

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

Абдуллина Шамшырақ Бердіғалиқызы

Қара металлургия қалдықтарынан хромит концентратын алу

Дипломдық жобаға  
**ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА**

5B070900 – Металлургия мамандығы

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті


Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**

Кафедра меңгерушісі

техн. ғыл. канд.

 М.Б. Барменшинова

« 27 » мамыр 2021 ж.

Дипломдық жобаға  
**ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА**

Тақырыбы: «Қара металлургия қалдықтарынан хромит концентратын алу»


Мамандығы 5В070900 – Металлургия

Орындаған

Абдуллина Ш.Б.

Ғылыми жетекші

техн. ғыл. канд., сениор-лектор

 Г.Ж. Молдабаева

« 27 » мамыр 2021 ж.

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ


Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

5B070900 – Metallургия

**БЕКІТЕМІН**

МжПҚБ кафедра меңгерушісі, техн. ғыл. канд.,  
 М.Б. Барменшинова  
« 01 » ақпан 2021 ж.

Дипломдық жоба орындауға  
**ТАПСЫРМА**

Білім алушы: Абдуллина Шамшырақ Бердіғалиқызы

Тақырыбы: «Қара металлургия қалдықтарынан хромит концентратын алу»  
Университет Ректорының 2020 жылғы «24» қараша № 2131-б бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі «18» мамыр 2021 ж.

Дипломдық жобаның бастапқы берілістері: хромит концентратын өңдеп алу мәліметтері, экономикалық тиімді автоклавты іріктеп еріту әдісі, рационалдық, минералогиялық құрамдары, хромит бойынша комбинаттың жылдық өнімділігі

Дипломдық жобада қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) кіріспе;

б) өндірістің технологиялық үдірістері мен шешімдері;

в) технологиялық процестің есептеулері;

г) қорытынды.

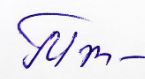
Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс): лабораториялық автоклав сұлбасы, хромит концентратын алудың технологиялық сұлбасы, технологиялық параметрлер бойынша сұлбалар.

Ұсынылатын негізгі әдебиет 10 атаудан тұрады

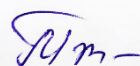
Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау  
**КЕСТЕСІ**

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Кіріспе	15.02.2021 ж.	
Әдеби шолу	29.03.2021 ж.	
Технологиялық бөлім	12.04.2021 ж.	
Металлургиялық есептеулер	19.04.2021 ж.	
Қорытынды	03.05.2021 ж.	

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

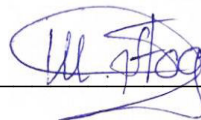
Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Негізгі бөлім	Г.Ж.Молдабаева техн. ғыл. канд., сениор-лектор	27.05.2021 ж.	
Норма бақылау	С.Қ. Джуманкулова PhD д-ры	27.05.2021 ж.	К. Джуманкулова

Ғылыми жетекші



Г.Ж.Молдабаева

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



Ш.Б. Абдуллина

Күні

«01» ақпан 2021 ж.

## АҢДАТПА

Дипломдық жұмыста Дөң тау-кен байыту комбинатының хром байыту өндірісінің шламды қалдықтарын байыта отырып, оны тауарлы хромит концентратының жоғары сапасына дейін жеткізу технологиясы ұсынылады.

Шламды қалдықтарды автоклавты байыту әдісіне әдеби шолу жасалынған және технологиялық шешімі нақтыланған.

Пайдалы әдіс ретінде құрамы хром оксидіне өте бай шламды қалдықтарды автоклавты іріктеп еріту арқылы және одан сүзіліп алынған кекті түйіршіктеп, күйдірілген жентек шығуы қарастырылды.

Күйдірілген жентек алу келесі сатылардан тұрады:

- автоклавты іріктеп еріту;
- ерітіндіні сүзу;
- кекті түйіршіктеу;
- жентекті күйдіру.

Жұмысты әзірлеу кезінде үрдістер мен аппараттардың технологиялық шешімдері, сонымен қатар технологиялық және қосымша жабдықтармен цехтың бөлімшелері мен жоспары қарастырылып шықты, ары қарай өндейтін шикізаттың рационалдық құрамын, материалдық балансын және қондырғыларға есептеулерді жүргіздім және үрдістің тиімді технологиялық параметрлерін анықтап қарастырдым.

## АННОТАЦИЯ

В дипломной работе предлагается технология обогащения шламовых отходов хромообогащающего производства Донского горно-обогатительного комбината с доведением его до высокого качества товарного хромитового концентрата.

Проведен литературный обзор метода автоклавного обогащения шламовых отходов и уточнено технологическое решение.

Установлено, что наиболее перспективным и оптимальным является автоклавное выщелачивание шламовых хвостов в кислотной среде и обжиг сырых окатышей с получением обожженного окатыша.

Основными технологическими переделами обогащения шламовых хвостов и получения обожженных окатышей являются:

- автоклавное выщелачивание;
- фильтрация раствора;
- грануляция кека;
- обжиг сырых окатышей;

При разработке работ были выполнены технологические решения процессов и аппаратов, а также рассмотрены планы и подразделения цеха с технологическим и вспомогательным оборудованием, в дальнейшем я производил расчеты по рациональному составу перерабатываемого сырья, материальному балансу и установкам, определял оптимальные технологические параметры процесса.

## ANNOTATION

In the thesis, the technology of enrichment of the sludge waste of the chromium-enriching production of the Don Mining and Processing Plant with bringing it to a high quality of commercial chromite concentrate is proposed.

The literature review of the method of autoclave enrichment of sludge waste is carried out and the technological solution is specified.

It is established that the most perspective and optimum is autoclave leaching slime tails in the acid environment and roasting crude pellet with reception baked pellet.

The basic technological repartitions of enrichment slime tails and reception baked pellet are:

- autoclave leaching;
- a solution filtration;
- granulation of filtrate;
- roasting crude pellet.

During the development of the work, technological solutions of processes and devices, as well as plans and divisions of the workshop with technological and auxiliary equipment were considered, in the future I made calculations on the rational composition of the processed raw materials, the material balance and installations, determined the optimal technological parameters of the process.

## МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ	9
1 Дипломдық жұмыс тақырыбының сипаттамасы	10
1.1 Ғылыми зерттеу жұмысын өңдеу сипаттамасы	10
1.2 Техникалық ғылыми зерттеу бағытының негізі және алынатын өнімнің көлемі, номенклатурасы	10
2 Metallургиялық шешімдер	12
2.1 Бастапқы өнімнің техникалық сипаттамасы, химиялық және рационалдық, минералогиялық құрамы	12
2.2 Дөң тау-кен байыту фабрикасы-2 шламды қалдықтарын байыту технологиясына тәжірибелік жұмыстар мен ғылыми зерттеулер	12
2.2.1 Ғылыми зерттеулер және тәжірибелік жұмыстардың шешімдері	25
2.3 Қолданылатын реагенттер, отындар, қосалқы материалдар, су және өнімдердің заттық құрамы	26
2.4 Автоклавты іріктеп еріту және сүзу әдістерінің материалдық баланс есебі	27
2.5 Аппаратураларды есептеу	27
2.5.1 Автоклавтың техникалық параметрлерін, механикалық араластырғыш қуатын есептеу	27
2.5.2 Барабанды вакуум-сүзгіш өлшемін, айналу жиілігін есептеу	29
2.6 Барабанның техникалық негіздемесі мен ерекшелігі, қауіпсіздік ережесі және іске қосу нұсқалары	30
2.7 Күйдіру пешін қолданылуы бойынша нұсқаулар	33
3 Құрылыс шешімдері	38
3.1 Өнеркәсіптік кәсіпорын орналасатын ауданның ситуациялық карта сұлбасы	38
3.2 Ғимараттың жоспарланған шешімдерін жүйелеу және қондырғыларды орналастыру	38
3.3 Цех ғимаратының конструктивті және архитектуралық элементтері	39
3.4 Жобаланушы өндіріс орнына негіздеме	39
3.4.1 Кәсіпорынның құрылыс конструкциялары мен элементтері және тұрғындық бөлмелермен қамтамасыздандыру	39
3.4.2 Су және электр энергия көзімен қамту, канализация жүйесі	40
ҚОРЫТЫНДЫ	41
ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ	42
А қосымшасы	43
Б қосымшасы	46



## КІРІСПЕ

Бұл дипломдық жұмыстың өзектілігі Дөң тау-кен байыту комбинатының құрамында хромит бар кендерді, материалдарды және байыту қалдықтарын өндеудің қолданыстағы әдістерін талдау және хромит концентратын алу.

Қарастырылған дипломдық жұмыстың басты тақырыбы ол Дөң тау-кен байыту фабрикасы үшін де мәні зор тапсырма. Ұсынылған дипломдық жұмыс Хромтау қаласы, Дөң ТКБК-ның Дөң байыту фабрикасында, жоғарғы тиімділікте қолданылуының маңыздылығы өте зор.

Дипломдық жұмыста қарастырылған экологиялық таза, экономикалық тиімді әдіс – автоклавты іріктеп еріту болып табылады, ерітуден кейін екі өнім аламыз.

Негізінен дипломдық жұмыстың мақсаты өндіріс қалдықтарын байыта отырып, тауарлы хромит концентратының сапасына арттыру болып табылады.

Алдыға қойған мақсатқа жету үшін келесі тапсырманы шешу керек: еріту нәтижесінде алынатын екінші өнім, магний оксидіне бай ерітіндіні өңдей отырып, металдық магний алу өндірісін қарастыру.

Дипломдық жұмысты жазуға негізгі әдістеме ретінде отандық әдебиеттер және тікелей өндіріс мәліметтері алынады.

Дипломдық жұмысты жазып аяқтау кезінде тапсырманың маңызды басты шешіміне және үрдістің қолайлы технологиялық параметрлерін анықтауға қол жеткізілді.

## **1 Дипломдық жұмыс тақырыбының сипаттамасы**

### **1.1 Ғылыми зерттеу жұмысын өңдеу сипаттамасы**

Ғылыми зерттеу жұмысының орындалуы шламды қалдықтар өндірісіндегі ДБФ-2 ауыр орташа сепарациясы арқылы байыту бөлімі мен ұсақ кластар байыту бөлімдерінің керек еместігіне негізделген.

Шламды қалдықтарды құрамын 51-52% хром оксидіне дейін байыту Дөң ТКБК үшін маңызды тапсырма, сонымен бірге қосалқы өнім – хромитті концентрат, магний өнімін және темір алуға бастапқы өнім болатын, магнийға бай ерітінді алуға мүмкіндік жасайды.

Өңделінген шламды қалдықтарды автоклавты еріту технологиясын енгізу негізгі хромитті концентрат өндірісінің маңыздылығын жоғарылатады, өндіріс қалдықтарын және қалдық қоймаларын азайту үшін қоршаған ортаға экологиялық тигізетін зардаптарын төмендетеді.

### **1.2 Техникалық ғылыми зерттеу бағытының негізі және алынатын өнімнің көлемі, номенклатурасы**

Дөң тау-кен байыту фабрикасы-2 (ДБФ-2) құрамында хром оксиді 37-42% аралығында кездесетін шламды қалдықтарының мөлшері жылына 190-220мың тонна құрайды.

Автоклавты ерітіп байыту әдісі нәтижесінде құрамында хром оксиді 51-52% аз кездеспейтін хромитті концентрат аламыз. Өнім шығымы алғашқы шламның 77-88% аралығында. Сол себептен хромитті концентратқа ұқсас болатын жылына қосымша ретінде хром оксидімен кең байытылған 167-193мың тонна өнім аламыз.

Сонымен бірге автоклавты еріту нәтижесінде магнийға бай ерітіндіні аламыз. Күкірт қышқылымен қоса еріткенде магнийдің ерітіндіге бөлінуі орта есеппен 75-80%, демек магнийдің ерітіндіде кездесетін мөлшері жылына 36835 тонна.

Күкірт қышқылы ерітіндіге кейбір реагенттерді қосқан кезде магнийдің ерітіндіден бөлініп шығуы 88% дейін жоғарылайды, яғни магнийдің ерітіндідегі мөлшері 40530 тонна жылына. Қазіргі уақытта әлемде кедей хром кендерін қайта өңдеуді зерттеуге деген қызығушылықтың артуы, сондай-ақ байыту қалдықтары мен үйінділерден пайдалы компоненттерді кешенді алу тән.

Хром кендері – мұндай қосылыстар мен концентрацияларда хромды камтитын табиғи минералдық түзілімдер, оларды өнеркәсіптік пайдалану техникалық тұрғыдан мүмкін және экономикалық тұрғыдан орынды болады. Құрамында хром бар минералдардың ішінде тек хромшпинелидтер хром өндірудің өнеркәсіптік көзі болып табылады.

Хром кендерінің ең жақсы сорттарында 42-56%  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  және 10-26%  $\text{FeO}$  бар. Рудадағы маңызды компоненттердің құрамы өзгереді (%): 10,5-52,0  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ; 4,0-34,0  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 1,0-18,0  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; 7,0-24,0  $\text{FeO}$ ; 10,5-33,0  $\text{MgO}$ ; 0,4-27,0  $\text{SiO}_2$ . Кейбір кендерде платина тобының 0,1-0,2 г/т және 0,2 г/т дейін алтын кездесіп жатады.

Көптеген рудалар өте жоғары сортты болады және оларды байытусыз қолдануға болады. Кен байыту іс жүзінде өте сирек кездеседі, өйткені ол  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  құрамын арттырады, бірақ әдетте хром мен темір арасындағы қатынасты жақсартпайды.

Хром кендері 36 елде анықталған және жалпы мөлшері 15,5млрд. т. құрайды. Олардың негізгі бөлігі Қазақстанда, Үндістанда және Оңтүстік Африкада шоғырланған.

## 2 Металлургиялық шешімдер

### 2.1 Бастапқы өнімнің техникалық сипаттамасы, химиялық және рационалды, минералогиялық құрамы

Ақтөбе аумағының хромитті концентраттарының кеуектілігі 18-32%, тығыздығы 3,7-4,4г/см<sup>3</sup> ұнтақтау және тығыз емес түрге жатады, соған байланысты гравитациялық байытуға оңай ұшырайды.

Минералогиялық құрамы: хромшпинелид  $(Mg,Fe)(Cr,Al,Fe)_2O_4$ ; уваровит  $Ca_3Cr_2(SiO_4)_3$ ; қосынды түзетіндер: оливин  $(Mg,Fe)_2(SiO_4)$ ; эстатин  $Mg_2(Si_2O_6)$ ; диопсид  $CaMg(Si_2O_6)$ ; хромдиопсид құрамындағы хром ~3%, серпентиниттер  $Mg_6(Si_4O_{10})(OH)_8$ ; карбонаттар:  $CaCO_3$ ;  $Mg(CO_3)$ ;  $(Mg,Al)_3(OH)_2[Al_{10,5-0,9}Si_{3,5-3,1}O_{10}]Mg_3[OH]_6$ ;  $SiO_2$ ; сазды минералдар [1].

Хромитті концентратты байыту кезінде кондиционды хромитті концентратпен бірге байытудың шламды қалдықтарын алады және оның мөлшерлік құрамы 1 кестеде келтірілген.

#### 1 Кесте – Шлам негізгі компоненттерінің мөлшерлік құрамы

Атауы	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	FeO	Fe	SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Sж	H <sub>2</sub> O	Басқа	Барл.
Құрамы,%	38,47	27,4	9,82	0,056	12,5	0,83	6,18	0,064	2,8	1,88	100

Шламды қалдықтар ДБФ-2 пайда болады:

- ауыр орташа сепарация байыту бөлімінде (АСББ);
- ұсақ кластар байыту бөлімінде (ҰКББ);

Алынған екі бөлімдегі шламдар гранулометриялық құрамы жағынан бір-бірінен ерекшеленеді, бірақ айтарлықтай айырмашылықтары көп емес. Ұсақ кластар байыту бөлімінің шламды қалдықтары гранқұрам бойынша 70-74% 74мкм класс 7-8% 2-0,5мм класс түрінде көрсетілген.

### 2.2 Дөң тау-кен байыту фабрикасы-2 шламды қалдықтарын байыту технологиясына тәжірибелік жұмыстар мен ғылыми зерттеулер

Тәжірибені жүргізу негіздемесі.

Ерітудің негізгі мақсаты – қатты фазаның бір немесе одан да көп компоненттерін сәйкесінше максималды іріктеп еріту. Еріту мен бөлу үрдістерінің нәтижесінде (тұндыру, сүзу) ерімей қалған қалдық (кек) және еріген өнім жиналатын ерітінді фильтрат аламыз.

Еріту үрдісінде еріткіш қатты дененің тесіктеріне орналасып, бөлініп шығатын компонентті ерітеді, содан кейін реакцияға түседі. Еріген зат қатты дененің бетіне шығып негізгі сұйық массаға қарай өтеді. Заттарды тасымалдауға жалпы көлемі, қатты заттың химиялық құрамы, оның ішкі құрылымы, тесік өлшемдерінің мәндері әсерін тигізеді.

Еріту үрдісінің қозғаушы күші, бөлініп шығатын заттың қатты дене бетіндегі концентрациясы  $C_{бет}$  мен оның негізгі ерітіндідегі массасы орташа концентрациясының  $C_o$  айырымы болып келеді. Қатты фаза шекарасындағы концентрация қаныққан ерітінді концентрациясына тең ретінде алуға да болады,  $C_{кан}$  және қозғаушы күші  $C_{кан} - C_o$  арқылы өрнектеліп жазылады.

Үрдіс жылдамдығы  $dt$  уақытында еріген және  $dM/dt$  еріген зат өрнегімен анықталады, мұндағы  $M$  – қатты заттың көрсетілген уақыт ішіндегі еріген массасы:  $dM/dt = \beta F(C_{кан} - C_o)$ , мұндағы  $\beta$  – сұйық фазадағы массаберіліс коэффициенті.

Бір немесе бірнеше компоненттерді таңдамалы еріту тәсілдерінің бірі қатты материалдарды автоклавты еріту үрдісі болып саналады, үрдіс  $100^\circ C$  температурадан жоғары, сонымен қатар атмосфералық қысымнан жоғары, бейтарап, қышқыл, сілтілі орталарда орындалып жатады [1-2].

1-суретте сыйымдылығы  $1,5 \text{ дм}^3$  материалдарды жүктеу және пульпаны шығару жүйесі бар лабораториялық автоклав қондырғысы көрсетілген. Автоклавтың ішкі қабырғалары қорғасынмен қапталып, ал сыртқы қабырғасы суытуға арналған. Автоклав шамотты футеровканың арнайы фазасында тұрған нихромды спираль қыздырғышы арқылы қыздырылынып тұрады. Автоклав берілісті және электрқозғалтқышты қорғасынмен жұқа қапталған механикалық пропеллерлі араластырғышпен әзірленген. Автоклавқа газ беретін (оттегі, сығылған ауа, аргон, сутегі және т.б.) және ішкі қысымды реттеп тұратын винтельді кіші құбыр бар бұл бізде 1 суретте көрсетілген [3].

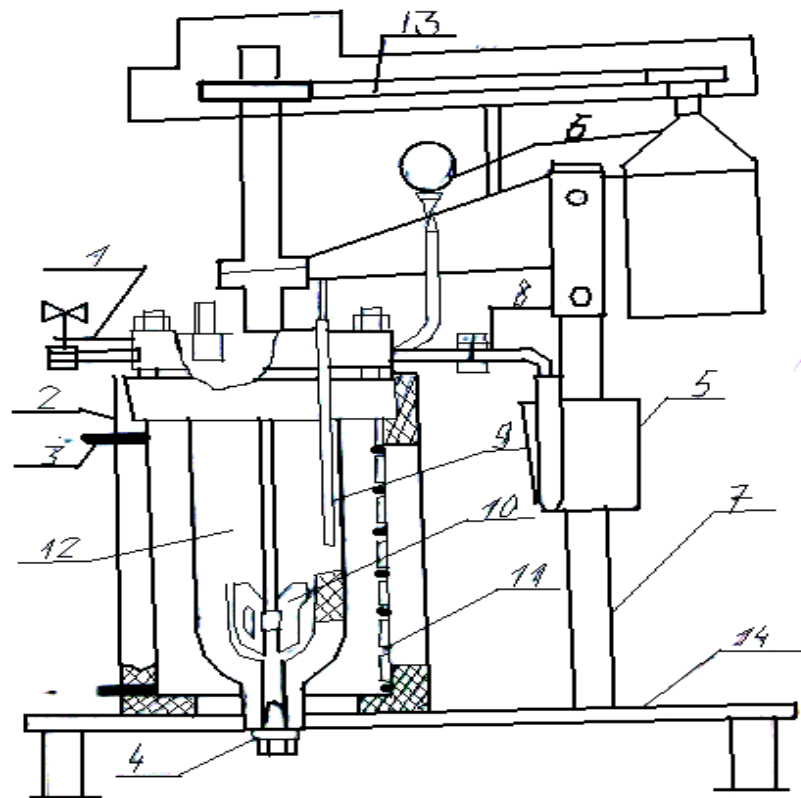
Зерттеу жүргізуге арналған лабораториялық автоклав қондырғысы:

- автоклавты қондырғы;
- тартқыш желдеткіш жергілікті сорғыш(зонт);
- вакуумды сүзу қондырғысы;
- қоюландырғыш;
- оттекті баллон редуктор;
- құюға арналған ыдыс;
- бақылап өлшеу және автоматика құралдары;
- кернеудің майлы вариаторы РНО-250-10.

Температура өлшеу үшін қорғасынды кіші құбыр бар термобуға енгізу үшін және арнайы қысым өлшеуге манометр орналастырылған.

Реагенттер: еріткіштер – бірнеше түрлі концентрациядағы күкірт қышқылы; натрий карбонаты( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ); аммоний карбонаты ( $\text{NH}_4$ ) $_2\text{CO}_3$ .

Әдістеме: ұсақдисперсті коллективті концентраттың 240 грамм шамадағы өлшендісі сумен араластырылады, талап етілетін қатынасты  $Қ:С=1:3\div 5$  қарастыра отырып есептелінген арнайы мөлшерде (берілген концентрацияны қамтамасыз ету үшін) күкірт қышқылының ерітіндісі құйылады. Автоклав оқшауланады, одан кейін қыздырғыштар іске қосылады: 220 В кернеуді, 20 А-ге дейін тоқ күшін ұстап тұрады. Сонымен бірге пульпаның механикалық араластырғышы да қосылады.



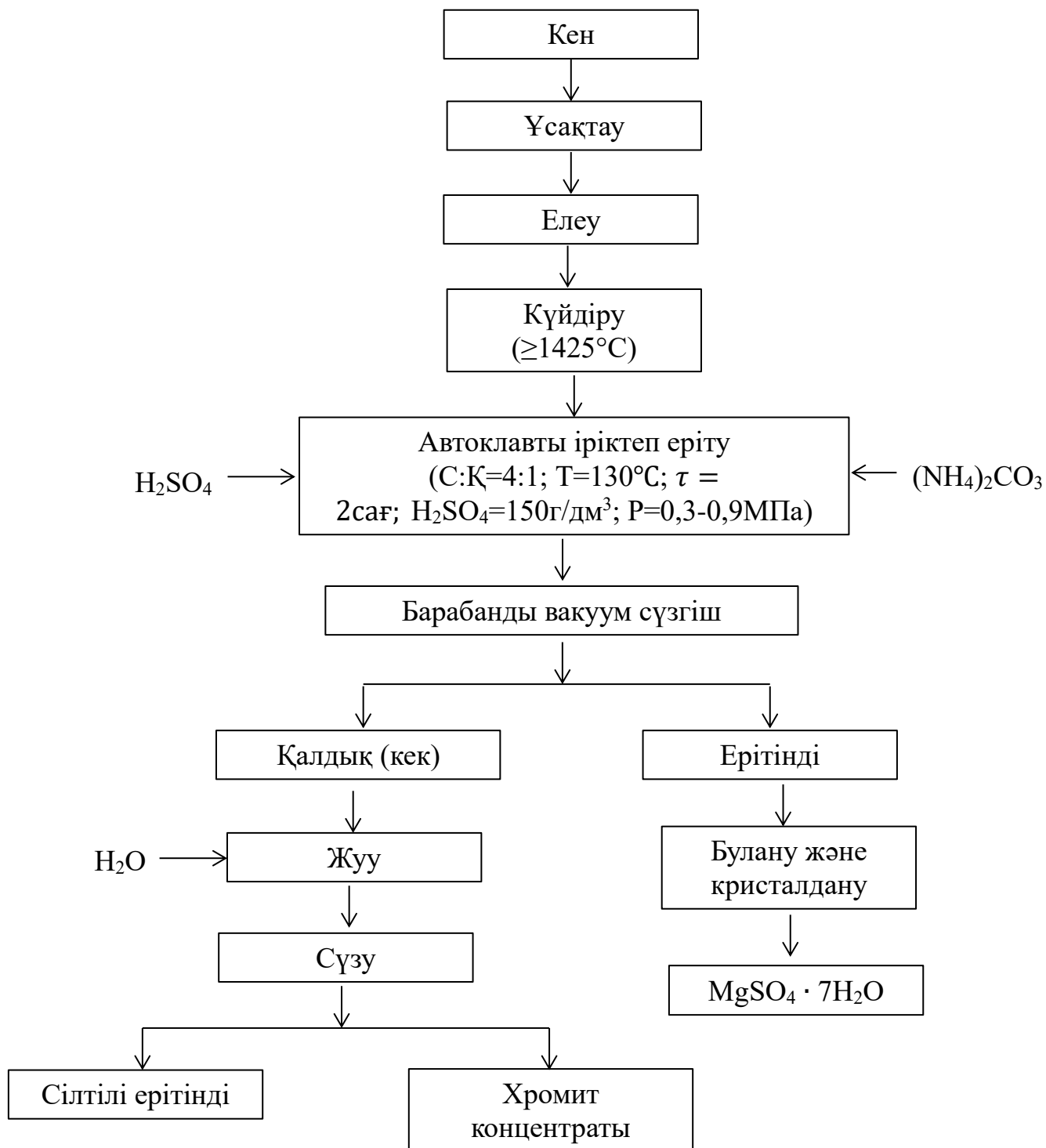
- 1-оттегі беріп тұратын кіші құбыр; 2-футеровка; 3-суыту жүйесінің құбыры; 4-ағызып құюға арналған кіші құбыр; 5-электрқозғалтқыш; 6-манометр; 7-суытушы ыдыс; 8-газ (бу) құбыры; 9-термобу қабы; 10-пропеллерлі араластырғыш; 11-нихромды қыздырғыш; 12-араластырғыш білігі; 13-клиномерлі беріліс; 14-станина

1 Сурет – Лабораториялық автоклав.

Жұмысшы температураға (120-150 °С) мен қысымға (0,3-0,9 МПа) дейін жеткесін изотермиялық шартты жағдайда жасалынғаннан кейін материалдық автоклавты еріту үрдісі жүзеге асады. Еріту аяқталған уақыттан кейін қыздырғыштар өшіріліп, автоклавтың сулы қабатын суыту мақсатында салқын су беріледі. Пульпа 75°С төмен температураға дейін суығасын, механикалық араластырғышты өшіріп және түбіндегі құбыр арқылы ыдысқа пульпаны құюды бастайды. Құйылып болған пульпаны вакуум-сүзу қондырғысында сүзіп алады. Содан кейін сүзілген кекті шайып және қайтадан сүзіп алады. Ерімеген кекті арнайы кептіргіш шкафта кептіріп өлшейді, сонымен бірге сүзіліп алынған сүзіндіні және шаятын судың көлемін өлшейді. Сүзіндіден және шайынды судан аликвота мен құрғақ кектің орташаланған сынамасы алынады, құрамындағы негізгі компоненттерді (Cr, Mg, Fe, Si, Al т.б.) анықтау мақсатымен анализ жасауға жіберіледі [3-4].

Технологиялық зерттеулер:

Тәжірибелік зерттеулер 2-суретте көрсетілген технологиялық сұлба бойынша жүзеге асады.



2 Сурет – Хромит концентратын алудың технологиялық сұлбасы

Жүргізілген зерттеу жұмыстарының технологиялық параметрлері 2 кестеде келтірілген.

2 Кесте – Тәжірибелік зерттеудің технологиялық параметрлері

Еріткіштер	Еріткіш концен.	Температура, °С	Қысым, мПа	С:Қ	Ұзақтылығы, сағ	Ескерту
1.H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	75; 100; 150; 200 г/дм <sup>3</sup>	80; 110; 130; 150; 170	0,1-1,2	2:1; 3:1; 4:1; 5:1	1; 2; 3; 4	
2.Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	10%; 20%; 30% өлш енді мас	110; 130; 150; 170	0,15-1,2	4:1	2; 3; 4	Ізденді зерттеулер нәтижесі бойынша
3.Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	10 %; 20 % 10 %; 20 % өлш.мас-н	130; 150	0,2-1,0	4:1	2; 3; 4	-/-
4.(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	10 %; 20 %; 30 % өлш.мас-н	130; 150	0,2-1,0	4:1	2; 3; 4	-/-
5.H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	150 г/л 10 %; 20 %; 30 %	110; 130; 150; 170	0,1-0,2	4:1	2; 3; 4	-/-



3 Кесте – Тәжірибелік жұмыстың нәтижелері және технологиялық параметрлері (өлшенді 250 гр, С:Қ=4:1)

Жүргіз. тәжіриб. саны	Т, °С	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> конц.	τ,сағат	Кек массасы, г	Қатты фаза(кек),құрамдағы компоненттер, %					
					Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		MgO		Fe	
					%	Бөл. %	%	Бөл. %	%	Бөл. %
1	80	75	2	190,81	45.47	84,31	18.35	57,75	10.30	95,52
2										
3	110	75	2	193,65	45.49	85,60	16.60	53,08	9.31	87,60
4										
5	130	75	2	182,88	46.90	83,36	17.28	52,17	9.61	85,35
6										
7	150	75	2	191,10	46.35	86,08	16.20	51,09	9.25	85,93
8										
9	170	75	2	188,59	47.46	86,97	15.23	47,38	9.24	84,66
10										
11	80	100	2	202,51	45.83	90,21	15.88	53,06	9.67	95,14
12										
13	110	100	2	195,96	47.41	90,30	13.57	43,87	9.41	89,66
14										
15	130	100	2	189,47	49.05	90,32	13.33	41,68	9.43	86,80
16										
17	150	100	2	190,94	48.86	90,66	12.57	39,60	9.11	84,54
18										
19	170	100	2	191,82	48.78	90,92	11.86	37,51	8.50	79,32
20										
21	80	150	2	182,15	46.11	81,60	16.63	49,96	10.71	94,79
22										
23	110	150	2	202,75	48.47	95,52	10.96	36,67	8.12	79,98
24										
25	130	150	2	193,82	52.03	98,00	11.56	31,98	7.94	74,77
26										

### 3 Кестенің жалғасы

Жүргіз. тәжіриб. саны	Т, °С	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> конц.	τ,сағат	Кек массасы, г	Қатты фаза(кек),құрамдағы компоненттер, %					
					Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		MgO		Fe	
					%	Бөл. %	%	Бөл. %	%	Бөл. %
27	150	150	2	194,24	51.60	97,40	10.44	33,45	7.82	73,84
28										
29	170	150	2	191,08	51.08	94,85	10.84	34,18	7.80	72,45
30										
31	80	200	2	200,55	46.11	89,88	14.16	46,87	9.20	89,67
32										
33	110	200	2	196,79	48.71	93,15	12.48	40,53	8.65	82,72
34										
35	130	200	2	187,57	52.14	95,04	10.72	33,18	7.85	71,57
36										
37	150	200	2	189,07	51.65	94,92	11.16	34,84	7.91	72,71
38										
39	170	200	2	188,19	51.15	93,56	11.52	35,76	8.02	73,33
40										
41	130	150	1	176,75	48.63	83,53	14.14	41,25	9.87	84,75
42										
43	130	150	3	192,25	51.64	96,45	10.30	32,70	7.80	72,88
44										
45	130	150	4	185,52	50.61	91,24	10.77	32,96	7.97	71,82
46										
47	130	200	1	190,09	47.31	87,38	14.53	45,58	9.11	84,12
48										
49	130	200	3	193,73	50.01	94,15	10.69	34,20	7.93	74,66
50										
51	130	200	4	184,82	49.83	89,50	11.47	35,02	8.18	73,47
52										

4 Кесте – Хром оксидінің ерітіндіге бөлінуі

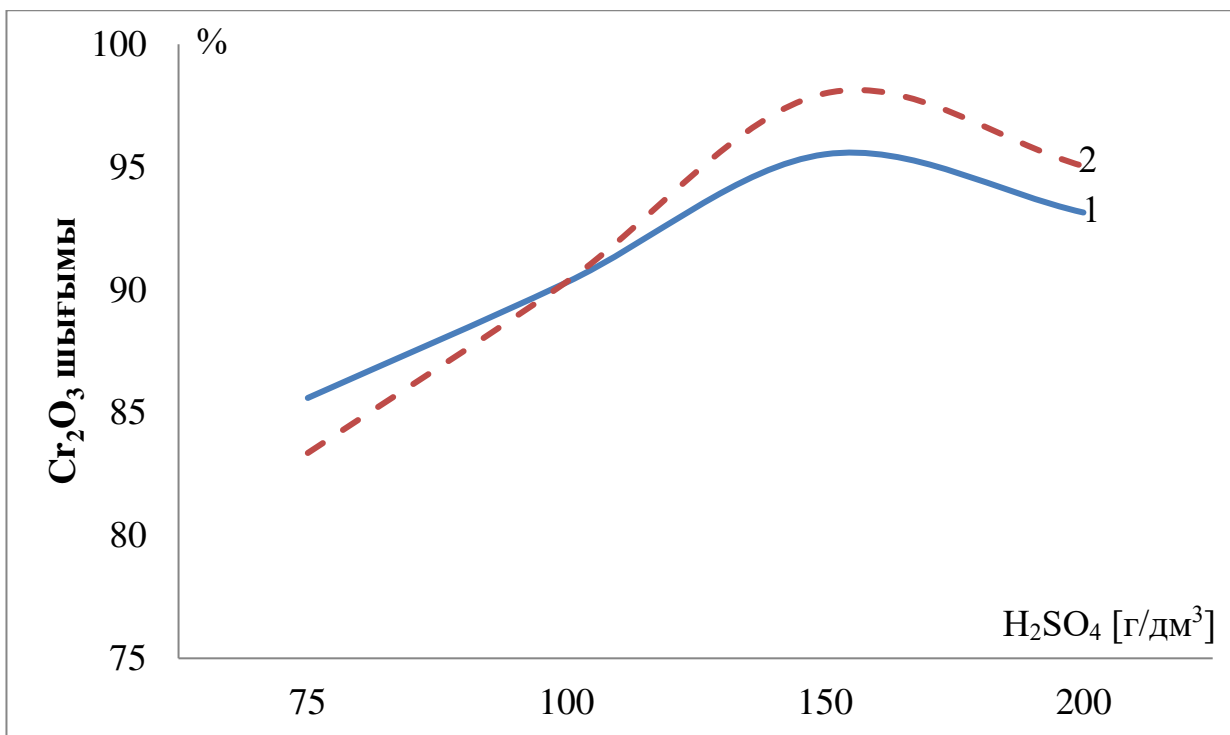
Жүргіз. тәжіриб. саны	Т, °С	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> конц, г/л	τ, сағат	Сұйық фаза		Құрамдағы компоненттер, г/дм <sup>3</sup> , г								
				өнім	Көлем, мл	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			MgO			Fe		
						г/дм <sup>3</sup>	г	Баст.бөлін, %	г/дм <sup>3</sup>	г	Баст.бөлін, %	г/дм <sup>3</sup>	г	Баст.бөлін, %
1	80	75	2	Сүзінді	880	9.11	8.02	12,74	22.02	19.38	38,73	0.85	0.75	4,42
2				Шай.су	1000	5.11	5.11		4.0	4.10		0.17	0.171	
3	110	75	2	Сүзінді	830	13.37	11.12	13,72	27.78	23.06	46,92	1.42	1.18	10,43
4				Шай.су	970	3.10	3.01		9.55	5.38		1.00	0.97	
5	130	75	2	Сүзінді	900	10.17	9.15	14,85	25.49	22.94	46,82	1.91	1.72	12,14
6				Шай.су	990	6.20	6.14		5.49	5.44		0.79	0.78	
7	150	75	2	Сүзінді	890	10.63	9.64	12,51	27.58	24.55	47,23	2.35	2.09	12,72
8				Шай.су	965	3.36	3.24		4.23	4.08		0.55	0.53	
9	170	75	2	Сүзінді	760	11.92	6.06	11,35	32.24	24.50	50,72	2.53	1.92	13,25
10				Шай.су	910	2.89	2.63		6.86	6.24		0.89	0.81	
11	80	100	2	Сүзінді	820	8.91	7.31	8,33	30.90	25.33	44,85	1.02	0.84	4,84
12				Шай.су	870	1.45	1.27		2.13	1.85		5.58	0.13	
13	110	100	2	Сүзінді	840	7.54	6.33	8,11	33.09	34.86	53,95	1.92	1.61	9,51
14				Шай.су	920	2.21	2.03		3.72	3.42		0.38	0.35	
15	130	100	2	Сүзінді	815	9.40	7.66	7,98	40.48	32.99	57,86	2.39	1.95	11,85
16				Шай.су	790	0.71	0.56		2.63	2.08		0.62	0.49	
17	150	100	2	Сүзінді	885	7.16	6.34	7,30	40.70	36.02	59,43	2.22	1.97	14,66
18				Шай.су	1170	1.01	1.18		3.32	3.89		0.90	1.05	
19	170	100	2	Сүзінді	900	6.77	6.09	7,35	40.02	36.38	60,02	3.28	2.95	18,65
20				Шай.су	870	1.70	1.48		5.18	4.51		1.02	0.89	
21	80	150	2	Сүзінді	890	12.65	11.26	15,89	26.43	23.52	46,81	0.96	0.85	4,55
22				Шай.су	965	5.29	5.11		5.02	4.85		0.09	0.09	
23	110	150	2	Сүзінді	850	3.58	3.04	3,37	39.45	33.53	60,44	3.87	3.29	17,05
24				Шай.су	940	0.47	0.44		3.30	3.10		0.23	0.22	
25	130	150	2	Сүзінді	760	1.74	1.32	1,89	48.73	37.03	65,02	5.26	4.00	23,75
26				Шай.су	910	0.70	0.64		2.59	2.36		0.98	0.89	

#### 4 Кестенің жалғасы

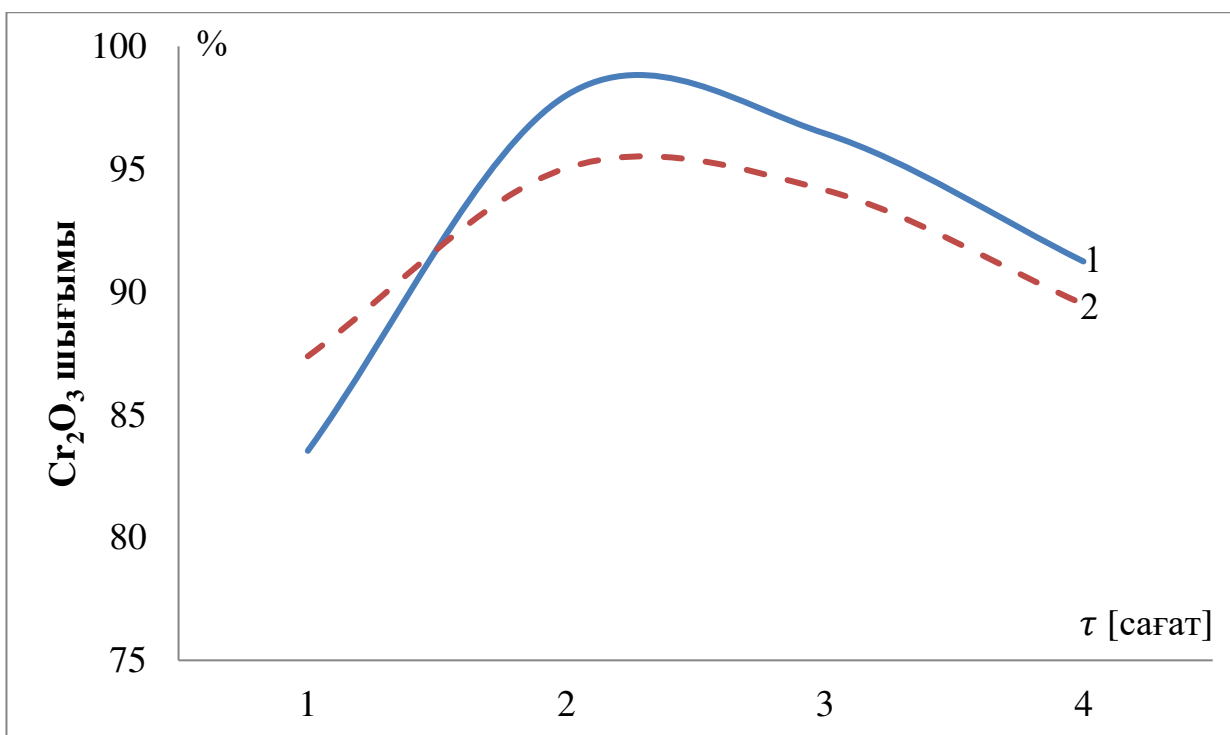
Жүргіз. тәжір. саны	Т, °С	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> конц, г/дм <sup>3</sup>	τ, сағат	Сұйық фаза		Құрамдағы компоненттер, г/дм <sup>3</sup> , г								
				өнім	Көлем, мл	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			MgO			Fe		
						г/дм <sup>3</sup>	г	Баст.бөлін, %	г/дм <sup>3</sup>	г	Баст.бөлін, %	г/дм <sup>3</sup>	г	Баст.бөлін, %
27	150	150	2	Сүзінді	830	2.18	1.81	2,26	44.22	36.70	64,37	5.20	4.31	24,30
28				Шай.су	900	0.59	0.53		2.57	2.31		0.77	0.69	
29	170	150	2	Сүзінді	750	3.44	2.58	3,84	46.15	34.61	62,28	5.58	4.18	24,81
30				Шай.су	970	1.42	1.38		3.24	3.14		0.95	0.92	
31	80	200	2	Сүзінді	690	10.45	7.21	8,12	38.88	26.83	52,13	1.56	1.08	9,58
32				Шай.су	995	1.16	1.16		4.79	4.77		0.89	0.89	
33	110	200	2	Сүзінді	750	6.29	4.72	5,65	41.98	31.48	56,71	2.76	2.07	14,03
34				Шай.су	980	1.13	1.11		2.95	2.89		0.84	0.82	
35	130	200	2	Сүзінді	820	3.40	2.79	3,64	42.43	35.04	63,84	5.12	4.20	25,57
36				Шай.су	970	1.00	0.97		3.76	3.65		1.09	1.06	
37	150	200	2	Сүзінді	910	3.89	3.54	4,54	35.34	32.16	61,77	5.15	4.69	25,08
38				Шай.су	1100	1.04	1.14		4.80	5.28		0.43	0.47	
39	170	200	2	Сүзінді	800	4.49	3.59	3,95	42.60	34.08	63,28	5.66	4.53	23,75
40				Шай.су	940	0.51	0.48		4.54	4.27		0.37	0.35	
41	130	150	1	Сүзінді	760	10.83	8.23	13,89	41.50	31.54	54,86	2.43	1.85	13,27
42				Шай.су	960	6.32	6.07		1.78	1.71		0.92	0.88	
43	130	150	3	Сүзінді	760	1.57	1.19	1,75	45.52	34.59	64,30	5.56	4.22	24,12
44				Шай.су	930	0.67	0.62		4.71	4.38		0.80	0.74	
45	130	150	4	Сүзінді	700	8.01	5.61	6,95	48.43	33.90	64,32	6.04	4.23	25,56
46				Шай.су	1000	1.55	1.55		5.08	5.08		1.03	1.03	
47	130	200	1	Сүзінді	750	8.41	6.31	9,63	37.01	27.75	51,42	2.81	2.11	12,40
48				Шай.су	950	3.80	3.61		3.30	3.14		0.46	0.44	
49	130	200	3	Сүзінді	960	4.14	3.97	4,22	35.61	34.19	63,07	4.41	4.23	23,55
50				Шай.су	1000	0.38	0.38		4.04	4.04		0.61	0.61	
51	130	200	4	Сүзінді	890	6.26	5.57	7,35	37.26	33.16	62,43	4.13	3.68	24,14
52				Шай.су	980	2.04	2.00		4.78	4.68		1.32	1.29	

5 Кесте – Тәжірибелік жұмыстардың нәтижелері және технологиялық параметрлері

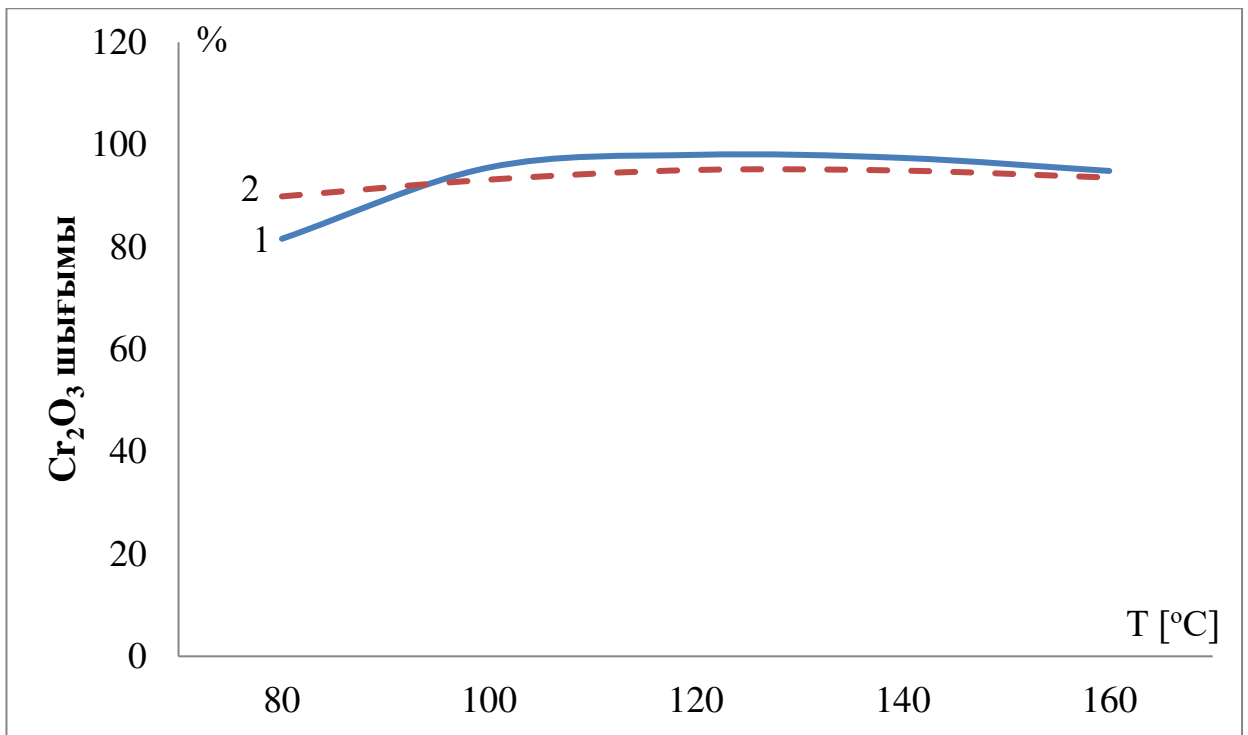
Жүргізілген тәжірибе саны	T, °C	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> концен.	τ, сағат	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %	MgO, %	Fe, %
1	80	75	2	97,06	96,50	99,95
2	110	75	2	99,34	99,99	98,04
3	130	75	2	98,20	98,98	97,50
4	150	75	2	98,60	98,33	98,63
5	170	75	2	98,33	98,12	97,90
6	80	100	2	98,53	97,92	99,99
7	110	100	2	98,40	97,83	99,15
8	130	100	2	98,29	99,55	98,64
9	150	100	2	97,97	99,04	99,21
10	170	100	2	98,28	97,55	97,96
11	80	150	2	97,51	96,78	99,33
12	110	150	2	98,88	97,12	97,05
13	130	150	2	99,90	97,01	98,54
14	150	150	2	99,67	97,83	97,15
15	170	150	2	98,70	96,45	98,81
16	80	200	2	98,01	99,01	99,22
17	110	200	2	98,81	97,25	96,74
18	130	200	2	98,69	97,01	97,12
19	150	200	2	99,45	96,60	97,77
20	170	200	2	97,49	99,06	97,07
21	130	150	1	97,41	96,10	98,02
22	130	150	3	98,22	96,99	97,01
23	130	150	4	98,20	97,29	97,36
24	130	200	1	97,03	96,99	96,49
25	130	200	3	98,38	97,26	98,18
26	130	200	4	96,86	97,43	97,60



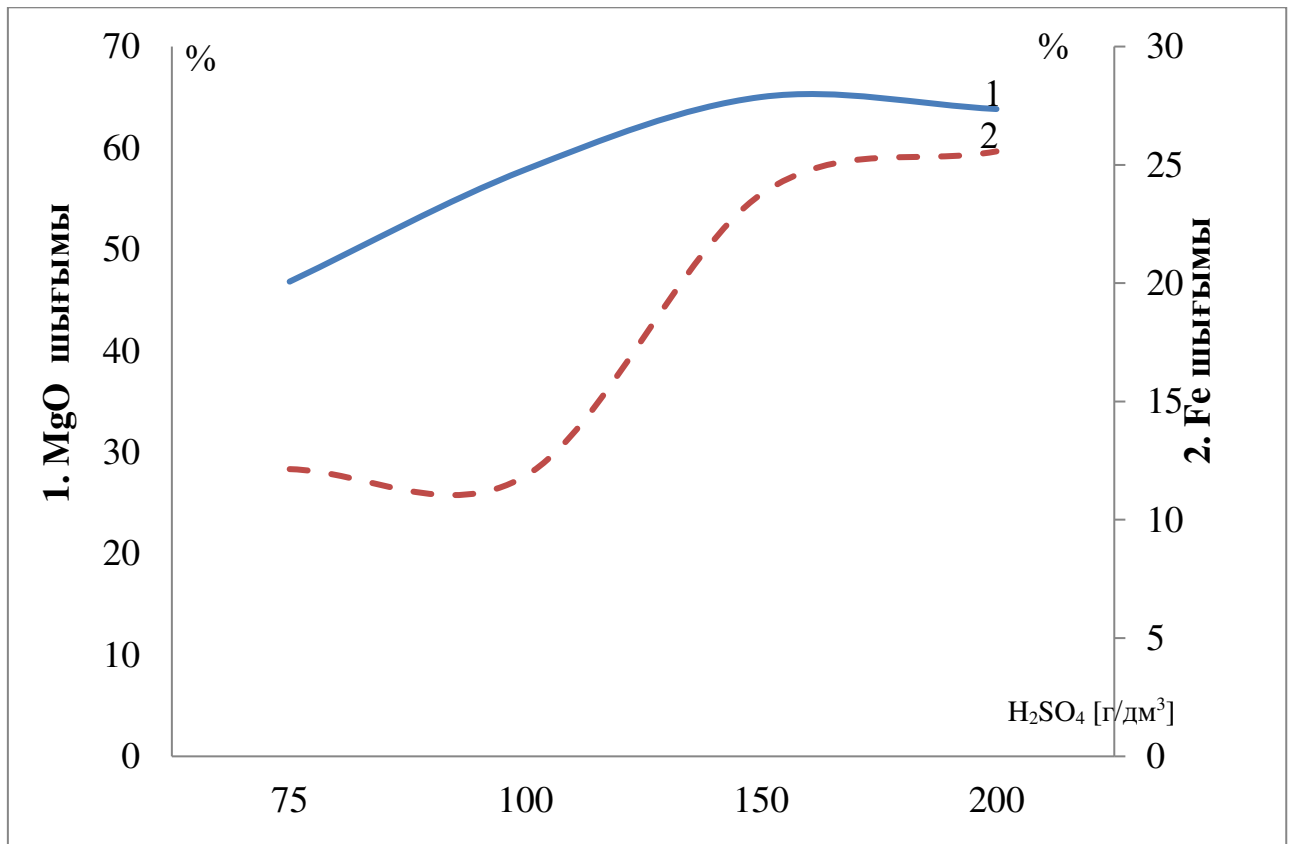
3 Сурет – Хром оксидінің кекке күкірт қышқылының концентрациясына байланысты бөлінуі (1.  $t - 110\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\tau - 2$  сағат; 2.  $T - 130\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\tau - 2$  сағат)



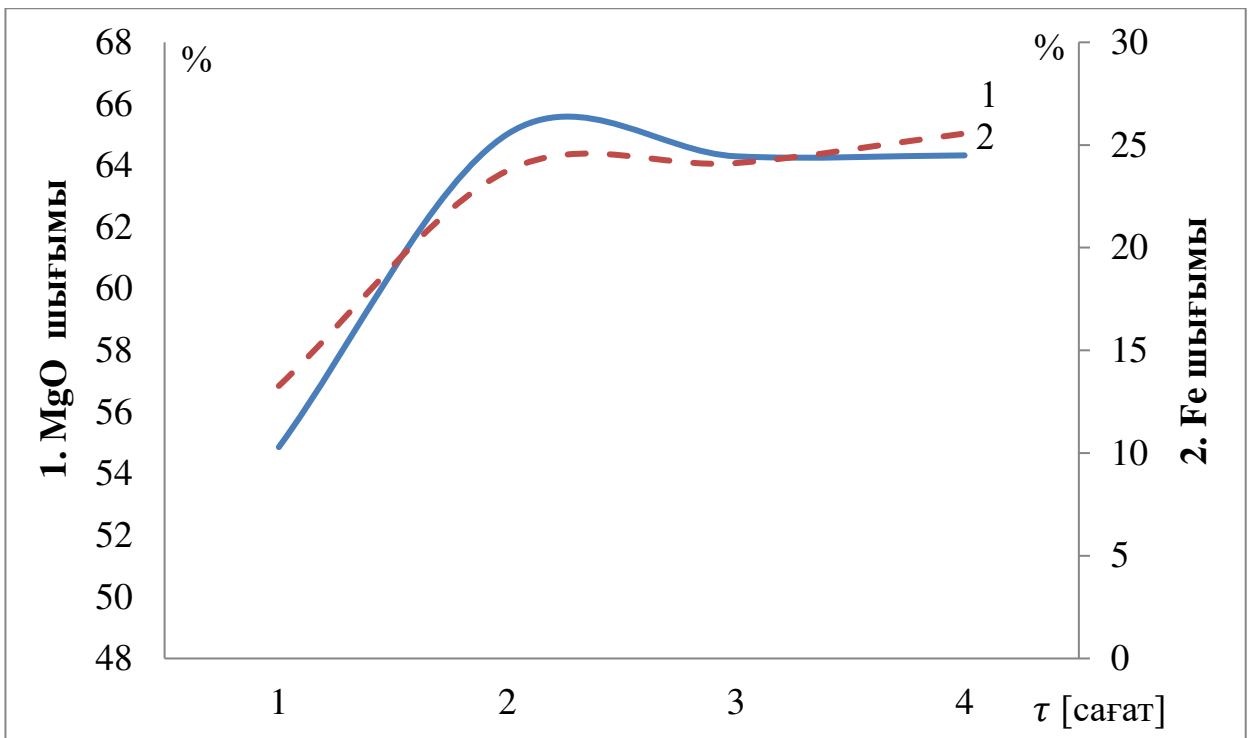
4 Сурет – Хром оксидінің кекке еріту ұзақтылығына байланысты бөлінуі (1.  $T - 130\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $C_{\text{H}_2\text{SO}_4} - 150\text{ г/дм}^3$ ; 2.  $T - 130\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $C_{\text{H}_2\text{SO}_4} - 200\text{ г/дм}^3$ )



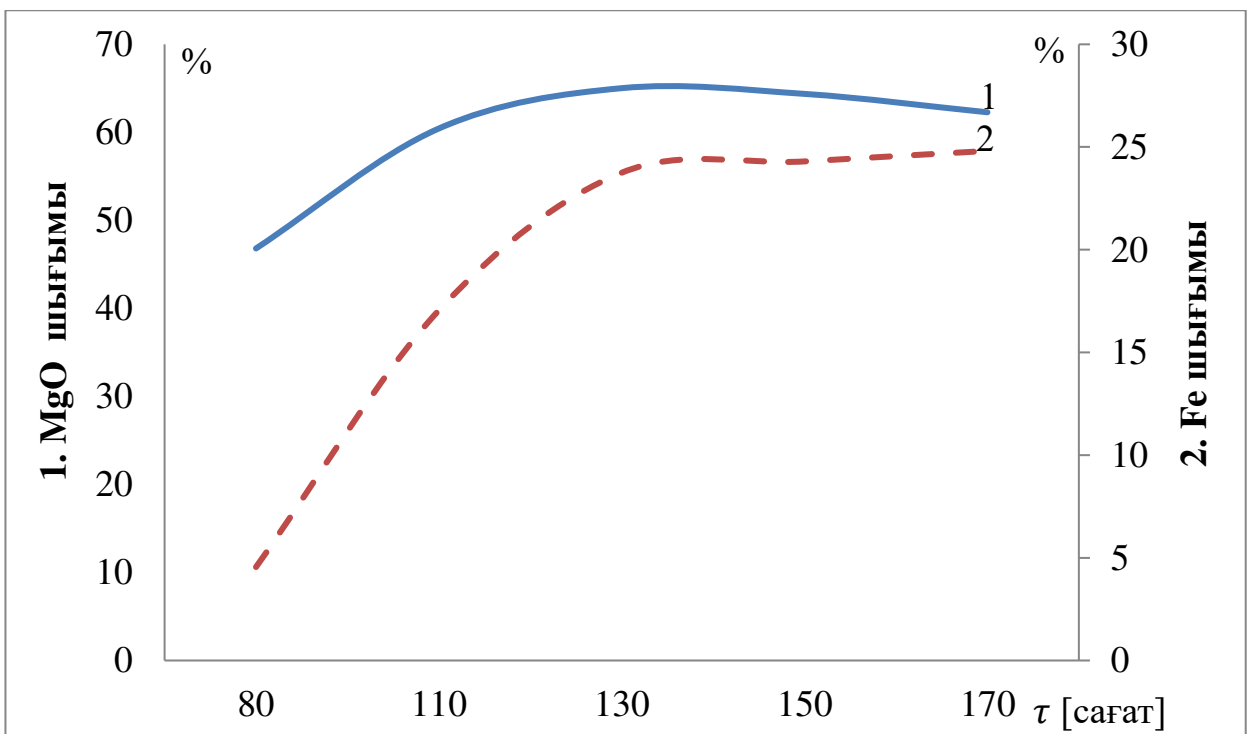
5 Сурет – Хром оксидінің кекке процесс температурасына байланысты бөлінуі (1.  $\text{C}_{\text{H}_2\text{SO}_4}$  – 150 г/дм<sup>3</sup>,  $\tau$  – 2 сағат; 2.  $\text{C}_{\text{H}_2\text{SO}_4}$  – 200 г/дм<sup>3</sup>,  $\tau$  – 2 сағат)



6 Сурет – Күкірт қышқылының концентрациясына байланысты магний оксиді мен темірдің ерітіндіге бөлінуі ( $t$  – 130 °C,  $\tau$  – 2 сағат)

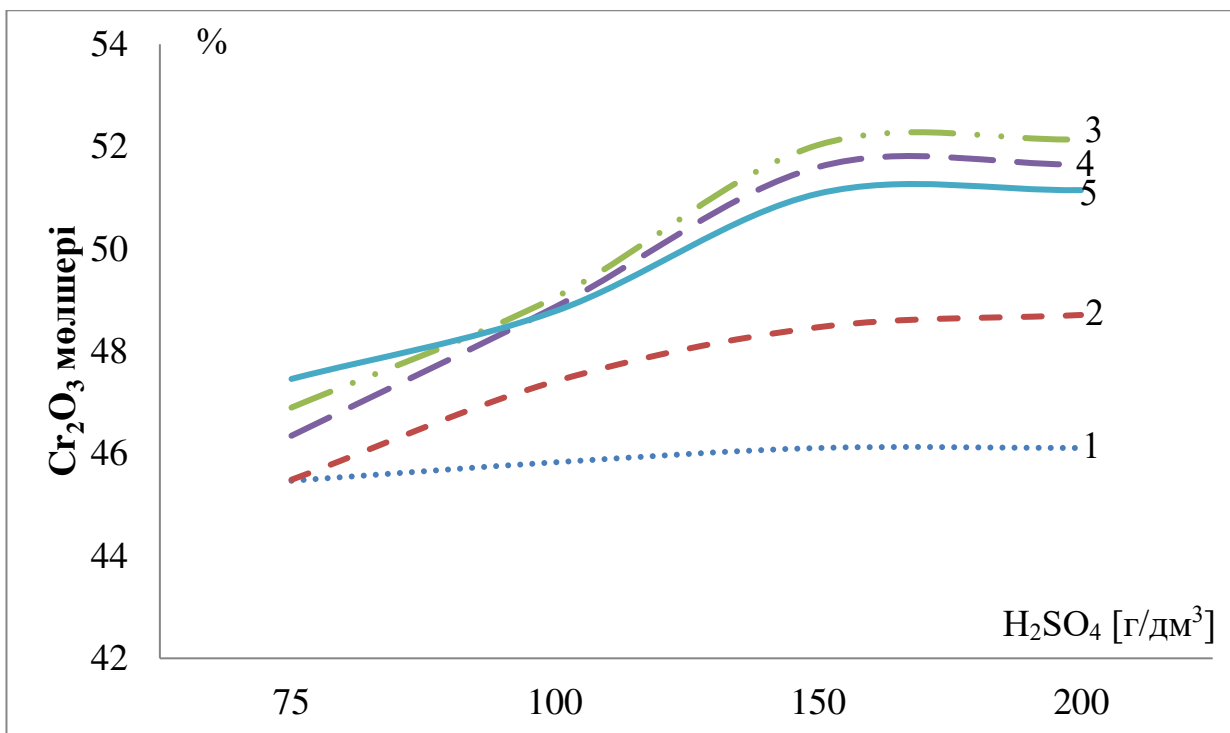


7 Сурет – Еріту ұзақтылығына байланысты магний оксиді мен темірдің ерітіндіге бөлінуі ( $t = 130\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $C_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 150\text{ г/дм}^3$ )



8 Сурет – Процесс температурасына байланысты магний оксиді мен темірдің ерітіндіге бөлінуі ( $C_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 150\text{ г/дм}^3$ ,  $\tau = 2\text{ сағат}$ )





9 Сурет – Ерітінді қышқылдығына тәуелділік байланыста кек құрамындағы хром оксиді ( $\tau = \text{const} - 2$  сағат; 1–80°C; 2–110°C; 3–130°C; 4–150°C; 5–170°C)

### 2.2.1 Ғылыми зерттеулер және тәжірибелік жұмыстардың шешімдері

Күкірт қышқылды автоклавты еріту.

Шламды қалдықтарды автоклавта бөлу жұмысының алғашқы бөлімі 2 кестеде келтірілген технологиялық параметрлер бойынша жасалынды. 3, 4, 5-сурет хром оксидінің кекке күкірт қышқылдының концентрациясына, еріту ұзақтығына, үрдіс температурасына, С:Қ қатынасына бойынша бөліну көрсеткіштері келтірілген. Максималды бөліну  $\sim 98,00\%$ , 130°C температурада жүзеге асырылады,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  концентрациясы – 150 $\text{г/дм}^3$ , еріту ұзақтылығы 2сағат, С:Қ қатынаста [4].

6, 7, 8-сурет күкірт қышқылдының концентрациясына, еріту ұзақтығына, үрдіс температурасына қатысты магний оксиді мен темірдің ерітіндіге бөлінуі көрсетілген. Жүргізілген тәжірибелерде С:Қ қатынасы 4:1 тең болып саналады.

Магний максималды ерітіндіге бөлініп шығуы 65.02%,  $\text{C}_{\text{H}_2\text{SO}_4}$  – 150 $\text{г/дм}^3$ , ал еріту уақыты 2сағат, автоклавты еріту температурасы 130°C болғанда (6-сурет). Осындай параметрлерде темірдің максималды ерітіндіге бөлініп шығуы 25,57%,  $\text{C}_{\text{H}_2\text{SO}_4}$  – 200 $\text{г/дм}^3$ , ал еріту уақыты 2сағат, автоклавты еріту температурасы 130°C болғанда (6-сурет). MgO (65,02%) және Fe(25,57%) ерітіндіге бөлінуі кезінде қолайлы еріту ұзақтылығы 2сағат (7-сурет). MgO мен Fe ерітіндіге бөлінуі тәжірибелік түрде максимумға 130-150°C автоклавты еріту температурасында дейін жетеді (8-сурет).

9-сурет температураға тәуелді түрде хром оксиді автоклавты еріту үстінде бірнеше күкірт қышқылының 75-200г/дм<sup>3</sup> концентрациясында мәні көрсетілген. Хром оксидінің құрамы 51-52% болған кезде автоклавты еріту температурасы 80, 110, 130, 150, 170°С, ал С<sub>Н2SО4</sub> – 150-200г/дм<sup>3</sup>.

Демек ДБФ-2 шламды қалдықтарын хром оксидімен байытылған өнім алу кезінде автоклавты ерітудің қолайлы технологиялық параметрлері болып:

- температура 130°С;
- күкірт қышқылының концентрациясы 150г/дм<sup>3</sup>;
- ерітудің ұзақтылығы 2 сағат;
- қатынас С:К=4:1;
- автоклавтағы қысым 0,3-0,9МПа;

Басқа реагенттермен еріту (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) сілітілі және қышқыл орталарда).

Тәжірибенің негізгі мақсаты шламды қалдықтарды автоклавты еріту әдісімен MgO ерітіндіге максималды бөліп алу және бөлінбей қалған кекті хром оксидінің көмегімен байыту кезіндегі бөлшектеп айыру мүмкіндіктерін оқу. Тәжірибелік зерттеудің технологиялық параметрлері 2 кестеде келтірілген және жұмыстар осы бойынша жүргізілді.

- Тәжірибенің екінші бөлімі содамен (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) жүргізілді. Хром оксидінің кекке бөлініп шығуы 93% дейін, ал кектегі Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 38-39% құрайды. Магний оксидінің ерітіндіге бөлініп шығуы 4.5-6%.

- Тәжірибенің үшінші бөлімі сода (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) және аммоний карбонат ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) қоспасында жүргізілді. Хром оксидінің кекке шығарылуы 85-89% шамасына жуық, ал кектегі Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 37,5-38,8% құрайды. Магний оксидінің ерітіндіге шығарылуы 12-13%.

- Тәжірибенің төртінші бөлімі аммоний карбонатымен ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) жүргізілді. Хром оксидінің кекке шығуы 88-89%, магний оксиді (MgO) ерітіндіде 12,5-14% құрайды.

- Тәжірибенің бесінші бөлімі қышқыл ортада ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)-мен жүргізілді. Хром оксидінің кекке бөлініп шығуы 83-88,5%. Кектегі хром оксиді 47-48% құрайды. Магний оксидінің ерітіндіге бөлініп шығуы 80%-ға дейін.

### **2.3 Қолданылатын реагенттер, отындар, қосалқы материалдар, су және өнімдердің заттық құрамы**

Технологияны жүзеге асырғанда қолданылады:

- техникалық тазалықтағы күкірт қышқылы;
- техникалық тазалықтағы су;
- аммоний карбонат (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), сода (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>);
- ДБФ-2 шламды қалдықтар.

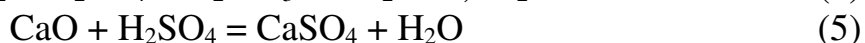
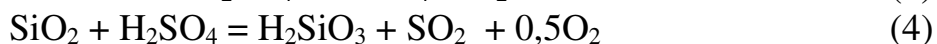
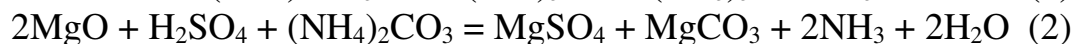
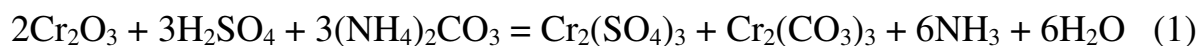
Материал мөлшері, олардың меншікті шығыны, өңдеу өнімдерінің құрамы-технологиялық әдістің материалдық баланс есебінде келтірілген.

## 2.4 Автоклавы іріктеп еріту және сүзу әдістерінің материалдық баланс есебі

Тәжірибелік зерттеу кезінде шламдар ұнтақталмай, бірден шлам дайындау үрдісіне жұмсалады.

Іріктеп еріту және сүзу үрдістері.

Шламды қалдықтарды автоклавы іріктеп еріту кезінде келесі реакциялар бойынша жүргізіледі:



Іріктеп еріту кезінде элементтер көрсетілген пайыздық мөлшерде кекке өтеді: Cr – 98 %; Mg – 11 %; Fe – 72 %; Si – 98,8 %; Ca – 96,5 %; Al – 99,6 %; S<sub>жал</sub> – 15,8 %; O<sub>2</sub> – 76,7 %; H<sub>2</sub> – 22,9 %; басқалары – 80,8 %.

## 2.5 Аппаратураларды есептеу

### 2.5.1 Автоклавың техникалық параметрлерін, механикалық араластырғыш қуатын есептеу

ДБФ-2 аймағында жылдық шлам қалдығы 210 000 т/жыл құрайды. Фабрика бір жылда 327 тәулік үздіксіз жұмыс істейді, сонымен қатар 24 тәулік ППР және капиталды ремонт 14 тәулікке созылады. Демек бір тәулікте фабрикада 642,2 шламды қалдық т/тәулігіне өңделеді. Дайындалатын пульпаның массалық қатынасы K:C=1:4 екенін ескере отырып, өңделетін пульпа жалпы көлемі 3066,8 т/тәу көреміз [соның ішінде 2450 т-суспензия (су+H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>+(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)].

Автоклавы жұретін үрдістің циклы келесі сатылардан тұрады:

1. Материалды жүктеу уақыты – 2,4 сағат;
2. Ірікеп еріту уақыты – 1 сағат;
3. Сүзгішке тасымалдау уақыты – 1 сағат;
4. Есепке алынбаған тоқтатуларға кеткен уақыт – 0,2 сағат;

Жалпы цикл ұзақтылығы 4 сағат 36 минутқа созылады. Сәйкесінше тәулігіне бес цикл орындалады, демек бір циклда өңделетін пульпаның көлемі 642,2 т/цикл құрайды. Мұндай көлемді өңдеу үшін он автоклав аламыз, сәйкесті түрде бір автоклавы өңделетін пульпа көлемі 64,22т/(автоклав циклына). Суспензия тығыздығы  $\rho_{\text{сус}}=1,35 \text{ г/см}^3$ .

$$V_{\text{автоклав}} = \frac{M_{\text{ш.к.}}}{\rho_{\text{сус}}} = \frac{64,22}{1,35} = 47,57 \text{ м}^3 \quad (6)$$

Автоклавқа материалды жүктеу коэффициенті 0,7 болса, автоклавтың жалпы көлемі төмендегі мәнге тең:

$$V_{\text{авт.жал}} = \frac{V_{\text{автоклав}}}{\mu} = \frac{47,57}{0,7} = 68 \text{ м}^3 \quad (7)$$

Жалпы көлемі арқылы есептей келе, автоклавтың өлшемдерін табамыз ол келесідей: диаметрі 3,90 м, биіктігі 5,86 м, көлденең қимасының ауданы 11,1 м<sup>2</sup>, жалпы көлемі 68 м<sup>3</sup>.

Автоклавтың механикалық араластырғышын қондыру кезінде талап етілетін электрқозғалтқышының қуатын есептеу үшін келесі деректерді қолданамыз. Пульпа тығыздығы 1350 кг/м<sup>3</sup>, тұтқырлықтың динамикалық коэффициенті  $\mu=1,8 \cdot 10^{-2}$  Па·с, автоклав диаметрі 3900 мм, биіктігі 5860 мм, жүктеу коэффициенті 0,7, айналу жиілігі 3,5 айн/с [4-5].

Нормаланған араластырғыштың диаметрін табамыз:

$$d = \frac{D}{4} = \frac{3,9}{4} = 0,975 \text{ м} \quad (8)$$

Араластыру режимін келесі формула арқылы анықтаймыз:

$$Re = \frac{\rho \cdot n \cdot d^2}{\mu} = \frac{1350 \cdot 3,5 \cdot (0,975)^2}{1,8 \cdot 10^{-2}} = 249539 \quad (9)$$

Графиктың көмегімен қуат критерий мәнін анықтаймыз және оның мәні мынадай  $K_N=0,2$ .

Төмендегі формула арқылы қондырылған режим кезіндегі араластырғыштың қолданатын қуатын есептейміз:

$$N_P = K_N \cdot \rho \cdot n^3 \cdot d^3 \cdot d^2 = 0,2 \cdot 1350 \cdot (3,5)^3 \cdot (0,975)^3 \cdot (0,975)^2 = 10,2 \text{ кВт} \quad (10)$$

Электрқозғалтқыш көбінесе жұмысшыға қарағанда жіберу кезеңінде қуатты 2-3 есе шамадан асырады:

$$N_{\text{жіберу}} = 2 \cdot N_P = 2 \cdot 10,2 \text{ кВт} = 20,4 \text{ кВт} \quad (11)$$

Электрқозғалтқыштың пайдалы әсер коэффициентін 0.95 және қуат қоры 20 % тең деп алып, қондырғы қуатты табамыз:

$$N_{\text{кон}} = 20,4 \cdot 1,2 / 0,95 = 25,77 \text{ кВт} \quad (12)$$

## 2.5.2 Барабанды вакуум-сүзгіш өлшемін, айналу жиілігін есептеу

Автоклавтағы ерітуден кейін материал пульпа араластыру ыдысына түседі, содан кейін насостардың көмегімен барабанды вакуум сүзгішке айдалынады. Мұндағы мақсат пульпаны кекке және ерітіндіге айыру.

Сүзгішке сулы суспензия 13,4 м<sup>3</sup>/сағ жылдамдықпен беріледі, соның ішінде қатты фаза 20%. Зауыттағы шамаланған вакуум 598 мм.сын.бағ. тең. Лабораториялық үлгіде 510мм.сын.бағ. вакуумында, тәжірибелік сүзу барысында қажетті ылғалдылық сүзу аймағында 33 с қол жеткізілді. Бір метр шаршы ауданға қатысты сүзу константалары келесідей:  $K=11,2 \text{ дм}^6/(\text{м}^4 \cdot \text{с})$ ;  $C=6 \text{ дм}^3/\text{м}^2$ . Суспензия тығыздығы 1350 кг/м<sup>3</sup>.

$K \Delta p^*$ -ға пропорционал деп қабылдай отырып  $K$  сүзу константасын 610 мм.сын.бағ. қайта есептейміз:

$$\frac{K}{K'} = \frac{610}{510} = 1,196 \quad (13)$$

осыдан

$$K=11,2 \cdot 1,196 = 13,4 \text{ дм}^6/(\text{м}^4 \cdot \text{с}) \quad (14)$$

Сүзу уақытын  $\tau = 33\text{с}$  тең деп алып, теңдеуден сүзу аумағының меншікті өнімділігін анықтаймыз:

$$V^2 + 2V \cdot C = K \cdot \tau \quad (15)$$

$$V^2 + 2V \cdot 6 = 13,4 \cdot 33; V = -6 + \sqrt{36 + 442,2} = 15,87 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \text{ 33 секунда.}$$

Демек, бір секундтағы сүзу аймағының меншікті өнімділігі:

$$\frac{15,87}{33} = 0,481 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с}) \quad (16)$$

Суспензия бойынша берілген өнімділікті фильтрат бойынша өнімділікке дейін қайта есептейміз.

Тұнба ылғалдылығы 37% кезінде ылғал және құрғақ тұнбаның массалық қатынасы:

$$m = \frac{1}{1-0,37} = 1,59 \quad (17)$$

Суспензиядағы қатты фазаның массалық үлесі  $x=0.175$ ;

Суспензия шығыны  $G_c = V_c \cdot \rho_c = 13 \cdot 1350 = 17550 \text{ кг/сағ}$ ;

Ылғал тұнбаның массасы  $G_{\text{тұн}} = G_c \cdot x \cdot m = 17550 \cdot 0,175 \cdot 1,59 = 4883,3 \text{ кг/сағ}$ ;

Фильтрат массасы  $G_f = G_c - G_{\text{тұн}} = 17550 - 4883,3 = 12666,7 \text{ кг/сағ}$ ;

Тұнба тығыздығы  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$  тең кезінде тұнбаның көлемдік шығыны 12666,7 дм<sup>3</sup>/сағ құрайды.

Фильтрат бойынша өнімділікті есептейміз:

$$\frac{12666,7}{3600} = 3,52 \text{ дм}^3/\text{с} \quad (18)$$

Сүзу аймағындағы қажетті бет ауданы көрсетілгендей:

$$F_c = \frac{3,52}{0,481} = 7,32 \text{ м}^2 \quad (19)$$

Көбінесе барабанды вакуум сүзгіштерде сүзу аймағының жалпы бетті шамамен 37 % құрайды, онда сүзгі беті келесі мәнге ие:

$$F = \frac{7,32}{0,37} = 19,78 \text{ м}^2 \quad (20)$$

Каталогқа сәйкес келетін барабанды вакуум сүзгішті таңдап аламыз  $F=21 \text{ м}^2$  (БОУ10-2,6). Сүзгіш диаметрі  $D=2500 \text{ мм}$ , ал ұзындығы  $L=2600 \text{ мм}$  [6].

Берілген 33 с сүзу уақытын қамтамасыз ету үшін қажетті бір минуттағы сүзгіштің айналу жиілігін келесі пропорция арқылы табамыз:

$$\begin{array}{l} 33 - 0,37 \\ 60 - n \end{array} \quad n = \frac{0,37 \cdot 60}{33} = 0,673 \text{ айн/мин.}$$

## 2.6 Барабанның техникалық негіздемесі мен ерекшелігі, қауіпсіздік ережесі және іске қосу нұсқалары

Бұйым: Түйіршіктегіш барабан RLB 36100  
 Саны: 1  
 Артикул: 261267-M1  
 Тапсырыс нөмірі: 234414

Негізгі мәліметтер:

Диаметр, ішкі	3600 мм
Ұзындығы, шиыршықты камерамен бірге	10 000 мм
Жылдамдығы	номин. 6,5 айн/мин, диапазон 4-7,5 айн/мин
Көлбеулігі	номин. 5°, диапазон 5-7°
Мотор	75 кВт

Жалпы.

Түйіршіктегіш барабан негізінен төрт резеңкелі доңғалақтың түйініне сүйенетін барабанды қабырғаны қосып тұрады. Бір жақтағы резеңкелі доңғалақтар түйіні барабандарды қозғалыс қалпына келтіру қызметін атқарады. Төзімді доңғалақ барабанның біліктік қозғалысын ретке келтіріп

отырады. Резеңкелі доңғалақтар түйіні және төзімді доңғалақтар қатты рамада құрастырылған. Барабанның ішкі диаметрі 3600 мм және ұзындығы 10 000 мм құрайды.

*Барабан.* Барабанның қалыңдығы 16 мм болат беттен әзірленген. Резеңкелі доңғалаққа сүйенетін барабанның бөлшектері машиналы өңдеулерден өткен, қалыңдығы 34 мм бетке ие. Барабан бірнеше қаттылық сақинасынан (құрсаулар) және біліктік қозғалысын осіне қабылдайтын қозғалыстарды реттейтін бірнеше сақинамен жасалған.

*Шиыршықты камера.* Шиыршықты камера негізінен барабанның жүк түсіретін бөлігі болып табылады және сілкігішке дайын емес түйіршіктерді тегіс жаюға мүмкіндік жасайтын ерекше кесіліп алынған формалы түрде болады.

*Қаптама.* Барабан ішкі жағынан Шор бойынша қаттылығы 60 °, ал қалыңдығы 8 мм болып келетін резеңкеленген матамен қапталған. Резеңке барабанға қатар орналасқан жұқа тақтайшалар көмегімен бекітілген. Ары қарай резеңкелі мата жоғарыда орналасқан және ол төмен қарай салбырап тұрады, сосын қаптамада өзін-өзі тазарту жүреді. Шиыршықты камерада резеңкелі қаптама қабырғасына жалғанған.

*Айналдырғыш доңғалақ.* Түйіршіктегіш барабан бір-біріне ұқсас төрт резеңкелі доңғалақ түйінімен құралданған. Әр түйіні тоғынға престелген бірнеше 750/75-640 резеңкелі доңғалақтан тұрады. Ось тоғынға жалғаушы элементтермен жасалған және ұстаушыларда доңғалақ подшипниктерімен сүйеледі.

*Қажымайтын доңғалақ.* Қажымайтын доңғалақ сыртқы диаметрі арқылы пластикпен қапталған. Доңғалақта орнатылған осьтегі шар тәрізді доңғалақ подшипниктерді сүйеп тұрады, ал осінде каркаска бұратылып жасалған.

*Беріліс.* Барабанның бір жағында орналасқан қозғалтқыш доңғалақтардың екі түйіні бір-біріне жүзгіш осьпен жалғанып тұр. Сосын беріліс қуаты 75 кВт айнымалы тоқты қозғалтқыштан тұрады, ол иілгішті жалғамалы және айналым жылдамдығын төмендету мақсатында редуктор осінде орнатылған. Барабанның номиналды айналым жылдамдығы 6.5 айн/мин және жиілікті түрлендіргіштің көмегі арқылы 4.5-7.5 айн/мин аралығында өзгеріске ұшырап тұруы мүмкін.

*Салқындату жүйесі.* Барабанда жүктеу соңынан 1.5 м аралықта алты шашыратқыш орнатылған. Барабанға келетін су үш тот баспайтын құбыр арқылы әкелінеді.

*Көлбеулік.* Түйіршіктегіш барабанның номиналды көлбеулігі 5°. Көлбеулікті барабан корпусы мен сүйегіш корпус арасындағы салуды өзгерту үшін 5 °...7 ° аралығында өзгеріске ұшыратуға болады.

Барабан:

Бос салмағы	34645 кг
Ең мүмкін көтеретін салмағы	23150 кг
Ішкі диаметрі	3600 мм

Ұзындығы	10000 мм
Тақта қалыңдығы	15/42 мм

Қозғалтқыш доңғалақ:

Түйін саны	4
Әр түйіндегі доңғалақ саны	16
Доңғалақ типі	Continental Rotafrix 750/75-640RS
Сыртқы диаметрі	745 мм

Резеңкелі қоршама:

Секция саны	8
Резеңке типі	1160 EP 125/1-6/1
Қалыңдығы	8 мм
Қажымайтын доңғалақ	
Диаметр	542/513 мм
Сыртқы қоршама	Полиуретан

Оператор жабдық жүзеге асырылмас бұрын пайдалану бойынша басқару анықтамасымен танысу керек, оған қатысты барлық қауіпсіздік ережесін міндетті түрде сақтау қажет [7].

Жабдықты құрастыру және қондыру алдында рұқсат берілген инспектор жабдықтың сүйеу қызметін жасайтын, істегі жайға сәйкес келетін бетон мен болатты конструкцияны қарап және мақұлдау керек.

Пайдалану уақытында түгел қорғау құрылғылары бірқалыпты және жұмыс жасап тұруы керек. Қорғаудың бір тәсілі ретінде жөндеу жүргізу және басқада жұмыс уақытында кенеттен қосылып кетуінен, жұмысшы қызметкердің машинадан қауіпті қашықтықта тұрған жағдайында машина қасында арнайы авариялық бітеу сөндіргіші мен шұғыл сөндіру кнопкасын орнату қажет.

Жұмыс уақытында машинаны қауіпті аймаққа орналастыруға қатаң түрде тыйым салынады.

Көтеру уақытында машина өте ұқыптылықты талап етеді. Қолда бар көтергіш ілмекті пайдалану қажет бар болған жағдайда, машинамен жұмыс жасау нұсқауына назар аудару міндетті.

Жалпы тәжірибе мен арнайы қауіпсіздік ережесінен басқа, ерекше назарды келесі бөлімдерге бөлу қажет:

Жабдықты арнайы бекітілген көтергіш құрылғымен көтеру керек.

- Жиналатын немесе бекітілмеген бөлшектерді көтеру алдында тексеріп бекітіп алу қажет.

- Көтеру уақытында ауадағы жүктің қауіпті аумағында категориялық түрде қалдырып кетуге болмайды.

- Көтеру уақытындағы үдеу мен тоқтатуды қауіпсіз жылдамдықта жасау керек.

Арнайы түйіршіктелген рудалы концентрат түйіршіктегіш барабанда жентекке ауысады. Жентектің қажет болуының басты себебі, ұсақ



түйіршіктелген концентрат келесі күйдіруге жарамайсыз болады. Жентек өлшемі 9-15 мм аралығында.

Түйіршіктегіш барабанның жылдамдығы қауіптіліктің 24-30 % құрайды. Барабандағы түйіршіктердің қалыңдығы жентектерді сынудан сақтау үшін 225 мм асып кетпеу керек. Жентектердің барабанда болу ұзақтылығы жобамен бір минутты құрайды. Болу уақытын айналу жылдамдығы мен көлбеулікті өзгерту әдістері арқылы өзгеріске ұшыратуға болады.

Жылдамдықтың өзгерісі жиілікті өзгерту есебінен жүзеге асырылады. Көлбеулікті каркас пен ұстаушы болат конструкциясының арасындағы сүйеу биіктігін өзгерту арқылы жасалады.

Материалдың ыңғайлы өлшеміне жету үшін барабаннан 2-3 рет қайталап өту керек.

Барабанның материал түсіріп алу бөлігінің соңында номиналды өлшемнен төмен және арнайы қажет өлшемге жеткен жентектерді бөліп алу үшін сеператор орналастырылған. Номиналды өлшемнен төмен жентектер конвейер жүйесі арқылы талап етілетін өлшемге дейін жоғарылату мақсатында қайтадан барабанға түседі.

Түйіршіктегіш барабан ішкі жағынан бұзылмайтын және концентрат пен барабан қабырғасы арасында керек үйкелісті қамтамасыз етіп өзін-өзі тазартып тұратын арнайы резеңке қаптамамен қапталған.

Барабанға жентек түзілу мақсатында аздаған мөлшерде су қосады.

Жылдамдықты өзгерту жентектің түзілуіне аз үлесте әсерін тигізеді. Жылдамдықты төмендету кезінде жентектің барабанда болу уақыты көбейеді, ал керісінше барабан ішіндегі материал көп мөлшерде көбеюі мүмкін. Барабан ішіндегі түйіршік материал қалыңдығы қозғалыссыз күйде 225 мм-дей болу міндеттеледі.

Жылдамдықты көтеру барабандағы жентектің болу уақытына әсер етіп төмендетеді. Көбінесе жоғарғы жылдамдық болған кезде материалдың барабанда каскад түзілуіне әкеледі. Негізінен жұмыстың мұндай тиімсіз режимі ұсынылмайды.

Жылдамдық шамамен жоғарылау болу керек, бірақ каскад түзіліп кететін жылдамдықтан төмен болуы міндеттеледі.

Түйіршіктегіш барабан оның алдында орналасқан және одан кейінгі тұрған машиналармен тізбектеліп орналасқан кезде қарапайым іске қосылады. Түйіршіктегіш барабанды қондыру орнында немесе дистанциалдық жүргізіледі.

Авариялық тоқтату орын алған кезде жабдықты қайта іске қосар алдында тексеріп, авариялық тоқтау себебін анықтап, оны жою қажет [8].

## **2.7 Күйдіру пешін қолданылуы бойынша нұсқаулар**

Күйдіру әдісінің негізі.

Күйдіру пеші арнайы түрде шикі жентек қабатын бірден күйдірудің жоғарғы температурасына дейін қыздырылып және осы қабатты осы температурада күйдіру реакциясының орындалу ұзақтығын қамтамасыз ету негізіне арналған. Қабатты қыздыру жылдамдығы негізінен жылу беріліс жылдамдығымен, реакция сатысымен және шикі жентек беріктігімен шектеледі.

Төменде күйдіру тәсіліне әсерін тигізетін арнайы факторлар көрсетілген. Бұл келтірілген факторлар берілген тәсілді басқарудың негізі болып саналады.

1. Максимальды температура мен ұстау уақыты; тауарлы жентек сапасы жентектердің күйдіру температурасына ( $\geq 1425$  °C) сонымен қатар, ұшырау уақытына байланысты.

2. Энергетикалық балансқа әсер беретін факторлар:

- жүзеге асырылған көміртегі мөлшерімен (C-fix, %)
- газдың өнімділік шығыны (шығын H, м<sup>3</sup>/т)
- жентек жайылған қабатқа берілетін газ температурасы
- жентек жайылған қабаттан шығатын газ температурасы
- темірдің тотығуы және тотықсыздануы  $Fe^{2+} \leftrightarrow Fe^{3+}$
- ұшқыш заттарды құрайтын CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O мөлшері

Арнайы келіп тұрған энергия шикі жентекпен араласып көміртегінің жануынан, төсендіден алынып шығатын газдан және хромит құрамында кездесіп тұрған темірдің тотығуынан тұрады. Ыстық газ осы газға бөгеу болатын қайтармалы және отындық газ қоспасы болып келеді. Жоғарыда айтылып өткен газ жентек жайылған қабатты арнайы қыздыру үшін арналған. Энергетикалық шығындар негізінен шығатын газдармен жоғалады, булану мен бөліну реакцияларымен қатар тотықсыздану реакцияларымен жоғалуы мүмкін, сонымен бірге пеш қабырғасы арқылы жылудың жоғалуынан да тұрады.

3. Күйдіру реакциясының таралуы пеш аумағындағы лента қозғалысының бағытымен, сонымен бірге жоғарыдан төмен қарай таралады. Күйдіру процесінің реакциясы жентек төсенді құрылысына, жентек өлшеміне, төсенді кеуектілігіне, төсенді қалыңдығына байланысты. Қыздыру жылдамдығын жақсарту үшін, демек температурамен және суыту аймағынан қыздыру аймағына кейін қайтарылатын пайдалы жылуға тәуелді болатын күйдіру реакциясымен қоса, пеш бірнеше аймақтарға бөлінген. Қыздыру және сәйкес суыту әдістерінің графикалық қисық сызығы пештің температуралық профилі деп аталынады.

Тәжірибе жүзінде температура профилі камерадағы жентек жайылған қабат үстіндегі температурадан және сорылып алынған воронкадағы газ температурасынан түзіліп шығады. Температура профилі негізінен жүктеу көлемінен (т/сағ) сонымен бірге жағылатын көміртегі мөлшеріне (C-fix) байланысты. Соңғы сатыны басқару газ шығынын және бөгеу температурасын беру әсерінен жүзеге асырылады.

Төменде температуралық профиль қалай қалыптасып жүретіні және қалай бақылауға болатыны сипатталған.

*Жентек жүктеу және жентек төсенді қабатының қалыптасуы.*

Төселген жентек қабаты бойынша газдың бірқалыпты таралуы негізінде төсендінің қалыңдығы жоғарылайда, жанынанда бір бағытта болуы қажет.

Төменгі жентектер болат лентаға бірінші қабат ретінде түсіріледі. Бұл қабат жылуды жұтуға арналған, осылай айту себебіміз, егерде барлық шикі жентек қабаты 1425°C температураға дейін қыздырылған кезде, болат лента 300°C температураға дейін қызып тұрады. Жентек қабаты сонымен бірге жылуды жолай пайдалану негізінде суыту секциясында кетіп тұрған газға жылуын беріп тұрады.

Ал жентектер болат лентаға жүктеу бункерінен түседі. Жүктеу тесігі жентектің төменгі жақтағы қабатын төртбұрышты формада құрастырады. Жентек қабатының дұрыс құрастырылуын қамтамасыз ету мақсатында құрылғыны пайдалануға алу сатысында жүктеу ретін өлшемге тексереді, сондай-ақ ленталы сырғанап тұратын конвейерді және доңғалақты сілкімелі төседеме тексеріледі.

Төменгі қабаттың номиналды қалыңдығы шамамен 190-200мм болады. Шикі жентек қабатының қалыңдығы жалпы алынған жентек қабаты мен төменгі жентек қабатының қалыңдығының айырмасына тең.

*Кокс жануы.* Күйдіруге қажетті болатын жылу мен пештегі жануды қамтамасыз ету үшін ұсақ коксты хромитпен араластырады. Ұсақтау операциясының алдында концентратты жүктемей тұрып ұсақ коксты араластырып алады.

Коксқа қойылатын басты талап шикі жентек құрамында кездесетін көміртегіге байланысты болады. Құрамдағы көміртегі сүзу кегінің анализі көмегі арқылы анықталады, осы анализ ретінде жүктеу әдісін жөндеп отыру үшін жентектеу тәсілінің алдында көміртегі мөлшері қосылып кетуі мүмкін. Көміртегі құрамын анықтау анализі жиі жүргізілетіндіктен алынған сынама шикі жентек көлемінен алынуы мүмкін.

Кокс негізінен хромитке белгілі бір қатынаста қосылады (кг/т). Ал осы қатынасты шығарудың алдында кокстағы көміртегінің мөлшерін назарға алу керек (әдетте 80-90%). Жағылатын көміртегінің негізгі мөлшері температуралық профильді анықтайды. Көміртегі 800-900°C шамасында тұтанып кетеді, осылайша бұл қыздыру аймағында жүреді. Темірдің тотығуымен қатар жүретін жану тәсілі күйдіру зонасында, сонымен бірге келесі суыту аймағында жалғасып жүреді. Темірдің тотығу реакциясы жентек қабатының температурасын күйдірілуге керек температураға дейін көтеріледі және оның шамасы газ температурасынан жоғары болады[9].

*Газдың көлемін және температурасын қалыпқа келтіру және жөндеу.*

Жентек қабатына керек энергия газ ағынымен жұмсалады. Басқа жағынан қарағанда энергия әр түрлі реакция көмегімен жүргізіледі, сонымен қатар қолданылады. Әр аумақтан сорылып алынған газдың температурасы энергияның қолданылуына және берілісіне байланысты болып келеді.

Негізінен жентек қабаты жоғарғы қабаттан төменгі қабатқа қарай қызады. Жентек қабаты алға қарай қозғалған кезде, ол жылуды келесі аймаққа беріліп отырады, мұнда оданда жоғары қызады. Күйдіру аймағында жентек қабатының жоғарғы бөлігінің температурасы 1450°C дейін жетіп қалуы мүмкін, содан кейін жентек қабатының лентаға жақын жерінде температура шамамен 200°C болады. Жентек қабаты суыту аймағына жөнелтілген кезде, керісінше қабат төменнен жоғарыға қарай суытылады. Жылу жоғарыға қарай қозғалатын ауаға беріліп тұрады. Жентек қабаты әр аймақтан аймаққа өту арқылы суыйды, сосын нәтижесінде қабаттың төменгі бөлігіндегі температура суытушы ауа температурасымен жобаласады, ал жоғарғы бөлігінде температура 400-500°C құрайды. Суытушы аймақтан шығып тұратын айналмалы газдардың температурасы алғашында 1200-1300°C-дан, ал соңғы аймақта 350-450°C дейін өзгеріске ұшырап тұрады. Келесі технологиялық тізбектегі ленталық конвейерлердің жанып кетпеуі үшін өнімнің температурасы керегінше төмен болуы міндетті.

*Күйдіру пешін қосу үшін дайындық.* Төменде пешті қыздырмас алдында орындалатын жабдықтың тексерулері мен өлшемдері келтірілген:

Алдымен жентекті лентаға салмай тұрып беріліс жүйелерін тексеріп алып және жөнге салу керек, лентада басқару жүргізіледі, содан кейін жентек жүктелген жұмысшы күйде болады. Шірнеулер тексерістен өтеді. Ең бірінші отындық құбырлар тексерілуі керек. Жіберуден бұрын толығырақ домаламалы ленталы конвейерді тексеріп алу қажет. Сосын жөнге келтіру параметрлері жүктеуден кейін қарастырылады. Доңғалақты сілкімелі-төсегіштің реті тексеріліп жасалады. Доңғалақтардың және жалпақ қалыптастырғыш лентаның жылдамдықтарының соңғы жөндеулері жүктеуден кейін қарастырылады. Жентек қабатын өлшеу жүйесінің тексерілуі жүреді.

*Пешті қыздыру.* Сақиналы шірнеулерді пештің футеровкасының төменгі қабат жентектерінің айналымы арқылы қыздыруға жібереді. Лентаның қорғанысы ретінде болатын лента жентектің төменгі қабатымен бірге қозғалыста болады. Қыздыру және күйдіру камералары шірнеумен қыздырылады, ал қозғалыста тұрған төменгі қабат жылуды суыту камерасына жібереді, содан кейін айналма газдарды қосып алып кетеді. Орталығындағы камералар одан әрі қарай қызып жатқан кезде, жылу соңғы орналасқан суыту камерасынан кептіру камерасына таралып тұрады. Жентектердің төменгі қабаты сілку станциясының көмегі арқылы қайтадан жүктеу бункеріне жіберіледі.

Жентектің төменгі қабатының жүктеу бункерінің деңгейін 80% дейін реттейміз. Жіберместен бұрын бункер осы берілген мәнге толтырылады. Төменгі жентектерді айналдыру жүйесі қосылуы қажет. Төменгі қабат үшін дұрысталатын лента қажетті параметрге келтіріледі.

Қыздыру кезінде төменгі қабат шамамен қалыңдау болу қажет. Доңғалақты сілкімелі-төсегіш осы қалыңдықты 450мм жуық мәнге дейін шектейді. Лента жылдамдығы төменгі мәнге келтіріледі жобамен 0.4м/мин болады. Пештің температурасы қыздыру тәсілінің соңғы үрдісінің температурасына тең болған жағдайда, іске қосу процесі басталады.

#### *Қыздыру және күйдіру камералары.*

Осы камерадағы типтік температуралар:

- қыздыру камерасында 1000-1150°C,
- күйдіру камерасында жуық шамамен 1350-1450°C.

Қыздыру және күйдіру камераларында температура технологиялық түрде авариялық суытумен байланысты болып келеді. Егер камералардағы температура көрсетілген мәннен төмен болған жағдайда, ал отындық газ ағыны жоғары болып жатса, демек жентек төсегінде кокстың жетіспеушілігі болады.

Қыздыру және күйдіру аймақтарындағы температура суыту аймағына қатысты болады. Егер алдыңғы зоналарда температура көтерілсе немесе төмендесе, шамалы уақыттан кейін сәйкесінше суыту аймағындағы температурада өзгеріске ұшырайды.

Әрбір камерадағы температура екі термометр арқылы өлшеніп тұрады. Техникалық әдісті дұрыстау үшін орташа мән қолданылады.

Сорушы воронкалардағы ұшқыш газдардың типтік температуралары:

- кептіру үшін ұшқыш газдарда 45°C;
- қыздыру үшін ұшқыш газдарда 55-120°C;
- күйдіру үшін ұшқыш газдарда 80-нен 200°C-ға дейін;

Қыздыру және күйдіру сорушы воронкалардағы ұшқыш газдар температуралары авариялық суыту жүйесімен тығыз технологиялық жалғанған. Қыздыру үшін ұшқыш газдардың 120°C температурасы авариялық жағдайға әкеліп соғады [9-10].

*Суытушы камералар.* Суытушы камерадағы температура пештің алдыңғы бөлігіне түсетін жылулық энергияға байланысты, нақтырақ айтатын болсақ кокстағы көміртегі мен газ ағынының көлеміне қатысты.

Типтік температуралар:

- 1100-1300 °C жетінші суытушы аймақ үшін, бірақ 1350 °C дейін жетуі мүмкін;

- 900-1100 °C сегізінші суытушы аймақ үшін, 1250 °C дейін жетуі мүмкін;

- 350-450 °C тоғызыншы суытушы аймақ үшін, 550 °C дейін жетуі мүмкін;

### **3 Құрылыс шешімдері**

#### **3.1 Өнеркәсіптік кәсіпорын орналасатын ауданның ситуациялық карта сұлбасы**

Дипломдық жұмыс бойынша қарастырылған шламды қалдықтарды байытып өңдеу өндірісінің құрылысы Дөң тау-кен байыту комбинатының аумағында орналасқан.

Дөң тау-кен байыту комбинаты ҚР батыс аумағында, Ақтөбе облысы, Хромтау қаласында орналасқан. Комбинат екі байыту фабрикасымен, сонымен бірге екі шахтамен, Самара-Шымкент стратегиялық үлкен автомобиль жолымен, сондай-ақ темір жолымен байланысқан. Негізінен ерте кезде комбинатты салардың алдында Ақтөбе қалалық архитектура басқармасымен бірігіп негізгі шаруашылық объектілері жобаланған, барлық жағдайлар ескеріліп жасалған, олар: құрылыс базасы, су және канализация жүйелері, авто мен теміржол байланысы, жылу мен электр энергияларының орналасуы, жалпы қалалық мәдени-тұрмыстық және әлеуметтік-коммуникалдық жағдайларда қарастырылған. Ақтөбе қаласының ауа райына байланысты шұғыл континенттік климаттық белдеуге жатқызылады. Абсолюттік температуралар минимумы  $-45^{\circ}\text{C}$ , максимумы  $+35^{\circ}\text{C}$ . Желдің бағыты солтүстік батысқа қарай соғылады. Желдің жылдамдығы максималды 27 м/с. Топырақ бетінің тоңазу тереңдігі 2.5 м. Жер асты суы аз сілтілі болғандықтан қорғануды көп қажет ете бермейді.

Дөң тау-кен комбинатының аумағында шламды қалдықтарды өңдеу цех құрылысын жасау келесі факторлар бойынша:

- Шикізаттың көзі ретінде қарастырылып алынған бірінші және екінші Дөң тау-кен байыту фабрикасы жатады.

- Әдісті жүргізуге қажетті күкірт қышқылы құбырлар арқылы фабриканың күкірт қышқыл цехынан алынып отырады.

- Теміржолдың болу себебі шығарылатын өнім мен тұтынушыларды өнеркәсіптер арқылы қамтамасыздандыру.

- Қалада кірпіш пен темір-бетон өнімдерін жасап шығаратын зауыттардың болуы.

Хромтау ірі елді мекендердің қатарынан табылады. Климаттық жағдайы құрылыстың жасалынуына тиімді жағдай жасайды. Желдің көп соғуы қаланың ластанбауына жақсы әсерін тигізеді. Жергілікті жер бедері комбинат аумағының жақсы желдетілуіне көмектеседі.

#### **3.2 Ғимараттың жоспарланған шешімдерін жүйелеу және қондырғыларды орналастыру**

Цех ғимаратының жобасында унифицирленген пролет қабылданып қарастырылған және ол 17 метр. Ғимараттың биіктігі еденнен көтеруші

конструкцияға дейін 13.5 метр болады. Бұл құрылыс уақытында жиналмалы темірден істелінген унифицирленген элементтерді пайдалануға себебін тигізеді.

Цех ғимаратының өндірістік бөлігі жер асты бөлмесінсіз орындалады.

Қондырғыларды орналастыру және өндірістік бөлмелерді компановкалау осы факторлар қарастырылады:

- жобаланушы цехтың өнімділігіне;
- көмекші қондырғыларды дұрыс таңдап алуда.

### **3.3 Цех ғимаратының конструктивті және архитектуралық элементтері**

Ғимараттың іргетастары жеке тұрған бағаналар түрінде жасалынған. Қабылданып алынған монолитті темірбетонды блоктардың сатылы түрде табан размері 3300×2500 мм.

Соқыр аймақ (отмостка) бетоннан құйылған, әр ғимаратта қолайлы түрде жасалған, ені 1,6 метрге жуық болады.

Қабырғалары кірпіштен қаланып жасалған. Сонымен бірге ғимараттың әкімшілік бөлігі жағындағы қоршаулар кірпіштен қаланып істелген. Бөлмелер арасындағы қоршаулардың қалыңдығы 175 мм.

Ғимараттың қаркасы вертикальді бағаналардан жасалынған және олар тікбұрышты қималы темірбетоннан істелген.

Едендердің конструкциясы бірретті температуралар мен кішігірім қысымдарға қарастырылған. Бетонды еден қышқалға төзімді кірпіштен қаланып жасалған.

Терезелер екі аралықты және МЕСТ 11214-65-ке сәйкес келеді, ені 1500 мм болады. Есіктер, негізінен бір негізді МЕСТ 6629-64-ке сәйкес келеді, ал биіктігі 2 метр, ені 0,8 метр болады.

Әкімшілік бөлігіндегі ғимараттың баспалдақтар бірқадамды және олар темірбетоннан жасалған, ал өндірістік бөлігінде орналасқан баспалдақтар металдан істелінген [10].

### **3.4 Жобаланушы өндіріс орнына негіздеме**

#### **3.4.1 Кәсіпорынның құрылыс конструкциялары мен элементтері және тұрғындық бөлмелермен қамтамасыздандыру**

Барлық ғимараттың құрылыстық конструкциясы мен элементтерін коррозиядан қорғау мақсатында барлық металдық бөліктері майлы бояулармен боялады.

Цехтің әкімшілік бөлігінде бірнеше тұрғындық бөлмелер қарастырылып жасалған: жұмысты үлестіру, мастерлер, сондай-ақ лабораториялар, сан.тораптар және тағы да басқа бөлмелері салынған.

Киім-кешек шешетін орын, душтың кабиналары, сонымен қатар асхана, медпункт цехтен тыс жерде орналасқан және орталықтанған түрде тағы басқа цехтермен бірге пайдалануға берілген.

### **3.4.2 Су және электр энергия көзімен қамту, канализация жүйесі**

Цехті сумен қамтамасыздандыру кезінде сақиналы жүйе бойынша жүргізіледі,  $d=100$  мм.

Таза судың артық мөлшері су қалқанынан алынып отырады. Қалдық су арнайы жинақтағыштарда жиналады. Пайдаланылып қалған қалдық судың бір бөлігі тазарту қондырғыларынан қайта өтіп, өзенге ағызылады, ал қалған бөлігі айналымға жіберіледі. Өндірістік әрі канализациялы ағынды сулар тазартудан өткеннен кейін өзенге ағызылады. Цехте арнайы өрт жағдайына қарсы су қоры бар, ол цех бойымен жүреді. Цехте қауыпты жағдай туындаған кезге арналған авариялы шығу есіктері салынған.



## ҚОРЫТЫНДЫ

Жобалаған технология тәсілінде 210000 тонна шламды қалдықты өңдейтін жобалау тақырыбында жазылған дипломдық жұмыстың мақсатында көрсетілгендей қорытындылар жасауға болады:

1 Жобаланған технология үрдісінде өңделетін шламды қалдықтың рационалдық құрамын анықтадым, сонымен бірге компоненттердің фазалық құрамын есептедім.

2 Технологиялық процестің сондай-ақ толық және элементтік материалдық баланстарын есептеп шығардым.

3 Технологиялық әдістің қосымша қоспаларын процеске енгізу үшін және қандай өнім мөлшерлерін алуға болатынын материалдық баланс арқылы анықтап алдым.

4 Арнайы жобалаған технологияны өндірісте пайдалану үшін әр процеске сәйкес келетін қондырғыларын таңдап алып, олардың санын және өлшемдерін анықтап алдым, содан кейін аппаратура-технологиялық тізбекті сыздым.

5 Дипломдық жұмыста пайдалануға алынған негізгі шламды қалдықты автоклавты іріктеп еріту әдісінің көрсеткіштері:

- шламды қалдықты күкірт қышқылы және аммоний карбонатымен бірге автоклавты іріктеп ерітіп және сүзу кезіндегі  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ -тің кекке шығымы 98 %, концентрациясы 52 %; магний оксидінің ерітіндіге бөлінуі 65,02 %;

- ғылыми-зерттеу және практикалық жұмыстардың соңында келесі параметрлерде іске асатын ДБФ-2 шламды қалдықтарын автоклавты өңдеу технологиясы іздеп алынды:

- күкірт қышқылының концентрациясы 150 г/дм<sup>3</sup>;
- еріту технологиясының температурасы 130 °С;
- еріту ұзақтылығы 2 сағат;
- сұйық және қатты қатынасы С:Қ = 4:1;
- автоклавтағы қысым 0,3-0,9 МПа аралығында.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Способ получения хромитового концентрата из бедных хромитсодержащих руд/ Кенжалиев Б.К., Дюсенова С.Б., Абдулвалиев Р.А., Гладышев С.В., Омарова С.А., Манапова А.И., Имангалиева Л.М.; опубл. 19.04.2019. Бюл. №16. – 4с.

2 Технологический регламент на переработку шламов хвостохранилища Дуберсай. – Астана, 216. – 58с.

3 Набойченко С.С. Автоклавная переработка медно-цинковых и цинковых концентратов. – М.: Metallurgia, 1989 г.

4 ВИНТИ. РЖ «Металлургия» 200 05.12-155.35П. Способ повышения извлечения металлов высоко температурным автоклавным выщелачиванием. Патент №6893482.США. опубл. 17.05.2005 год.

5 Тельбаев С.А., Еденбаев С.С., Романов Г.А., Асанбаев Т.К., Устемиров Х.С. Автоклавный способ переработки цинк содержащих возгонов применительного к сырью ЗАО «Южполиметалл». Ж. «Промышленность Казахстана» №10, 2001 г. стр. 89-91.

6 Романов Г.А., Устемиров Х.С., Тельбаев С.А., Еденбаев С.С., Летвиненко Г.А. Исследования процесса автоклавной переработки цинк содержащего сырья // Труды Международной конференции «Наука образования – ведущий фактор стратегии «Казахстан 2030»», выпуск 2, – Карағанды, 2002г. стр. 141-143.

7 Мазалецкий Г.Д., Рябин В.А. и др. Способ обогащения хромовой руды. Авт.св: СССР №836177. опубл. 07.06.1981 г. Бюл. №21.

8 Абдулвалиев Р.А., Абдыкирова Г.Ж., Дюсенова С.Б., Имангалиева Л.М.; Обогащение хромитсодержащих шламов// Научный журнал «Обогащение руд». – 2017. №6. – с.15-19.

9 Пат. 23692 РК. Способ переработки магнийсодержащих материалов/ Кумаков Л.Б., Коспанов М.М., Резниченко А.В., Сулейманова Г.А.; опубл. 15.02.2011, Бюл. №2. – 6с.

10 Пат. 23968 РК. Способ обогащения хромитовых руд/ Кумаков Л.Б., Коспанов М.М., Резниченко А.В., Сулейманова Г.А.; опубл. 16.05.2011, Бюл. №5. – 3с

## А қосымшасы

### Рационалдық құрамды анықтау

А.1 Кесте – Шлам негізгі компоненттерінің мөлшерлік құрамы

Атауы	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	FeO	Fe	SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Sж	H <sub>2</sub> O	Басқа	Барл.
Құрамы,%	38,47	27,4	9,82	0,056	12,5	0,83	6,18	0,064	2,8	1,88	100

Шламды қалдықтың рационалдық құрамын есептеу.

Шламды қалдықтың негізгі компоненттерінің мөлшерлік құрамындары А.1 кестеде келтірілген, негізі оны өндірістен аламыз және есептеулерді 100 тонна шламды қалдыққа жүргіземін.

1. Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> мөлшері:

$$Mr(Cr_2O_3) = 52 \cdot 2 + 16 \cdot 3 = 152 \quad \text{---} \quad Mr(Cr_2) = 52 \cdot 2 = 104$$

$$m(Cr_2O_3) = 38,47 \text{ тн} \quad \text{---} \quad m(Cr_2) = x \text{ тн}$$

$$x = \frac{38,47 \cdot 104}{152} = 26,32$$

$$Mr(Cr_2O_3) = 52 \cdot 2 + 16 \cdot 3 = 152 \quad \text{---} \quad Mr(O_3) = 16 \cdot 3 = 48$$

$$m(Cr_2O_3) = 38,47 \text{ тн} \quad \text{---} \quad m(O_3) = x \text{ тн}$$

$$x = \frac{38,47 \cdot 48}{152} = 12,15$$

2. MgO мөлшері:

$$Mr(MgO) = 24,3 + 16 = 40,3 \quad \text{---} \quad Mr(Mg) = 24,3$$

$$m(MgO) = 27,4 \text{ тн} \quad \text{---} \quad m(Mg) = x \text{ тн}$$

$$x = \frac{27,4 \cdot 24,3}{40,3} = 16,52$$

$$Mr(MgO) = 24,3 + 16 = 40,3 \quad \text{---} \quad Mr\left(\frac{1}{2}O_2\right) = 16$$

$$m(MgO) = 27,4 \text{ тн} \quad \text{---} \quad m\left(\frac{1}{2}O_2\right) = x \text{ тн}$$

$$x = \frac{27,4 \cdot 16}{40,3} = 10,88$$

3. FeO мөлшері:

$$Mr(FeO) = 55,8 + 16 = 71,8 \quad \text{---} \quad Mr(Fe) = 55,8$$

$$m(FeO) = 9,82 \text{ тн} \quad \text{---} \quad m(Fe) = x \text{ тн}$$

$$x = \frac{9,82 \cdot 55,8}{71,8} = 7,63$$

$$Mr(FeO) = 55,8 + 16 = 71,8 \quad \text{---} \quad Mr\left(\frac{1}{2}O_2\right) = 16$$

$$m(\text{FeO}) = 9,82 \text{ тн} \text{ — } m\left(\frac{1}{2}\text{O}_2\right) = x \text{ тн}$$

$$x = \frac{9,82 \cdot 16}{71,8} = 2,19$$

4.  $\text{SiO}_2$  мөлшері:

$$\text{Mr}(\text{SiO}_2) = 28 + 16 \cdot 2 = 60 \text{ — } \text{Mr}(\text{Si}) = 28$$

$$m(\text{SiO}_2) = 12,5 \text{ тн} \text{ — } m(\text{Si}) = x \text{ тн}$$

$$x = \frac{12,5 \cdot 28}{60} = 5,83$$

$$\text{Mr}(\text{SiO}_2) = 28 + 16 \cdot 2 = 60 \text{ — } \text{Mr}(\text{O}_2) = 16 \cdot 2 = 32$$

$$m(\text{SiO}_2) = 12,5 \text{ тн} \text{ — } m(\text{O}_2) = x \text{ тн}$$

$$x = \frac{12,5 \cdot 32}{60} = 6,67$$

5.  $\text{CaO}$  мөлшері:

$$\text{Mr}(\text{CaO}) = 40 + 16 = 56 \text{ — } \text{Mr}(\text{Ca}) = 40$$

$$m(\text{CaO}) = 0,83 \text{ тн} \text{ — } m(\text{Ca}) = x \text{ тн}$$

$$x = \frac{0,83 \cdot 40}{56} = 0,59$$

$$\text{Mr}(\text{CaO}) = 40 + 16 = 56 \text{ — } \text{Mr}\left(\frac{1}{2}\text{O}_2\right) = 16$$

$$m(\text{CaO}) = 0,83 \text{ тн} \text{ — } m\left(\frac{1}{2}\text{O}_2\right) = x \text{ тн}$$

$$x = \frac{0,83 \cdot 16}{56} = 0,24$$

6.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  мөлшері:

$$\text{Mr}(\text{Al}_2\text{O}_3) = 26,9 \cdot 2 + 16 \cdot 3 = 101,8 \text{ — } \text{Mr}(\text{Al}_2) = 26,9 \cdot 2 = 53,8$$

$$m(\text{Al}_2\text{O}_3) = 6,18 \text{ тн} \text{ — } m(\text{Al}_2) = x \text{ тн}$$

$$x = \frac{6,18 \cdot 53,8}{101,8} = 3,27$$

$$\text{Mr}(\text{Al}_2\text{O}_3) = 26,9 \cdot 2 + 16 \cdot 3 = 101,8 \text{ — } \text{Mr}(\text{O}_3) = 16 \cdot 3 = 48$$

$$m(\text{Al}_2\text{O}_3) = 6,18 \text{ тн} \text{ — } m(\text{O}_3) = x \text{ тн}$$

$$x = \frac{6,18 \cdot 48}{101,8} = 2,91$$

7.  $\text{FeS}_2$  мөлшері:

$$\text{Mr}(\text{FeS}_2) = 55,8 + 32 \cdot 2 = 119,8 \text{ — } \text{Mr}(\text{Fe}) = 55,8$$

$$m(\text{FeS}_2) = 0,12 \text{ тн} \text{ — } m(\text{Fe}) = x \text{ тн}$$

$$x = \frac{0,12 \cdot 55,8}{119,8} = 0,056$$

$$Mr(\text{FeS}_2) = 55,8 + 32 \cdot 2 = 119,8 \quad \text{---} \quad Mr(\text{S}_2) = 32 \cdot 2 = 64$$

$$m(\text{FeS}_2) = 0,12 \text{ тн} \quad \text{---} \quad m(\text{S}_2) = x \text{ тн}$$

$$x = \frac{0,12 \cdot 64}{119,8} = 0,064$$

8.  $\text{H}_2\text{O}$  мөлшері:

$$Mr(\text{H}_2\text{O}) = 1 \cdot 2 + 16 = 18 \quad \text{---} \quad Mr(\text{H}_2) = 1 \cdot 2 = 2$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 2,8 \text{ тн} \quad \text{---} \quad m(\text{H}_2) = x \text{ тн}$$

$$x = \frac{2,8 \cdot 2}{18} = 0,31$$

$$Mr(\text{H}_2\text{O}) = 1 \cdot 2 + 16 = 18 \quad \text{---} \quad Mr(0,5\text{O}_2) = 0,5 \cdot 16 \cdot 2 = 16$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 2,8 \text{ тн} \quad \text{---} \quad m(0,5\text{O}_2) = x \text{ тн}$$

$$x = \frac{2,8 \cdot 16}{18} = 2,49$$

ДБФ-2 шламды қалдықтарының рационалдық құрамы А.2 кесте көрсетілген. Кестеде көрсетілгендей, элементтер көп жағдайда шламда оксидті қосылыс түрінде кездеседі.

А.2 Кесте – Шламның рационалдық құрамы

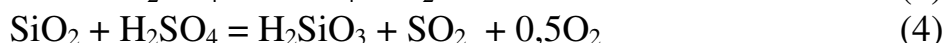
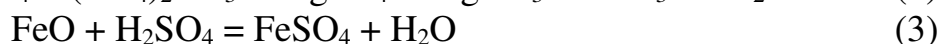
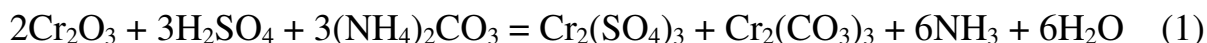
Хим. қосылыс атауы	Элементтер, %										Барлығы
	Cr	Mg	Fe	Si	Ca	Al	S <sub>жал</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	Басқа.	
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	26,32							12,15			38,47
MgO		16,52						10,88			27,4
FeO			7,63					2,19			9,82
SiO <sub>2</sub>				5,83				6,67			12,5
CaO					0,59			0,24			0,83
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>						3,27		2,91			6,18
FeS <sub>2</sub>			0,056				0,064				0,12
H <sub>2</sub> O								2,49	0,31		2,8
Басқалары										1,88	1,88
Барлығы	26,32	16,52	7,686	5,83	0,59	3,27	0,064	37,53	0,31	1,88	100

## Б қосымшасы

### Материалдық баланс есебі

Есеп ДБФ-2 байытудың 100 тонна шламды қалдықтарына жүргізіледі.

Шламды қалдықтарды автоклавты іріктеп еріту кезінде келесі реакциялар бойынша жүргізіледі:



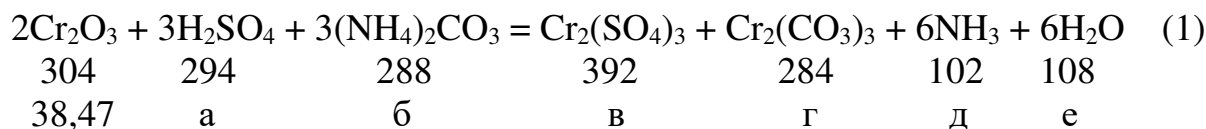
Іріктеп еріту кезінде элементтер көрсетілген пайыздық мөлшерде кекке өтеді:

Cr – 98 %; Mg – 11 %; Fe – 72 %; Si – 98,8 %; Ca – 96,5 %; Al – 99,6 %; S<sub>жал</sub> – 15,8 %; O<sub>2</sub> – 76,7 %; H<sub>2</sub> – 22,9 %; Басқалары – 80,8 %.

(1) реакция бойынша күкірт қышқылы мен натрий карбонатының шығыны және өнім құрамы:

Кекке өтетін хром мөлшері:  $26,32 \cdot 0,98 = 25,79$  тн,

Ерітіндідегі мөлшері:  $26,32 - 25,79 = 0,53$  тн.



$$\text{Mr}(2\text{Cr}_2\text{O}_3) = 304 \quad \text{—} \quad \text{Mr}(3\text{H}_2\text{SO}_4) = 294$$

$$m(\text{Cr}_2\text{O}_3) = 38,47 \text{ тн} \quad \text{—} \quad m(\text{H}_2\text{SO}_4) = \text{а тн}$$

$$\text{а} = \frac{38,47 \cdot 294}{304} = 37,2 \text{ тн}$$

$$\text{Mr}(2\text{Cr}_2\text{O}_3) = 304 \quad \text{—} \quad \text{Mr}(3(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = 288$$

$$m(\text{Cr}_2\text{O}_3) = 38,47 \text{ тн} \quad \text{—} \quad m(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 = \text{б тн}$$

$$\text{б} = \frac{38,47 \cdot 288}{304} = 36,44 \text{ тн}$$

$$\text{Mr}(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) = 392 \quad \text{—} \quad \text{Mr}((\text{SO}_4)_3) = 288$$

$$m(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) = \text{в тн} \quad \text{—} \quad m(\text{SO}_4) = 36,44 \text{ тн}$$

$$\text{в} = \frac{36,44 \cdot 392}{288} = 49,6 \text{ тн}$$

$$\text{Mr}(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) = 392 \quad \text{—} \quad \text{Mr}(\text{Cr}_2(\text{CO}_3)_3) = 284$$

$$m(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) = 49,6 \text{ тн} \quad \text{—} \quad m(\text{Cr}_2(\text{CO}_3)_3) = \text{г тн}$$

$$r = \frac{49,6 \cdot 284}{392} = 35,93 \text{ тн}$$

$$\text{Mr}(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) = 392 \quad \text{---} \quad \text{Mr}(6\text{NH}_3) = 102$$

$$m(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) = 49,6 \text{ тн} \quad \text{---} \quad m(\text{NH}_3) = d \text{ тн}$$

$$d = \frac{49,6 \cdot 102}{392} = 12,91 \text{ тн}$$

$$\text{Mr}(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) = 392 \quad \text{---} \quad \text{Mr}(6\text{H}_2\text{O}) = 108$$

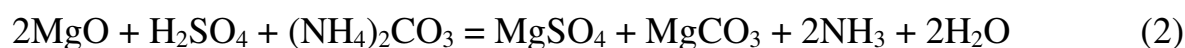
$$m(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) = 49,6 \text{ тн} \quad \text{---} \quad m(\text{H}_2\text{O}) = e \text{ тн}$$

$$e = \frac{49,6 \cdot 108}{392} = 13,66 \text{ тн}$$

(2) реакция бойынша күкірт қышқылы мен натрий карбонатының шығыны және өнім құрамы:

Кекке өтетін магний мөлшері:  $16,52 \cdot 0,11 = 1,82 \text{ тн}$ ,

Ерітіндідегі мөлшері:  $16,52 - 1,82 = 14,7 \text{ тн}$ .



80	98	96	120	84	34	36
27,4	a	б	в	г	д	е

$$\text{Mr}(2\text{MgO}) = 80 \quad \text{---} \quad \text{Mr}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98$$

$$m(\text{MgO}) = 27,4 \text{ тн} \quad \text{---} \quad m(\text{H}_2\text{SO}_4) = a \text{ тн}$$

$$a = \frac{27,4 \cdot 98}{80} = 33,565 \text{ тн}$$

$$\text{Mr}(2\text{MgO}) = 80 \quad \text{---} \quad \text{Mr}((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = 96$$

$$m(\text{MgO}) = 27,4 \text{ тн} \quad \text{---} \quad m((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = б \text{ тн}$$

$$б = \frac{27,4 \cdot 96}{80} = 32,88 \text{ тн}$$

$$\text{Mr}(\text{MgSO}_4) = 120 \quad \text{---} \quad \text{Mr}(\text{SO}_4) = 96$$

$$m(\text{MgSO}_4) = в \text{ тн} \quad \text{---} \quad m(\text{SO}_4) = 32,88 \text{ тн}$$

$$в = \frac{32,88 \cdot 120}{96} = 41,1 \text{ тн}$$

$$\text{Mr}(\text{MgSO}_4) = 120 \quad \text{---} \quad \text{Mr}(\text{MgCO}_3) = 84$$

$$m(\text{MgSO}_4) = 41,1 \text{ тн} \quad \text{---} \quad m(\text{MgCO}_3) = г \text{ тн}$$

$$г = \frac{41,1 \cdot 84}{120} = 28,77 \text{ тн}$$

$$\text{Mr}(\text{MgSO}_4) = 120 \quad \text{---} \quad \text{Mr}(2\text{NH}_3) = 34$$

$$m(\text{MgSO}_4) = 41,1 \text{ тн} \quad \text{---} \quad m(\text{NH}_3) = д \text{ тн}$$

$$д = \frac{41,1 \cdot 34}{120} = 11,645 \text{ тн}$$

$$\text{Mr}(\text{MgSO}_4) = 120 \quad \text{---} \quad \text{Mr}(2\text{H}_2\text{O}) = 36$$

$$m(\text{MgSO}_4) = 41,1 \text{ тн} \quad \text{---} \quad m(\text{H}_2\text{O}) = e \text{ тн}$$

$$e = \frac{41,1 \cdot 36}{120} = 12,33 \text{ тн}$$

(3) реакция бойынша күкірт қышқылының шығыны және өнім құрамы:  
Кекке өтетін темірдің мөлшері:  $7,686 \cdot 0,72 = 5,534$  тн,  
Ерітіндідегі мөлшері:  $7,686 - 5,534 = 2,152$  тн.



$$71,8 \quad 98 \quad 151,8 \quad 18$$

$$9,82 \quad a \quad б \quad в$$

$$\text{Mr}(\text{FeO}) = 71,8 \quad \text{---} \quad \text{Mr}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98$$

$$m(\text{FeO}) = 9,82 \text{ тн} \quad \text{---} \quad m(\text{H}_2\text{SO}_4) = a \text{ тн}$$

$$a = \frac{9,82 \cdot 98}{71,8} = 13,4 \text{ тн}$$

$$\text{Mr}(\text{FeSO}_4) = 151,8 \quad \text{---} \quad \text{Mr}(\text{Fe}) = 55,8$$

$$m(\text{FeSO}_4) = б \text{ тн} \quad \text{---} \quad m(\text{Fe}) = 7,686 \text{ тн}$$

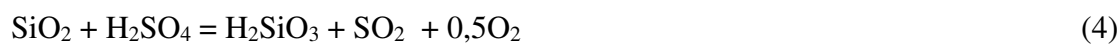
$$б = \frac{7,686 \cdot 151,8}{55,8} = 20,91 \text{ тн}$$

$$\text{Mr}(\text{FeSO}_4) = 151,8 \quad \text{---} \quad \text{Mr}(\text{H}_2\text{O}) = 18$$

$$m(\text{FeSO}_4) = 20,91 \text{ тн} \quad \text{---} \quad m(\text{H}_2\text{O}) = в \text{ тн}$$

$$в = \frac{20,91 \cdot 18}{151,8} = 2,48 \text{ тн}$$

(4) реакция бойынша күкірт қышқылының шығыны және өнім құрамы:  
Кекке өтетін кремнийдің мөлшері:  $5,83 \cdot 0,988 = 5,76$  тн,  
Ерітіндідегі мөлшері:  $5,83 - 5,76 = 0,07$  тн.



$$60 \quad 98 \quad 78 \quad 64 \quad 16$$

$$12,5 \quad a \quad б \quad в \quad г$$

$$\text{Mr}(\text{SiO}_2) = 60 \quad \text{---} \quad \text{Mr}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98$$

$$m(\text{SiO}_2) = 12,5 \text{ тн} \quad \text{---} \quad m(\text{H}_2\text{SO}_4) = a \text{ тн}$$

$$a = \frac{12,5 \cdot 98}{60} = 20,42 \text{ тн}$$



$$\begin{aligned} \text{Mr}(\text{H}_2\text{SiO}_3) &= 78 & \text{---} & \text{Mr}(\text{Si}) = 28 \\ m(\text{H}_2\text{SiO}_3) &= 6 \text{ тн} & \text{---} & m(\text{Si}) = 5,83 \text{ тн} \\ 6 &= \frac{5,83 \cdot 78}{28} = 16,24 \text{ тн} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mr}(\text{H}_2\text{SiO}_3) &= 78 & \text{---} & \text{Mr}(\text{SO}_2) = 64 \\ m(\text{H}_2\text{SiO}_3) &= 16,24 \text{ тн} & \text{---} & m(\text{SO}_2) = \text{в тн} \\ \text{в} &= \frac{16,24 \cdot 64}{78} = 13,32 \text{ тн} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mr}(\text{H}_2\text{SiO}_3) &= 78 & \text{---} & \text{Mr}(0,5\text{O}_2) = 16 \\ m(\text{H}_2\text{SiO}_3) &= 16,24 \text{ тн} & \text{---} & m(\text{O}_2) = \text{г тн} \\ \text{г} &= \frac{16,24 \cdot 16}{78} = 3,33 \text{ тн} \end{aligned}$$

(5) реакция бойынша күкірт қышқылының шығыны және өнім құрамы:  
Кекке өтетін кальцийдің мөлшері:  $0,59 \cdot 0,965 = 0,569$  тн,  
Ерітіндідегі мөлшері:  $0,59 - 0,569 = 0,021$  тн.



$$\begin{aligned} \text{Mr}(\text{CaO}) &= 56 & \text{---} & \text{Mr}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \\ m(\text{CaO}) &= 0,83 \text{ тн} & \text{---} & m(\text{H}_2\text{SO}_4) = \text{а тн} \\ \text{а} &= \frac{0,83 \cdot 98}{56} = 1,45 \text{ тн} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mr}(\text{CaSO}_4) &= 136 & \text{---} & \text{Mr}(\text{Ca}) = 40 \\ m(\text{CaSO}_4) &= \text{б тн} & \text{---} & m(\text{Ca}) = 0,59 \text{ тн} \\ \text{б} &= \frac{0,59 \cdot 136}{40} = 3,03 \text{ тн} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mr}(\text{CaSO}_4) &= 136 & \text{---} & \text{Mr}(\text{H}_2\text{O}) = 18 \\ m(\text{CaSO}_4) &= 3,03 \text{ тн} & \text{---} & m(\text{H}_2\text{O}) = \text{в тн} \\ \text{в} &= \frac{3,03 \cdot 18}{136} = 0,4 \text{ тн} \end{aligned}$$

100 тонна шламды қалдықты іріктеп еріту үшін теориядағы күкірт қышқылының және натрий карбонатының шығыны келесіні құрайды:

$$\begin{aligned} \sum(\text{H}_2\text{SO}_4) &= 33,35 \text{ тн} \\ \sum((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) &= 25,51 \text{ тн} \end{aligned}$$

Түсетін материал мен реагенттердің мөлшері Б.1 кестеде келтірілген.

Б.1 Кесте – Автоклавты еріту және пульпаны сүзу үрдістерінің материалдық балансы(С:К=4:1;  $\rho=1,4$  г/дм<sup>3</sup>; С<sub>Н<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></sub> -150 г/дм<sup>3</sup>)

Келуі			Шығымы		
Компонент атауы	Мөлшері		Компонент атауы	Мөлшері	
	тн	%		тн	%
Хром кенін байытудың қалдықтары(шлам)	100	19,98	Ерітінді(ішіндегі қатты ерімеген қалдықтары)	399,49	79,83
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	33,35	6,66	Кек (35% ылғалдылық )	99,59	19,9
H <sub>2</sub> O	341,58	68,26	Газ	1,36	0,27
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	25,51	5,1			
Барлығы	500,44	100	Барлығы	500,44	100

## Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

**Автор:** Абдуллина Ш.Б.

**Название:** Қара металлургия қалдықтарынан хромит концентратын алу

**Координатор:** Гульнар Молдабаева

**Коэффициент подобия 1:0.1**

**Коэффициент подобия 2:0**

**Замена букв:50**

**Интервалы:0**

**Микропробелы:1**

**Белые знаки: 0**

**После анализа Отчета подобия констатирую следующее:**


- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование:

.....

01.06.2021 ж. ....

Дата

.....  


Подпись Научного руководителя

**Протокол анализа Отчета подобия**

**заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения**

Заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения заявляет, что ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

**Автор:** Абдуллина Ш.Б.

**Название:** Қара металлургия қалдықтарынан хромит концентратын алу

**Координатор:** Гульнар Молдабаева

**Коэффициент подобия 1:0.1**

**Коэффициент подобия 2:0**

**Замена букв:50**

**Интервалы:0**

**Микропробелы:1**

**Белые знаки:0**

**После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:**

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

**Обоснование:**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Дата



Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

**Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

.....

.....

Дата



Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения