырдың 80-жылдарында дүниежүзінде антиасбест компаниясы жұмыс істей бастады. Асбесті және құрамында асбесті бар бұйымдарды (шифер, асбоцементты мұржалар) пайдалануды шектеу және тыйым салу бойынша бағдарламалар пайда болды. Асбестің амфиболды тобы расындада адам организміне және қоршаған ортаға кері әсер тигізетіні дәлелденген жағдай болды. Бірақ, Халықаралық Еңбек ұйымының ғалымдары хризотил-асбестінен асбест талшығын алу жағдайы және сол талшықтың өзі амфиболды талшыққа қарағанда 100-500 есе қауіп тудырмайтынын дәлелдеген [2].

Бірақ осы жүзжылдықтың 80-жылдарынан бастап экологиялық мәселелердің кесірінен асбест талшығын өндіру аздап төмендеді және 1998 жылы ол 2 млн. тоннаны құрады. Қазіргі кезде «Қостанай минералдары» АҚ өндірілетін шикізатының 90 % дейін үйінділерге жіберіледі, сонымен қатар хризотил-асбест өндірісінен қалдық және жеңді фильмдардан шыққан өнім түріндегі жұқа дисперсті қалдықтар жылына 250-300 мың тонна тасталынады. Ерітіндіге серпентиннан магнийді сілтісіздендірудің таңдалған оңтайлы жағдайларында $400-420 \text{ г/дм}^3$ магний сульфатының концентрациясы бар ерітінділер алынады, бұл $85-95^\circ\text{C}$ сілтісіздендіру температурасы кезінде магний сульфатының тұздарымен ерітіндіні қанықтыруға жақын болып келеді.

Технологиялық процестерде (аралық ыдыста пульпаны қайта сору, вакуум-фильтрда пульпаны сүзу, жиынтықтарға филтраттарды қайта сору) өнім ерітінділерді шамамен $50-55^\circ\text{C}$ суытады. Бұл жағдайларда вакуум-фильтрдің фильтрінде магний сульфатының кристаллизациясы басталады және пульпаның фильрациясы іс жүзінде тоқтайды.

1 Әдеби шолу

1.1 Элементтің сипаттамасы

«Магнезия» деген атты б.э.д. III ғасырда кездесе бастаған, бірақ қандай затқа жататыны анықталмаған. Көп уақыт бойы магнезитті – магний корбанатын – қателесіп әк тасымен – кальций карбонатымен шатастырып келген. Магнезия деген сөз Грек қалаларының біреуінен пайда болған - Магнесии. Магний қосылыстарын XVIII ғасырға дейін кальций не болмаса натрий тұздарының түрленуі деп санаған. Минералды сулардың құрамын зерттеу магнийдің ашылуына себеп болды. 1695 жылы ағылшын Крю деген дәрігер эпсом минералды қайнарында судан емдік қасиеті бар тұздың бар екенін анықтаған, жәнеде көп ұзамай оның жеке сипаттамасы дәлелденген. Содан кейін магнийдің басқада қосылыстары анықтала бастады. Магнийдің карбонаты «ақ магнезия» атағына ие болды.

Магнийді магний тотығынан алғашқы болып 1808 ж. ағылшын ғалымы Деви (1778 — 1829) ашқан. Бюсси, Либих, Девильс, Карон және басқада ғалымдар магнийді хлорлы магнийге калийдің немесе натрийдің буын әсерлетіп алған болатын. 1808 ж. ағылшын ғалымы Деви магнезияның ылғалданған қорытпасының және сынап тотығының электролизімен белгісіз металдың ам альгамасын алған, оған «мгнезия» деп ат қойған. Ол осы күнге дейін көптеген елдердің ішінде қалыптасып кеткен. Ресейде 1831 жылдан бастап «магний» деп атаған. 1829 жылы француз химигі А. Бюсси магнийді балқытылған калий хлоридімен тотықсыздандыру арқылы алған. Өнеркәсіптік зерттеулердің келесі қадамын М. Фарадей басқан. 1830 жылы ол алғашқы рет магнийді балқытылған калий хлоридінің электролизімен алған.

1.2 Магнийдің алынуы

Магнийді алудың басым өнеркәсіптік әдісі – $MgCl_2$ қорытпа балқымасының, сусыз $MgCl_2$, KCl , $NaCl$ балқымасының электролизі. Балқыманы алу үшін сусыздандырылған карналлитті немесе бимофитті, және MgO хлорлау арқылы алынған $MgCl_2$ немесе титан өндірісінің қалдығы ретінде қолданылады.



Электролиз температурасы 700-720 °С, анодтары графиттен, катодтары болаттан жасалған. Балқымадағы $MgCl_2$ құрамы 5–8 % құрайды,

концентрациясын 4 % дейін түсірсе магнийдің ток бойынша шығыны түседі, $MgCl_2$ концентрациясын 8 % жоғары көтерген кезде электроэнергияның шығыны көбееді. Магний хлоридінің тиімді құрамымен қамтамасыз ету үшін пайдаланған электролиттің бір бөлігін жиі-жиі саралап тұрады және таза карналлитті немесе $MgCl_2$ қосады.

Сұйық магний электролиттің бетіне қалқып шығады, оны сол жерден вакуумдық шөмішпен алады. Алынатын магний шикізатында кірменің құрамы 0,1 % болады. Металдық емес кірмелерден тазалау үшін оны флюспен – K, Ba, Na, Mg хлоридтерімен немесе фторидтерімен қайта балқытады. Тереңірек тазартуды вакуумда айдау, зоналық балқыту, электролитикалық тазалау арқылы жүзеге асырады. Нәтижесінде тазалығы 99,999 % магнийді алады.

Электролиз кезінде магнийден бөлек Cl_2 алады. Магнийді термиялық алу кезіндегі шикізаттар магнезит немесе доломит болады, олардан қыздыру арқылы MgO алады. $2Mg + O_2 = 2MgO$. Графитті немесе көмірлі қыздырғыштары болатын реторлы немесе айналмалы пештерде тотықты металға дейін кремниймен (силиконотермиялық әдіс) немесе (карбидотермиялық әдіс) CaC_2 – мен 1280-1300 °C температурада тотықсыздандырады, немесе температура 2100 °C жоғары болған кездегі көміртегімен тотықсыздандырады. Карбидотермиялық әдісте магниймен кері реакция жүрмес үшін пайда болған CO мен магний буларының қоспасын пештен шығара салып инертті газбен тездетіп суыту керек [4].

1.3 Магнийдің қасиеттері

1.3.1 Магнийдің физикалық қасиеттері

Магний элементтердің Д.И. Менделевтің периодтық жүйесіндегі 2 топтың элементі, атом нөмірі 12, атомдық массасы 24,312. Жер қыртысында масса бойынша мөлшері 2,1 пайыз.

Ол барлық қосылыстарында екі валентті. Магний күмістей ақ, өте жеңіл, берік металл, тығыздығы 1,74 г/см³, балқу температурасы 650 °C, қайнау температурасы 1107 °C. Ол қорғағыш оксид пленкамен қапталғандықтан, құрғақ ауада 350 °C дейінгі температурада тотықпайды, бірақ 600-650 °C өздігінен тұтанып, жарқырап жанып, магний тотығын және аздап нитридін түзеді.

Магнийдің балқу температурасы алюминийдің балқу температурасына жақын болып келеді және жоғары тазалықты метал үшін (99,99 % Mg) 65 ГС тең.

Сонымен, магнийдің негізгі қолданысы - авиация, магниетермия, дәлдік және тұрмыс аспаптар өндірісі, жәнеде көпшілік қолды тұтыну тауарлары өндірісі [6].

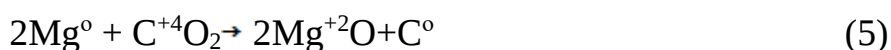
1.3.2 Магнийдің химиялық қасиеттері

Магнийдің химиялық қасиеттері өте түрленген болып келеді. Ол көптеген элементтерден оттегі мен хлорды оп-онай тартып алады, жегіш сілтілерден, содадан, керосиннен, бензиннен және минералды майлардан қорықпайды екен. Магний суық сумен әрекеттеспейді десе болады, бірақ қыздырған кезде оны сутектің бөлінуімен ыдыратып тастайды. Мұндай жағдайда сумен және кальциймен мүлдем әрекеттеспейтін берилийдің арасында

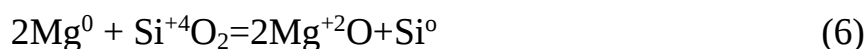
Әсіресе реакция 380 °C жоғары қыздырылған су буларымен белсенді жүреді,



Бұл реакцияның өнімі сутегі болғандықтан жанып тұрған магнийді сөндіруге болмайтыны анық: нәтижесінде оттегі мен сутегінің шатырлаған қоспасы түзіліп жарылыс болуы мүмкін. Жанып тұрған магнийді көміртекті газбен де сөндіруге болмайды: магний оны бос көміртегіне дейін тотықсыздандырады

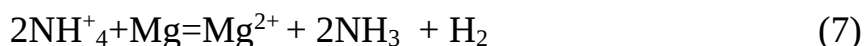


Жанып тұрған магнийге оттегін беруді тоқтатып барып оны құммен сеуіп өшіруге болады. Магний кремний тотығымен де әрекеттеседі, бірақ жылуды аз мөлшерде бөледі:



Осы себеппен магнийді сөндіру үшін құмды пайдалану мүмкіндігі анықталады. Магнийді интенсивті қыздырған кездегі жану қауіпі оны техникалық материал ретінде пайдалануын шектейтіні негізгі себептердің бірі болып келеді.

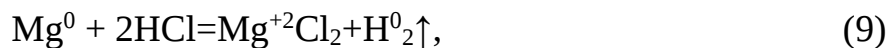
Магнийдің қажетті концентрленген қышқылына және оның азот қышқылымен қоспасына беріктігін түсіндіру қиыныдау болады, бірақ бұл жағдайдағы мәселе де магний беттігінің пассивациясында болады. Сілті және аммоний гидрототығының ерітінділерімен мүлдем әрекеттеспейді десе де болады. Ал аммоний тұздарының ерітінділерімен реакция ақырын жүрсе де орындалады екен:



Бұл реакцияда таңғалатындай ешнәрсе жоқ. Бұл реакция тура қышқылдан металдар арқылы сутекті ығыстыру секілді болып келеді. Анықтамалардың біреуінде қышқыл деп сутек иондарын түзіп диссоцияциялайтын затты айтады. Дәл осылай NH_4 ионы диссоцияцияланады:



Реакциясы



Магнийді галогендер атмосферасында қыздырған кезде галоидті тұздар түзіліп тұтанады.



Тұтану себебі – магний мен оттегінің реакцисындағыдай өте көп жылудың бөлінуі болады. Осылайша магний мен хлордан 1 моль магний хлориді түзілген кезде 642 КДж бөлінеді. Қыздырған кезде магний күкірт (MgS) және азотпен (Mg_3N_2) қосылады.

Магниймен сутегін жоғары қысым мен температурада қыздырған кезде магний гидридi түзіледі:

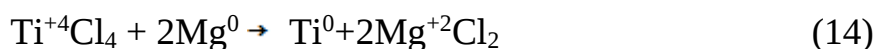


Магнийдің хлорға қатты ұқсағандығы жаңа "магниетермия" деген металлургиялық өндірісті құруға мүмкіндік берді. Оны келесі реакцияның нәтижесінде алады:



Бұл әдіспен қазіргі заманға сай техникада маңызды ролін атқаратын цирконий, хром, торий, бериллий сияқты металдарды алады. Жеңіл және берік «космостық эрадағы металл» -титанды осы әдіспен алады екен.

Өндірістің маңызы келесімен түсіндіріледі: магний хлоридті балқымасының электролизімен таза металдық магнийді алған кезде жанама өнім ретінде хлор пайда болады. Бұл хлор титан хлоридін (IV) TiCl_4 алу үшін қолданылады, ол магниймен металдық титанға дейін тотықсызданады



Пайда болған магний хлоридін қайтадан магний өндірісіне қолданылады. Осы реакциялардың негізінде титанмагнийлі комбинаттар іске қосылған. Титан және магнийге қосақтасып басқада бертолет тұзы KClO_3 , хлор, бром және фибролит пен ксилит плиталы сияқты өнімдерді де алады. Олар туралы төменде айтылады.

Мұндай кешенді өндірістегі шикізатты пайдалану дәрежесі, өндірістің рентабельділігі жоғары болады, ал қалдықтардың массасы аздау болады. Бұл қоршаған ортаны ластанудан сақтау үшін маңызды болып келеді [7].

2 Тәжірибелік бөлім

2.1 Магний минералдары

Магний және олардың қосылыстары қазіргі заманғы өдірісте тартымды материалдар ретінде қызықтыратын бағалы қасиеттердің бірқатарына ие болады. Магний өніміне сураныс жылда орташа мәнмен 6-7 % дейін өседі [10].

Магний өзінің табиғатта таралуы бойынша сегізінші орынды алады, оның үлесіне жер қабығының массасының 2,38 % түседі. Магний көбінде силикаттар, карбонаттар, сульфаттар және хлоридтер (тұзсу) түрінде кездеседі (1- қосымша). Магнийдің көбірек таралған қосылыстары доломит, серпентин, магнезит болып табылады. Магнийдің негізгі қорлары ҚҰР жиналған, жәнеде Индияда, Бразилияда, Австралияда, Канадада, Ресейде, Қазақстанда және басқа елдерде де бар екен. Қазақстандағы магний қосылыстарының перспективті өнімдері серпентин, доломит және магнезит болып табылады.

Қазіргі кезде магний өнімдерін өңдейтін бүкіл әлем бойынша екі негізгі әдістер бар: силикотермиялық және электролитикалық. Бұл әдістер энергияның жалпы шығыны бойынша салыстырмалы болып келеді, бірақ термиялық әдіс арзан. Энергия шығынының қосындысы бойынша әдістер тең болып келеді, бірақ термиялық әдіс арзан энергия тасығыш, электр қуатын пайдалануға мүмкіндік береді. Асбест өндірісінің қалдықтарынан магнийді алу әдісі жақын арада пайда болған әдіс және пайда болу уақытынан бастап әрқашанда іске асып келеді және магнийлі өнімді алу үшін шикізаттың перспективті көзінің бірі болып үлкен маңызды орында тұр.

Серпентинді пайдаланудың артықшылығы қалдық құрамындағы магнийдің (20-25 %) жоғары мөлшерде болатынымен негізделген, кәсіпорын маңайындағы жердің беткі қабатында болатын және қосымша шығынға ұшырамайтын дайын қайта өңдеуге жіберілетін серпентиннің сарқылмайтын қорына негізделген. Шолу жұмысында [6] кез-келген құрамында магний бар шикізаттан магний өнімін алуды күкірт қышқылды әдісін өндіру туралы және мүмкін болатын зерттеулер туралы қосымшаларда да ескертулер жоқ.

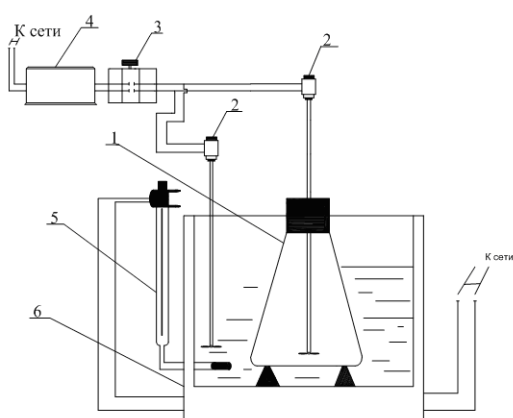
Осыған байланысты жобаға келесі мақсат қойылды – сусыз сульфат және магний оксидін алу процесін теориялық негіздеу және технологиялық заңдылықтарды зерттеу және бұдан ерте Қазақстанда жасалмаған тауарлы магний өнімін алумен қатар хризотил-асбестөндірісінің техногендік қалдықтарын күкірт қышқылы әдісімен қайта өңдеудің инновационды технологиясын жасау. Жобаның өзектілігі және мақсаттылығы асбест талшығына дүниежүзілік сұраныстың экологиялық түсінігі бойынша төмендеумен негізделген, ал Жетіқара қаласындағы «Қостанай минералдары» АҚ жаңадан құрылған кәсіпорын болып табылады және осыған байланысты кәсіпорынды қайта кәсіптендіру және халыққа деген еңбек мүмкіншілігі туралы сұрақтар тұр. іздің зерттеулер және жұмыстар аз мөлшердегі капиталды шығындар кезіндегі кәсіпорында дүниежүзілік рынокта тұрақты сұранысы бар тауарлы магний өнімін қосымша өндіруге мүмкіншілік береді.

2.2 Алынатын пульпаларды сілтісіздендіру және сүзу процесінде асбест қалдықтарын магнийді алудың кинетикалық заңдылықтарының зертханалық зерттеулері.

2.2.1 Әртүрлі параметрлерде магнийдің күкірт қышқылымен ара-қатынасының кинетикалық заңдылығын зерттеу

Зерттеу жұмыстары зертханалық гидрометаллургиялық термостатты қондырғыда жүргізілген (1 сурет), оған жататындар: 2 дм³ көлеміндегі механикалық реттелетін айналым араластырғышы бар пропеллерге ұқсас және қажетті бақылау құрылғысы бар және процесті басқаратын жылыту реакционды ыдыс (термометрлер, амперметр, стабилизатор, ЛАТР).

Хризотил-асбест қалдықтарын сілтісіздендіруді алдын-ала концентрациясы 50-230 г/дм³, ара-қатынасы Ж:Т = 3,0÷5,0:1, температурасы 30, 50, 70, 90 °С, араластырғыш айналуының тұрақты жылдамдығы (~200 айн./мин), сілтісіздендіру ұзақтылығы 90-360 минут арасында дайындалған күкірт қышқылының су ерітіндісімен жүргізілген. Бастапқы өнімнің мөлшері 100 грамм. Сілтісіздендіруден кейін, пульпаны қоюландырғанан кейін, бақылау фильтрациясы және кекті жуғаннан кейін алынған және өңделген өнімдер (кек, тазаланған ерітінді, жуатын су) Mg, Si, Fe, Al, Ca, Cr, Ni құрамына талданған.



1-реакционды ыдыс; 2- электромотор; 3 - ЛАТР; 4 - стабилизатор;
5 - термометр; 6 - термостат

1 Сурет – Күкірт қышқылы ерітіндісінде серпентинитті сілтісіздендіру бойынша гидрометаллургиялық қондырғы

Ерітіндіні буландырған кезде ерітінді көлемі азайғанда дистилденген сумен толықтырылып отырды. Магнийді күкірт қышқылы ерітіндісіне сілтісіздендірудің технологиялық процестер режимді параметрлерін нақтылау үшін магнийдің химизим және механизм жағдайын орнатумен, бастапқы ерітіндіні сілтісіздендіру , ерітінді температурасы, процесс ұзақтылығы, Ж:Т

ара-қатынасы және т.б. күкірт қышқылының концентрациясына байланысты болады (3 кесте, 1 сурет).

Комбинатта зерттеулерді жүргізу үшін қалдықтарының бірнеше үлгілері таңдалған. Сонымен қатар: жеңді фильтрден шыққан өнім (А1), коллектордан шыққан өнім +6-шы сұрыптың өнімі (А2), қиыршық тасты алу кезіндегі қалдықтар (А3). Алынған өнімдер фракциялар бойынша бытыраңқы, 100-110 °С температурада кептіріледі және кейбір фракциялардың химиялық анализі жүргізілді. Кептіру кезінде фракция салмағы айтарлықтай өзгермеді, яғни өнімнің ылғалдылығы 1. Қалған нәтижелер 1-4 кестеде көрсетілген.

1 Кесте - Жеңді фильтрден шыққан өнімнің фракционды құрамы (А1)

Фракция №	Фракция, мм	Масса,г	%
A1-1	+2	6	2,28
A1-2	+1-2	152	57,80
A1-3	+0,5-1	67	25,48
A1-4	+0,25-0,5	11	4,18
A1-5	-0,25	27	10,27
Сомасы		263	100

2 Кесте - Коллектордан шыққан өнімнің фракционды құрамы +6 сұрыптың өнімі (А2)

Фракция №	Фракция, мм	Масса, г	%
A2-1	+2	84	33,33
A2-2	+1-2	121	48,02
A2-3	+0,5-1	24	9,52
A2-4	+0,25-0,5	12	4,76
A2-5	-0,25	11	4,36
Сомасы		252	100

3 Кесте - Қиыршық тасты алу кезіндегі қалдықтардың фракционды құрамы (А3)

Фракция №	Фракция, мм	Масса, г	%
A3-1	+2	121	47,6
A3-2	+1-2	97	38,2
A3-3	+0,5-1	16	6,3
A3-4	+0,25-0,5	9	3,5
A3-5	-0,25	11	4,33
Сомасы		254	100

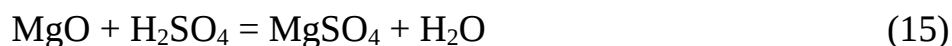
4 Кесте - Пайдаланылатын өнімнің жеке фракцияларының химиялық анализі

Фракция №	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	Fe	Cu	Ni	Cr	S _{жалпы}
A1-2	36,57	0,77	39,64	0,41	4,28	0,002	0,16	0,12	0,03
A1-5	36,39	0,79	39	0,46	5,39	0,006	0,17	0,14	0,033
A2-2	36,64	0,72	39,95	0,39	3,87	0,002	0,14	0,12	0,034
A2-5	33,89	0,73	36,77	0,48	8,97	0,026	0,14	0,14	0,03
A3-1	36,1	0,75	39,1	0,4	5,5	0,015	0,14	0,11	0,031
A3-5	35,1	0,73	38,5	0,4	5,7	0,19	0,12	0,11	0,03
*берілген жұмыста орындалатын фракция нөмірлері ірілігі бойынша жетіқара комбинатында қолданылатын фракция нөмірлеріне сәйкес келмейді.									

Алынған нәтижелерден қалдықтардағы компоненттер құрамы ірілігіне байланысты өзгергені байқалды. Аса майда фракциялар үшін магний құрамын айтарлықтай төмендетуді және темір құрамын жоғарлатуды атап көрсетуге болады. Рентгенофазалық анализ хризотил-асбест өндірісінің қалдықтары негізінде серпентин минералдары ұсынылған. Мұндай компоненттердің құрамы алтын, күміс, платина, рений, молибден сияқты жүздеген г/т құрайды және қайта өңдеу процесінде оларды шығару қиындық тудырады, бірақ ұжымдық концентрат түрінде, егер олар сол немесе басқа түрдегі жеке өнімге өтетін болса, онда бірыңғай шығару нұсқасы қарастырылады.

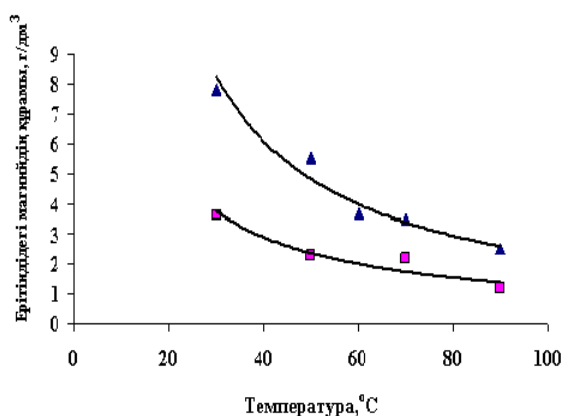
Шикізаттың анализі (серпентинит) теориялық зерттеулерді жүргізу үшін бастапқы материал ретінде және жеткіліксіз магнийлі тауарлы өнімді алудың инновационды технологиясының технологиялық негізін өңдеуді көрсетті.

Серпентиннен магнийді сірлтісіздендіру процесін зерттеуді зертханалық қондырғыда, 30-90 °С температура интервалы аралығында сілтісіздендіру процесінің технологиялық параметрлерін өзгерту кезінде, бастапқы ерітіндіде күкірт қышқылының концентрациясы 125-250 г/дм³, сілтісіздендіру процесінің ұзақтылығы 180-300 минут аралығында жүргізіледі. Тәжірибелі түрде келесі реакция бойынша серпентиннен магнийді сілтісіздендіру тиімділігінің көрсеткіші ретінде қызмет атқаратын ерітінді қышқылдылығының қалдық құрамы алынды.



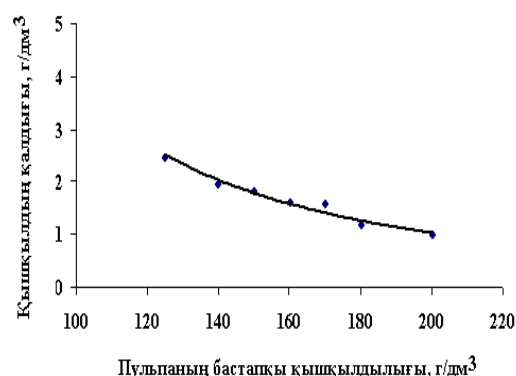
3-кестеден және 1, 2 суреттердің мәліметтерінен байқалды: Ж:Т = 5:1 тұрақты болғанда, пульпа температурасының 30-90 °С аралықта жоғарлайды, ерітіндідегі күкірт қышқылының қалдық құрамы 3,62–1,21 г/дм³, күкірт қышқылының құрамы 150 г/дм³ (2 сурет, 2 қисық сызық) және күкірт қышқылының концентрациясы 120 г/дм³ (2 сурет, 1 қисық сызық) болғанда төмендейді, сонымен, қалған қышқылдылықтың интенсивті төмендеуі

ерітіндідегі қышқылдың төмен концентрациясы кезінде байқалады: таңдалған жағдайда H_2SO_4 қалдық құрамы 150 г/дм^3 кезінде $66,5 \%$, ал H_2SO_4 концентрация 125 г/дм^3 болғанда $67,8 \%$ төмендеді. Пульпадағы күкірт қышқылының жоғарғы бастпақы концентрациясы кезінді қышқылдың қалдық құрамы төменірек. Хризотил-асбест өндірісінің қалдықтарынан магнийді ерітіндіге сілтісіздендіру процесін зерттеу 60-300 минут аралығындағы тәжірибе ұзақтылығына байланысты, 5-кестеде және 4-суретте алынған нәтижелер бойынша процесс ұзақтылығы магнийді сульфатты ерітіндіге сілтісіздендіру және шығарып алу оң әсер тигізетінін байқауға болады. Зерттеу жағдайларында ерітіндінің құрамында магнийі бар қышқылдың қалдық құрамы $4-0,45 \text{ г/дм}^3$ дейін төмендейді.



1 - H_2SO_4 - 125 г/дм^3 ; τ – 180 мин; 2 - H_2SO_4 - 150 г/дм^3 ; τ – 180 мин

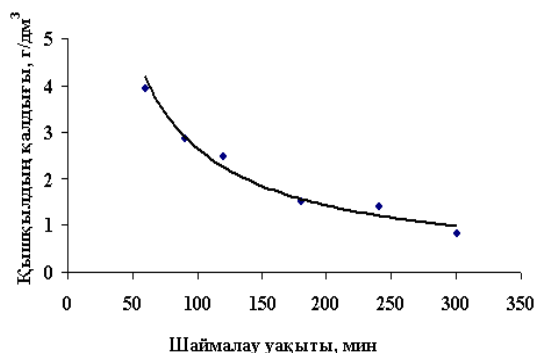
2 Сурет - Силтісіздендіру температурасына байланысты пульпадағы қышқылдың қалдық құрамының тәуелділігі



3 Сурет - Силтісіздендірудің параметрлері t – $90 \text{ }^\circ\text{C}$, τ – 240 мин кезіндегі қышқылдың бастапқы концентрациясына байланысты күкірт қышқылының қалдық құрамының тәуелділігі

Таңдалған жағдайда (температура $60-80 \text{ }^\circ\text{C}$, тәжірибе ұзақтылығы $4-6$ сағат, ерітіндідегі күкірт қышқылының бастпақы концентрациясы $120-180 \text{ г/дм}^3$) серпентиниттен күкірт қышқылына бөлініп алынған магний 8-кестеде көрсетілген. Осыған орай, магнийді сілтісіздендіру процесі жоғарғы температурада және күкірт қышқылының аса жоғарғы бастапқы концентрациясы кезінді жүргені тиімді деп айтуға болады. Көрсетілген кинетикалық тәуелділік 3 суретте ерекше көрсетілген. Хризотил-асбест өндірісінің қалдықтарынан магнийді ерітіндіге сілтісіздендіру процесін зерттеу 60-300 минут аралығындағы тәжірибе ұзақтылығына байланысты, 3-кестеде және 4-суретте алынған нәтижелер бойынша процесс ұзақтылығы магнийді сульфатты ерітіндіге сілтісіздендіру және шығарып алу оң әсер тигізетінін байқауға болады. Зерттеу жағдайларында ерітіндінің құрамында магнийі бар

қышқылдың қалдық құрамы 4-0,45 г/дм³ дейін төмендейді. Таңдалған жағдайда (температура 60-80 °С, тәжірибе ұзақтылығы 4÷6 сағат, ерітіндідегі күкірт қышқылының бастпақы концентрациясы 120-180г/дм³) серпентиниттен күкірт қышқылына бөлініп алынған магний 8-кестеде көрсетілген.



4 Сурет - t -70 °С, H₂SO₄ -150 г/дм³ кезіндегі сілтісіздендіру ұзақтылығына байланысты қышқылдың қалдық құрамының тәуелділігі

Таңдалған жағдайда (температура 60-80 °С, тәжірибе ұзақтылығы 4÷6 сағат, ерітіндідегі күкірт қышқылының бастпақы концентрациясы 120-180 г/дм³) серпентиниттен күкірт қышқылына бөлініп алынған магний 5 кестеде көрсетілген.

5 Кесте - Тәжірибелер үшін ерітіндіге магнийдің бөлініп алынуы

Тәж. №	Температура, °С	Тәж. ұзақтылығы, сағ	H ₂ SO ₄ г/дм ³	Ерітіндідегі магний сод., г/дм ³	Магнийдің ерітін. бөлінуі, %
1	60	4	180	26,6	56,7
2	60	6	180	26,8	57,02
3	60	6	120	21,6	45,96
4	60	4	120	21,5	45,79
5	70	5	150	26,9	57,3
6	70	5	150	26,1	55,57
7	80	4	180	33,5	71,23
8	80	6	180	35,4	75,23
9	80	6	120	25,8	55,2
10	80	4	120	23,7	50,4

Процесс температурасының 80 °С дейін жоғарлауы және сілтісіздендірудің 4-6 сағат аралығында күкірт қышқылының концентрациясы

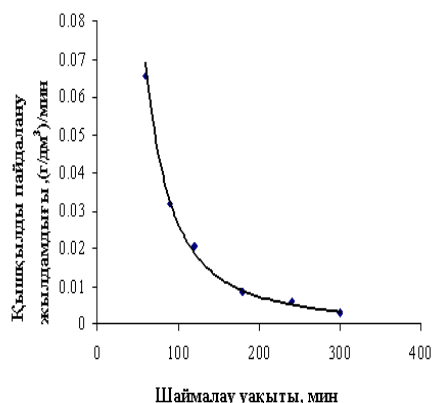
180 г/дм³ жоғарлағанда ерітіндіге магнийді бөліп алу деңгейі 71,23 және 75,23 % құрайтынын тәжірибе түрінде дәлелденген.

5 және 6-кестенің мәліметтерін талдай отырып, серпентиниттен магнийді сілтісіздендіру режимін нақтылау үшін, процестің температурасын 90 °С дейін жоғарлауы кезінде және ерітіндідегі күкірт қышқылының бастапқы концентрациясын 250 г/дм³ жоғарлату кезіндегі процесті, сонымен сілтісіздендіру процесінің ұзақтылығын зерттеу қажет екенін атап көрсету керек. Ерітіндіге серпентиннан магнийді сілтісіздендірудің таңдалған оңтайлы жағдайларында (бастапқы ерітіндіде күкірт қышқылының концентрациясы 250 г/дм³, процесс кезіндегі температура 90 °С, Ж:Т қатынастары 3:1 тең, сілтісіздендіру ұзақтылығы 2 сағат) 400-420 г/дм³ магний сульфатының концентрациясы бар ерітінділер алынады, бұл 85-95 °С сілтісіздендіру температурасы кезінде магний сульфатының тұздарымен ерітіндіні қанықтыруға жақын болып келеді.

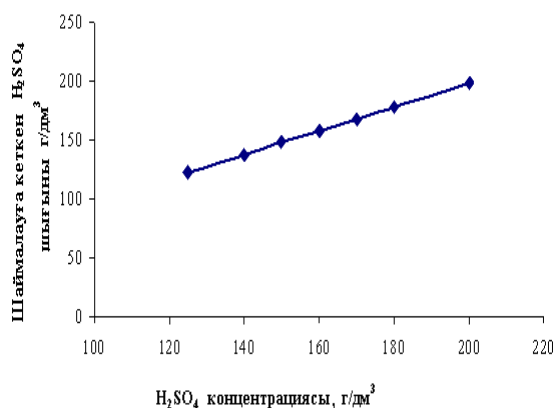
6 Кесте - Сілтісіздендірудің технологиялық параметрлеріне байланысты ерітіндінің қалдық қышқылдылығы (мөлшері- 100 г, Ж:Т = 5:1)

№	H ₂ SO ₄ концентрациясы, г/дм ³	Тем- ра, °С	Ұзақтылық, τ мин	Шаймалаудан кейінгі қойыртпақ көлемі, V дм ³	H ₂ SO ₄ қалдық қышқылдығы, г/дм ³
1	125	30	180	0,540	7,82
2	125	50	180	0,525	5,53
3	125	60	180	0,507	3,67
4	125	70	180	0,520	3,5
5	125	90	180	0,525	2,51
6	150	30	180	0,570	3,62
7	150	50	180	0,560	2,30
8	150	70	180	0,540	2,20
9	150	90	180	0,530	1,21
10	125	90	240	0,525	2,47
11	140	90	240	0,540	1,96
12	150	90	240	0,540	1,83
13	160	90	240	0,555	1,62
14	170	90	240	0,545	1,60
15	180	90	240	0,560	1,19
16	200	90	240	0,550	1,01
17	150	70	60	0,560	3,94
18	150	70	90	0,540	2,86
19	150	70	120	0,545	2,50
20	150	70	180	0,520	1,52
21	150	70	240	0,550	1,43
22	150	70	300	0,520	0,86

Технологиялық процестерде (аралық ыдыста пульпаны қайта сору, вакуум-фильтрда пульпаны сүзу, жиынтықтарға фильтраттарды қайта сору) өнім ерітінділерді шамамен 50-55 °С суытады. Бұл жағдайларда вакуум-фильтрдің фильтрінде магний сульфатының кристаллизациясы басталады және пульпаның фильтрациясы іс жүзінде тоқтайды. Бұдан басқа, ыдыстарда магний сульфаты тұнады, сонымен қатар сульфат түрлі патрубкарды бітейді және тағы басқа.

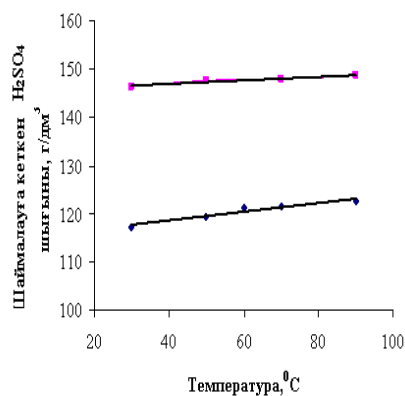


5 Сурет - Қышқылды пайдалану жылдамдығының сілтісіздендіру уақытына тәуелділігі



1 – 125г/дм³; 2 – 150 г/дм³

6 Сурет - Магнийді сілтісіздендіру кезінде күкірт қышқылының шығынының тәуелділігі



7 Сурет - Күкірт қышқылын пайдалану тиімділігінің сілтісіздендіру температурасына тәуелділігі

Күкірт қышқылының серпентинитпен өзара кинетикалық әрекеттесу заңдылықтарын бекіту үшін 125 тен 150 г/дм³ дейін аралықта ерітіндіде күкірт қышқылының бастапқы концентрациясының әсері бойынша, 30 дан 90 °С дейін пульпаның температурасы, 60 тан 300 минут дейін өзара әрекеттесу

ұзақтылығы бойынша және Ж:Т = 5:1 кезінде зерттеулер жүргізілді, олардың нәтижелері 5 - 8 суреттерде көрсетілген

Уақыт аралығында қышқылды падалану жылдамдық тәуелділігі уақытқа байланысты төмендейді. Сондықтан, серпентиниттан күкірт қышқылының магниймен өзара әрекеттесуі алғашқы екі сағат ішінде тиімді жүреді. $0,065 = 0,02 \text{ (г/дм}^3\text{)}/\text{мин}$ дейінгі аралықта қышқылды пайдалану жылдамдығы төмендейді. Одан кейін қышқылды пайдалану жылдамдығы айтарлықтай тағы азаяды және 5 сағатқа минутына $0,003 \text{ г/дм}^3$ жетеді.

2.3 Құрамында магнийі бар сульфатты пульпаның сүзгіштігін зерттеу

Құрамында кремний және темір оксидтері материалдарды сілтісіздендіру кезінде ең күрделі проблемалардың бірі қатты және сұйық фазаны бөліп алу болып табылады. Жеткілікті қышқыл концентрацияланған ерітіндісін пайдалану кезінде кремний оксиді өте баяу тұнатын гельді түзеді. Ал темір қышқыл ерітіндіден бейтарап ораға өту кезінде ұсақ дисперсті коллоид типті қалдықтарды түзеді, олар фильтрацияны қиындата түседі, сонымен қатар фильтратқа фильтр арқылы өтіп, ерітіндіде баяу тазаланады. Сондықтан, осындай пульпалардың фильтрациясын жылдамдату үшін коагулянттарды пайдалану керек.

Күкірт қышқылының ерітіндісімен жұмыс істеу кезінде алынған нәтижелерге сүйене отырып, мыс технологиясында қолданылатын, сонымен қатар әдебиеттер мәліметтері бойынша біз «Авитон А», Гуарфлок, Магнафлок 351 коагулянттар ретінде және DGC ағылшын фирмасының бір қатар коагулянттарын сынадық. «Авитон А» және Гуарфлок коагулянттар қатарына жатпайды және мыс өндірісі кезінде күкірт қышқылы ерітіндісінде басқа мақсаттар үшін қолданады, бірақ салыстыру үшін үлгі ретінде пайдалануға болады.

Әдістеме бойынша сілтісіздендіруден кейін алынған пульпаны қажетті мөлшерде өлеп алады, әдетте 250 мл, коагулянт ерітіндісін құйып, араластырады және өлшемі бар цилиндрге құяды. Пульпаның столб биіктігі 145 мм тең. Тазару деңгейін пульпада тұнған қатты фазаның столб биіктігі бойынша өлшеген. Цилиндрлардың біріншісі коагулянтсыз пульпамен толтырылады, және ол бақылау цилиндрі болады. Қалған үш цилиндрге $0,01$; $0,05$; $0,25 \text{ г/дм}^3$ концентрацияларын алу үшін коагулянт қосады. Цилиндрде пульпаны араластырып, уақыт аралығында фазаның бөлінуін бақылап отырады. DGC фирмасының коагулянттарымен алынған нәтижелер 9 кестеде, ал қалған коагулянттар бойынша мәліметтер 10 кесте көрсетілген.

Алынған нәтижелердің қорытындысы бойынша, қышқыл ортада серпентинді пульпаның тұну процесінде Магнафлок 351 ең жақсы нәтиже көрсетті. Екі сағат ішінде тазарған столбтың биіктігі столбтың жалпы биіктігінен 26 % жетуі мүмкін. «Авитон А» және Гуарфлок коагулянттары

үшін пайдаланудан эффект кері мәнге ие. DGC фирмасының коагулянттары үшін нәтижелер Магнафлок үшін алынған нәтижелеріне қарағанда айтарлықтай төмен. Коагулянтты қосып және тазарғаннан кейін пульпаны вакуум астында Бюхнер воронкасында 90 мм диаметрі бар «қызыл сызық» қағаз фильтрі арқылы сүзеді. Сүзу кезінде істен шығуы - 0,5 атм. тең болды. Коагулянттың жоғарыда көрсетілген концентрациясы бар және коагулянтсыз пульпалардың төрт сынаманың әр қайсысы фильтрация уақытын анықтай отырып сүзілді.

7 Кесте - DGC фирмасының коагулянттарымен пульпа столбысының тазару деңгейі

Коагулянт №	Қойыртпақ pH	Цилиндрдегі ағарған қабаттың биіктігі мм, коагулянт концентрациясы г/дм ³ кезіндегі							
		1 сағ. кейін				2 сағ. кейін			
		0	0,01	0,05	0,25	0	0,01	0,05	0,25
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4004	1,14	7	11	19	21	11	17	22	24
5076	1,24	5	17	22	23	9	22	23	25
5079	1,12	6	18	22	23	9	21	23	25
5159	1.13	8	17	21	21	11	19	24	28
5279	1,1	6	15	20	23	10	18	24	24
5507	1,14	7	13	20	22	10	18	21	23

Келтірілген кестелердің мәліметтері бойынша, коагулянттарды пайдалану кезінде сүзу жылдамдығы 2-3 есеге өседі. Егер қалдықтардың тұну кезінде Магнафлок тиімдірек болса, онда DGC фирмасының коагулянттары сүзу кезінде жақсы нәтиже көрсетті. Бұл коагулянттарды енгізу процесі қалқыма заттардың коагуляциясын тұдырып қоймай, сонымен қатар судың қоймалжыңдығы өзгертеді.

2.4 Циркуляция жағдайында магний сульфатын сілтісіздендіру және сүзудің кинетикалық заңдылықтарын зерттеу

2.4.1 Магнийдің серпентиннан өнім ерітіндісіне және шаю суларының циркуляция жағдайында сілтісіздендіру кинетикасын зерттеу

Магнийдің серпентиннан сілтісіздендіру процесінің көрсеткіштерін жақсарту үшін процестің технологиялық режимі біршама өзгерген: Ж:Т қатынасы 3,2÷4,0:1 дейін төмендеген, магнийді толығымен алу үшін күкірт қышқылының бастапқы концентрациясы 250 г/дм³ дейін өсті.

Күкірт қышқылының теориялық шығыны хризотил-асбест өндірісінің ұсақ дисперсті қалдықтарының массасының 100 % құрайды, сілтісіздендіру пульпасында 250 г/дм^3 концентрациясы кезінде Ж:Т = 4:1 сәйкес келеді, Ж:Т = 3:1 кезінде процеске 75 % қажетті көлемде күкірт қышқылы беріледі, бірақ оны пайдалану тиімділігі 100 % жуық, ерітіндінің соңғы рН 1,8 тең және содан кейінгі магний сульфатының өнім ерітіндісін қалдықтардан гидролитикалық тазарту процесі реагенттердің және эпсомитті ($\text{MgO} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) кристаллдау үшін ерітіндіні буландыруға кететін шығындардың айтарлықтай аз мөлшерін қажет етеді.

Дегенімен, көрсетілген жағдайлар қалған күкірт қышқылының құрамы бойынша кондицияланған күкірт қышқылын алуға мүмкіндік бермейді. Осыған байланысты, бірінші сатыда алынған ерітіндіні серпентиниттің жаңа, екінші порциясынан магнийді сілтісіздендіруге жіберіледі.

Әр сынақта алынған кек жоғары гидрофильді (влагоемкостью) болып келеді, еріген магний сульфатының айтарлықтай мөлшерін ұстап тұрады, сондықтан магнийді толығымен алу үшін оны репульпацияға және шаюға жібереді. Кек репульпациясын бөлме температурасы кезінде, құрған кек массасының суға қатынасы 1:1,5 тең болғанда сумен енгізеді. Репульпацияланған кектің фильтратында магний сульфатының мөлшері 90 нан 110 г/дм^3 дейін болады.

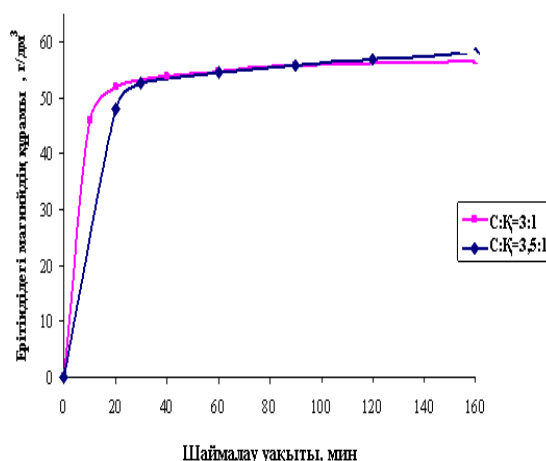
Сілтісіздендірудің екінші сатысын жүргізгеннен кейін ерітіндінің рН өсті және 2,26 жетті, бұл кейінгі технологиялық операцияларды жүргізуге жеткілікті. Сілтісіздендірудің екі сатысы бойынша серпентиннан магнийді максималды алу мөлшері екі сатылы сілтісіздендіру технологиясы бойынша 71,75 % құрады.

Зерттеу жұмыстары үшін бастапқы шикізат ретінде асбест өндірісінің фильтрдағы қалдықтары қолданылады, құрамы, %: Mg 23,81; Fe 5,86; Ni 0,23; Cr 0,14 және SiO_2 34,0. Магнийді серпентиннан сілтісіздендіру үшін 1500 г қалдықтар өлшеніп алынды және Ж:Т = 4:1 кезінде H_2SO_4 250 г/дм^3 концентрациясы бар күкірт қышқылының ерітіндісімен құйылды. Пульпаның температурасын $85-90^\circ\text{C}$ шамасында 6 сағат бойы ұстап тұрады. Пульпаның жалпы массасынан 1; 1,5; 2; 3; 4 және 6 сағат кейін 75 мл сынама алынып отырды. Алынған сынамалардың фильтраттарында ерітіндінің көлемін, Fe (II) және Fe (III) құрамында болуын, жалпы салмағын және ерітіндінің рН анықтайды (3-қосымша). Мәліметтері бойынша сілтісіздендіру процесінде ерітіндінің рН деңгейі Ж:Т = 4:1 кезінде 0,58 ден 0,61 дейін өзгерген. Әрине, 6 сағат сілтісіздендіруде ерітіндінің рН деңгейі өсіп отырған, с.с. магний күкірт қышқылымен сілтісіздендіріледі және оның пульпадағы мөлшері төмендейді, ал рН аз ғана көтеріледі. Бұл жағдайларда өнім ерітінділерінің меншіктік салмағы $1,284$ тен $1,311 \text{ г/см}^3$ дейін ақырындап өсе бастайды.

Ерітіндінің алынған мәліметтерін қорытындылайық, серпентиниттан магнийдің негізгі массасы алғашқы екі сағат ішінде сілтісіздендіріледі. Ж:Т 3,5:1 және 3,0:1 дейін төмендеген кезде, әрине өнім ерітіндісінің рН деңгейі өседі, өйткені бастапқы пульпада күкірт қышқылының мөлшері төмендейді.

Ж:Т = 3,5:1 кезде пульпада ерітіндінің рН 1,269 дан 1,357 дейін өседі, ал Ж:Т = 3:1 кезде ерітіндінің рН 1,33 тен 1,77 дейін көтеріледі.

Бір сатылы сілтісіздендіру процесі үшін Ж:Т = 3:1 болғанда ең қолайлы жағдай болып саналады. Бұл жағдайда ерітіндіні қалдықтардан тазарту үшін және магнийлі тауар өнімін алу бойынша технологиялық операцияларды жүргізу үшін ерітіндінің рН мәні 1,77 тең болса қолайлы болып саналады. Күкіртті қышқылды ерітіндісіне серпентиниттан магнийді сілтісіздендірудің негізделген ұзақтылығының қорытындысы.



8 Сурет - Ерітіндіде әр түрлі Ж:Т қатынастары кезінде магний мөлшерінің сілтісіздендіру уақытына тәуелділігі

Алты сағаттық сілтісіздендіру кезінде серпентиннің құрағыштарының әрекеті 7 кестеде көрсетілген, талданған қосылыстар Fe, Ni, Cr, Ca, Si и Al негізінен бір сағат ішінде ерітіндіге айналады. Одан кейінгі уақыт аралығында қосылыстардың құрамы айтарлықтай өзгеріске ұшырамайды және негізінен сілтісіздендіру кезінде ерітіндіні буландыру деңгейімен анықталады.

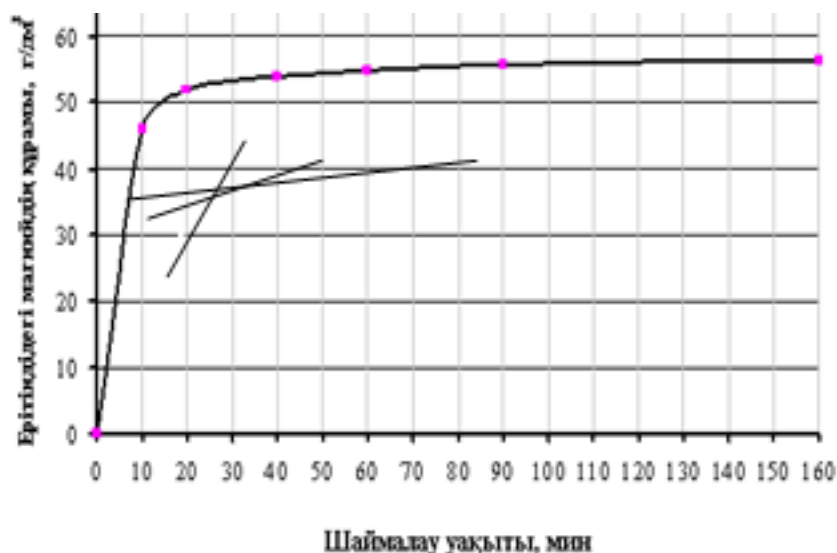
7 Кесте - Өнімді алты сағаттық сілтісіздендіру кезіндегі ерітіндінің құрамындағы концентрацияның өзгерісі

Шаймалау ұзақтылығы, сағ	Элементтердің құрамы						
	Mg, г/дм ³	Fe, г/дм ³	Ni, мг/дм ³	Cr, мг/дм ³	Ca, мг/дм ³	Si, г/дм ³	Al, г/дм ³
1,0	56,64	5,84	348,34	116,84	574,7	<0,1	0,30
1,5	58,94	6,12	361,5	121,5	465,8	<0,1	0,32
2,0	60,06	6,3	360,32	124,6	466,48	<0,1	0,32
3,0	61,8	6,9	387	132,34	547,4	<0,1	0,37
4,0	62,8	7,3	401,5	137,0	555,72	<0,1	0,37
6,0	63,3	6,92	374,6	128,18	493,84	<0,1	0,39

Сілтісіздендіру уақытына байланысты сульфатты ерітіндіге магнийді алу тәуелділігі бойынша мәліметтер 9 суретте көрсетілген.

Суретте процесс қарқынды түрде жүретіні көрсетілген және шамамен 1 сағат ішінде ерітіндіге магнийдің негізгі көлемі алынады. Одан кейін магнийді алу процесі баяулайды.

Ж:Т = 3:1 қатынасы кезінде сілтісіздендіру уақытына байланысты ерітіндідегі магнийдің мөлшерінің тәуелді графигінен сульфатты ерітіндіге магнийді сілтісіздендіру жылдамдығы есептелі (9 сурет).



9 Сурет - Сілтісіздендіру процесінде өнім ерітіндісінің құрамындағы магнийдің өзгерісі

Бұл графиктен $\tau = 10; 14; 20$ мәндерімен қисық сызықта 4 нүктеде Ж:Т = 3:1 кезінде 250 г/дм^3 концентрациясы бар күкірт қышқылы ерітіндісімен және 40 минут қарапайым химиялық кинетика әдісімен хризотил-асбестті сілтісіздендіру реакциясының жылдамдығының (V) мәндері есептелінді. Қисық сызықтың нүктелеріне абцисса осіне параллель түзу және жанасатын түзу сызықтар жүргізілді, олар өзара бірнеше қашықтықтан кейін ордината осінің параллельді түзу сызықтарымен қосылады. Алынған үш бұрыштардан сілтісіздендіру процесінің басынан осы уақытта дейінгі химиялық реакцияның жылдамдығын есептедік:

$$V = dC/d\tau = \operatorname{tg}\alpha \quad (16)$$

мұндағы α - абцисса осіне жанасатын сызықтың бұрышы.

3 Қауіпсіздік және еңбекті қорғау

Дипломдық жұмыстың зерттеу жұмыстары «Қазақстан Республикасы минералдық шикізатты кешенді өңдеу бойынша ұлттық орталықтың» «Электрохимиялық өндірістер технологиясы» зертханасында орындалды. Ол зертханада адамның денсаулығы мен жұмыс істеу қабілетіне ықпал етуші факторларға жататындар [20]:

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

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

- жабдықтарға химиялық активті орта әсері мүмкіндігінен туындайтын, жоғары қауіптіліктің салдарынан электр тогінен түсіп қалу .

Жоғарыда айтылғандармен байланысты кейбір қолайсыз факторларды атап айту қажет:

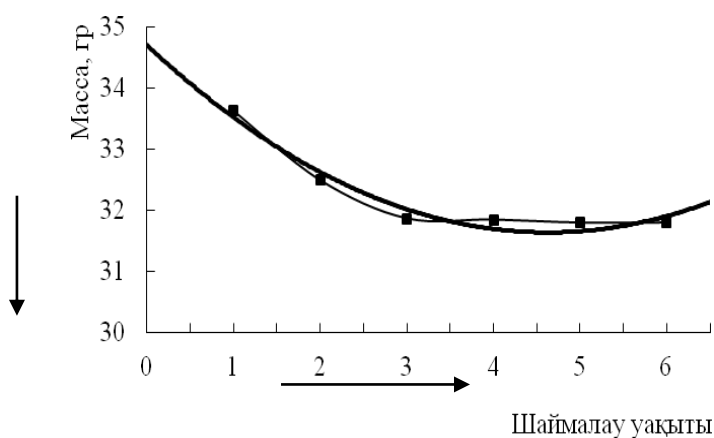
- қышқылдар және сілтілер ерітінділерімен дұрыс жұмыс істемеген кезде терінің және дем алу жолдарының күйіп қалуы;
- пешпен және ыстық үлгілермен жұмыс істеу кезінде, электржабдықтардың ақаулығы және қысқа тұйықталу болған кезде өрттің пайда болу мүмкіндігі [20].

4 Экономикалық бөлім

Ғылыми-зерттеу жұмыстарын, яғни серпентиннен магнийді сірлтісіздендіру процесін зерттеуді термостатта, 30-90 °С температура интервалы аралығында сілтісіздендіру процесінің технологиялық параметрлерін өзгерту кезінде, бастапқы ерітіндіде күкірт қышқылының концентрациясы 125-250 г/дм³, сілтісіздендіру процесінің ұзақтылығы 180-300 минут аралығында жүргізіледі.

Алынған тәуелділіктердің аппроксимация (корреляция) коэффициенті R^2 алынған теңдеудің эксперименталдық тәуелділіктермен сәйкестігін көрсетеді. R^2 мәні бірге жақындаған сайын, алынған теңдеу экспериментке соншалықты баламалы және дұрыс болады [21]. Математикалық теңдеуді оптималдай отырып процесті жүргізудің оптималды жағдайын анықтауға және экономикалық есептеулер үшін оптималды мәліметтер алуға болады.

Төменде серпентиннен магнийді сірлтісіздендіру үшін жүргізілген кептіру процесі кезіндегі алынған тәуелділіктің математикалық өңдеуі берілді (10 сурет). Алынған тәуелділік корреляция R^2 коэффициенті алынған тәжірибе мәндерімен сәйкестенгенін байқаймыз. Неғұрлым, корреляция коэффициенті R^2 бірге жақын болса, соғұрлым алынған теңдеуіміз адекватты және дұрыс дегенді білдіреді. Бұл графиктарға қарай отырып, $y = f(x)$ функциясы полиномиалды түрде болатынын көреміз.



10 Сурет - Серпентиннен магнийді сілтісіздендіру үшін жүргізілген тәуелділіктің математикалық өңдеуі

Үлгі бойынша тренд сызығы мынаған тең:

$$y = 0,0358x^2 - 0,7346x + 35,401; R^2 = 0,9603$$

Корреляция коэффициентінің 0,9603 тең болуы алынған математикалық теңдеудің дұрыстығын көрсетеді [46].

ҚОРЫТЫНДЫ

Сонымен, орындалған дипломдық жұмыс бойынша келесідей қорытындылар жасауға болады:

Магнийқұрамды шикізаттарды өңдеу бойынша сауалдарының қазіргі кездегі күйіне талдау жүргізілді. Магнийді алу үшін негізгі көздері серпентин, магнетит және доломит болып табылады. Сонымен қатар магнийді асбест өндірісінің қалдықтарынан да алуға болады.

Сульфатты ерітінділерден магний сульфатын шаймалауға арналған зертханалық қондырғының сипаттамасы, химиялық талданудың және тәжірибенің әдістемелері келтірілген. Пайдаланылған өнімдер фракцияларының химиялық талдануы жүргізілді.

Зертханалық тәжірибелерді жүргізген кездегі шаймалау процесінің параметрлері қарастырылды. Қышқылдың концентрациясы $100 - 150 \text{ г/дм}^3$ аралығында өзгерілді; қатынасы $\text{C:Қ} = (3-5):1$; температура $30-90^\circ\text{C}$ дейін және шаймалау ұзақтылығы $90-360$ минут. Орындалған зертханалық жұмыстардың экономикалық бағалануы жүргізілді.

Шаймалау процесінің келесідей тиімді параметрлері анықталды. Қышқылдың концентрациясы $130 - 150 \text{ г/дм}^3$; қатынасы $\text{C:Қ} = 3:1$; температура 80°C ; шаймалау ұзақтылығы – 2 сағат. Осы шарттармен ерітіндіге өтетін магний сульфатының бөліну дәрежесі 80% артады.

Жұмыста еңбек қорғаудағы қауіпті және зиянды өндірістік факторлар, өндірістік санитария және оның ішінде микроклиматтық шарттары, ағымды-сорғыш желдеткішті, электр қауіпсіздігі, жарықтандыруды ұйымдастыру, жұмыс орнындағы шу деңгейі, жеке қорғаныс шаралары, өртке қарсы шараларына талдаулары қарастырылды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Щелкогонов А.А., Гулякин А.И. и др. Магний из отходов производства асбеста // Металлургия легких и тугоплавких металлов. М.: Наука-2008. – С.177-181.
- 2 Позин М.Е. Технология минеральных солей (удобрений, пестицидов, промышленных солей, окислов и кислот). – Л.: Химия, 1974., Ч.І, С.263-310.
- 3 Худайбергенов Т.Е. Металлургия легких металлов. – Алматы; 2001. – 235с.
- 4 Pat. 2330142 USA. Method and apparatus for producing magnesium / L.M. Pidgeon; publ. 21.09.43.
- 5 Локшин М.З., Макаров Г.С. Состояние и перспективы производства и применения магния // Цветные металлы. – 2006. - №5. – С.46-54.
- 6 Локшин М.З., Макаров Г.С. Состояние и перспективы производства и применения магния // Цветные металлы. – 2000. - №11-12. – С.93-98.
- 7 Сиваш В.Г., Перепелицин В.А. и др. Плавленный периплаз. – Екатеринбург: Уральский рабочий, - 2001. – 584с.
- 8 Исследование, разработки и опытно-промышленные испытания солянокислотной технологии производства карналлита из асбестовых отходов АО «Костанайские минералы» для организации совместного предприятия: отчет НИР/ РГП «НЦ КПМС РК». – Алматы, 2009. - 27с.
- 9 Патент. 2285666 РФ Способ химической переработки магний-силикатсодержащего сырья / Григорович М.М., Кузин Д.Е.; опубл. 20.10.2006, Бюл. № 29.
- 10 Патент. 2290457 РФ. Способ комплексной переработки силикатов магния / Щелкогонов А.А., Мальцев Н.А., Гулякин А.И., и др.- Опубл.27.08.2006.
- 11 Переработка магнийсодержащих растворов выщелачивания отходов асбестового производства с получением целевых продуктов: отчет НИР/ РГП «НЦ КПМС РК». – Алматы. – 2010. -33с.
- 12 Патент. 2159739 РФ Способ получения оксида магния из серпентизированного ультрабазита / Александров Ю.Ю., Олейников Ю.В.- Опубл. 27.11.2000.
- 13 Патент 2128626 РФ. Способ получения оксида магния / Мазалов В.М., Дворник В.П. и др.- опубл.10.04.1999.
- 14 Патент. 2209780 РФ Способ получения чистого оксида магния / Александров Ю.Ю., Парамонов Г.П. и др.- опубл. 20.09.2002.
- 15 Патент. 2038301 РФ Способ получения оксида магния / Велинский В.В., Гусев Г.М.- Опубл. 27.06.1995.
- 16 Жарменов А.А., Джарлкаганов У.А. Современное инновационное недропользование на основе ресурсосберегающих малоотходных технологий // Проблемы индустриально-инновационного развития горнодобывающих отраслей промышленности и мировая геополитика освоения хризотилового волокна. – Житикара, 2010. – С.24-31.