

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

Жеңіс Дана Ерланқызы

«Қызыл шламды қайта өңдеудің гидротермальды әдісін зерттеу» 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, жылу техникасы 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

Тақырыбы: «Қызыл шламды қайта өңдеудің гидротермальды әдісін зерттеу»

Мамандығы 5В070900 – Металлургия

Орындаған:

Жеңіс Д.Е.

Ғылыми жетекші

т. ғ. к., сениор-лекторы

Коньратбекова 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 – Металлургия

БЕКІТЕМІН

МПЖ және АМТ кафедра
менгерушісі PhD докторы,
техн. ғыл. кандидаты,
қауымдас-ған профессор

Челуштанова Т.А.
«_____» _____ 2019 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Жеңіс Дана Ерланқызына

Тақырыбы: «Қызыл иламды қайта өңдеудің гидротермальды әдісін зерттеу»
Университет Ректорының 2018 жылғы «08» қазан № 1113-б бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 2019 жылғы « 15 » мамыр

Дипломдық жұмыстың бастапқы белестері: алюминий кені, гидрохимиялық әдіс, автоклавты сілтісіздендіру, натрий гидроалюминаты.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі

- а) критикалық талдауда жұмыстың өзектілігі, оның тәжірибеде маңыздылығы қарастырылды, гидрохимиялық әдіспен автоклавты сілтісіздендіру кезінде жүретін негізгі процестерге сипаттама берілді
- б) эксперименталды бөлімінде қызыл иламның сілтісіздендіру бойынша мәліметтері, автоклавты процесте қызыл иламның қатты және сұйық фазаларда ыдырауы, натрий гидроалюминаттың қолдануымен алюминат ерітіндісінің ыдырау жылдамдығына температураның әсері, натрий гидроалюминатымен өтетін декомпозиция процесі қарастырылды
- в) жұмыстың экономикалық тиімділігін есептеу
- г) еңбекті қорғау бөлімінде қауіпті және зиянды факторлар қарастырылды

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)

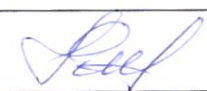
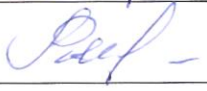

Сызба материалдарының 14 слайдта көрсетілген

Ұсынылған негізгі әдебиет 17 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	
Норма 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.Қ. Көккөзов техника және технология магистрі	14.05.2019	

Ғылыми жетекші _____



Коныратбекова С.С.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____



Жеңіс Д.Е.

Күні _____

« 11 » 02 2019 ж.

АҢДАТПА

Бұл дипломдық жұмыста 35 беттен, 14 кестеден, 12 суреттен, 17 қолданылған әдебиеттер тізімінен тұрады.

Гидрохимиялық әдіспен қызыл шламды өндіріп алу үшін алюминий оксидін сұйық фазаға өткізуді және декомпозиция процесі үшін белсенді ашытқы ретінде натрий гидроалюминатын алуды қамтамасыз ететін қызыл шламды шаймалаудың оңтайлы жағдайлары анықталды.

Экономикалық бөлімде дипломдық жұмысқа кеткен шығындарын және де оның тиімділігі есептелді.

Еңбек қорғау бөлімінде адамға әсер ететін қауіпті және зиянды факторлар берілген, қажетті есептеулерді есептеу және еңбек қорғау шаралары жасалған.

АННОТАЦИЯ

В данной дипломной работе содержится 35 страниц, 14 таблиц, 12 рисунков, 17 использованных литератур.

Для переработки красного шлама гидрохимическим способом определено оптимальные условия выщелачивания красного шлама, который обеспечить максимальный выход оксида алюминия в жидкую фазу, получение гидроалюмината натрия (ГАН) в качестве активной затравки для процесса декомпозиции.

В экономической части отображены затраты на выполнение дипломной работы и оценена ее эффективность.

По разделу охрана труда отражены вредные и опасные факторы, оказывающие воздействие на человека, разработать мероприятия по охране труда, произведены необходимые расчеты.

ANNOTATION

In the given degree work 35 pages, 12 tables, 14 drawings, 17 used literatures contain.

For processing red slime by hydrochemical way it is defined optimum conditions desalination red slime which to provide the maximum exit oxide aluminium in a liquid phase, reception of hydroaluminate of sodium (Ghana) as an active priming for decomposition process.

In an economic part expenses for performance of degree work are displayed and its efficiency is estimated.

On section a labour safety the harmful and dangerous factors affecting the person are reflected, to develop actions for a labour safety and to make necessary calculations.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	9
1	Критикалық талдауы	10
2	Эксперименталды бөлімі	12
2.1	Қызыл шламның автоклавты ыдырау нәтижесінде алынған қатты және сұйық фазаларды зерттеу	12
2.2	Автоклавты жағдайда алюминий оксидін қызыл шлам құрамынан гидротермальды жолмен алудың физико-химиялық заңдылықтары	20
2.3	Натрийінің гидроалюминатының құрамы мен құрылымын зерттеу	24
2.4	Қызыл шламды пайдалану	28
3	Экономикалық бөлімі	30
3.1	Зерттеуге кететін шығын мөлшері	30
3.2	Ғылыми-зерттеу жұмыстары жиынтықтарының есебі	31
3.3	Пайдалылық және зерттеудің экономикалық тиімділігінің есебі	32
4	Еңбекті қорғау	33
4.1	Еңбекті қорғау заңдары мен зиянды және қауіпті өндірістік факторлардың анализі	33
	Қорытынды	34
	Қолданылған әдебиеттер тізімі	35

КІРІСПЕ

Мәселенің қазіргі жағдайы. Алюминий – заманауи индустрияның ең маңызды металдардың бірі. Болашақта металды тұтынатын жаңа салалар пайда болады деп күтілуде, мысалы, сұйытылған табиғи газды сақтау мен өндіруде, космостық техникада және т.б. Көптеген өндіріс салаларында пайдаланатын алюминийдің өндірісі жылдар өткен сайын өсіп келе жатыр.

Кондицияланбаған құрамында алюминий тотығы бар шикізаттан алюминий тотығын алудың жаңа әдістерін табу, қазіргі кезде ең өзекті мәселелердің бірі болып отыр [1].

Қазақстан Республикасында алюминий өндірісі Павлодар алюминий зауытымен ұсынылған, бұл зауыт глиноземды өндіріп шығарып, Ресейге, Қытайға, Тәжікстанға экспортқа жібереді.

Қазақстанның бокситтері төменгі сортты болып саналады, оның құрамында көп мөлшерде зиянды қосылыстар бар: кремнезем, темір, карбонаттар, органикалық қосылыстар [2] хлор, бұның бәрі негізгі технологиялық процестер жұмысын қиындатады, энергия шығындарын және еңбек шығындарын, сонымен қатар капиталды салымдарын көбейтеді.

Дипломдық жұмыстың мақсаты алюминий оксиді мен гидроалюминат натрийді алу үшін қызыл шламды қайта өңдеудің гидротермалдық әдісін зерттеу болып саналады. Өңдеудің ғылыми-техникалық жоспарланатын деңгейі туралы мәліметтер.

Ғылыми-зерттеу жұмыстарының орындалуы кезінде жоғары температурада автоклавты сілтісіздендіру арқылы құрамында кондицияланбаған алюминий тотығы бар шикізатты қайта өңдеу саласындағы әдебиеттік мәліметтерге талдау жасалды. Дүниежүзіндегі алдыңғы қатарлы мемлекеттермен жасалған ғылыми-техникалық ақпараттарды іздеу тереңдігі – 10 жыл.

Жұмыстың өзектілігі. $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{CaO}-\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$ жүйесінде өзара әрекеттесу шарттарын зерттеу арқылы кез-келген кондицияланбаған құрамында алюминий тотығы бар шикізатты қайта өңдеуге жол беретін гидрохимиялық әдіспен төменгі сортты алюминий тотығын қайта өңдеу осы дипломдық жұмыстың өзектілігі болып саналады.

Жұмыстың жаңалығы. 280 °С температурада кальций оксидін жоғары концентратты сілтілі-алюминатты ерітіндісімен қызыл шламды сілтісіздендіру нәтижесінде алюминий ерітіндісінде натрийлі-кальцийлі темір силикаттарының түзілуі болады. Түзілген натрий гидроалюминат модификациясы AlO_4 тетраэдрден құралған сақина тәрізді полимерлі аниондарға ие болады, бұларға ерікін түрде су молекулалары сіңеді.

Жұмысыты жүргізудің негіздемесі. Алюмосиликаттарды жоғары температурада автоклавты сілтісіздендіру арқылы сапасы төмен құрамында алюминий тотығы бар шикізаттардан натрий гидроалюминатты оптималды және тиімді түрде алуға ықпал тигізеді.

1 Критикалық талдауы

Алюминий ең көп таралған металлдардың бірі және жер қыртысы массасының 8,8 % құрайды. Бүкіл әлемде алюминийді өндіру және пайдалану жыл санап өсіп жатыр, өйткені ол тамаша кешендік қасиеттерге ие – салмағы жеңіл ($\rho = 2,7 \text{ г/см}^3$), электр өткізгіштігі, жылу өткізгіштігі, химиялық және тотқа қарсы тұрақтылығы, табиғатта кең таралғаны, айтарлықтай механикалық беріктігі мен иілгіштігі оның барлық салаларда таза металл түрінде де, және балқыма қоспалары ретінде де кең пайдалануын [3] қамтамасыз етіп отыр.

Алюминий кендерін бағалаған кезде алюминий тотығының өндірісі көптеген факторларды ескереді: кендегі Al_2O_3 пайыздық құрамын; кендегі алюминий минералдарының тобын және құрамын; осы минералдардан алюминий тотығын алу әдістерінің қиындылық деңгейлері; кеннің басқа да минералдарының құрамы мен мипаттамасы; кеннің жер қойнауында орналасу жағдайы; аумақтың географиялық және экономикалық жағдайлары, жылу, су және энергия көздеріне жақын орналасуы; көліктік мүмкіншіліктер.

Алюминийдің ең маңызды кендері болып мыналар саналады: бокситтер, нефелиндер, алуаниттер, кианиттер, көмірдің минералды бөлшектері, каолиниттер және саздар, бірақ ең басты шикізаты болып боксит саналады (алюминий тотығының әлемдік өндірісінің 95 % жуығы).

Бокситтер – маңызды алюминий кені, олар негізінен алюминий тотығының гидраттарынан, басқа да минералдар компоненттер қосылыстарынан тұратын темір оксидтерінен құралған тау жыныстары болып табылады. Бокситтердің негізгі химиялық компоненті болып алюминий тотығы саналса, ал ең зиянды қоспасы болып кремнезем саналады және басқа қоспалардың ішінде екі оксидті титан, кальций оксиді, магний оксиді, марганец оксиді, бес оксидті фосфор кездеседі [4].

Табиғатқа байланысты жыныстар түзуші минералдар алюминий гидроксидінің үш тобына бөлінеді:

1) моногидратты – алюминий тотығының бір түрлі формада құрайды (бір сулы форма) (диаспор, бемит).

2) тригидратты – алюминий тотығының үш түрлі формасын құрайды (үш сулы форма) (гиббсит, гидрагиллит).

3) аралас – мұнда алюминий тотығының екі формасын да құрайды.

Гидроксидтің белгілі бір түрінің көп болуына байланысты бокситтерді гиббситті, гиббсит-бемитті және диаспор-бемитті болып бөледі. Бокситтің типін жыныстың жасымен анықтайды. Ең ежелгі болып диаспорлы бокситтер саналса, жастауы болып гиббситтілер саналады, ал қалғандары гиббситті және диаспорлы типті бокситтер арасында орын алады. Бокситтер арасында кендердің келесі сорттары немесе типтері болады: гидрoхимиялық (Байер), жентектеуші және металлургиялық [4]. Құрамында аз мөлшерде келесі сирек кездесетін металлдардың қосылыстары болады: V, Ga, Zr, Nb және т.б.

Өндірістік кендердегі алюминий тотығының мөлшері 28 бен 60 % аралығында немесе одан да жоғары болуы мүмкін. Алюминийді алу үшін

бокситті пайдалану кезіндегі кремнилі модулдің (алюминий тотығының кремнезъмға қатынасы) шамасы 2,1-2,6 төмен болмауы тиіс.

Солтүстік Қазақстанда (Торғай аймағында) бір қатар гиббситті бокситтердің кен орындары белгілі: Торғай кен орны, Краснооктябрь кен орны, Белинский кен орны және т.б. Солтүстік Қазақстанның бокситтері негізінен орташа темірлі типке жатады, олардың құрамында каолиниттің мөлшері жоғары және кремнилі модулдің шамасы төмен (3,6-4,8) болады.

Қазақстан алюминий шикізаты – бокситтердің қоры бойынша әлемде 9 орында, ал ТМД (Ресейден кейін) елдерінің арасында 2 орынды алып отыр. Бокситтерді жер қойнауынан алу бойынша әлемде 8 орынға және ТМД елдерінің [5] арасында 2 орынға ие.

Алюминий тотығын алу үшін шикізат көздері ретінде қызыл шламдар, таскөмірдің күлі, тас көмірді байытудың қалдықтары және кейбір темір рудаларын қайта балқыту кезіндегі алюминий тотығының шлактары пайдаланылады.

2 Тәжірибелік бөлім

2.1 Қызыл шламның автоклавты ыдырау нәтижесінде алынған қатты және сұйық фазаларды зерттеу

Бұл дипломдық жұмыста қызыл шламдардың гидротермалдық ыдырау процесін зерттеу үшін сілті ерітіндісінің концентрациясына, процестің ұзақтығына және түрлі қатынастағы кальций оксидінің дозировкасына $\text{CaO} : \text{SiO}_2$ - 1:1; 1,5:1; 3:1 байланысты алюминий тотығы ерітіндісін алу деңгейі қарастырылып шықты.

Әр түрлі каустикалық модулімен сілтілі-алюминий ерітінділері дайындалды:

- 1) Na_2O - 300,7; Al_2O_3 - 40,08; α_k - 12,38;
- 2) Na_2O - 446,4; Al_2O_3 - 25,06; α_k - 29,4 г/дм³.

Қызыл шламның автоклавты ыдырау параметрлерін анықтау мақсатында сілті ерітіндісіндегі концентрациялардың әсерін және автоклавты процесінің ұзақтығын зерттедік.

Сілтілі-алюминат ерітіндісі мен каустикалық модульдің түрлі концентрациясы ($\text{CaO} : \text{SiO}_2 = 1,5 : 1$) кезінде кальций оксидінің болуына байланысты қызыл шламды сілтісіздендіру.

Зерттеулер нәтижесі бойынша, бастапқы ерітіндіде Na_2O концентрациясын және каустикалық модельді өсірсе, онда алюминий тотығын ерітіндіге шығару деңгейі де өседі.

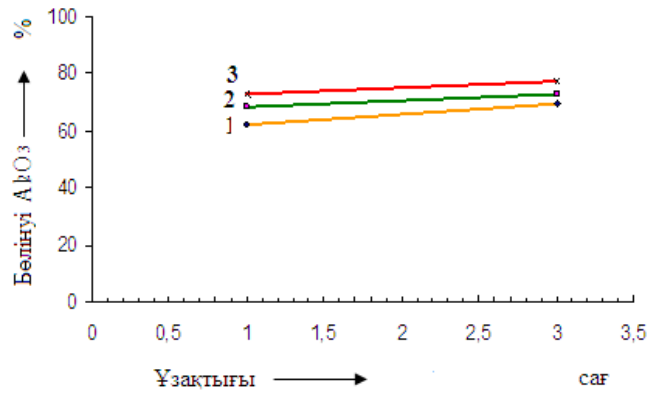
Осылайша, қызыл шламды $\alpha_k = 12$ ерітіндісімен сілтісіздендірудің 1 және 3 сағатынан кейін Al_2O_3 сұйық фазаға шығу шамасы сәйкесінше 62,0 % және 72,0 % құрады, ал 24,7 модулімен сілтісіздендіру кезінде Al_2O_3 сұйық фазаға шығу шамасы сәйкесінше 70,2 % және 74,4 % құрады.

Сілтілі-алюминатты ерітіндісінің концентрациясын жоғарлатқаннан кейін ($\text{Na}_2\text{O} = 300$ г/дм³; $\alpha_k = 12,4$ бастап; 24,7 $\text{Na}_2\text{O} = 450$ г/дм³; $\alpha_k = 29$ дейін) Al_2O_3 сұйық фазаға шығу шамасы 1 сағаттан кейін 73,1 %, ал 3 сағаттан кейін 77,2 % құрады, яғни алюминий тотығының сұйық фазаға бөлінуі айтарлықтай өсті (1 сурет).

Біз көріп тұрғандай, бастапқы сілтілі алюминий ерітіндісінің $\text{Na}_2\text{O} = 300$ г/дм³ концентрациясындағы каустикалық модульдің өсуіне байланысты Al_2O_3 ерітіндіге шығуы да өседі. Концентрацияның 450 г/дм³ дейін өсуі одан да жоғары нәтижелерге әкеледі.

Демек, сілтінің концентрациясы мен каустикалық модулі неғұрлым көп болса, онда соғұрлым алюминий тотығының сұйық фазаға бөлініп шығуы көбейеді.

Сонымен қатар, қызыл шламды бір сағат көлемінде сілтісіздендірсе, онда алюминий оксидінің ерітіндіге толығымен бөлініп шығатыны белгілі болды [6].



- 1 - Na₂O 300 г/дм³, α_к – 12,4;
 2 - Na₂O 300 г/дм³, α_к – 24,7;
 3 - Na₂O 450 г/дм³, α_к – 29,4

1 Сурет – Концентрация мен каустикалық модульге байланысты алюминий тотығын сұйық фазаға бөліп шығару

Әдебиеттер мәліметтері бойынша кондицияланбаған құрамында алюминий тотығы бар шикізатты сілтісіздендіру процесінің ең ұтымды жағдайлары, яғни алюминий оксидінің толық және тиімді бөлінуі, ол температура – 280 °С болуы, кремнеземға кальций оксидінің дұрыс қатынасы (CaO : SiO₂ = 1,5 : 1) және процестің ұзақтылығы – 1 сағат болып табылады.

CaO:SiO₂ молярлы қатынасының өсуі алюминий тотығының сұйық фазаға бөлінуінің өсуіне септігін тигізеді. Алайда, процеске кальций оксидін көп мөлшерде қосу пайдалы компоненттердің жойылуына және материалдық ағынның өсуіне әкелуі мүмкін. Қызыл шламды сілтісіздендірудің тиімділігі температураға, ұзақтылыққа, сілтілі-алюминатты ерітіндінің концентрациясына және кальций оксидінің дозировкасына байланысты.

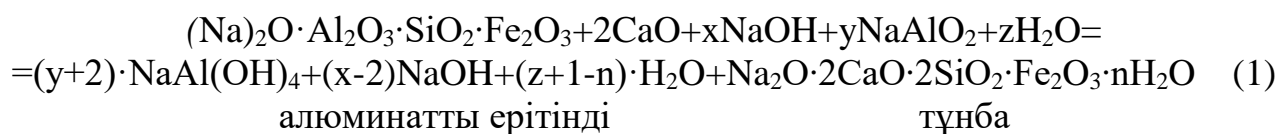
Қызыл шламды үш сағат бойы 280 °С температурада кальций оксидін қоса отырып сілтісіздендіргеннен кейін қатты фазаның бастапқы құрамы сол калпында қалады, бірақ гроссуляры Ca₃Fe₂O₆·6H₂O бар шексіз қатты ерітінділерді түзетін гематит пен гидрогранаттың мөлшері өседі.

Осылайша, сілтісіздендіру нәтижесінен кейін қатты фазаның құрамы өзгереді және алынған шламның құрамы да алғашқы шламның құрамынан өзгешелек болады.

Содалиттің де құрылысы айтарлықтай өзгерсіке ұшырайды, құрамында алюминий оксиді жоқ натрий-кальцийлі темір силикатын (1,2Na₂O·0,8CaO·2SiO₂·Fe₂O₃·H₂O) түзеді.

Сілтісіздендіру процесінде Si-O байланыстары үшін қарқындылық арта түседі, темірлі гидрогранат мөлшері өседі. Үш сағаттан кейін Si-O байланыстары үшін сіңіру қарқындылығы артады, үлгілерде гидрогранаттар мөлшері өседі, ерімейтін тұнбаларда темірдің мөлшері көбееді [7].

Осылайша, кондицияланбаған құрамында алюминий тотығы бар шикізатты сілтісіздендіру процесіндегі $\text{Na}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2 - \text{CaO} - \text{H}_2\text{O}$ жүйесінде маңызды заңдылық бекітілді, сілтінің жоғары концентрациялы облысында және жоғары температурада кристаллданады:



Кальций оксидін дұрыс қосқан кезде, гидротермалдық сілтісіздендіру және ұзақтылығы нәтижесінде натрийлі-кальцийлі темірлі гидросиликаттарының бөлек фаза түрінде түзіледі және бөлінеді деген болжам бар. Жасалынған зерттеу жұмыстары түзілетін натрийлі-кальцийлі темірлі гидросиликаты – $\text{Na} \cdot \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ең тұрақты фазалардың бірі екенін көрсетті.

Сатылы автоклавты шаймаландыру. Қызыл шламды 4 сатылы деңгейде шаймаландыру жүзеге асырылады, әрбір сатыдағы шаймаландыру үшін жаңа пайда болған сілтілі-алюминатты ерітіндіні және қызыл шламның алғашқы есептік мөлшерін пайдаланған. Бастапқы каустикалық модулі α_k-30 , соңғы - α_k-3 .

Қызыл шламды шаймаландыру барысы автоклавта сілтілі-алюминатты ерітіндіде төмендегідей құрамымен жүргізілді, г/дм³: $\text{Na}_2\text{O} - 502,2$; $\text{Al}_2\text{O}_3 - 27,66$; $\alpha_k - 29,95$ г/дм³.

Бір сағаттық 280 °С температурада шаймаландырудан кейін автоклавты түсірді, оны температурасы шамамен 50 - 60 °С болатын ағынды суда салқындатты. Пульпаны вакуум фильтрында бөлді, тұнбаны ыстық сумен шайып, 105 °С температурада тұрақты массаға дейін кептірді.

Қатты және сұйық фазаларды стандартта көрсетілген әдістемеге сәйкес негізгі компоненттерге зерттеді.

Сатылы зерттеулер нәтижесінде сілтілі-аллюминатты ерітінді алынды, ол 1 кестесінде көрсетілді.

1 Кесте – Қызыл шламды төрт сатылы Na_2O және қара топырақты қосып сілтілеу нәтижесінде, қызыл шламның концентрациясының өзгеруі

Атауы	Al_2O_3	Na_2O	SiO_2	α_k
Бастапқы ерітінді	27,66	502,2	-	29,95
Бірінші сатыдағы ерітінді	58,8	483,6	4,0	13,6
Екінші сатыдағы ерітінді	72,9	421,6	1,6	9,54
Үшінші сатыдағы ерітінді	96,6	434,0	1,4	7,45
Төртінші сатыдағы ерітінді	243,0	458,8	-	3,1

Сонымен, 1 сатылы шаймаландыру барысында, 1 сағат аралығында Al_2O_3 ерітіндісі 68 г/дм³ дейін өзгерсе, каустикалық модульде 7 ден 11 дейін, ал

соңғы каусикалық модульға тең және төрт сатылы қарсы дәлдікті шаймаландыруда, төрт сағат ішінде оның мөлшері 243.0 г/л дейін жетеді.

Автоклавты шаймаландыру барысында рентгенофазалы әдіспен пайда болған қатты фазалардың, жүйеде кристаллданатын құрылысы анықталған, 280 °С температурада $\text{Na}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{CaO} - \text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$ (2-4 суреттер).

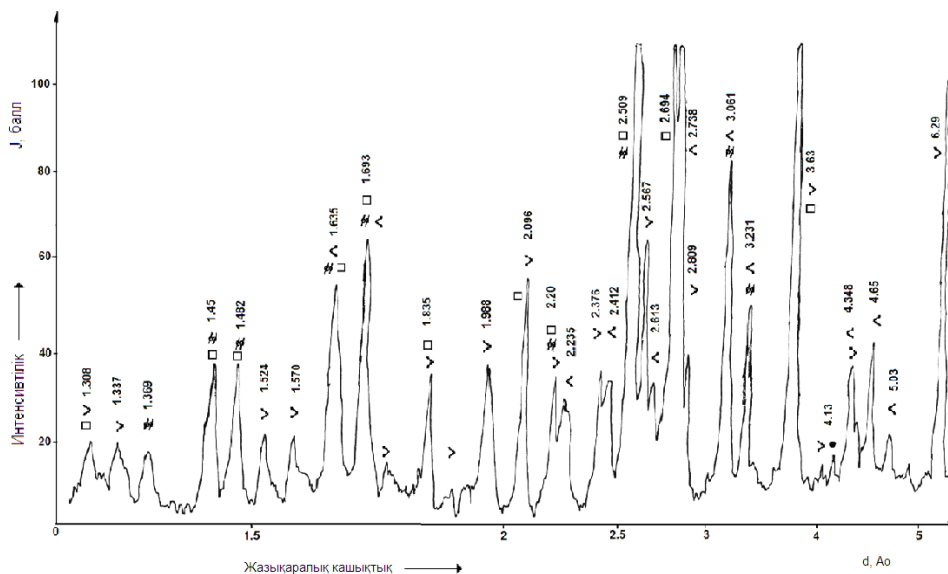
Қызыл шламды сілтілі-алюминатты ерітіндімен (Na_2O 300 г/дм³, $\alpha_k - 24,7$), 280 °С температурасында 1 сағаттық каоцит, кальцит, кварц, гиббсит қатысында және кальци оксидін қосып, ұстау кезінде рентгенофазалы анализ нәтижесінде ол түгелдей ыдырады. Дифрактограммада осы қосылыстарға сәйкес линиялар табылмаған. Фазалар: содалита ($\text{Na}_4\text{Si}_3\text{Al}_3\text{O}_{12}\text{Cl}$), гематит ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$), гетит (FeOOH) және TiO_2 сақталды. Және гранат $\text{Ca}_3\text{Fe}_2(\text{SiO}_4)_3$ (андрадит) немесе гидрогранат ($\text{Ca}_3\text{Fe}_2(\text{SiO}_4)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) тәріздес жаңа түзілулер байқалды.

Үш сағаттық ұстанымнан кейін фазалық құрамы алғашқыдай болып қалды, бірақ бірқатар гроссулярмен $\text{Ca}_3\text{Al}_3\text{Si}_3\text{O}_{12}$ и $\text{Ca}_3\text{Fe}_2\text{O}_6 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ үздіксіз қатты ерітінділер пайда болатын гидрогранаттың құрамы өзгерген. (3 сурет).

Ал қызыл шламды кальций оксидін қосып 3 сағат көлемінде 280 °С сілтілі-алюминатты ерітіндімен (Na_2O 450 г/дм³, $\alpha_k - 29,4$) шаймаландырғанда жаңа қосылыстар пайда болды $1,2\text{Na}_2\text{O} \cdot 0,8\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Гематиттің мөлшері $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ көлемі ұлғайды. Аз мөлшерде гиббсит $\text{Al}(\text{OH})_3$ бар. Қалған сызықтарын шамамен Ca_2SiO_4 жатқызуға болады.

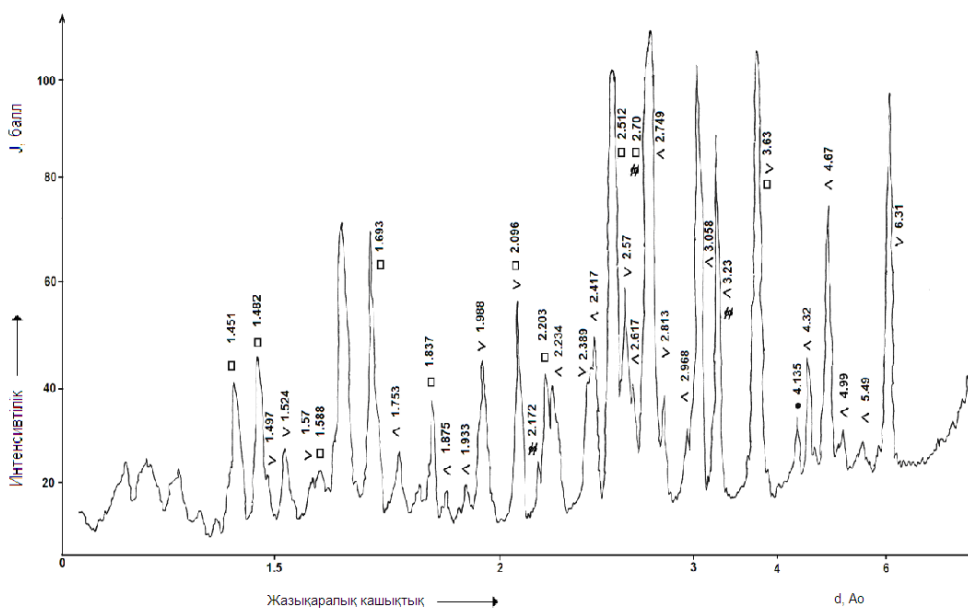
ИК-спектрлерінің мәліметтеріне қарасақ бір сағат көлемінде 280 °С температурасында кальций оксидінің қатысында сілтілі-алюминатты (Na_2O 300 г/дм³, $\alpha_k - 24,7$) ерітіндісімен шаймаландыру кезінде содалит фазасы өзгеріссіз қалады, 616, 1104 см⁻¹ шамасында сызықтардың қарқындылығы өседі, олардың формасы мен бағытын $\text{Na}_2(\text{SO}_4) \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ фазасымен қоюға болады. Спектрда см⁻¹ жиегі және 846 см⁻¹ жұту сызығы пайда болады. тербеліс байланысы үшін Si-O гидрогранат құрылымында жалпы формуласы $3\text{CaO}(n\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot m\text{Fe}_2\text{O}_3) \cdot p\text{SiO}_2 \cdot \text{KH}_2\text{O}$, алюминийтемірлі кальций гидросиликаты немесе араласқан гидрогранат, алюминий және темірлі гидрогранаттардың аралық байланыстырғыш болып табылады. Бізге белгілі, ең жоғарғы полимерленген тор болып элементарлы SiO_4 құрылған тетраэдрлар болып табылады, оның құрылымы кварц. Шаймаландыру үрдісі барысында Si-O және полимерлер байланысы арасында байланыс ұсақ ферменттерге дейін бұзылады. Сонымен гранаттарға изоляциялаған SiO_4 тетраэдрлары сай. Шламдағы аз қарқынды 3728, 3691 см⁻¹ жолақты спектрде, Al гранатының құрылымында болғаны байқалды.

Қатты фазаларды ИК- спектрінде жүргізген зерттеулер нәтижесінде, қызыл шламды шаймаландыру үрдісі барысында сүйенсек Si ішінара құрылымының өзгеруі байқалады: шламда 1029 – 1004 см⁻¹ жатқан, Si-O байланысының жолақтың валенттік тербелістері, жиіліктер 984 см⁻¹ төменірек болған жағына қарай ығысады және бірден содалит кристалдық фазаларының сипаттамасы болып табылады, сынама негіздері - 984, 720, 663, 465, 432 см⁻¹; нозеанның де болуы әбден мүмкін $\text{Na}_3[\text{SO}_4(\text{AlSiO}_4)_6]$.



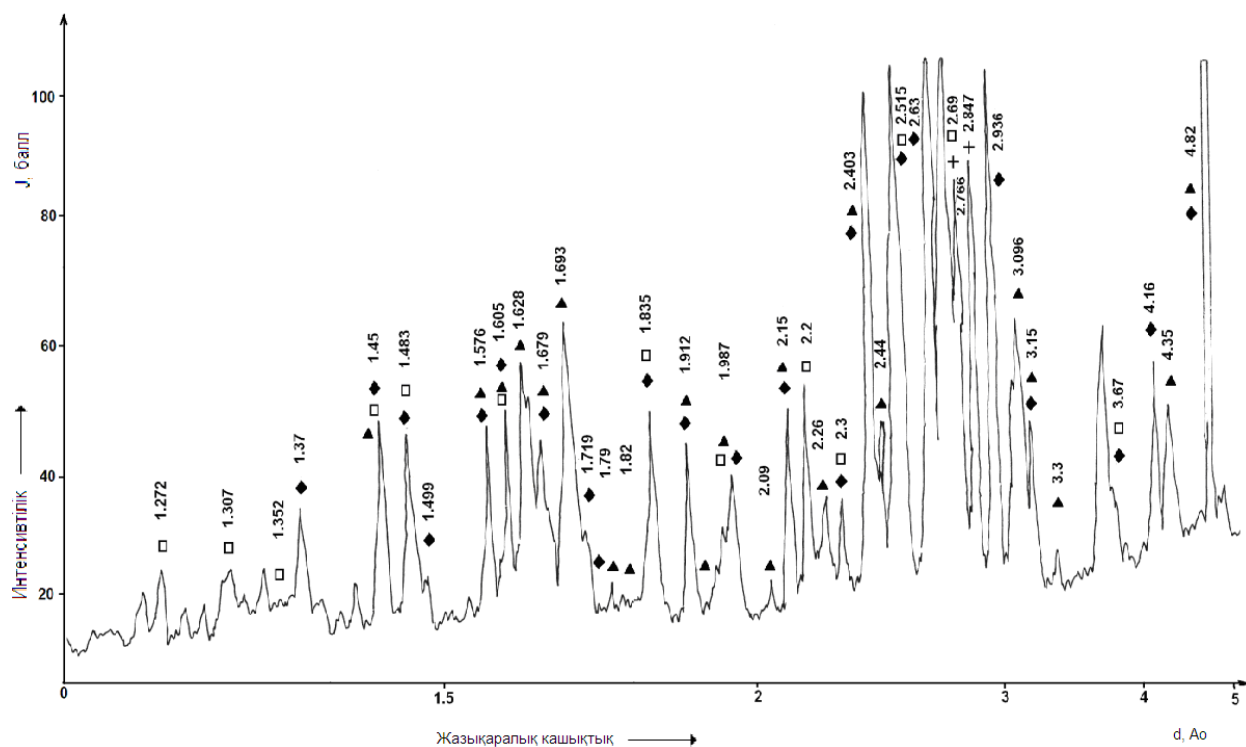
□ - Fe_2O_3 (гематит); ∇ - $\text{Na}_8\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}\text{Cl}_2$ (содалит);
~~▲~~ - TiO_2 (рутил); \blacktriangleleft - андродит; ● - FeOOH (гетит)

2 Сурет – Қызыл шламды шаймаландырудың бір сағаттан кейінгі дифрактограммасы (Na_2O 300 г/дм³, $\alpha_{\text{к}}$ – 24,7)



□ - Fe_2O_3 (гематит); ∇ - $\text{Na}_8\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}\text{Cl}_2$ (содалит);
~~▲~~ - TiO_2 (рутил); \blacktriangleleft - андродит; ● - FeOOH (гетит)

3 Сурет – Қызыл шламды шаймаландырудың үш сағаттан кейінгі дифрактограммасы (Na_2O 300 г/дм³, $\alpha_{\text{к}}$ – 24,7)



□ - Fe_2O_3 (гематит); ♦ - ГАСН;
 ▲ - гиббсит; + - CaSO_4 (кальций сульфаты)

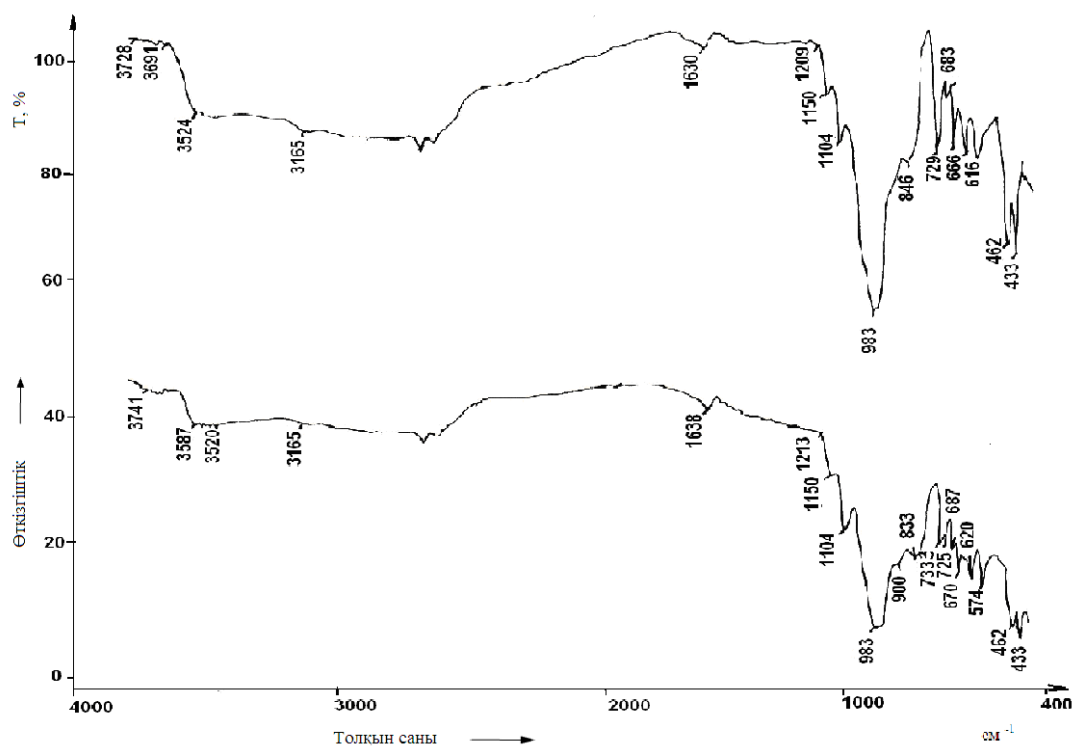
4 Сурет – Қызыл шламды шаймаландырудың бір сағаттан кейінгі дифрактограммасы (Na_2O 450 г/дм³, α_k – 30)

465, 617, 720, 984, 1152 см⁻¹; сканолит – $(\text{Na,Ca})_8[\text{Cl}_2, \text{SO}_4, \text{CO}_3](\text{Al}_{1-2} \text{Si}_{3-2} \text{O}_8)_6$ және тюриниттің – темір құрамдас алюмосиликаты.

583, 556 см⁻¹ жиілік аралығында жолақтардың жұтылуы байқалуына байланысты, ИК-спектрометр көрсеткіштері темірдің оксид түрінде болатындығын көрсетеді, бұл тетраэдр топтарының FeO_4 , Fe^{3+} - О байланыс жиіліктеріне сәйкес келеді.

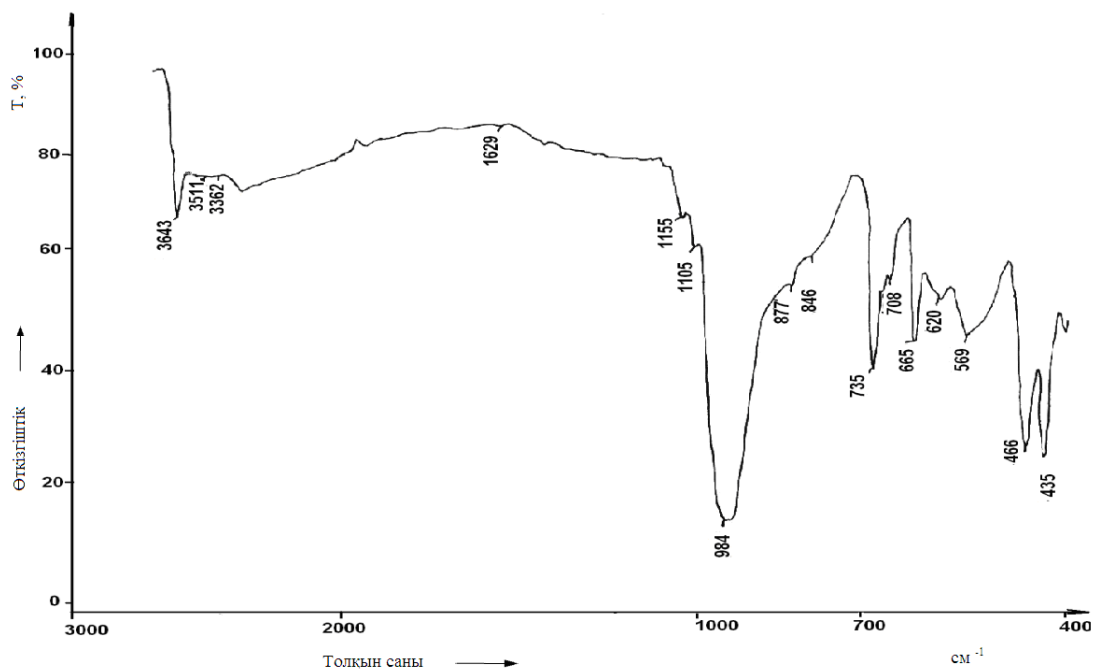
Шаймаладыру үрдісінің үш сағатынан кейін 900, 833 см⁻¹ шамасында жолақтардың жұту қарқындылығы арта түседі, бұл Si-O гранат байланыстарына сәйкес келеді. Бұл сынамадағы гидрогранат мөлшерінің артуына алып келеді, темір мөлшерінің қатысы арта түседі. Темірлі гидрогранаттың құрылымы анродит негізіндегі қатты ерітіндіні көрсетеді, бұнда Fe^{3+} бөлігі Si^{4+} жағдайын алып жатыр (5 сурет).

280 °С градуста α_k – 29,4 кальций оксидін қоса отырып Na_2O - 450 г/дм³ сілтілі-алюминилі ерітіндімен шаймаландыру нәтижесінен кейін, шламның заттық құрамы Na_2O - 300 г/дм³, α_k – 24,7 шаймаландырудан кейінгі нәтижесіне жуық болды (6 сурет).



$\text{Na}_2\text{O} - 300 \text{ г/дм}^3, \alpha_k - 24,7$

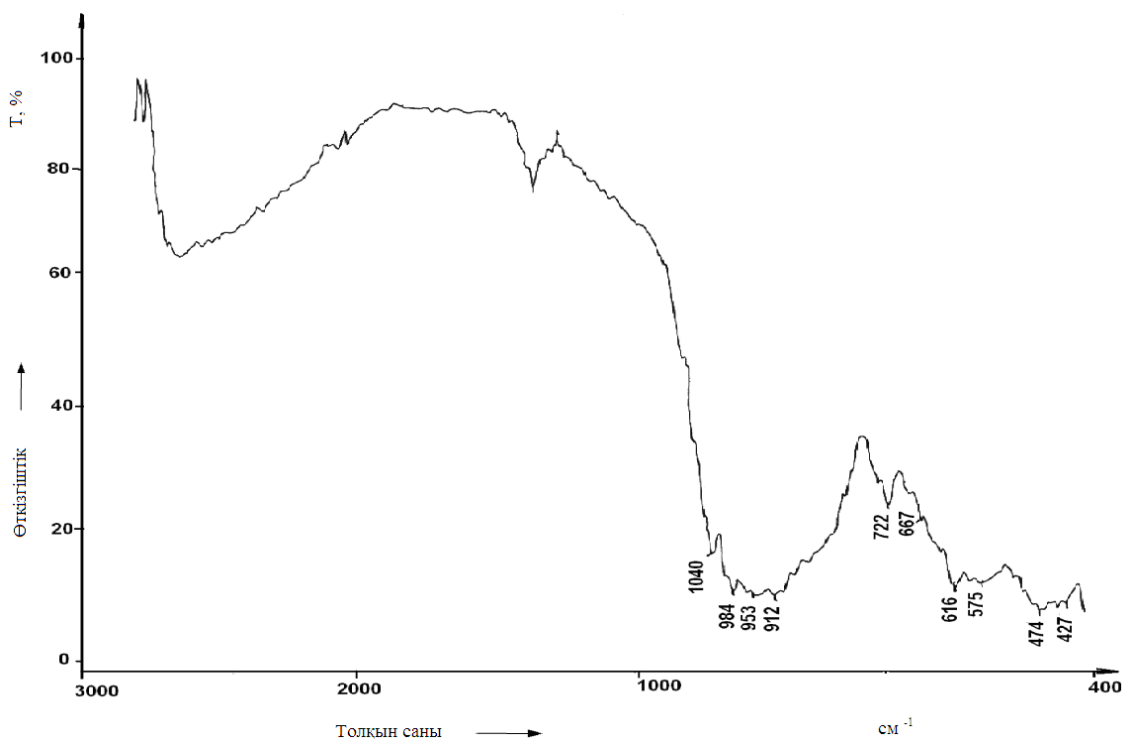
5 Сурет – Қызыл шламның бір және үш сағаттан кейінгі шаймаландырудың ИК-спектры



$\text{Na}_2\text{O} - 450 \text{ г/дм}^3, \alpha_k - 30$

6 Сурет – Қызыл шламды шаймаландырудың бір сағаттан кейінгі ИК-спектрі

Шламның ИК-спектр дәл осы ерітіндімен шаймаландырудың үш сағаттан кейінгі мәні сынаманың кристалдануының бұзылуы байқалды. Жолақтар кеңейіп, күңгірттеніп, құрылымсыз болып кетті. Әдебиеттерден белгілі болғандай [8], алғашқы ерітіндіде модульдің және сілтінің концентрациясының жоғарылауы, темірлі гидрогранаттардың шаймаландырылатын өнімдерде артуына алып келеді. Тіпті содалит тәрізді мықты қосылыс та бұзылу мүмкін. Содалитке тән жолақтардың жұтылуы – 984, 735, 466, 435 см^{-1} жойылады (7 сурет).



$\text{Na}_2\text{O} - 450 \text{ г/дм}^3, \alpha_{\text{к}} - 30$

7 Сурет – Қызыл шламды шаймаландырудың үш сағаттан кейінгі ИК-спектрі

Жоғарыда айтылғандарды қорытындылай келе, сілтілі-алюминийлі ерітіндіде сілтінің концентрациясы және молярлы қатынасы мынадай $\text{CaO} : \text{SiO}_2$ бұл глиноземды сұйық фазаға айналдыруға көмектеседі.

Қызыл шламды қатты фазада сілтілі-алюминийлі ерітіндімен $280 \text{ }^\circ\text{C}$ температурада $\alpha_{\text{к}} = 12 \div 30$ кальций оксидін қоса отырып бір және үш сағат аралығында шаймаландыру барысында Si құрамында бар құрылым Si-O төмен жиілікті жағына қарай ығысады. Бұл содалиттің кристалдық фазасын сипаттайтын негізгі сипат болып табылады.

Бір сағаттан кейін спектрда гидрогранат құрылымына ұқсайтын жұту жолақтары пайда болады. Ал, үш сағаттан кейін Si-O байланысының жолақтарының жиіліктері өсіп, кремнеземды құрылымды темірлі гидрогранат мөлшері де өседі. Бұнда сканолит және темірі бар алюмосиликат болуы да

әбден мүмкін. $\alpha_k - 30$ мен алюминатты ерітіндіде пайда болған темірлі гидротермат өз құрылымы және құрылысы бойынша сілтілі ерітіндіде пайда болатын $3\text{CaO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ гидротермат құрылымына ұқсас.

2.2 Автоклавты жағдайда алюминий оксидін қызыл шлам құрамынан гидротермальды жолмен алудың физика-химиялық заңдылықтары

Қызыл шламның құрамынан гидротермальды жолмен негізгі өнімді алу зерттеулері жүргізілген, ол өнім натрийдің гидроалюминатты ерітіндісінен алюминий оксиді өнімі.

Бұл зерттеу жұмыстары Павлодар алюминий заводының қызыл шламының құрамынан Байер әдісі арқылы бокситті қайта өндіру арқылы жүргізілді.

Автоклавты шаймаландыру барысында глиноземды қызыл шлам құрамынан алу бірнеше технологиялық факторларға тәуелді: температура, сілтілі ерітінді концентрациясына, каустикалық модульге, алғашқы өнім шамасына, молярлық қатынасқа $\text{CaO} : \text{SiO}_2$, және үрдіс ұзақтығына.

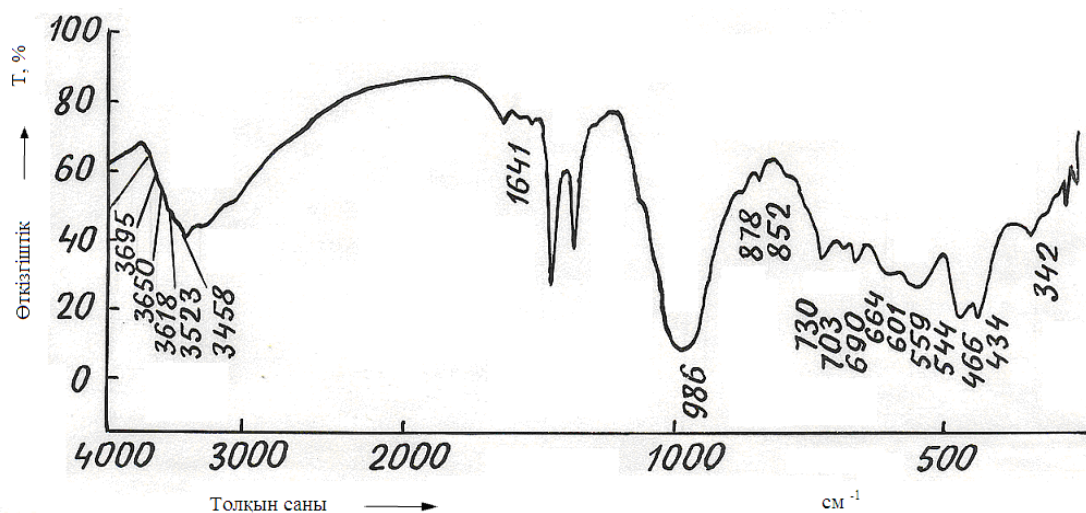
Шаймаландыру үрдісінің жылдамдығы, алюминийлі ерітіндісінің құрамындағы глинозем және кремнезем кинетикалық өзгеру қисығына, сонымен қатар кремнийлі қоспа құрамына да байланысты.

Осыған байланысты, қызыл шламды автоклавты жағдайда гидротермальды әдіспен өндеудің физико- химиялық заңдылықтары зерттелген. Негізгі компоненттер: глинозем, кремнезем және темір. Сұйық фазаға алюминий оксидінің максималды шығуын қамтамасыз ететін қолайлы жағдайы анықталды.

Қызыл шлам, негізгі компоненттері темір, кремнезем және алюминий қоспалары, сонымен қатар қызыл шлам құрамындағы Fe_2O_3 мөлшері 20 дан 35 % пайыз аралығында болатын жіңішке дисперсті материал болып табылады.

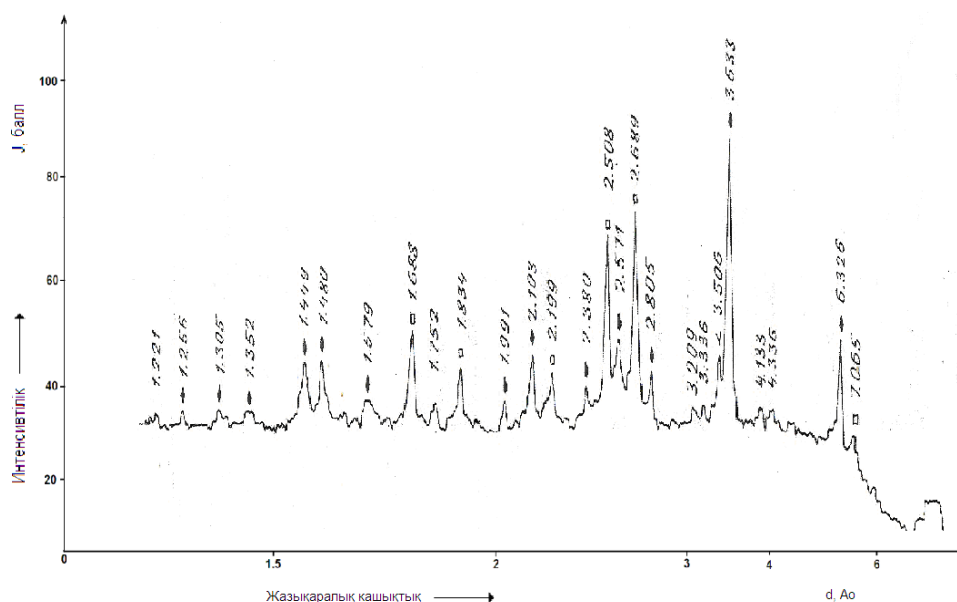
Жүргізілген ИК-спектроскопиялық зерттеулер нәтижесі төмендегідей, алғашқы қызыл шламда алюминий гидроксид түрінде болады, ол гидротермат қоспасының құрамына кіреді $\text{Al}(\text{OH})_3$, ол мынадай сызықтарға сәйкес келеді - 3614, 3523, 3439, 3392, 1029, 971, 798, 737, 671, 564, 527, 459, 435 cm^{-1} ; мынандай көп мөлшерде каолинит болады - $(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4)$ - 3688, 3614, 1095, 1029, 1004, 938, 914, 798, 737, 527, 469 cm^{-1} .

Темірі бар фазадан гетит, алюмогетит қоспалары байқалған, ИК-спектрларында бұл қосылыстар нашар бақыланады, себебі олардың жолақтары жоғарыда көрсетілген фазаларда орналасқан (8 сурет).



8 Сурет – Алғашқы қызыл шлам ИК-спектрі

Алғашқы қызыл шламның рентгенофазалық зерттеулер бойынша мынандай мәліметтер алынған, қызыл шлам темір [9] гидроксидтерімен қатты боялған, жұқа дисперсті фаза екен. Негізгі минерал түзуші қоспалар ГАСН типтес содалит - $\text{Na}_4\text{Si}_3\text{Al}_3\text{O}_{12}\text{Cl}$; темір негізінен гематит түрінде көрсетілген - α - Fe_2O_3 және аз мөлшерде гетит - FeOOH бар; аз мөлшерде гиббсит $\text{Al}(\text{OH})_3$, кварц - SiO_2 , каолинит - $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})$ және кальцит CaCO_3 іздері байқалған. TiO_2 рутил и анатаз формаларында болады. Сонымен қатар рентгеноаморфты фаза және әйнек фазасы бар (9 сурет).



□ - Fe_2O_3 (гематит); ♦ - $\text{Na}_8\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}\text{Cl}_2$ (содалит);
 v - TiO_2 (анатаз); ■ - $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ (каолинит)

9 Сурет – Алғашқы қызыл шлам дифрактограммасы

Қызыл шламның химиялық құрамы төмендегідей, пайыз: Al_2O_3 - 22,14; SiO_2 - 19,7; Fe_2O_3 - 30,4; Na_2O - 11,3; CaO - 1,4; S - 0,38; $\text{C}_{\text{орг}}$ - 0,91.

Қызыл шламды гидротермальды ыдырауының түбегейлі зерттеулерін жүргізу кезінде, температура және концентрация өзгеру диапазоны, жүйесі қарастырылған Na_2O - CaO - Al_2O_3 - SiO_2 - Fe_2O_3 - H_2O , осының нәтижесінде сілтілі ерітіндіде глинозем концентрациясының жылдамдығына шаймаландырудың тәуелділігі зерттелді, үрдіс ұзақтығы мен кальций оксидінің мөлшері мынандай қатынаста $\text{CaO} : \text{SiO}_2$ - 0,7 : 1; 1,5:1; 3:1.

Бұл үшін әртүрлі каустикалық модульмен сілтілі-алюминатты ерітінділер дайындалды:

- 1) Na_2O - 300,7; Al_2O_3 - 40,08; $\alpha_{\text{к}}$ - 12,38;
- 2) Na_2O - 316,2; Al_2O_3 - 28,8; $\alpha_{\text{к}}$ - 18,1;
- 3) Na_2O - 316,2; Al_2O_3 - 21,16; $\alpha_{\text{к}}$ - 24,66;
- 4) Na_2O - 446,4; Al_2O_3 - 25,06; $\alpha_{\text{к}}$ - 29,4 г/дм³.

Сілтілі-алюминатты ерітіндісінен алюминий оксидін сұйық фазасына өткізу барысында концентрациясының айырмашылқатры байқалады. $\alpha_{\text{к}}$ - 12,4 ерітіндімен қызыл шламды шаймаландырудың бір және үш сағаттан кейін Al_2O_3 мөлшері 62,0 % және 72,0 % дейін, ал $\alpha_{\text{к}}$ - 18,1 модульмен глиноземді ажыратып алу үшін, бір сағаттан кейін оның мөлшері 68,0 %, үш сағаттан кейін 72,7 % жетті.

24,7 (Na_2O - 300 г/дм³) модульде ерітінді мөлшері 70,2 % и 74,4 % жетті.

Сілтілі - алюминат ерітіндісінің концентрациясының өсуі Al_2O_3 (Na_2O - 446,4 г/дм³; $\alpha_{\text{к}}$ - 29) сұйық фазасы бір сағаттан кейінгі шаймаландырудан кейінгі мөлшері 73,1 %, ал үш сағаттан кейін 77,2 % жетті.

Сілтілі – алюминий концентрациясы және каустикалық модулінің жоғары болған сайын, глиноземді сұйық фазасына өткізу жоғары болады.

Сонымен қатар қызыл шламды шаймаландыру барысында бір сағат ішінде алюминий оксидін толықтай сұйық фазаға өткізу байқалған.

Шаймаландыру уақыты ұлғайған сайын натрий гидроалюмосиликаты пайда болады, - Al_2O_3 - компонентінің жартысы жойылады.

Кальций оксидінің кремнеземға қатынасының қолайлы шамасы, ол мынандай ($\text{CaO} : \text{SiO}_2 = 1,5 : 1$). 280 °С температурада бокситті шаймаландырудан кейін глиноземді ерітіндіге өткізу қатынасы және концентрациясы Na_2O - 446,4 г/дм³ ($\alpha_{\text{к}}$ - 29) бір және үш сағаттан кейін 90,8 және 73,2 % жетті [10].

$\text{CaO} : \text{SiO}_2$ молярлық қатынасының жоғарылауы глиноземді сұйық фазаға өткізу де жоғарылайды, бірақ кальций оксидінің жоғарылаған мөлшері пайдалы компонентке және материал ағынының ұлғаюына алып келеді.

Ал кейінгі зерттеулер қызыл шлам құрамынан алюминий оксидін автоклавты жағдайда температураға тәуелділігін ескере отырып алуға негізделген (110, 280, 320 °С), бұл глиноземді алуда ең басты мәселе болып табылады. $\text{CaO} : \text{SiO}_2$ қатынасы барлық зерттеулерде мынандай болды - 1,5:1.

110 °С шаймаландыруда глиноземді бір сағат алу 52,7 %, ал 280 °С

температурасында 90,8 %, ал одан әрі температураның 320 °C оның мәні 94,2 % жетеді.

Осы әртүрлі температурада шаймаландыруды салыстыру барысында температура жоғарылаған сайын, алюминий оксидінің сұйық фазаға өтуі де жоғарылайды.

Сонымен, қызыл шламды шаймаландыру тиімділігі температураға, үрдістің ұзақтығына, сілтілі-алюминий ерітіндісінің концентрациясына және кальций оксидінің мөлшеріне байланысты екендігі анықталды.

Кондицияланбаған құрамында глиноземы бар өнімді шаймаландырудың қолайлы жағдайы анықталды, бұл жағдайда алюминий оксидін толық және тиімділікті алу байқалды, бұл үшін: температура - 280 °C, үрдіс ұзақтығы – бір сағат, сілтілі - Na_2O - 445 - 450 г/дм³, α_k - 28 - 30 және кальций оксидінің мөлшері - $\text{CaO} : \text{SiO}_2 = 1,5 : 1$ осындай қатынаста болуы қажет.

Шаймаландыру үрдісінің жылдамдығын сипаттау үшін Яндер теңдеуі қолданылған:

$$(1 - (1 - \alpha)^{2/3})^2 = K\tau, \quad (2)$$

мұндағы α – уақытқа τ сезімтал болаты негізгі құрауышты ажырату мөлшері,

K – өрнек жылдамдығы [11].

Температураға тәуелді энергияның активация есебі және үрдісін жылдамдығы Аррениус өрнегімен анықталған:

$$K = A_0 \cdot e^{E/RT} \quad (3)$$

Активация энергиясының есебі 8,521 Дж/моль тең болды. Бұл әдеттегі химиялық өрнектердің мәнінен төмен, бұл үрдістің қызыл шламды диффузионды аймақта жоғары температурда және өрнектің ағымының жылдамдығының жоғарылығын және тиімділікті көрсетеді [12].

Рентгенофазды анализ нәтижесінде пайда болған фазалардың құрылымы анықталған, бұлар 280 °C температурда жүйеде $\text{Na}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{CaO} - \text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$ кристалданады.

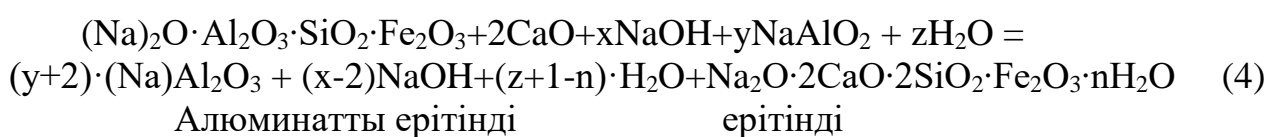
Рентгенофазды анализ нәтижесі төмендегідей, алғашқы қызыл шламға қарағанда бос жынысты шламның фазалық құрамының өзгеруі байқалды. Кальций оксидін ($\text{CaO} : \text{SiO}_2 = 1,5 : 1$) қосып сілтілі – алюминаты ерітіндімен 280 °C температурада қызыл шламды шаймаландырғанда бір сағат ұстағаннан кейін алынған бос жынысты шламды каолинит, кварц, кальцит, гиббсит фазасы жойылғандығы байқалған. Натри-кальцилі силикаттың - $1,2\text{Na}_2\text{O} \cdot 0,8\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, гранат типтес $\text{Ca}_3\text{Fe}_2(\text{SiO}_4)_3$ (андрадит) және гидрогранаттың $\text{Ca}_3\text{Fe}_2(\text{SiO}_4)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ жаңа түрі пайда болады. Содалит ($\text{Na}_4\text{Si}_3\text{Al}_3\text{O}_{12}\text{Cl}$), гематит ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) және TiO_2 фазасы сақталады.

280 °C температурада кальций оксидін алғашқы мөлшерін қосу арқылы қызыл шламды үш сағат бойы шаймаландырғаннан кейін қатты фаза құрамы

өзгеріссіз болады, бірақ $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ гематит және гидрогранат алғашқыдай болып қалады, бұл үздіксіз гроссуляры бар қатты ерітінді $\text{Ca}_3\text{Fe}_2\text{O}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ пайда болды [13].

Қатты фазаны шаймаландыру үрдісінің барысында, шаймаландыру үрдісі алынған бос жынысты шламның құрамы, алдыңғы шламның құрамына қарағанда әлде қайда ерекшелену.

Сонымен, кондицияланбаған глиноземы бар өнімдә шаймаландыру жүйесін $\text{Na}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2 - \text{CaO} - \text{H}_2\text{O}$ орналастыру барысында негізгі заңдылық қалыптасқан, сілтінің жоғары концентрациясының жоғарылауы және жоғары температурада кристалданады, негізінен натрий кальцийлі темір гидросиликатын бір уақытта алюминий ерітіндісіне ауыстыру мынандай өрнекпен көрсетілген:



Гидротермальды шаймаландыру нәтижесінде метатұрақты теңдік орнығады, кальций оксидінің қолайлы мөлшерінде натрий ионының концентрациясы жоғары және ұзақ болған сайын, натрий кальцийлі темірлі гидросиликаттың пайда болуы және жеке фазада бөлінуі жоғары болады. Пайда болған натрийлі кальций гидросиликат - $\text{Na} \cdot \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ тұрақты фаза болып табылады.

2.3 Натрийінің гидроалюминатының құрамы мен құрылымын зерттеу

Натрийінің гидроалюминаты құрамында алюминий бар минералдардың жоғары концентренген ерітіндісінің өнімі болып табылады.

Глиноземды өнімнен алюминиді гидрохимиялық әдіспен алу жолы, одан әрі сілтілі – алюминатты ерітіндіден алу гидроалюминат натрийін кристалдайды, олжүйеде тұрақты қатты фаза болып табылады $\text{Na}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{H}_2\text{O}$ [14].

Осыған орай, гидроалюминат (ГАН) натрийінің пайда болу және құрамының жағдайы қызығушылық туындатып отыр. Үрдіс барысында ГАН кристалдану үрдісінің әсерлесу сипатын анықтау үшін ғылыми-зерттеу жұмыстары жүргізілді. Негізгі назар қолайлы температураға, ұзақтығына және жүйеде ісерлесу $\text{Na}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{H}_2\text{O}$ назар аударылды.

Натрий алюминатының кристалдану үрдісінің ұзақтығы және температурасының әсер етуіне зерттеу жүргізілді.

Натрий гидроалюминатты алу үшін қызыл шламды төрт сатыда шаймаландыру жүргізілді, оның құрамы мынандай: $\text{Na}_2\text{O} - 458,8 \text{ г/дм}^3$; $\text{Al}_2\text{O}_3 - 243,0 \text{ г/дм}^3$; $\alpha_k - 3,1$.

$\text{Na}_2\text{O} \sim 500 \text{ г/дм}^3$ ерітінді концентрациясын алу үшін, 0,5 сағат мөлшерінде буландыру моншасында алғашқы ерітіндіні автоматты температура барысында булау жүргізілді.

Кристалдану үрдісін тездету үшін натрий алюминатының қоспасы дайындалды. Ерітіндіні қоспамен араластыру қарқындылығы шамамен 60 - 70 айналым/мин аралығында жүзеге асты, бұндай жылдамдықта қоспа тұнбасы жүзгіндік қалыпта болады [15].

Кристалдану үрдісіне температураның қатынасын білу үшін үш әртүрлі температурада 90, 60, 45 °С жүргізілді, алғашқы бір ерітінді пайдаланылды, оның құрамы: $\text{Na}_2\text{O} - 458,8 \text{ г/дм}^3$; $\text{Al}_2\text{O}_3 - 243,0 \text{ г/дм}^3$; $\alpha_k - 3,11$, кристалдану үрдісінің ұзақтылығы - 24 сағат. Кристалдану үрдісінің нәтижесінде алюминатты ертіндісінің ыдырау нәтижесі 2 кестеде көрсетілген.

2 Кесте – Температураға байланыста гидроалюминат натрийінің кристалдануы

Температурасы, °С	Na_2O	Al_2O_3	α_k	Глинозема мөлшері, %
90	419,4	86,7	8,0	64,3
60	412,7	77,3	8,8	68,2
45	406,1	50,8	13,2	79,1

Температураға (45, 60, 90 °С) байланысты натрий гидроалюминатының кристалдануы, кристалдану үрдісі өте жоғары жылдамдықпен төмен температурда жүретіні анықталды. Осы көрсетілген үш температураның ең қолайлысы болып, 45 °С болып табылады. Ал глиноземнің қатты фазасы мынадай 79,1 %. 90 °С кристалдану температурасында глиноземнің қатты фазаға айналу 64,3 %, ал 60 °С температурада - 68,2. Бұл температурада глинозем температурасы 50,8 г/дм³ дейін төмендеген. Ал каустикалық модуль 8,0 ден 13,2 дейін жоғарылады. Осының нәтижесінде натрий гидроалюминатының тұрақты мөлшері қалыптасты [16].

НГА пайда болу үрдісінде үш саты байқалды: ұрықтың пайда болу индукционды кезең, оның кенеттен және қарқынды дамуы, (оған жылдамдықтың максималды шамасы тең келеді) сұйық фазада алюминий оксидінің концентрациясының азаюына кезінде өсуінің азаюы байқалды.

Ерітіндіде глиноземнің жоғарылауы, натрий алюминатының қанығу дәрежесі жоғарылады.

Алюминатты ерітіндісінің ыдырау жылдамдығы кристалдану үрдісінде қанығу дәрежесінің қызметі болып табылды. Қанығу дәрежесі жоғары болмаған сипатқа индукционды кезең сәйкес келеді. Al_2O_3 құрамының өзгеруі сілтінің тұрақты концентрациясы және қатты фазада ГАН тұну жылдамдығы жоғарылайды. Бұнымен кристалдану үрдісінің жылдамдығының жоғарылығы мен глиноземнің қатты фазаға өтуі жоғарылағаны көрсетілді.

Кристалдану үрдісіне кремнеземнің кері әсері байқалды. ГАН пайда

болуы барлық деңгейлерге баяулататын әсер береді: индукционды кезең көбейеді, кристалдану үрдісі максималды түрде азайады, себебі кремнезем пайда болатын кристал беттерінде адсорбцияланады, және жоғарыланған беттік энергиясына ие болады. Сондықтан кремнезем қатысында пайда болған ГАН кристалдары, олардың әрі қарай өсуі баяулайды [17].

Алюминатты ерітіндінің ыдырауына үрдістің ұзақтығы тікелей байланысты. Кристалдану уақыты ұлғайған сайын пайда болған алюминий гидроксидінің қарқынды түрде түсуі байқалады. Сонымен, үш сағат өткеннен кейін ерітіндінің әлсіз күнгірттенуі байқалды, (индукционды кезең), ал қатты фазаға глиноземнің өтуі болар болмас, сонымен 6, 12, 24 сағаттан кейін пайда болған гидроксидтің түсуі пайда болады, ал кристалдану жылдамдығы бірден өседі. 24 сағаттан кейін алюминатты ерітіндінің жылдамдығының бірден азаюы және кристалдану баяулауы байқалады.

Әр түрлі физико-химиялық әдістерге сүйеніп (химиялық, кристаллооптикалық, ИКС, рентгенофазалы) алынған қатты фазасының натрий гидроалюминаты зерттелді [11-13].

Алынған натрий гидроалюминатының құрамы, масса %: Al_2O_3 - 42,2; Na_2O - 12,2.

Кристалды оптикалы зерттеу нәтижесінен кейін, төмен температурада, 400 - 500 г/дм³ температура аралығында және 3 - 5 ерітінді модулінде қаныққан алюминатты ерітіндіде натрий гидроалюминатының екі модификациясы кристалданады, құрамында 3 ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) және 2,5 ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2,5\text{H}_2\text{O}$) су молекулалары болады (10 сурет).



10 Сурет – Натрий гидроалюминаты; x 320

Моноалюминат фазасы - $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ - түссіз, екі бөлінуі өте төмен, дән формалары изометриялық, сыну көрсеткіші $N \sim 1,566$; анизотропты, біросьті және екіосьті теріс $O(-)$ және $2V(-) = 0^\circ$, сыну бұрышы $N \sim 1,500-1,510$.

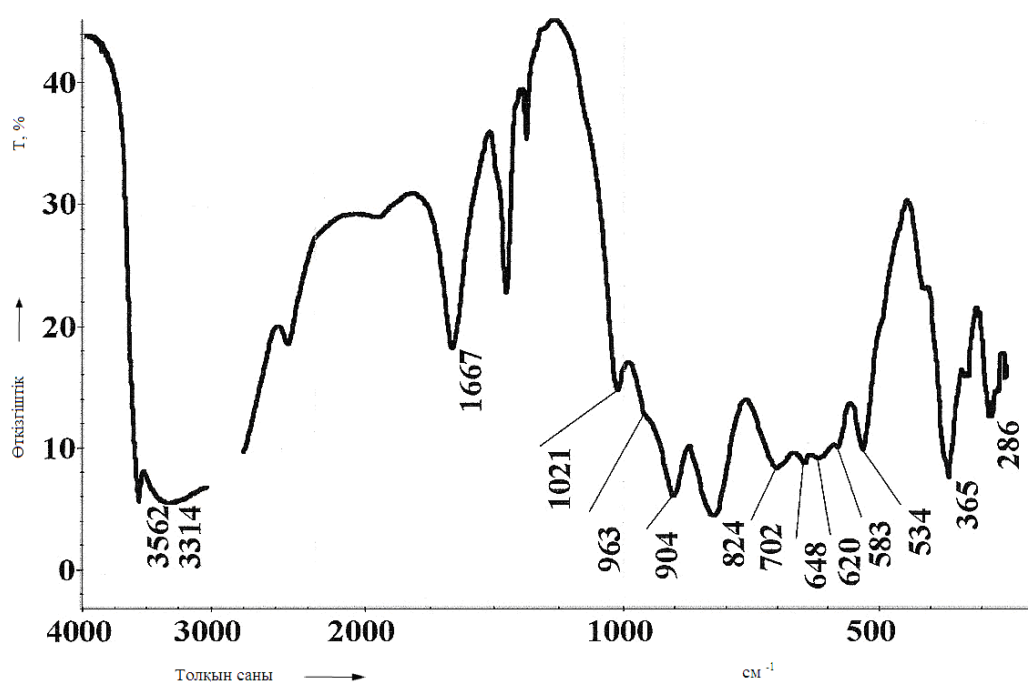
Натрий гидроалюминатының құрылымының өзгеруі байқалды, оның кристалдануы әртүрлі температура болды. 45 °С температурасында гиббсит пайда болады, ал 95 °С температурасында гиббсит және бемит пайда болады,

ал 130 – 200 °С температурада тек бемит қана пайда болады [14-17].

Натрий гидроалюминат екі модификациясының физико-химиялық сипаты дериватограмма және ИК-спектрамасында байқалған.

ИК-спектроскопиялық анализ нәтижесінен көретініміз натрий гидроалюминат жұтылу жолақтары мынандай - 3562, 3314, 1667, 1021, 963, 904, 824, 702, 648, 620, 583, 534, 365, 286 см⁻¹. Сонымен қатар, натрий алюминатының Na₂O·Al₂O₃ сусыз болуы да көрініс алды.

ИК-спектрда алюмооттекті каркасты жұтылуын сақтап (824 см⁻¹), әртүрлі типтессуға қатысты қысқа толқынды аймақта үш максимум бар (11 сурет).



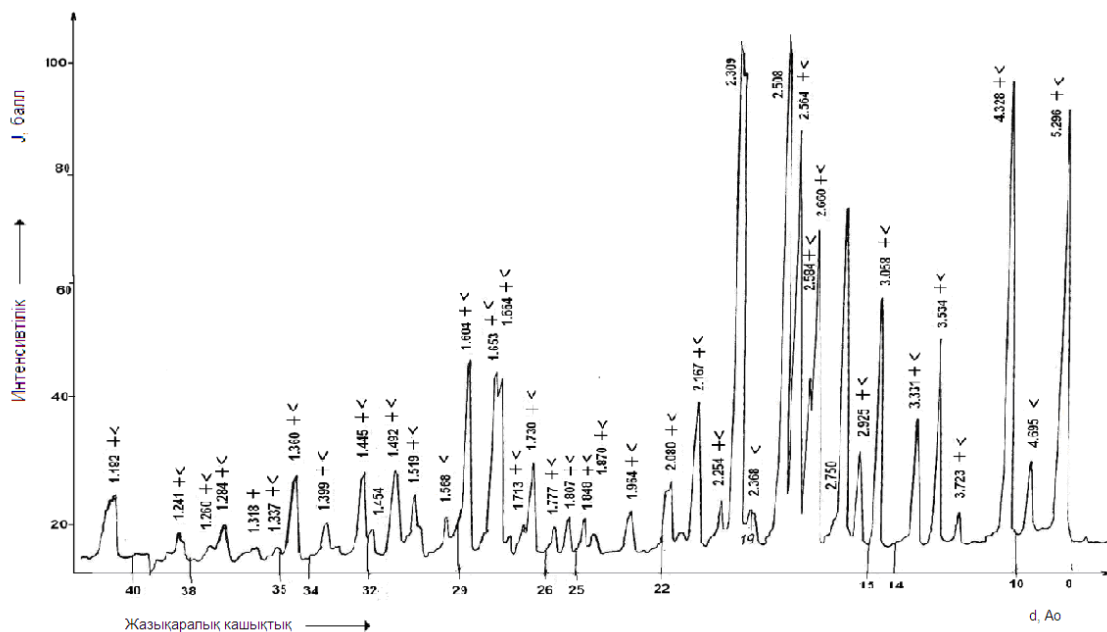
11 Сурет – Натрий гидроалюминатының инфрақызыл спектрі

Гидрохимиялық әдіспен глиноземды алу кезінде натрий моноалюминаты әртүрлі физико-химиялық сипатта пайда болады, олар құрамында судың болуына байланысты әртүрлі болады, ал құрамы солай қалады. ИК-спектрі ГАН құрамында екі фаза: Na₂O·Al₂O₃·3H₂O и Na₂O·Al₂O₃·2,5H₂O.

Бұдан көретініміз натрий гидроалюминат «ашық» шынжырлы және сақиналы құрылымды, су молекуласы оңай еніп және әртүрлі энергетикалық жағдайға ие болады [9-10].

Натрий гидроалюминатының екі модификациясы да шынжырлы және сақиналы AlO₄⁵⁻ тетрадрлы полимерленген анионды болады. Су ГАН құрамында еркін және кристалданған сумен көрсетілген. Біріншілерінің мөлшері шамалы және судың жалпы мөлшері кристалданған су мөлшерімен анықталады. Осындай төбелердің қатынасының бөлінуі әбден мүмкін. Натрий гидроалюминатқа жүргізілген рентгенофазалық анализі құрамында екі фаза болады: Na₂O·Al₂O₃·3H₂O и Na₂O·Al₂O₃·2,5H₂O.

$\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ құрылымы екі шыңмен 26,5 - 26,3 нм, ассиметриялық 23,05 нм сипаты және 52,9 нм сипатталады. $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2,5\text{H}_2\text{O}$ құрылымында 23,05 нм шыңының екеулігі байқалады: 23,15 және 23,03 нм; 25,8 нм осындай шамада көлеңкесі көрінеді (12 сурет).



12 Сурет – Натрий гидроалюминатының дифрактограммасы

Қызыл шламды шаймаландырудан кейін алынған бос жынысты өнім (натрийлі-кальцийлі гидросиликаты) фильтрленеді, және қосылып және регенерацияға бағытталады [8].

Есептік зертханалық зерттеулер нәтижесі, ал шламның тоннаға шақтаған мөлшері 4 м³. Регенерация уақыты 6 сағат. Ағын судағы Na_2O концентрациясы регенерациясы 80 - 90 г/дм³ құрайды. Регенерация нәтижесінде пайда болған шлам құрылыс материалдарына шикі өнім болып табылады (гидрокальцилі силикат).

2.4 Қызыл шламды пайдалану

Байер әдісі бойынша боксит құрамынан глиноземды алу әр тоннаға шамамен 1,3 т қызыл шлам мөлшері, ал глинозем өндірісінде боксио-сода-әкті шихтыясының мөлшері 2,5 т дейін қажет етеді.

Қызыл шламның негізгі құраушысы темір, кремний, алюминий кальций болып табылады. Сонымен қатар қызыл шлам құрамында титан, сілті, және сирек кездесетін металдар кездеседі. Қызыл шлам физикалық қасиетіне қарап оның жоғары дисперстігін, нығыздалуы және түйірленуі, және жоғары ылғалдылығын атап өтуге болады [6].

Қызыл шламда темір, алюминий және титанның болуы одан металдарды алуға мүмкіндік береді. Қызыл шламды пайдаланудың көптеген ұсыныстары ұсынылған, бірақ оның азы ғана тәжірибеде қолданыс тапты.

Қызыл шламнан темірді алу оны домен пештерінде балқыту немесе глинозем шлагын және шойын электр пештерінде балқыту арқылы жүзеге асыруға болады. Агломерациядағы коксик шығыны құрғақ шихтаға шахтағанда 5-6 % құрайды. Шихтаны қызыл шламнан және агломерат қайтарымынан жасайды. Агломерацияға түсетін шламдағы ылғалдың мөлшері, 25-27 % пайыздан аспауы қажет. Қызыл шламда титан және сілтінің боуы доменді балқытуды қиындатады: сілті пештің футеровкасын бұзады, ал титан қоспалары шлактардың тұтқырлығын, олардың шектен қызуына алып келеді.

Агломераттың доменді балқытуда шойыннан басқа, глиноземды шлактар пайда болады. Олардың құрамында 40 % глинозем болады. Бұл шлактар сода және әкпен глинозембірігуіне өңделуі мүмкін. Шаймаландырудан кейін қалдықтарды құрылыс материалдары ретінде қолдануға болады.

Темір алу мақсатында қызыл шлам доменді балқытқышта қоспа ретінде 30 % пайдаланылуы мүмкін.

Қызыл шлам құрамындағы титан қалпына келтіру балқымаларының көмегімен титан шлактары мен төмен титанды электр пештерінде алуға болады. Шлакты қайта өңдегенде титанмен қатар глинозем алынады. Сонымен қатар қызыл шламды біріктіру үрдісін құрылыс материалдарын алу үшін де кеңінен қолдануға болады: портланд-цемент, гидравликалық цемент, кірпіш және тағы басқы. Ешқандай қоспаларды пайдаланбай оны жолдың төсемесі ретінде, ауылшаруашылықта топырқаты құарландыру үшін, химия өндірісінде газдарды сіңіру үшін және тағы басқа мақсаттарда кеңінен қолдануға болады.

3 Экономикалық бөлімі

3.1 Зерттеуге кететін шығын мөлшері

Осы бөлімде зерттеуге кететін шығын мөлшері келтіріледі. Тәжірибе аяғына дейін бар жоғы екі тәжірибе жұмыстары жүргізілді.

Зертхана қондырғылары үшін кепілақша аударымдарын есептейміз (14 кесте). Норманы (H_a), және кепіл ақша көлемін қондырғылардың жұмыс атқару мерзіміне сәйкес төмендегі өрнекпен есептейміз [46]:

$$H_a = \frac{100}{B} \quad (5)$$

мұндағы B – жұмыс атқару мерзімі.

14 Кесте – Кепіл ақша аударымдары

Қондырғы атауы	Жұмыс атқару мерзімі, жыл	саны	Бағасы, тг	Жылдық сомасы, тг	H_a , %	Кепіл ақшаның жылдық сомасы, тг
Ауалық термостат	10	1	60000	60000	10	6000
Автоклав	10	4	3000	12000	10	1200
Қабылдағыш бак	10	1	10000	100000	10	1000
Вакуум-насос	10	1	20000	20000	10	2000
Бунзин сауыты	4	4	600	2400	25	600
Бюхнера воронкасы	4	4	500	2000	25	500
Конустық сауыт	4	10	500	5000	25	1250
Термометр	4	2	1000	2000	25	500
Плитка	4	2	2000	4000	25	1000
Цилиндр	4	2	500	1000	25	250
тамшауыр	4	4	200	800	25	200
Ыдыс	4	5	300	1500	25	375
Барлығы:			178600	200700		22875

Сонымен қондырғының жалпы бағасы жылына 200 700 тг құрайды. Жылына кепілдік ақша бағасы 22 875 тг құрайды. Ал бір айға кепілдік ақша құны 1906 тг құрайды.

3.2 Ғылыми-зерттеу жұмыстары жиынтықтарының есебі

Жиынтық (А) келесі формуламен есептелінеді:

$$A = C_{\text{п}} \cdot I_{\text{o}} \cdot 0,33, \quad (6)$$

мұндағы $C_{\text{п}}$ – қондырғының бастапқы 0,33 көбейтілетін бағасы;
 I_{o} – 1,082-ға тең индексация.

Соған орай, жиынтықтар бағасы 1 айға келесіні құрайды:

$$A = 200700 \cdot 1,082 \cdot 0,33 = 71\,661,9 \text{ тг.}$$

Сондықтан, жиынтықтар бағасын бірінші жылға (A_1) келесі формуламен анықтаймыз:

$$A_1 = C_{\text{п}} \cdot 0,33 \cdot I_{\text{o}} \cdot (1 + e)^1, \quad (7)$$

мұндағы e – тиімділік коэффициенті, 0,1-ге тең:

$$A_1 = 200700 \cdot 0,33 \cdot 1,082 \cdot (1 + 0,1)^1 = 78\,828,13 \text{ тг.}$$

Жиынтықтар бағасын екінші жылға келесі формула бойынша есептелінеді:

$$A_2 = C_{\text{п}} \cdot 0,33 \cdot I_{\text{o}} \cdot (1 + e)^2; \quad (8)$$

$$A_2 = 200700 \cdot 0,33 \cdot 1,082 \cdot (1 + 0,1)^2 = 86\,710,89 \text{ тг.}$$

Жоба бағасы (В) келесі формула бойынша анықталады:

$$B = 3 + A. \quad (9)$$

Соған орай, жоба бағасы келесіні құрайды:

$$B = 53767,34 + 71661,9 = 125\,429,24 \text{ тг.}$$

Сондықтан, жоба бағасы бірінші жылға келесі бағаға тең:

$$B_1 = 53767,34 + 77828,09 = 132\,595,47 \text{ тг.}$$

Онда, жоба бағасы екінші жылға келесі бағаны құрайды:

$$B_2 = 53767,34 + 86710,89 = 140\,478,23 \text{ тг.}$$

3.3 Пайдалылық және зерттеудің экономикалық тиімділігінің есебі

Пайдалылық 17 % болу үшін, экономикалық тиімділік төмендегідей болу қажет:

$$\mathcal{E}_0 = (Z + A) \cdot 0,17, \quad (10)$$

$$\mathcal{E}_0 = (53767,34 + 71661,9) \cdot 0,17 = 21322,97 \text{ тг.}$$

Жұмыс бір ай уақыт аралығында жүргендіктен, соған орай сол уақыт өтуіндегі экономикалық тиімділік төмендегі санға тең болады:

$$\mathcal{E}_1 = [Z + C_{\text{п}} \cdot I_0 \cdot 0,33 \cdot (1 + e)^1] \cdot 0,17 \cdot 1/12, \quad (11)$$

$$\mathcal{E}_1 = [53767,34 + 200700 \cdot 0,33 \cdot 1,082 \cdot (1 + 0,1)^1] \cdot 0,17 \cdot 1/12 = 1878,4 \text{ тг.}$$

17 % пайдалылықтың нәтижелері бойынша ғылыми-зерттеу жұмысының экономикалық тиімділігі бірінші жылға келесіні құрайды:

$$21322,97 + 1878,4 = 23\,201,37 \text{ тг.}$$

17 % пайдалылық кезінде ғылыми-зерттеу жұмысының экономикалық тиімділігі екінші жылға келесі формуламен анықталады:

$$\mathcal{E}_2 = [Z + C_{\text{п}} \cdot I_0 \cdot 0,33 \cdot (1 + e)^2] \cdot 0,17 \cdot 1/12, \quad (12)$$

$$\mathcal{E}_2 = [53767,34 + 200700 \cdot 0,33 \cdot 1,082 \cdot (1 + 0,1)^2] \cdot 0,17 \cdot 1/12 = 1990,12 \text{ тг.}$$

17 % пайдалылық кезінде ғылыми-зерттеу жұмысының экономикалық тиімділігі екінші жылға келесіні құрайды:

$$21\,322,97 + 1990,12 = 23\,323,09 \text{ тг.}$$

Өнімнің бірлігіне жобаның өтімділік уақытын келесі формула бойынша анықтаймыз:

$$T = \frac{K}{U}, \quad (13)$$

мұндағы K – бір уақыттағы шығындар;

U – өзіндік құнның өзгеруі.

$$T = \frac{200700}{2855,52 \cdot 12} = 5,8 \text{ жылына}$$

Соған орай, жобаның өтімділік уақыты 5,8 жылды құрайды.

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.

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 тоқта 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

Осы дипломдық жұмыста минералдар мен алюминий сипаттамалары, Қазақстан Республикасындағы әртүрлі бокситті кенорындарының құрамы, және оларды орналасуы көрсетілген: алюминий тотығы өндірісі үшін практикалық және ғылыми қызығушылықты танытатын кен орындардың өндірістік типтерінің ерекшеліктері көрсетілген.

Сондықтан, табиғатта кеңінен таралған, бірақ төменгі сапалы алюминий шикізаты – жоғарғы кремнийлі бокситтер, қызыл шламға кеңінен ізденіс жолдары жетік дамып келе жатыр (қызыл шламның құрамында аз мөлшерде Al_2O_3 – 20 – 30 % болады).

Осыған байланысты жоғары температуралы автоклавты шаймаландыруды қолдана отырып, төменгі сапалы жоғарғы кремнийлі құрамында алюминий тотығы бар шикізаттан алюминий тотығын алудың технологиясын оқып және ұсыну қажет.

Дипломдық жұмыста Павлодардағы алюминий заводының қызыл шламның (20 %) бір бөлігін утилизация бойынша зерттеулердің нәтижелері ұсынылған.

Оларды қайта өңдеу үшін натрий гидроалюминатының түзілуі мен кристаллизациясының физика-химиялық заңдылықтарын анықтау мақсатында жоғарғы модульды сілтілі-алюминатты ерітіндімен жоғарғы температуралық гидрохимиялық автоклавты ашылулар қолданылады.

Автоклавты шаймаландыру кезінде қызыл шламнан алюминий тотығын алу әртүрлі технологиялық факторларға байланысты: қысым, сілтілі ерітіндінің, каустикалық модульдың концентрациясы, қызыл шламның мөлшері, $CaO : SiO_2$ молярлық қатынасы, шаймаландыру ұзақтығы.

Осы жұмыста $CaO:SiO_2$ – 1,5:1 қатынасындағы кальций оксидінің мөлшері кезінде қызыл шламнан алюминий оксидін шаймаландыру ұзақтығы көрсетілген.

Каустикалық модуль мен нақты концентрациясына (Na_2O – 300 г/дм³; α_k - 12,4; 24,7) байланысты алюминий тотығының ерітіндіге айналуы жүреді. Сілтілі-алюминат ерітінді концентрациясының жоғарлауы Al_2O_3 сұйық фазаға шығуын айтарлықтай жоғарлатады және 1 сағат шаймаландырудан кейін 73,1 %, ал 3 сағаттан кейін - 77,2 % құрайды.

$Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot nH_2O$ жүйесінде натрий гидроалюминат кристаллизациясы процесінде технологиялық жағдайларды шешу бойынша көптеген жұмыстар жүргізілді.

45 °С температурасы кезінде, 400 – 500 г/дм³ концентрациясы интервалында қаныққан алюминатты ерітінділерінен 3-5 ерітінді модулі болып, құрамында $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 3H_2O$ және $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2,5H_2O$ су молекуласы бар, 8 және 12 көмірлі тақтайшалар бар натрий гидроалюминаттың екі модификациясы кристалданады, кристаллизацияның 45 °С температурасы кезінде гиббсит, ал 95 °С температурада гиббсит және бемит түзіледі.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Бенеславский С.И. Минералогия бокситов. – М.: Недра, 1974.
- 2 Лавренчук В.Н., Еремеев А.Ф., Ермоленко А.В. Важнейшие руды для производства глинозема // Цветные металлы. - № 1. – 1970. – С. 25-29.
- 3 Рудашевский Л.С., Рудашевский И.С. Руды алюминия // Научные труды ВИМС. – М.: ВИМС. – Вып. IV. – 1976. – С. 55-60.
- 4 Левин М.В., Туранский З.М. Бокситы – комплексное алюминиевое сырье // Научные труды ВАМИ. – Л.: ВАМИ. - № 88. – 1974. – С. 14-16.
- 5 Худайбергенов Т.Е. Металлургия легких металлов: Учебник. – Алматы: Рауан, 2001.
- 6 Деревянкин В.А., Кузнецов С.И. и др. Комплексное использование низкокачественных бокситов. – М.: Наука, 1972.
- 7 Эйгелес М.А., Кузнецов В.П. и др. Обогащение бокситов. – М.: Наука, 1972.
- 8 Кузнецов С.И., Деревянкин В.Д., Федяев Ф.Ф. и др. Технологическая схема обогащения боксита // Цветные металлы. - № 2. – 1978. – С. 20-23.
- 9 Шемякин В.С., Останин Л.В., Тюрин Н.Т. и др. Комплексное использование минерального сырья. – М.: Наука, 1984.
- 10 Чернышев Б.В., Деревянкин В.А. Влияние обжига бокситов на технологические показатели производства глинозема // Цветная металлургия. - № 21. – 1974. – С. 33-36.
- 11 Лебедев Р.К. Ионообменной способ удаления органических примесей из раствора глиноземного производства. – М.: Наука, 1983.
- 12 Пономарев В.Д., Гольдман М.М., Ни Л.П. Комплексная переработка нефелинов Казахстана // Вестник АН КазССР. - № 2. – 1965. – С. 40-43.
- 13 Певзнер И.Г., Райзман В.А. Автоклавные процессы в производстве глинозема. – М.: Металлургия, 1983.
- 14 Пономарева Е.И. Исследования по щелочной гидрометаллургии тяжелых и легких металлов / Дис. д-ра техн. наук. – Алма-Ата: Фонды ИМиО АН КазССР, 1971.
- 15 Райзман В.А. Совместная переработка боксита и нефелина на глинозем // Труды экономики и информации ЦНИИцветмета: Производство легких цветных металлов и электродной продукции. – Ленинград, 1984. – С. 13-18.
- 16 Сизяков В.М., Яшунин П.В., Неровская Л.Л. Совершенствование процесса спекания щелочных алюмосиликатных пород // Цветная металлы. - № 12. – 1974. – С. 26-31.
- 17 Добош Д., Зомбо Я., Вишневский А. Применения доменной или электродоменной плавки // Цветные металлы. - № 2. – 1964. – С. 33-38.