

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау кен - металлургия институты

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

Мәннап Некежан Серікұлы

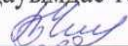
«Магний сульфатының төменгі температураларға дейін суытқан кездегі кристалдануы» тақырыбына

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Мамандығы 5В070900 – 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, жылутехникасы және арнайы материалдардың
технологиялары кафедрасы

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

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

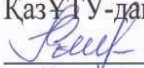
«Магний сульфатының төмен температураға дейін суытқан кездегі
кристалдануы»

Мамандығы 5B070900 – Металлургия

Орындаған:

Мәннап Н.С.

Жетекшісі:

ҚазҰТУ-дан: техн. ғыл. канд.
 Коныратбекова С.С.
« 14 » мамыр 2019 ж.



Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау кен-металлургия институты

Металлургиялық процестер, жылутехникасы және арнайы материалдардың технологиялары кафедрасы

5B070900 – Metallургия

БЕКІТЕМІН

М.П.Ж және АМТ кафедра
менгерушісі PhD докторы,
техн.ғыл.кандидаты,
қауымдас-ған профессор

Чепуштанова Т.А.

2019 ж.



**Дипломдық жұмысты даярлауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Мәннап Некежан Серікұлы

Тақырыбы: «Магний сульфатының төменгі температураға дейін суытқан кездегі кристалдануы»

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

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 2019 жылғы «15» мамыр

Дипломдық жұмыстың бастапқы белестері: өнім $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ сәйкес, асбест қалдығын шаймалау, сүзу, шаю, темір, никель, хром қоспаларынан тазартудан; магний сульфатын төмен температураға дейін суытып кристалдандыру.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі

а) критикалық талдауда жұмыстың өзектілігі, оның тәжірибеде маңыздылығы қарастырылды, магний сульфатының қасиеттері, алынуы және қолданылуы бойынша ғылыми әдебиеттерге шолу жасау

б) эксперименталды бөлімінде күкіртқышқылды ерітінділерден $MgSO_4$ кристалдануының тиімді параметрлерін анықтау бойынша тәжірибелердің нәтижелерін көрсету;

в) жұмыстың экономикалық тиімділігін есептеу

г) еңбекті қорғау бөлімінде қауіпті және зиянды факторлар қарастырылды

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)


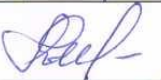
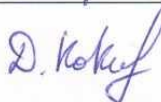
Сызба материалдарының 14 слайдта көрсетілген

Ұсынылған негізгі әдебиет 19 атаудан тұрады

Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен, кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
Кіріспе	5.02.2019	
Критикалық талдау	19.02.2019	
Тәжірибелік бөлім	9.04.2019	
Экономикалық бөлім	27.04.2019	
Еңбекті қорғау	27.04.2019	
Қорытынды	23.04.2019	
Қалып бақылау	4.05.2019	

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
Экономика бөлімі	С.С. Коныратбекова т.ғ.к., сениор-лектор	6.05.2019	
Еңбекті қорғау бөлімі	С.С. Коныратбекова т.ғ.к., сениор-лектор	7.05.2019	
Норма бақылау	Д.К. Көккөзов техника және технология магистрі	14.05.2019	

Ғылыми жетекші _____  _____ Коныратбекова С.С.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____  _____ Мәннап Н.С.

Күні _____ «11» _____ 02 _____ 2019 ж.

АНДАТПА

Дипломдық жұмыс тапсырмадан, кіріспеден, 4 тараудан, қорытындыдан және қолданылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Жұмыс дербес компьютерде терілген 29 бетте баяндалған және оның құрамына 17 суреттер, 11 кестелер кіреді. Қолданылған әдебиеттер тізімі 19 атаудан тұрады.

Дипломдық жұмыстың мақсаты – күкіртқышқылды ерітінділерден магний сульфатын кристалдау процесінің кейбір тиімді параметрлерін анықтау.

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

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

Сонымен қатар, жұмыста қоршаған ортаны қорғауға қатысты және жеті сулы магний сульфатын кристалдау процестерінің экономикалық көрсеткіштері қарастырылды.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа состоит из задания, введения, 4 глав, заключения, списка использованной литературы. Работа изложена на 29 страницах компьютерного набора, включает 17 рисунков, 11 таблиц. Список использованной литературы содержит 19 наименований.

Цель дипломной работы - определить некоторые оптимальные параметры процесса кристаллизации $MgSO_4$ из сернокислых растворов.

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

В работе приведены результаты опытов по определению некоторых параметров процесса кристаллизации: исходной концентрации $MgSO_4$ в растворе, температуры, продолжительности процесса, введения затравки.

В работе также рассмотрены разделы, касающиеся охраны окружающей среды и экономические показатели процесса кристаллизации.

ANNOTATION

Thesis consists of tasks, introduction, chapters, conclusion, and bibliography. Work 29 on the pages of a computer set includes 17 figures, 11 tables. The list of references contains 19 names.

The aim of the thesis - to determine some optimal parameters of the process of crystallization of MgSO_4 from sulfuric acid solutions.

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

The paper presents the results of experiments to determine of some crystallization parameters: initial concentration of MgSO_4 in solution, temperature and duration of the process, seeding.

This work also addresses topics related to the environment and economy of the process of cementation.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	9
1	Критикалық талдау	10
1.1	Магнийдің таралуы және өнеркәсіптік бөлініп алынуы	11
1.2	Кристаллдарды өсіру әдісін таңдау	12
2	Эксперименттік бөлім	15
2.1	Технологиялық сұлба	15
2.2	Зерттеу әдістері	17
2.3	Күкіртқышқылды магнийдің химиялық талдануы	19
2.3.1	Комплексонмен титрлеу әдісі	19
2.3.2	Ерітіндіні 0 °С дейін суыту әдісімен $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ алу	20
2.4	Тәжірибелік мәліметтер	20
3	Экономикалық бөлімі	23
3.1	Зерттеуге кететін шығын мөлшері	23
3.2	Негізгі және қосалқы материалдар шығынын есептеу	23
3.3	Пайдалылық және зерттеудің экономикалық тиімділігінің есебі	24
3.4	Техникалық –экономикалық көрсеткіштер	26
4	Еңбекті қорғау	27
4.1	Еңбекті қорғау заңдары мен зиянды және қауіпті өндірістік факторлардың анализі	27
	Қорытынды	28
	Қолданылған әдебиеттер тізімі	29

КІРІСПЕ

Магний – табиғатта ең көп таралған химиялық элементтердің бірі, құрамы бойынша жер қабығында сегізінші орынды алады. Бірақ жоғары химиялық белсенділігі арқасында еркін түрде кездеспейді және тек түрлі қосылыстар құрамында болады: силикаттары хлоридтері, карбонаттар және сульфаттар. Магнийдің тотықтанған қосылыстарының көбі тау-жыныс түзуші минералдар болып табылады. Магнийді өндіру үшін өнеркәсіптік шикізаттың негізгі түрлері: карналлит, магнезит, доломит, брусит, теңіз суы және өзендік су. Сульфаттар мен магний силикаттары магнийді алу үшін әлі өнеркәсіптік масштабтарда қолданылмайды, дегенмен силикаттар перспективтік магнезиалдық шикізат ретінде үлкен қызығушылық тудыруы мүмкін.

Серпентинада ($3\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$) магний құрамы массалардың 26 % құрайды. Асбесттік минералдар магнийдің, темірдің, кальций мен натрийдің $\text{Mg}_6(\text{Si}_4\text{O}_{11})\text{OH}_6\cdot\text{H}_2\text{O}$; $2\text{Na}_2\text{O}6(\text{Fe},\text{Mg})\text{O}\cdot 2\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot 17\text{SiO}_2\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ сулық силикаттарын тудырады. Магнийдің үлкен құрамымен және басқалары асбесттік өндірістің құраушы кондицияға сәйкес емес қалдықтар болып табылады.

Құрылыстық және химиялық өнеркәсіптік маңызды материалдардың бірі ретіндегі асбестті өндіру таралған өндіріс болып табылады. Асбесттік өндірістің дамуы қорғаныс өнеркәсібі және техниканың жаңа салаларымен әрдайым байланысты. Космосты игеру, ракеталық қорғаныс қалқанын құру үшін жоғары температураға, жылдамдыққа және қысымға шыдамды материалдар керек. Берілген тапсырманы шешуде хризотил-асбест табиғатты минералына қазіргі уақытқа дейін балама жоқ.

Асбест өнеркәсіптің түрлі облыстарында қолданылады, таза түрінде де, басқа материалдардың қосылысымен де – цементпен, матамен, картонмен.

Соңғы уақытта тұрмыстық техника мен тұрмыстық қолдану тауарлар, автомобиль жасау және құрылыс үшін қорытпалар өндірісімен байланысты магнийді қолдану жаңа облыстар қатары пайда болды.

Магнитті қосылыстарға бағалар өсіп жатыр. 2009 жылы $\text{MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ техникалық сульфат үшін бағасы 700 \$/т асады, ал «ЧДА» маркалы өнімдері үшін 2000 \$/т дейін. Магний оксиді құрылыста қолданылатын оксид үшін 450 \$/т ден фармакопияда қолданылатын оксид үшін 4000 \$/т дейін өзгереді.

Дипломдық жұмыстың мақсаты – магнийқұрамды қосылыстардың асбесттік қалдықтарынан және шикізаттарынан металдық магнийді алу мүмкіндігін анықтау.

Жұмыстың міндеттері - зерттеу бағытын негіздеу, кристалданудың кейбір технологиялық параметрлерін анықтау, орындалған зерттеулерді экономикалық бағалау, ЕҚ және ҚТ бойынша шараларды әзірлеу.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы күкіртқышқылды ерітінділерден $\text{MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ кристалдау процесі алғашқы рет жүргізілді, жүргізілген эксперименттер негізінде баламалы математикалық модель құрылды.

1 Критикалық талдау

Қазіргі уақытта әлемде әлемдік экономиканың өсуінің салдарынан шикізаттық өнімдер мен металдардың көбісінде дефициттің өсуі бақыланады.

Магний құрамды шикізат негізгі көздерінің бірі серпентиниттер болуы мүмкін – асбесттік кендер.

Ал 15 % дейін алынатын асбесттік шикізат үйіндіге айналады, себебі одан нарықта сұраныспен қолданылатын кондиционды өнімді алу мүмкін емес. Бұл факт қоршаған ортаға теріс әсер ететін үлкен үйіндіні құруды талап етеді [1]. Тіпті осы үйінділердің бөлігінің қысқаруы мен оларды аз қауіпті категорияға ауыстыру қоршаған ортаға теріс әсерін төмендетеді.

Кристалдар түріне қоспалардың әсері бойынша көптеген эксперименталды мәліметтер белгілі. Әсердің маңыздылығы шектердің өсу жылдамдығы ара-қатынасының өзгеруіне негізделген. Бұл шектің өзгеруіне әкеледі. Қоспалардың әсерінен кристалдық тордың құрылысы өзгермейтінін атап көрсетуге болады. Кристалдың сол немесе басқа кристалды-графикалық топқа жатқызылуы мүмкін. Ол шектердің сайлау адсорбциясына негізделуі және сұйық немесе қатты және т.б. фазада кристалданатын затпен қоспаның өзара ара-қатынасына байланысты болуы мүмкін. Қоспалардың әсер деңгейі кристалдар өсуіне ықпалы жоғары болуы мүмкін. Кейбір кезде кристалдың бейнесін өзгерту үшін құрамының 0,001 % немесе одан да аз болуы жеткілікті. Әсіресе, әртүрлі органикалық заттар қоспаларының әсері жоғары. Қоспалар іс-әрекеті форманың өзгеруімен байланысты болмаса да болады [2]. Олар өсуді тоқтатуы да немесе жоғарлатуы да мүмкін. Мұндай жағдайда кристалдың дамуына қоспаның әсерін зерттей отырып, оның өсу механизмі туралы айтуға да болады. Кристалдар өлшемдерінің ұлғаюы шектердің өсуі есебінде ғана жүрмейді, сонымен қатар кішкентай кристалдардың бірыңғай кангломератқа бірігуі нәтижесінде жүруі мүмкін. Олардың құрылуын зерттеу кезінде бақыланған кристалдар қатарының блок құрылысы түсіндіреді.

Қазіргі уақытта кристаллдың беттік қабатында жүретін процестерде еріткіштің белсенді рөлі анықталады, яғни еріткіш қоспа ретінде қарастырылатын болады. Екінші жағынан, бір таза компоненттен басқа компонентке өтетін араласқан кристалдардың үздіксіз қатарын беретін заттар бар. Олар да сол құрылымға кіруге құқылы, мысалы, жеті сулы Ni және Mg сульфаттар қолданылады. $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ерітіндісіне Ni-ді немесе $NiSO_4 \cdot 7H_2O$ ерітіндісіне Mg-ды енгізу осы тұздардың кристаллизациясына аса қатты әсер етпейді, мұндай заттар бір-біріне қоспа болып есептелмейді [3].

Еріткіш түсінігіне келетін болсақ, егер қатаң түрде анықтауға мүмкіндік берсе, бұл кристаллданатын фазаның мінсіз құрамы ортасында болатын барлық зат, сондықтан бұл осы немесе басқа деңгейде негізгі заттың ерігіштігін анықтайды. Еріткіш – орта құрамының алғы және басымды бөлігі болып табылады. Үшінші компоненттің кристалдарын өсіру үшін арналған, екі компонентті сұйықтықтың құрамдас бөліктері қоспа немесе еріткіш болатыны туралы сұрақты талқыламаса да болады.

Температура жоғарлауымен бірге концентрация флуктуациясы өседі және кристаллдың беткі қабатының тартылуы төмендейді. Бұл қаныққан ерітінділердің тұрақтылығының төмендеуіне әкеледі. Температура төмендеген кезде, әсіресе, тұтқыр ерітінді кезінде туындау мүмкіншілігі төмендейді және ерітінділердің шынылануына әкеледі. Мұндай ерекшелікті жоғары ерігіштік қасиеті бар ерітінділерге тән кейбір тұздардың сулы ерітінділері көрсетеді (мысалы, сегнетті тұздар ерітінділері). Аморфты жағдайға кристаллданбай-ақ көптеген органикалық қосылыстар ерітінділері жеңіл өтеді – бірінші кезекте күрделі молекулалары бар қосылыстар, мысалы сахароза [4].

Әдетте негізгі заттың ерігіштігін еритін қоспаларды қосу арқылы жоғарлату ерітінділердің тұрақтылығын өсуіне мүмкіндік береді. Ерігіштіктің төмендеуі кері әрекетке әкеледі. Көрсетілген жолмен жаңа фаза түзілуінің мүмкіншілігін айқын өзгерту үшін қоспаның біраз мөлшері қажет. Бірақ, көп жағдайларда ерігіштікке айтарлықтай әсер етпейтін қоспалардың өте көп мөлшері жаңа фазалардың тууы жылдамдығын кәдімгідей өзгертеді. Сонымен, ауыр металдар иондары KH_2PO_4 ерітінділерінде туындау жылдамдығын шұғыл төмендетеді. Pb^{2+} иондары, сары қызыл түстес тұз, органикалық беттік активті заттар KCl ерітінділерінің спонтанды кристаллдануына кедергі тудырады [5]. Яғни, қоспалар кристаллды жаңа фазаларда адсорбцияланады, сосын олардың ары қарай өсуіне кедергі жасайды.

Араластыру, шайқау, үйкеліс кезіндегі механикалық әсерлер туындаудың мүмкіншілігін өте қатты жоғарлатады. Осы кезде неғұрлым әсер интенсивті болса, соғұрлым метатұрақты облыстың ені кіші болады. Метатұрақты облыстың кезкелген бөлігінде механикалық әсерге сәйкес келетін спонтанды кристаллизацияны тудыру мүмкіншілігі туралы ой-пікірлер айтылған. Қатты денелердің үйкеліс және күшейту күші жаңадан түзілген белсенді беттік қабаттағы механикалық қоспаларды туғызатыны анық және сол жерде жаңа фазалар туындауы мүмкін. Қозғалысқа және дірілге сәйкес әсер анықталмаған жағдайда қалады [6].

Кристаллдарды өсіру кезінде ерітіндіні араластырудың паразиттелу мүмкіншілігі айтарлықтай ұлғаяды. Сондықтан, араластырудың аса жоғары жылдамдығынан қашықтықта болу қажет.

1.1 Магнийдің таралуы және өнеркәсіптік бөлініп алынуы

Магний кристалдық тау-кен жыныстарында ерімейтін карбонаттар немесе сульфаттар түрінде, сонымен қатар (сирек кездесетін нысаны) силикаттар түрінде болады. Оның жалпы мөлшерін бағалау қолданылатын геохимиялық модельге тәуелді болады, атап айтқанда, жанартаулық және шөгінді тау-кен жыныстарының салмақтық қатынастарына байланысты. Қазіргі кезде 2-ден 13,3 % дейінгі мән қолданылады. Ең қолданбалысы 2,76 % деп есептеледі, бұл оны таралуы бойынша натрий (2,27 %) мен калийдің (1,84 %) алдында, кальцийден соң (4,66 %) алтыншы орынға қояды [7].

Италияның Доломитті Альпасы сияқты, құрғақшылықты үлкен аймақтар

негізінен доломит минералынан $MgCa(CO_3)_2$ тұрады. Ол жерде магнезит $MgCO_3$, эпсомит $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, карналлит $K_2MgCl_4 \cdot 6H_2O$ және лангбейнит $K_2Mg_2(SO_4)_3$ сияқты шөгінді минералдар да кездеседі [8].

Доломит қабатты қыртыстар басқа аудандардан да табылады, оның ішінде Ресейдің Мәскеу және Ленинград областарында. Магнезиттің бай кен орындары Орталық Оралдан және Орынбор областарында табылған. Соликамскі қаласының аймағында карналлиттің ірі кен орыны өңдеуге дайындалуда. Магний силикаттары базальттық минерал оливинмен $(Mg,Fe)_2(SiO_4)$, сабынды таспен (талық) $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$, асбестпен (хризотил) $Mg_3Si_2O_5(OH)_4$ және слюдамен беріледі. Шпинель $MgAl_2O_4$ бағалы тастар қатарына жатады [9].

Магнийдің үлкен бөлігі теңіздердің, океандардың суларында және табиғат сұйықтықтарында болады. Кейбір елдерде магнийді алудың осылар шикізаты болып табылады. Теңіз суларындағы мөлшерлері бойынша, металдық элементтер ішінен, ол тек натрийдан кейін тұр. Теңіз суының әрбір кубометрінде 4 кг жуық магний бар. Магний тұщы суда да болады, ол кальциймен бірге оның қатандығын анықтайды. Магний хлорофилдер құрамына кіретіндіктен барлық уақытта өсімдіктерде де болады.

1.2 Кристаллдарды өсіру әдісін таңдау

Кристаллдарды өсіру әдісі келесі жағдайларда анықталады:

- 1) сол заттың ерігіштік сипаты;
- 2) еріткіш пен заттың физика-химиялық ерекшеліктері (ұшқыштық, химиялық тұрақтылық және т.б.);
- 3) әдістердің мүмкіншілігін есепке ала отырып, бір текті кристаллдың қажетті өлшемдері және өсу кезіндегі сол заттың «тәлкегі»;
- 4) зертханада қамтамасыз етілген техникалық мүмкіншіліктер.

Ұсынылған бөлімдерді ретімен қарастырайық:

1. Ерігіштік сипаты және әдісті таңдау. Заттың ерігіштік сипаты туралы және оның өсіру әдістерінің байланысы туралы айтылғанда, көбінесе келесі сөздер пайдаланылады: «жақсы ерігіштік», «нашар ерігіштік», «температураға толық тәуелділік» және т.б. Бұл түсініктерді анықтау үшін олардың ерігіштігі бойынша және ерігіштіктің температуралық коэффициенті бойынша заттың градиациясы ұсынылады [9].

Ерігіштік бойынша градиация ерітетін заттың г/100 г: а) аз (1-ден кіші); б) орташа (1-ден 10-ға дейін); в) үлкен (10-нан 100-ге дейін); г) өте үлкен (100-ден жоғары).

Ерігіштіктің температуралық коэффициенті бойынша градиация, г/°С·100 г ерітетін зат): а) аз (ерігіштіктің температурадан аз тәуелділігі) – 0,001-ден аз; б) орташа (ерігіштіктің температурадан шамалы тәуелділігі) – 0,001-ден 0,1-ге дейін; в) үлкен (ерігіштіктің температурадан үлкен тәуелділігі) – 0,1-ден жоғары.

Мұндай жіктеудің барлық шарттылығы анық, оның қатаң қолданбалы сипаты және уақыт өте келе әдістердің дамуы бойынша барлық көрсетілген шекаралар өзгереді.

Өсіру әдісін таңдау ерігіштікке және ерігіштіктің температуралық коэффициентіне байланысты 9 суретті қолдануға болады. Бұл жерде логарифмдік масштабтағы осьтер бойынша 5-65 °С температурада алынған мысал ретінде өсірілген 25 зат таралады. Сызықтар бағыты температураның өсуімен қатар параметрлерді өзгерту бағытын көрсетеді. Сызықтардың басы және аяғы көрсетілген температуралар кезіндегі параметрлерге сәйкес болу керек.

Координаттар орталығынан өтетін диагональды сызықтың жоғарғы және сол жағында ерітінділер құрамы айтарлықтай мүмкін емес: ерігіштікпен салыстыру бойынша ерігіштіктің төтенше жоғары температуралық коэффициенті. Қалған басқа сызықтар параметрлер облыстарын шектейді, олардың арқасында көптеген заттарды өсіру тәжірибесі негізінде сол немесе басқа әдістермен кристаллдарды өсіру қолайлы болып келеді [10].

Заттардың ерігіштігіне байланысты әртүрлі әдістерді қолдану аймақтарын қарастырамыз.

Егер ерігіштік еритін заттан аз 1 г/100 г болса ($\lg c < 0$), онда химиялық реакция кезінде кристаллизация әдісімен кристаллдарды өсіруге болады. Сәйкес келетін шекара 9 суретте кальций иодатын, қорғасын хлоридін, флюоритті, крокоитті, гипсты және т.б. заттарды өсіру тәжірибесі негізінде жүргізіледі. Бірақ, бұл шекара оң жаққа қарай ауысуы мүмкін [11]. Реакция үшін бастапқы заттарды таңдау қиындыққа түседі, олар синтезделетін затқа қарағанда жоғарғы ерігіштікке ие болады. Еритетін заттың 1 г/100 г ерігіштіктен бастап рециркуляция іднснн таңдау қол жетімді. Ерігіштіктің 5 г/100 г ($\lg c > 0,7$) жуық ерітіндінің булануы кезінде және концентрационды конвекция кезінде кристаллдарды өсіру мүмкін болады. Ерігіштіктің аз мағынасы үшін булану және концентрационды конвекция кезінде кристаллизация әдістерін қолдануға болады, бірақ рационалды емес, себебі, процесс өте баяу жүреді, ал булану кезінде кристаллизация әдісінде ерітіндінің көп көлемі қажет және паразиттені қаупі жоғарлайды. Өйткені, булану ерітіндінің беткі қабатында жүреді, ал кристалл оның түбінде жатады және неғұрлым кристалл мен беткі қабаттың арасындағы арақашықтық үлкен болса, соғұрлым кристаллдың жанындағы қанығумен салыстырғанда беткі қабаттың қанығуы жоғары болады (еріксіз араластыру болмаған жағдайда) [12].

Температураның өзгеруі кезінде, еріткіштің 200 г/100 г жуық ерігіштігі кезінде кристаллизация әдісін қолдану аймағын шектейтін көлбеу сызығы келесі түсінік бойынша жүргізілен: мұндай концентрация кезінде өсірудің басқа әдістерін қолдану мақсатты болып табылады, себебі, ерітіндіні дайындауға заттың көп мөлшері жұмсалады. Шектейтін сызық көлбеу болып келеді, себебі, неғұрлым ерігіштік жоғары болса, соғұрлым ерігіштіктің жоғары температуралық коэффициенті кезінде осы әдісті қолдану мақсатты болып табылады. Сонымен, йод қышқылын және сахарозаны температура өзгеру

кезіндегі кристаллизация әдісімен емес, ал ерітіндіні буландыру және концентраторды конвекция кезіндегі әдістермен өсіру қолайлы деп саналады.

Ерігіштіктің температуралық коэффициентіне байланысты әдістерді қолдану аймақтары келесі түрде орналасады.

Ерігіштіктің температурадан нөлдік тәуелділігі температура мен конвекцияның өзгеруі кезінде кристаллизация әдістерін қолданудың түбегейлі мүмкін еместігін көрсетеді. Егер ерігіштіктің температуралық коэффициенті $0,001 \text{ г}/(\text{еріткіштің } ^\circ\text{C} \cdot 100 \text{ г})$ ($\lg \beta > -3$) жоғары болса, конвекционды әдіспен кристаллдарды өсіруге болады. Процесс баяу жүреді, бірақ мұндай температуралық коэффициенті бар заттар үшін өсіру әдістерін шектеулігіне келесіні қолдануға тура келеді. Егер ерігіштіктің температуралық коэффициенті $0,05 \text{ г}/(\text{еріткіштің } ^\circ\text{C} \cdot 100 \text{ г})$ (натрий броматы, аммоний хлориді) жететін болса, температураның өзгеруі кезінде әдісті қолдану мүмкін [13].

Кристаллизация әдістері үшін химиялық реакциялар кезінде және булану кезінде ерігіштіктің температуралық коэффициентінің маңызы жоқ. Концентраторды конвекция әдісін алатын болсақ, неғұрлым заттың ерігіштігінің температуралық коэффициенті жоғары болса, соғұрлым өсіру процесін интенсификациялау жеңіл болады. Сондықтан, ерігіштікпен салыстырғанда бұл әдісті қолдану аймағын шектейтін сызық негізінде жоғары және солға қарай бұрылу қажет. Бірақ, мәліметтердің аздығынан толығымен тура жүргізілген жоқ, тек графикте көрсетілген [14].

Әдістерді пайдаланудың көрсетілген шекаралары бағытталған, себебі, ерігіштіктің температуралық коэффициентінен жоғарғы ұсынылған, бірақ аз кезінде және температураның өзгеруі кезінде кристаллдарды өсіруге болады. Мұндай жағдайда ерітіндінің айтарлықтай көп мөлшерін алу қажет немесе өсіру процесінде салыстырмалы шектерде температураны төмендету қажет. Бірақ, кейбір кезде сол немесе басқа түсініктер бойынша солай істеу қажет. Бекітілген шектер белгілі мөлшердегі кристаллға қол жеткізу үшін әдістердің арасындағы тиімді әдісті таңдап алуды көрсетеді, бірақ негізінде ірі бір текті кристаллдарды әртүрлі әдістермен алуға болады.

2 Эксперименттік бөлім

2.1 Технологиялық сұлба

Қалдықтардан магнийді алу технологиясы магнийді шаймалау, ерітінділерді қоспалардан тазалау, магний қосылыстарын кристалдау мен термиялық өңдеу және металдық магнийді алу операцияларын қосады.

Хризотил-асбестті өндегеннен кейінгі қалдықтардағы магнийдің шаймалануын концентрациясы $\text{H}_2\text{SO}_4 \sim 220-250$ г/л, пульпаның температурасы $80-90$ °С, қатынасы С:Қ = 4-5:1 болатын күкіртқышқылды ерітіндімен 5 сағат аралығында өткізді. Қалдықтардың 1 тоннасына қышқылдың 1 тоннасын жұмсау керек екен. Осы шарттардағы ерітіндідегі магнийдің құрамы 50 г/л дейін жетеді, ол магниймен қаныққан ерітіндінің мәніне жақын болады. Шаймаланатын ерітіндідегі қоспалардың құрамында 3-5 г/л дейін темір және 0,5 г/л дейін алюминий, кремний, кальций, никель және хром тотықтары болады.

Қоспалардан ерітіндіні рН 8-9 болғанға дейін сілтілі ерітіндімен нейтрализациялау жолымен тазалайды, не болмаса асбест қалдығының жаңа порциясын қайталап шаймалау немесе цементтеу жолдарымен де тазалауға болады.

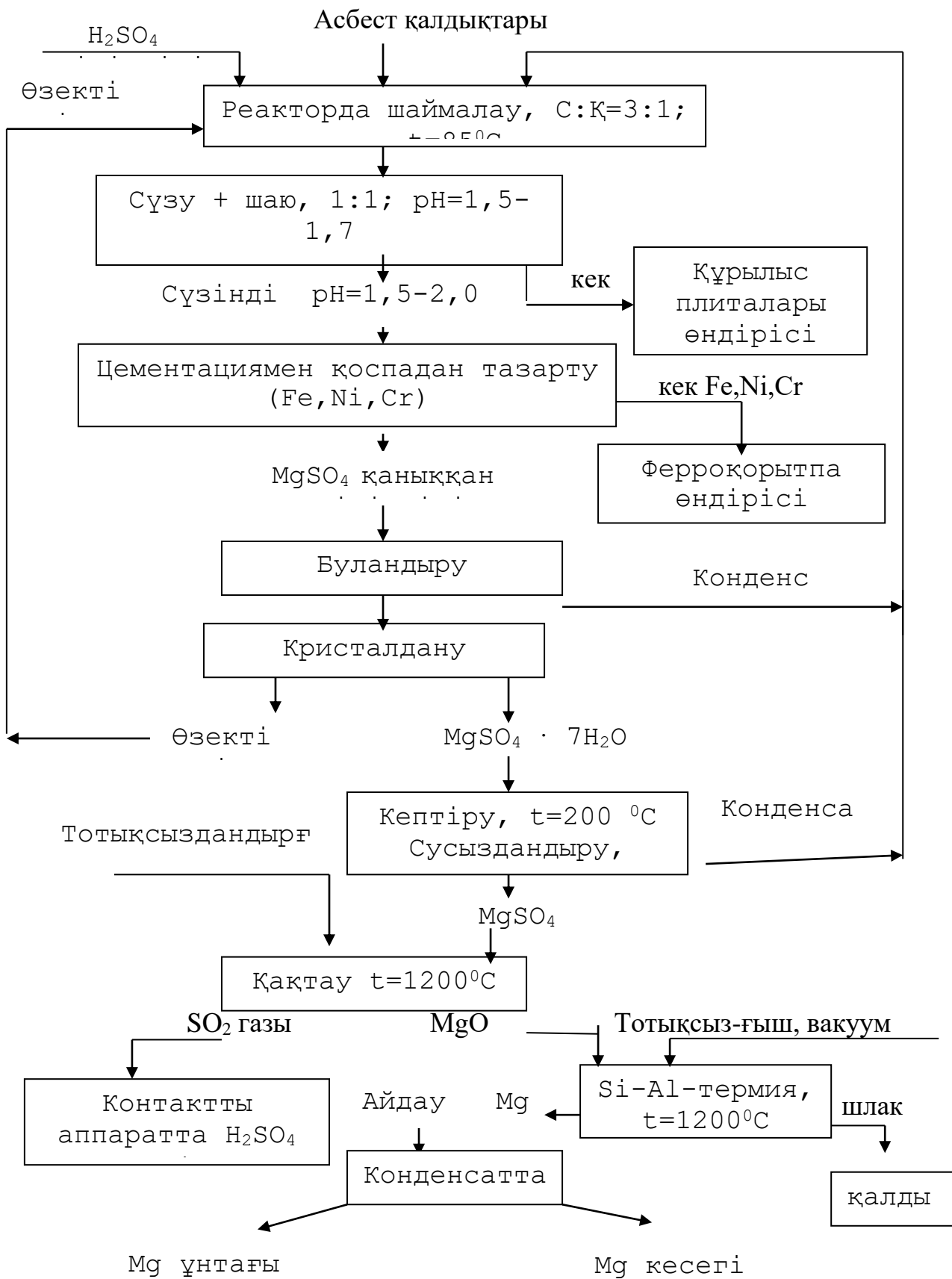
Сульфатты ерітіндіні сілтімен нейтрализациялаумен жақсы сүзілетін сульфаттардың құрамы 20 % дейін жеткізілетін магний гидрототығының тұнбаларын алуға мүмкіндік бермейтінін айтып өткен жөн. Тұнбадағы құрамы 0,1 % дейін болатын натрий сульфатын тек С:Қ = 1:1 қатынасымен екі есе репульпациялағаннан кейін ғана жоюға болады.

Сульфатты ерітінділерді аммиакпен нейтрализациялау магний гидрототығының өте жақсы сүзілетін және сульфаттың мөлшері аз болатын тұнбасын алуға мүмкіндік береді. Бірақ магнийдің 20 % аналық ерітіндіде қос тұздар түрінде қалып қалады және оларды ыдырату қиынға соғады.

Фильтрлеу жылдамдығын 2-3 есеге дейін көтеру үшін пульпаға Магнафлок 351 немесе Д-флок 5159 коагулянттарын қосатын.

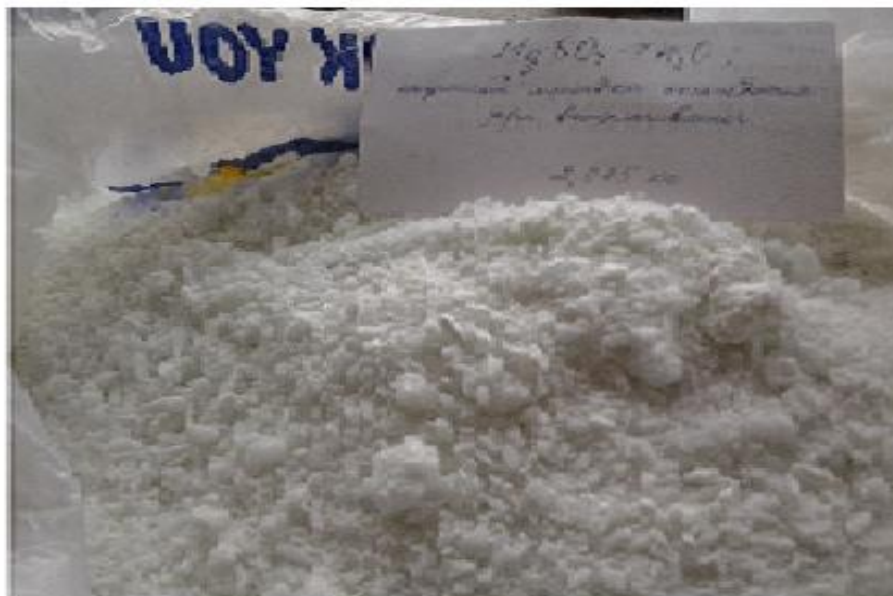
Сульфатты ерітінділердегі магний сульфатты ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) ерітінділерді 50-60 % дейін буландыру және $20-22$ °С температурасымен 6-8 сағат аралығында өнімді кристалдау жолдарымен алады. Температурасы 250 °С кезінде сусыздандырылған магний сульфаты «таза» маркасына сәйкес келеді. Магний сульфатын 1200 °С қыздырғыаннан кейін «таза» маркалы тауарлы магний тотығын алады, ал күйдіру кезінде бөлінетін SO_2 газын белгілі технологиямен күкірт қышқылы алатын жерге бағыттайды, оны содан кейін асбест қалдықтарынан магнийді шаймалау кезіндегі процестің басына бағыттайды.

Күкірт қышқылын айналымға 70-80 % дейін қайтарылатынын есепке ала отырып $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ алу процесі рентабельді және технологиялық болады, ал оны қыздырғаннан кейін пайдалы магний тотығын аламыз.



2.1 Сурет – Хризотил-асбестті өңдеу қалдықтарынан магний мен оның қосылыстарын өндірісінің технологиялық сұлбасы

Қазірге кезде әлемдік экономиканың өсу салдарынан тауарлы магний өніміне тапшылықтың өсуі байқалады. «Таза» маркалы магний сульфатының жіберілетін құны шамамен бір тоннаға 700 АҚШ долларын, ал металдық магнийдің 1 тоннасының құны 5000-6000 АҚШ долларын құрайды.



2.2 Сурет – Магний сульфаты ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$)

Қазақстан Республикасының минералдық шикізатты кешенді қайта өңдеу жөніндегі ұлттық орталығындағы «Электрохимиялық өндірістер технологиясы» зертханасында хризотил-асбест өңделуінен кейінгі қалдықтарды ашудың күкіртқышқылды технологиясын өңдеу бойынша, магний сульфатының төменгі температураларға дейін суытылып кристалдануы бойынша зерттеулер жүргізіледі. Бұл жұмыста зерттеулердің магний сульфатының төменгі температураларға дейін суытылып кристалдануы бойынша нәтижелері келтірілген.

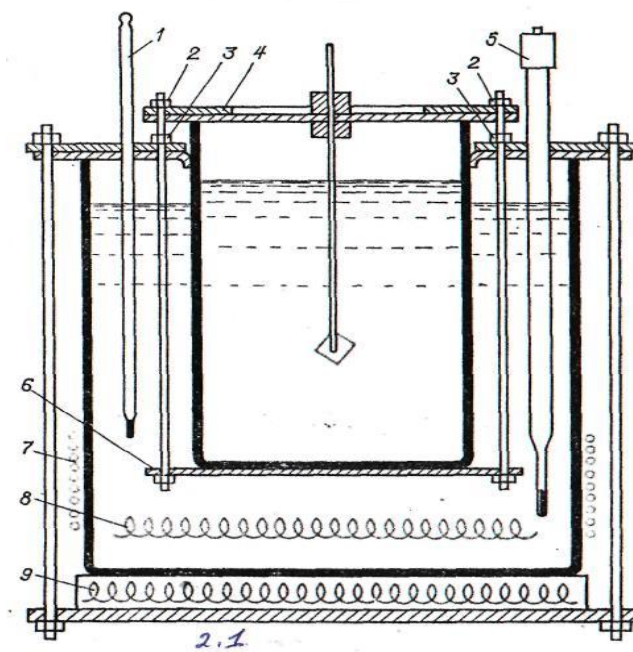
2.2 Зерттеу әдістері

Зерттеуге хризотил – асбест қалдықтарын шаймалап, оны 40 % дейін буландырғаннан кейінгі күкіртқышқылды ерітінді алынды. Химиялық талдаудың мәліметтері ерітіндіде $287,6 \text{ г/дм}^3 MgSO_4$ бар екенін анықтады.

Кристалдану изотермиялық шарттармен әртүрлі температурада өткізілді. Кристалданумен бірге жылулық эффектілер еріп жүргендіктен кейбір мезетте температураның тұрақтылығы бұзылатынын айтып өткен жөн. Бірақ берілген температурадан ауытқып кеткен температураның уақыты оншалықты үлкен емес.

Күкіртқышқылды магний ерігіштігі ($\text{г/100 мл } H_2O$) $40^\circ C$ – 44,7, $30^\circ C$ – 39,7; $20^\circ C$ – 35,1 және $10^\circ C$ – 30,4 болатын тұз болып келеді. Яғни

күкіртқышқылды магнийдің ерігіштігі температура арқылы өседі, бірақ оншалықты жылдам емес. Қажетті температураға ұстану үшін сұйықтық термостатын пайдалдық (2.3 сурет).



1– термометр; 2–бұрандылары; 3–бекіткіш; 4–қақпақ; 5–контактілі термометр;
6–тіреуіш; 7–футеровка; 8–қыздырғыш

2.3 Сурет – Сұйықтық термостаты

Кристалдағыш термостатқа орналасқан қабырғасы қалың цилиндр тәрізді шыны стақан түрінде болады. Кристалдағыш 6 тіреуішіне орнатылған. 3 бұрандасымен термостаттағы осы тіреуіштің күйі реттеледі. Кристалдағы 2 бұрандаларымен тартылған 4 қақпағының көмегімен герметикаланады. Термостаттағы кристалдағыштың тіреуішті қатыратын стерженьдер мен гайкалары тоттанбайтын болуы қажет. Термостат суында темір мен латуны комбинациясы болмау керек, өйткені темір тез тоттанып суды кірлетеді. Қолданыстағы температуралар кезінде қақпақтары мен тіреуіштері жиырылып қалмау керек, ылғалдылықтың әсеріне берік болуы керек, термостат стақанына қарай қысқан кезде деформацияланбау керек.

Термостатта кристалдағыштан басқа 1 термометрі мен 5 термореттегіші болады. Көрсетілген типтегі термостаттың температураға ұстану қателігі $\pm 0,05$ °С болады. Температураға ұстану дәлдігі сияқты температуралық алаңның біркелкілігін де көтеру үшін термостаттағы суды араластырып туру қажет. Температурасы берілген температурадан түсіп кеткен кезде контакты термометрдегі тізбек үзіліп кетеді, содан кейін ол өз кезегімен суды керекті температураға дейін қыздыратын қыздырғыш элементтің қоректену тізбегін

қосады. Керекті температураға жеткен кезде контактілі термометрдің сынап бағыны көтеріледі және тізбек тұйықталады. Ажыратқыш реле қыздырғыштың тізбегін ажыратып судың қызуын тоқтатады. Суды 10 °С және 0 °С дейін суыту үшін мұзды пайдаланады. Оны термостатқа үздіксіз араластыру арқылы қосып отырады, немесе мұз және NaCl қоспасын пайдаланады. Тәжірибені аяқтағаннан кейін алынған ерітінділер MgSO₄ құрамына талданады және тұнбалар сумен жуылады, кептіріледі және аналитикалық таразда өлшенеді.

2.3 Күкіртқышқылды магнийдің химиялық талдануы

2.3.1 Комплексонмен титрлеу әдісі

Магнийді мөлшерлі анықтау барлық әдістерінің ішіндегі комплексонометриялық титрлеу әдісі маңызды болып келеді. Комплексондар магнийдің аналитикалық химиясын түгелдей өзгертіп жіберген. Бұрынғы ұзақ және қиын жасалынатын талдаулардың көбісін қазір комплексондарды қолдана отырып жылдам және қажетті дәлдікпен орындауға болады. Магний III комплексонымен $pK_{\text{нест}} = 8,69$ құрайтын кешен түзіледі [15]. Сонымен, магний комплексоны онша берік болмайды, сондықтан магнийді III комплексонымен тек сілтілі ортада титрлеуге болады. Ең дұрысы рН 10 болған кезде титрлеу. Мұндай орта 1 литрде 54 г NHCl және 350 мл аммиак болатын буферлі ерітінді арқылы құрылады.

Магнийді комплексонометриялық титрлеу үшін қолданылатын индикаторлар. Магнийді III комплексонымен титрлеген кездегі балама нүктесін тіркеу үшін көптеген түрлі металхромды индикаторлар ұсынылған, көбінесе азоқосылыстар және үшфенилметан бояулар тобына жататындар екен. Төменде бұл индикаторларды қысқаша айтып өтеміз [16].

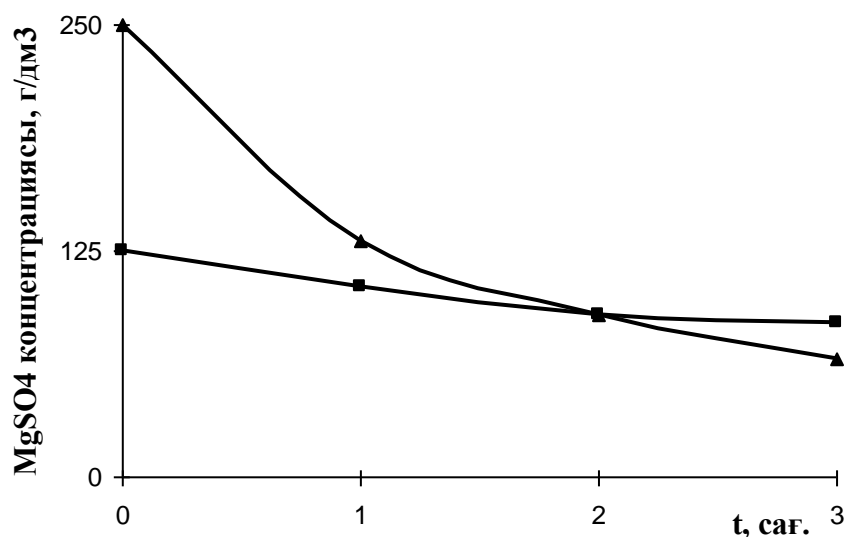
Азоқосылыстар тобындағы индикаторлар. Қара эриохром Т – 1-(1-окси-2-нафтилазо)-окси-5-нитро-4-нафталинсульфоқышқылы. Қара эриохром Т магниймен $pK_{\text{нест}} = 7,0$, ал басқа мәліметтер бойынша 5,75 тең болатын шарап-қызыл түсіне боялған кешенді түзеді. Бұл кешен ерітінді бояуын шарап-қызыл түсінен көк түске өзгертетін III комплексонымен қиратылады [17]. Магний комплексонының беріктігі төмен болғандықтан магний мен III комплексонының арасындағы реакция шапшаң жүрмейді. Сонымен қатар, III комплексоны бар магнийдің кешені мен қара эриохромның арасындағы айырмашылығы аз болғандықтан ерітіндінің бояуы эквивалентті нүктеде қатты өзгермейді. Сондықтан эквивалент нүктесіне жақындағанда ақырындап титрлеу керек. Ең дұрысы III комплексонын ерітіндінің түсі күлгін болғанша тезірек қосу керек және бірнеше секундтан кейін ақырындап тамшылатып таза көк түске дейін титрлейді. Егерде 5 минут ішінде көк түсі сақталса, онда ерітіндіні титрленді деп есептеуге болады.

2.3.2 Ерітіндіні 0 °С дейін суыту әдісімен $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ алу

Шаймалаудан кейінгі ерітіндіден 630 мл ден екі стақанға құйылады. Ерітіндінің температурасы өлшенеді – 17 °С. Ерітіндісі бар бірінші стақан қар мен 90 г NaCl тұзын құрайтын қоспасы болатын ыдысқа салынады. Шыны таяқшасымен араластырылады, кристалдану ортасын құру үшін таяқшамен стақанның қабырғасын қырады. Ерітіндіні 0 °С дейін суығанша ұсталады. Бірінші стақанның суытылу уақыты – 1 сағ., сонымен қатар қар мен тұз қоспасының температурасы 6 °С дейін төмендейді. Содан кейін ерітінді декантация кристалдарының үстіне құйылады. $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ суағынды сорғышының вакуумымен сүзіледі. Кристалдар 20 °С бөлме температурасымен 8 тәулік аралығында ауада кептіріледі.

2.4 Тәжірибелік мәліметтер

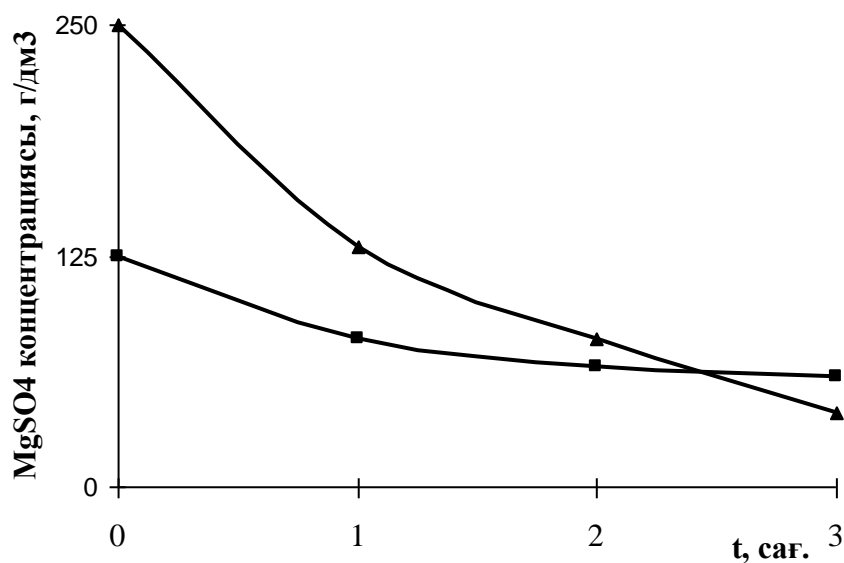
Тәжірибелердің бірінші сериясында ерітіндідегі $MgSO_4$ бастапқы концентрациясының әртүрлі температурамен кристалдану процесіне әсерін зерттедік. Әртүрлі шарттардағы тұздардың кристалдануы бойынша мәліметтерді 2.4; 2.5 және 2.6 суреттерінде келтірілген. Алынған мәліметтерден араласып тұрған ерітіндідегі $MgSO_4$ құрамы жоғары болатын ерітіндіде кристалдануы тезірек жүретіні көрініп тұр, яғни $MgSO_4$ бастапқы концентрациясының көтерілуімен кристалданудың жалпы уақыты қысқарады.



1 – 250 г/дм³ $MgSO_4$; 2 – 130 г/дм³ $MgSO_4$

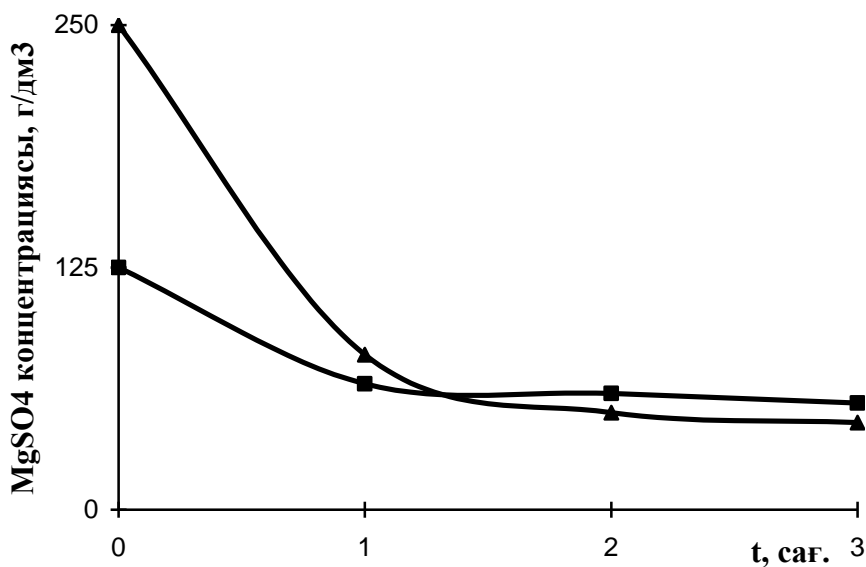
2.4 сурет – $MgSO_4$ бастапқы концентрациясының 20 °С кезіндегі кристалдануға әсері

Температураны 10 °С өзгерте отырып 20-10 °С температура аралығындағы индукция периоды 2,5-5 есеге дейін көтеріледі, ал 10 - 0 °С аралығында – әр 10 °С сайын 10 есеге дейін көтеріледі.



1 – 250 г/дм³ MgSO₄ ; 2 – 130 г/дм³ MgSO₄

2.5 Сурет – MgSO₄ бастапқы концентрациясының 10 °С кезіндегі кристалдануға әсері



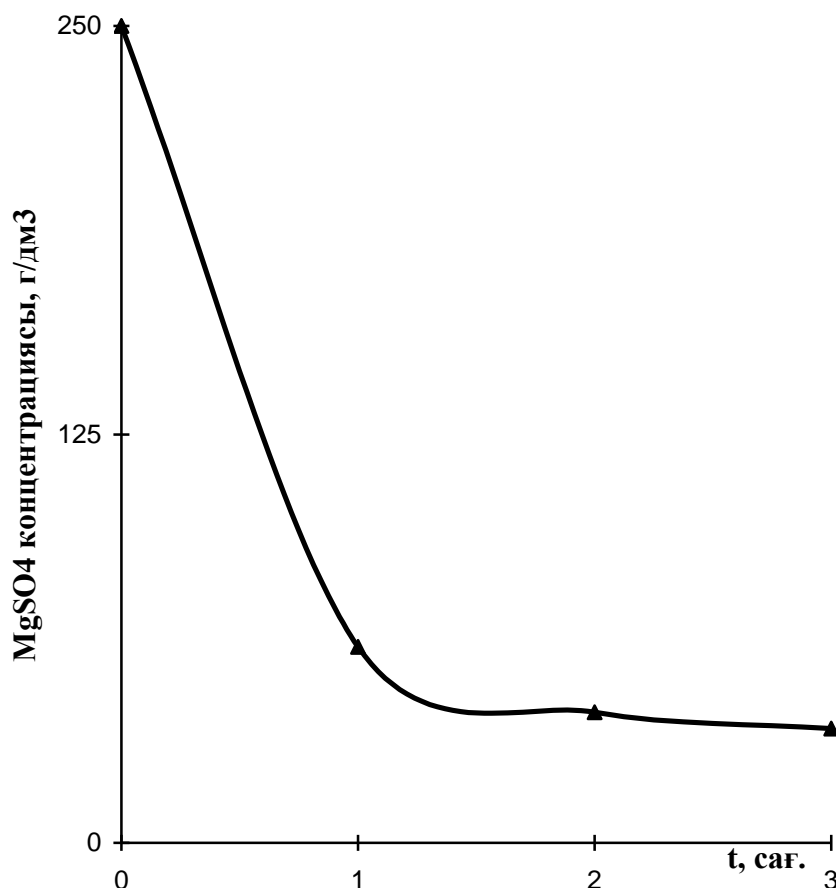
1 – 250 г/дм³ MgSO₄ ; 2 – 130 г/дм³ MgSO₄

2.6 Сурет – MgSO₄ бастапқы концентрациясының 0 °С кезіндегі кристалдануға әсері

Сонымен алынған тәжірибелік мәліметтер химиялық кинетиканың негізгі жағдайларында базаланатын кристалдану процесі туралы түсінік әділ болатынын көрсетті. Қалай болғанда да, зародыштардың пайда болу стадиясындағы кристалдануды химиялық реакция ретінде қарастыруға болады.

Ары қарай серпентенитті шаймалау кезінде алынатын өндірістік ерітінділерден $MgSO_4$ кристалдау бойынша тәжірибелерді жүргіздік. Тәжірибелердің нәтижелері және су мен $MgSO_4$ бойынша баланстардың есебі төменде көрсетілген.

Зерттеулердің нәтижелері бойынша кристалдану процесінде температураны төмендеткенде тұнбаға түсетін $MgSO_4$ шығымы көтеріледі деп қорытуға болады. Сонымен қатар кристалдануды интенсификациялау үшін бізбен $t=20\text{ }^\circ\text{C}$ кезінде ұландырғышты еңгізу бойынша тәжірибелер жүргізілді. Тәжірибе нәтижелері 2.7 суретінде көрсетілген.



2.7 Сурет – Кристалдануға ұландырғыштың әсері

Ұландырғышты $MgSO_4$ тұнбасы түрінде тәжірибенің басында $t=20\text{ }^\circ\text{C}$ кезінде 10 г мөлшерімен еңгіздік. Ұландырғышты еңгізгенде кристалдану процесінің интенсификацияланатыны және кристалдану ортасын жоғарлату үшін себепші болып келетініні көрініп тұр.

3 Экономикалық бөлімі

3.1 Зерттеуге кететін шығын мөлшері

Зертханалық жабдықтарға арналған амортизациялық аударымдарды есептейміз (3.1 кесте). (H_a) нормасын және амортизация соммасын жабдықтың қызмет ету мерзіміне қарай анықтаймыз:

$$H_a = \frac{100}{B} \quad (3.1)$$

мұндағы B – жабдықтың қызмет ету мерзімі.

3.1 Кесте – Амортизациялық аударымдар

Жабдық атауы	Қызмет ету мерзімі, жыл	Мөлшері	Бағасы, тг	Жылдық бағасы, тг	H_a , %	Амортизацияның жылдық сомасы, тг
Сұйықтық термостаты	10	1	85000	85000	20	8500
Сорғыш шкаф	5	1	25000	25000	20	5000
Электронды таразы	5	1	2500	2500	20	500
Келі	5	2	2500	5000	20	1000
Үгіткіш	5	1	10000	10000	20	2000
Кептіргіш шкаф	5	1	70000	70000	20	14 000
Тигель	5	4	250	1000	20	200
Барлығы				198500		31200

Демек, жабдықтардың жалпы құны 198500 тг. құрайды. Жабдықтар үшін амортизациялық аударымның жылдық мөлшері 31200 теңге болады. Бір ай ішіндегі жабдықтарға амортизациялық аударым 2600 теңге болады.

3.2 Негізгі және қосалқы материалдар шығынын есептеу

Эксперимент жасауға, тәжірибе жүргізуге арналған қосымша және негізгі материал шығынын есептейік. Есептеу нәтижелері 3.2 кестеде келтірілген.

Негізгі және қосалқы материалдардың шығыны 5 тәжірибеге есептелген. Демек, негізгі және қосалқы материалға кеткен шығын бір айда 132,5 тг құрайды.

3.2 Кесте – Негізгі және қосалқы материалдар шығыны

Материалдардың атауы	Материал шығыны	Бірлік бағасы, тг	Жалпы бағасы, тг
MgSO ₄ ·7H ₂ O, кг	0,015	2400	36
MgSO ₄ ·H ₂ O, кг	0,015	2200	33
MgSO ₄ , кг	0,005	1600	8
Тотықсыздандырғыш, кг	0,015	2100	31,5
С, кг	0,096	2500	24
Барлығы:			132,5

3.3 Пайдалылық және зерттеудің экономикалық тиімділігінің есебі

Рентабелдігі 10 % болғанда, экономикалық нәтижелілігі құрайды:

$$\mathcal{E}_0 = (3+A) \cdot 0,1 \quad (3.2)$$

Бірінші жылда зерттеу құны мынадай болады және мына теңдеумен шығарылады:

$$\mathcal{E}_0 = (53777,5 + 70\,555,56) \cdot 0,1 = 12\,433,306 \text{ тг.}$$

$$\mathcal{E}_1 = 3 + C_n \cdot I_0 \cdot 0,33 \cdot (1+e) \cdot (3/12) \quad (3.3)$$

Жұмыстың құны мынаны құрайды:

$$\mathcal{E}_1 = 53777,5 + 197600 \cdot 1,082 \cdot 0,33 \cdot (1+0,1) \cdot (3/12) = 73\,180,1404 \text{ тг}$$

Онда өнеркәсіптің 10 пайыздық тиімділігі төмендегідей:

$$\Delta\mathcal{E}_1 = [3 + C_n \cdot I_0 \cdot 0,33 \cdot (1+e) \cdot (3/12)] \cdot 0,1 \quad (3.4)$$

Бірінші жылда зерттеудің толық құны 10 % тиімділігімен:

$$\Delta\mathcal{E}_1 = [53777,5 + 197600 \cdot 1,082 \cdot 0,33 \cdot (1+0,1) \cdot (3/12)] \cdot 0,1 = 7318,0140 \text{ тг}$$

$$\mathcal{E}_0 + \Delta\mathcal{E}_1 = 12\,433,306 + 7318,0140 = 19751,32 \text{ тг}$$

Осылайша, ғылыми-зерттеу жұмысының зерттеу құнын 2-ші жылға мына теңдеумен анықтайды:

$$\mathcal{E}_2 = 3 + C_n \cdot I_0 \cdot 0,33 \cdot (1+e)^2 \cdot (3/12) \quad (3.5)$$

$$\mathcal{E}_2 = 53777,5 + 197600 \cdot 1,082 \cdot 0,33 \cdot (1+0,1)^2 \cdot (3/12) = 75\,120,4044 \text{ тг}$$

Олай болса, өнеркәсіптің екінші жылға проценттік тиімділігі мынадай болады:

$$\Delta\mathcal{E}_2 = [3 + C_n \cdot I_0 \cdot 0,33 \cdot (1+e)^2 \cdot (3/12)] \cdot 0,1 \quad (3.6)$$

$$\Delta\mathcal{E}_2 = [53777,5 + 197600 \cdot 1,082 \cdot 0,33 \cdot (1+0,1)^2 \cdot (3/12)] \cdot 0,1 = 7512,0404 \text{ тг}$$

Екінші жылда зерттеудің толық құны 10 % тиімділігімен:

$$\mathcal{E}_0 + \Delta\mathcal{E}_2 = 12\,433,306 + 7512,0404 = 19945,3464 \text{ тг}$$

Ғылыми-зерттеу жұмысының үшінші жылғы экономикалық тиімділігі рентабелділігі 10 % болған кезде келесідей анықталады:

$$\mathcal{E}_3 = 3 + C_n \cdot I_0 \cdot 0,33 \cdot (1+e)^3 \cdot (3/12) \quad (3.7)$$

$$\Delta\mathcal{E}_3 = [3 + C_n \cdot I_0 \cdot 0,33 \cdot (1+e)^3 \cdot (3/12)] \cdot 0,1$$

$$\Delta\mathcal{E}_3 = [53777,5 + 197600 \cdot 1,082 \cdot 0,33 \cdot (1+0,1)^3 \cdot (3/12)] \cdot 0,1 = 7725,4694 \text{ тг}$$

Үшінші жылда зерттеудің толық құны 10 % тиімділігімен:

$$\mathcal{E}_0 + \Delta\mathcal{E}_3 = 12\,433,306 + 7725,4694 = 20158,7754 \text{ тг}$$

Өнім бірлігіндегі жобаның сатып алу мерзімін, мына формуламен есептейміз:

$$T = \frac{K}{3} \quad (3.8)$$

мұндағы K – бір уақтылы шығындар;

3 – зерттеуге кеткен жалпы шығындар.

$$T = 197\,600 / 53\,777,5 \cdot 12 = 0,4 \text{ жыл}$$

Сонымен, жобаның өтелу мерзімі 0,4 жыл

3.4 Техникалық –экономикалық көрсеткіштер

Есептелген мәліметтер бойынша, берілген ғылыми-зерттеу жұмысын сипаттайтын техникалық-экономикалық көрсеткіштеріне кесте құрамыз [18].

3.3 Кесте – Ғылыми - зерттеу жұмысының техникалық-экономикалық көрсеткіші

Көрсеткіштері	Мәндері
Жабдыққа кеткен жалпы шығындар, тг	197600
Зерттеуге кеткен шығындар, тг	53777,5
Жалақы және аударылым, тг	50760
Зерттеуге кеткен жинақ қоры, тг	70 555,56
Бірінші жылда зерттеуге кеткен жинақ қоры, тг	77 610,56
Екінші жылда зерттеуге кеткен жинақ қоры, тг	85 371,61
Үшінші жылда зерттеуге кеткен жинақ қоры, тг	93 908,77
Жобаның құны, тг	124 333,06
Бірінші жылдағы жобаның құны, тг	131 388,06
Екінші жылдағы жобаның құны, тг	139 149,11
Өтелу мерзімі, жыл	0,4
Бірінші жылдық 10 % рентабелінің экономикалық тиімділігі, тг	19751,32
Екінші жылдық 10 % рентабелінің экономикалық тиімділігі, тг	19945,34
Үшінші жылдық 10 % рентабелінің экономикалық тиімділігі, тг	20158,77

4 Еңбекті қорғау

4.1 Еңбекті қорғау заңдары мен зиянды және қауіпті өндірістік факторлардың анализі

Нақты тарау Қазақстан Республикасының Заңына сәйкес жазылған:

– 22.05.2007 жылдан Қазақстан Республикасының еңбек туралы Заңы, ҚР Еңбек кодексі;

– 22.05.2007 жылдан өрт қауіпсіздігі туралы Заң;

– «Қауіпті өндіріс объектілеріндегі өндірістік қауіпсіздігі туралы Заң», 15.05.2007 жылғы №251 – 3 – II ҚРЗ [19].

Еңбекті қорғау – еңбек кезіндегі адамның жұмыс істеу қабілеті мен денсаулық сақтау қауіпсіздігін қамтамасыз ететін заңды актілер, әлеуметтік-экономикалық, ұйымдастыру, техникалық, гигиеналық, емдік-профилактикалық іс-шаралар мен құралдар жүйесі.

Осы жұмысты орындау кезінде өндірістік жарақаттар алфнуы мүмкін, дәлірек айтқанда:

– жарамсыз электр қондырғысымен байланысқа түскен кездегі электрлік токпен зақымдалу;

– химиялық күйік алу, химиялық реагенттермен улану.

Өндірістік жағдайда кейбір факторлар еңбек етушілердің денсаулығына тұрақты немесе ұзақ уақыт бойы зиян келтіруі мүмкін және ол зиян сол уақытта емес, белгілі бір уақыттан кейін ғана туындауы мүмкін.

Осы жұмысты орындау кезінде қауіпсіздік техникасының бұзылуы әсерінен келесі өндірістік жарақаттар алынуы мүмкін:

– жұмыс істемей тұрған қондырғымен байланыс кезінде, сонымен қатар химиялық белсенді ортадағы қондырғының әсерінен электр тогынан жарақат алу;

– қышқыл, сілтілі ерітінділермен және органикалық заттармен жұмыс кезінде;

Зерттеу процесінде келесі реагенттер қолданылды: H_2O ; CaO ; Na_2O . Қышқылдар қауіптілігі күйіктің туындауына алып келеді.

Тәжірибелер жүргізілген отқа төзімді зертханаларда қауіпті факторларға келесілер жатады:

– электр арқылы жылу беретін қондырғымен жұмыс (автоклав, термостат);

– ауыспалы токта жұмыс істейтін қондырғымен жұмыс;

– сілтілермен жұмыс (Na_2O).

Еңбек жағдайының анализі потенциалды қауіптілік пен залалды шығару үшін жүргізіледі. Бұл жарақаттың потенциалды туындауын және потенциалды аурулардың болдыруына жол бермейді және адам денсаулығын жақсартуына және еңбек жағдайының қауіпсіздігіне мүмкіншілік береді.

ҚОРЫТЫНДЫ

Сонымен, орындалған дипломдық жұмыс бойынша келесідей қорытындылар жасауға болады:

1) 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.

2) Сульфатты ерітінділерден магний сульфатын кристалдауға арналған зертханалық қондырғының сипаттамасы, химиялық талданудың және тәжірибенің әдістемелері келтірілген.

3) Кристалдану процесінің кейбір тиімді параметрлерін анықтау бойынша зертханалық жұмыстар жүргізілді. Процестің шарттары орнатылды: қышқылдың концентрациясы – 250 г/дм^3 ; температура – $0 \text{ }^\circ\text{C}$ дейін; магний сульфатының бастапқы концентрациясы - 250 г/дм^3 ; 130 г/дм^3 ; ерітіндідегі магний сульфатының құрамына қарай берілген ұландырғыштың мөлшері. Осы шарттармен магний сульфатының тұндырылу дәрежесі 80 % артады.

4) Орындалған зертханалық жұмыстардың экономикалық бағалануы жүргізілді.

5) 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.

ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Беляев А.И. История магния. – М.: Наука, 1974. – 210 с.
- 2 Некрасов Б.В. Основы общей химии. – М.: Химия, 1987. – 417 с.
- 3 Николаев Г.И. Магний служит человеку. – М.: Metallургия, 1978.
- 4 Колобнев И. Ф., Крымов В. В., Мельников А. В. Справочник литейщика, 2 изд. – М.: 1974.
- 5 Тихонов В.Н. Аналитическая химия магния. – М.: Наука, 1973. – 316 с.
- 6 Комарова Т.А. Исследования кинетики кристаллизации солей из растворов. Автореферат диссертации – М.: Наука, 1953.
- 7 Маллин Дж. Х. Кристаллизация. – М.: Metallургия, 1965.
- 8 Венторф Р. Х. Некоторые химические элементы. Теория и практика выращивания кристаллов. – М.: Metallургия, 1968. - 190-212 с.
- 9 Ковалевский А. И. Исследование кинетики растворения и роста кристаллов. Автореферат кандидатской диссертации - Новосибирск: Наука, 1975. - 20 с.
- 10 Мошкин С. В., Нардов А. В., Петров Т. Г. Методика изучения кристаллизации труднорастворимых соединений. - М.: Кристаллография, 1980. - 1307-1310 с.
- 11 Матусевич Л. Н. Кристаллизация из растворов в химической промышленности. - М.: Химия, 1968. - 304 с.
- 12 Хейман Р. Б. Растворение кристаллов. - Л.: Недра, 1979. - 272 с.
- 13 Петров Т. Г. Влияние среды на рост азотнокислого калия из водных растворов. - М.: Кристаллография, 1964. - 541-545 с.
- 14 Овсиенко Д.Е. Зарождение центров кристаллизации в переохлажденных жидких металлах. Современные проблемы кристаллографии. М.: Наука, 1975. – 127-149 с.
- 15 Шабалин К. И., Инюшкин Г. В. Влияние вращения монокристаллов на скорость их роста и образование «паразитных» кристалликов. – М.: Наука, 1965. - 385—387 с.
- 16 Городецкий В.В., Талибов О.Б. Препараты магния в медицинской практике. Малая энциклопедия магния. – М.: ИД «Медпрактика-М», 2004.
- 17 Химическая энциклопедия / Редкол.: Кнунянц И.Л. и др. – М.: Советская энциклопедия, 1990. – Т. 2. – 671 с.
- 18 Справочник химика / Редкол.: Никольский Б.П. и др. – Л.: Химия, 1991. – Т. 2. – 1168 с.
- 19 Эйдензон М. А. Магний. – М.: Химия, 1969.