

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен және металлургия институты
Металлургиялық процестер, жылутехникасы және арнайы материалдар
технологиясы кафедрасы

Тоғабаев Жамбыл Бауыржанұлы

«Темірлі құмды физика – химиялық зерттеу» тақырыбына

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B070900 – Металлургия

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы материалдар
технологиясы кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ:

МПДЖ және АМТ кафедра
меңгерушісі PhD докторы, т.ғ. к.,
қауымдас-ған профессор

 Чепуштанова Т.А.
« 04 » 05 2019 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Темірлі құмды физика – химиялық зерттеу»

5B070900 – Металлургия

Орындаған

Тоғабаев Ж. Б.

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

Қоңыратбекова С.С.
« 04 » 05 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 материалдар
технологиясы кафедрасы

5B070900 – Металлургия

БЕКІТЕМІН

МГЖ және АМТ кафедра
менгерушісі PhD докторы, т.ғ. к.,
қауымдас-ған профессор

Чепуштанова ТА.

2018 ж.



**Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы: Тозабаев Жамбыл Бауыржанұлы

Тақырыбы: «Темірлі құмды физика – химиялық зерттеу»

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

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: Алюминий кені, құрамында саз
бар шикізаттың өңдеуінің әдістері, темірлі құмдар, гидрохимиялық әдіс,
автоклав шаймалаулары, натрий гидроалюминаты.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

- а) кіріспе, жұмыстың өзектілігі және тәжірибелік маңыздығы көрсетілгін;
- б) эксперименттік бөлімде темірлі құмдардың көптеген физика-химиялық зерттеулері бойынша тәжірибелердің нәтижелерін көрсету;
- в) өмір тіршілік қауіпсіздігі және еңбек қорғау сұрақтары
- г) экономикалық тиімділікті есептеу

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)

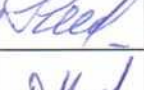
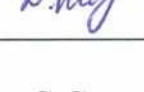
Сызба материалдарының 12 слайдта көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиет 18 атаудан тұрады

Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау
КЕСТЕСІ

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

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

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Әдеби шолу	Қоңыратбекова С.С. техн. ғыл.канд., сениор лектор	5.04.2019	
Тәжірибелік бөлім	Қоңыратбекова С.С. техн. ғыл.канд., сениор лектор	6.05.2019	
Экономикалық бөлім	Қоңыратбекова С.С. техн. ғыл.канд., сениор лектор	13.05.2019	
Еңбекті қорғау	Қоңыратбекова С.С. техн. ғыл.канд., сениор лектор	13.05.2019	
Қорытынды	Қоңыратбекова С.С. техн. ғыл.канд., сениор лектор	14.05.2019	
Қалып бақылау	Көккөзов Д.Қ., техника және технология магистрі	15.05.2019	

Ғылыми жетекші _____  Қоңыратбекова С.С.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____  Тоғабаев Ж.Б.

Күні «11» 02 2019 ж.

АҢДАТПА

Дипломдық жұмыс тапсырмадан, кіріспеден, 5 бөлімнен, қорытындыдан, әдебиеттер тізімінен тұрады. Жұмыстың жалпы көлемі компьютерде терілген 30 беттен тұрады, оған 13 суреттер мен 11 кестелер кіреді. Әдебиеттер тізімі 18 атаудан тұрады.

Алюминий тотығын алатын әдістерге әдебиеттік шолу жүргізілді. Павлодар алюминий зауытындағы темірлі кендердің құрамы, оларды алу көзі анықталды және темірлі құмдардың өңделу әдісі негізделді.

Лабораториялық шарттармен темірлі құмдардың өңделуінің кешенді технологиясын құру бойынша зертханалық жұмыстар орындалды. Ол темірлі концентратты, сілтілі – алюминатты ерітіндіні және кальций силикатын бөліп шығаруға мүмкіндік береді.

Темірлі құмдарды кальций тотығы қосылған жоғары концентрленген сілтілі ерітіндімен автоклавты шаймалау реакцияларының химизімі көрсетілген.

Темірлі құмдарды гидротермалды әдіспен өңдейтін технологиялық сұлба ұсынылды.

Экономикалық бөлімде темірлі құмдарды кәдеге асыратын кешенді технологияларды өңдеу үшін шыққан шығынның есебі келтірілген, ғылыми зерттеу жұмысының экономикалық нәтижесі және рентабельдігі көрсетілген.

Дипломдық жұмыстың еңбекті қорғау бөлімінде Қазақстан Республикасының еңбек қорғау заңдары сипатталған, зиянды және қауыпты өндірістік факторларына талдау жүргізілді.

Темірлі құмдардың өңделуі үшін іске қосылған кешенді технология, темірлі концентраттың, алюминатты ерітіндінің және түрлі құрылыс материалдардың оптималды және тиімді нәтижелерін алуға мүмкіндік береді.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа изложена на 30 страницах, содержит 13 рисунков, 11 таблиц, 18 использованных литератур.

Проведен литературный обзор существующих методов получения глинозема. Изучен состав железистых песков Павлодарского алюминиевого завода, источник их получения и обоснован метод переработки железистых песков.

В лабораторных условиях проведены опыты по созданию комплексной технологии переработки железистых песков, позволяющей выделить железистый концентрат, щелочно-алюминатный раствор и силикат кальция.

Представлен химизм реакций автоклавного выщелачивания железистых песков высоко концентрированным щелочным раствором с добавкой оксида кальция.

Предложена технологическая схема переработки железистых песков гидротермальным способом.

В экономической части приведен расчет затрат на разработку комплексной технологии утилизации железистых песков, представлен экономический эффект и рентабельность научной исследовательской работы.

В разделе дипломной работы по охране труда описаны законы охраны труда Республики Казахстан, проведен анализ вредных и опасных производственных факторов.

Разработанная комплексная технология переработки железистых песков способствуют оптимальному и эффективному получению железистого концентрата, алюминатного раствора и различного строительного материала.

ANNOTATION

In the given degree work 30 pages, 13 tables, 11 drawings, 18 used literatures contain.

A literature review of existing methods of obtaining alumina. Examine the železisty sands of the Pavlodar aluminium smelter, the source of their receipt and valid method of processing from the sands.

In laboratory terms experiments are conducted on creation of complex technology of processing of ferrous sands, allowing distinguishing a ferrous concentrate, alkaline-aluminate solution and silicate of calcium.

Of reactions of the pressure leaching of ferrous sands is presented by the highly concentrated alkaline solution with addition of oxide of calcium.

The flow sheet of processing of ferrous sands offers by a hydrothermal method.

To economic part the calculation of expenses is driven for development of complex technology of utilization of ferrous sands, an economic effect and profitability of the advanced research study are presented.

In the division of diploma work on a labour protection the laws of labour of Republic of Kazakhstan protection are described, the analysis of harmful and dangerous productive factors is conducted.

Worked out complex technology of processing of ferrous sands assist the optimal and effective receipt of ferrous concentrate, aluminate solution and different building material

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	9
1	Әдеби шолу	10
1.1	Алюминий және кен минералдарының технологиялық сипаттамалары	10
1.2	Қазақстанда бокситтің пайда болуы	11
1.3	Бокситтердің өңделуінің қазіргі технологияларын талдау	12
2	Тәжірибелік бөлім	13
2.1	Павлодар алюминий зауытындағы алюминий тотығы және темірлі құмдарды алатын технологиялық сұлба	13
2.2	Талдаудың химиялық, минералдық, рентгенфазалық, ИҚ-спектроскопиялық әдістерімен темірлі құмдардың құрамы мен физика-химиялық құрылымын зерттеу	13
2.2.1	Химиялық әдіспен темір құмдарының құрамын зерттеу	13
2.2.2	Минералды талдау арқылы темір құмдарының құрамын зерттеу	15
2.2.3	Инфрақызыл спектроскопия әдісімен темір құмдарының құрамын зерттеу	17
2.2.4	Рентгенфазалық құмдардың сапалы және жартылай сапалы талдау арқылы темір құмдарының құрамын зерттеу	19
2.2.5	Бокситтің темір құраушысын бөлу бойынша зерттеулер	21
3	Темір құмдарын тазартудың зертханалық тәжірибелері	23
3.1	Магниттік сепарация арқылы жүзеге асыру процесі	25
3.2	Магнитті сепарация және гидротермалдық автоклавтық шаймалау арқылы темір құмдарын өңдеу	25
4	Экономикалық бөлім	27
5	Қауіпсіздік және еңбекті қорғау	28
	Қорытынды	29
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	30

КІРІСПЕ

Қазіргі уақытта Қазақстан жеңіл металл-алюминийдің негізгі өндірушілерінің бірі болып табылады. Бұл жерде түсті металлургияның маңызды саласы - алюминий өнеркәсібі жасалған.

Экономиканың әр түрлі салаларында алюминийді қолданудың барынша өсу қарқыны алюминий өндірісі үшін минералды шикізат негізін сапалық жақсарту және барынша кеңейту мақсатын алға қояды.

Алюминий өндірісі әр түрлі бокситті жерлерде құрылатын глинозем шығуына негізделген.

Қазақстандағы бокситтердің пайда болуы 30-шы жылдардың басынан белгілі; кең іздеу жұмыстарының арқасында бокситтердің көптеген кенорындары айқындалған және зерттелген. Негізінен боксит жеті жерде пайда болған аудандар: Батыс Торғай, Орталық Торғай, Мұғалжар, Амангельді, Ақмола, Екібастұз және Шымкент төңірегінде шоғырландырылған. Аса маңызды орынды ашық (карьер) өңдеу үшін тиімді Амангелді және Батыс - Торғай аудандары алады. Республиканың басқа аудандарында салыстырмалы ұсақ кенорындарының мөлшері және көптеген бокситті көрінулер орналасқан.

Осы дипломдық жұмыста Қазақстан республикасындағы әр түрлі өлкелерінде бокситтердің бар болуы және олардың өңделуі талданып қорытылған. Минералдар және алюминий кендерінің сипаттамалары, әр түрлі боксит пайда болу құрамы, олардың орналасуы көрсетілген; өнеркәсіптің глиноземды және басқа да салаларында тәжірибелік және ғылыми мүддесін көрсететін пайда болған өндірістік түрлерінің сипаттамалары сипатталған. Бокситтердің өңдеуінің қазіргі технологиялары көрсетілген.

Бокситтер мен глиноземді өндіріс - темір құмдарының өндіріс өнімдерін өңдеудің бар технологиялары көрсетілген.

Лабораториялық шарттарда темірлі құмдардың өңдеуін темірлі концентратты ерекшеленуге мүмкіндік беретін кешенді технология жасау бойынша тәжірибе жасаған, сілтілік кальцидің сілтілі - алюминат ерітіндісі және силикаты. Кальций оксидінің қосымшасы бар жоғары қойылтылған сілтілік ерітіндісінің темірлі құмдардың автоклав шаймалауының реакцияларының химизмы. Гидротермалды әдіспен темір құмдарын өңдеудің технологиялық сұлбасы ұсынылған.

Экономикалық бөлімде темір құмдарын тазартуды кешенді технологиясының өңдеу шығынын есептеу келтірілген, ғылыми зерттеу жұмысының экономикалық эффект және тиімділігі келтірілген.

Еңбекті қорғау бойынша дипломдық жұмыстың бөлімінде Қазақстан Республикасының еңбекті қорғауының заңдары сипатталған, зиянды және қауіпті өндірістік факторлардың талдауы көрсетілген.

Темір құмдардың өңдеуін игерілген кешенді технологиясы темір концентраттың ұтымды және тиімді алуларына мүмкіндік туғызады, алюминат ерітіндісі және әр түрлі құрылыс материалдары.

1 Әдеби шолу

1.1 Алюминий және кен минералдарының технологиялық сипаттамалары

Алюминий кең таралған металл және жер қабыршығының массасының 8,8 % құрайды. Алюминийдің әлемдік өндірісі және тұтынуы үнемі өсіп отырады, өйткені алюминий жеңілдік ($\rho = 2,7 \text{ г/см}^3$), иілгіштік, электр өткізгіштік, жылу өткізгіштік, химия және коррозияға төзімділік, қолдануда әмбебап, табиғатта таралушылық сияқты қасиеттердің салтанатты кешеніне ие. Барлық физикалық-химиялық қасиеттер, сонымен бірге технологиялық қасиеттер (қысыммен, жаймалаумен, сығумен, қақталатын штампылаумен өтеді) алюминийді электрондық және есептеуші техникада қолдану үшін, оны химия өнеркәсібінің әр түрлі аппараттарының өндірісі, тоңазытқыштар, автокөліктер және тракторлардың радиаторларының өндірісі үшін перспективті материал ретінде көрсетеді.

Қазақстанда глинозем және металлды алюминий өндіретін кәсіпорындардың пайда болуы әрқашан мәртебелі бағыт болып табылады. 1964 жылы Қазақстанда глинозем өндірісі бойынша жалғыз зауыт Павлодарлық алюминий зауыты салынды. Ғылыми және тәжірибелік одақ, жаңа технологиялар іздестірілуі және олардың «Қазақстан алюминийі» АҚ қазақстандық бокситтерінен глинозем өндірісінің ісінде орындалуы алюминий электролизді зауытының құрылысына әсер етті. Қазіргі уақытта электролиттік алюминийді алу үшін электролизді зауыттың іргетасы салынып қойды.

Алюминийдің ең маңызды минералдары: табиғатта алюминий тек әр түрлі минералдар және тау жыныстардың пішінінде сабақтас күйде кездеседі. 250 әр түрлі минералдар алюминийден тұрады. 40 % алюминий минералдары түрлі алюмосиликаттармен, әсіресе кең таралған алғашқы минералдарға және басқалары сияқты жататын дала шпаттарымен көрсетіледі. Олар атмосфералық шарттар және табиғи сулардың әсерінен.

Табиғатта корунд таза түрінде аз кездеседі. Кәдімгі мөлдір емес корунд - наждак - Моос шкаласы бойынша 9 болатын қаттылығымен бағалы түрпілі материал болып табылады. Алғашқы табиғи корунд алюминий оксидімен байытылған магмадан, ал екіншілік табиғи корунд - алюмосиликаттардың үгілу өнімдерді метаморфизмінің нәтижесінде құрылады. Корундтың мөлдір түрлері - биік жарық сынуға және үлкен қаттылығына (рубиндер, сапфирлар, лейкосапфирлер) ие болғандықтан бұл асыл тастар болып табылады. Қазіргі уақытта жасанды асыл тастардың өндірісі глинозем негізінде жөнге келген.

Алюминийдің өте маңызды кендері болып мыналар табылады: бокситтер, нефелиндер, алуниттер, кианиттер, көмірлердің минералды бөлігі, каолиндер мен саз балшық, бірақ басты шикізат болып боксит саналады (глиноземнің әлемдік өндірісінің 95 %). Бокситтер - алюминийдің гидроксидтерінен тұратын тау жыныстары: бірсулы (диаспоралар, бемит) және үшсулы (гиббсит). Әр түрлі гидроксидтің басымдылығынан байланысты гиббситті, гиббсит бемитті және диаспорбемитті бокситтер ерекшеленеді. Бокситтердің ішінде келесі

сорттар, немесе кендердің түрлері ерекшеленеді: гидрохимиялық (байер), пісіруші және металлургиялық [6-7].

Одан басқа, бокситтерде темір минералдары (гематит, кейде пирит, гидрогематит, лимонит, сидерит); кварц түрінде кремнезем, гидроксид (опал және басқалары) және су алюмосиликаттары (каолинит, галлуазит және басқалар); сірне түрінде титан екі оксидті, анафаза, рутил және сфен құрамында, перовскит және ильменит болады. Бокситтерде аз мөлшерде кальций және магний карбонаттары, сонымен қатар органикалық заттар, хром, ванади, фосфор, галлий және басқаларының тотықтары болады. Ең алдымен, бокситтердің сапасын айқындауда оларда глинозем және кремнеземнің болуын ескереді. Басқа да тең жағдайда алюминий құрамы көбірек және кремнеземнің құрамы төмендеу болған сайын бокситтің сапасы жоғарылайды [8-9]. Кремнезем - глиноземді алу технологияны айтарлықтай күрделендіретін зиянды қоспа. Бокситтердің сапасының сипаттамасы жоғарғы кестеде көрсетілген.

1.2 Қазақстанда бокситтің пайда болуы

Бокситтер және отқа шыдамды саздардың олжасы бойынша өнеркәсіптік масштабында Қазақстанның алюминий өнеркәсібінің тұңғышы Амангелді бокситті ауданының орталығында орналастырған Торғай боксит кен басқармасы (ТБКБ) болып табылады. Пайда болған жерін игеруі 1960 жылдан басталды. Негізгі кен минералы гиббсит; болмашы кен минералы – корунд, бемит, диаспор. Негізгі компоненттердің орташа құрамы (%): Al_2O_3 - 47,1; SiO_2 - 11,5; Fe_2O_3 - 12,6; $\mu_{\text{кр}} = 4,1$.

Белинский кенорны: Торғай облысының Батыс Торғай бокситті ауданының солтүстік бөлігінде орналасқан. Бокситтер минералды құрамы бойынша үшгидраттыға (гиббситті тип) жатады. Негізгі кен құраушы минералдар: гиббсит (50-70 %), каолинита (2-20 %), гематит, гидрогематит (10- 23 %), корунд (1-5 %), кварц (до 3 %), кальцит (1,5 % дейін), сидерит (10 % дейін) және рутил (1,7-2,9 %). Бокситтердің тыңайған жерлерінде (%): Al_2O_3 40,4 - 46,8; SiO_2 5,68 - 9,64; Fe_2O_3 12,83 - 23,86; TiO_2 1,84 - 2,34; CaO 0,30 - 1,64; $\mu_{\text{кр}} = 4,2 - 7,1$ болады. 2005 жылдың жағдайы бойынша Белинский кенорынындағы балансты қорлары 24,0 млн.т. құрайды.

Аят кенорны: Батыс Торғай бокситті ауданының солтүстік бөлігінде орналасқан. Бокситтер минералды құрамы бойынша гиббситті түрге жатады [12]. Негізгі кен құраушы минералдар: бемит, диаспор, гиббсит, каолинит, гетит, титан минералдары, сидерит.

Бокситтердің кенорны бойынша орташа химиялық құрамы (%): Al_2O_3 —45,37; SiO_2 —8,4; Fe_2O_3 —18,52; TiO_2 —2,24; CO_2 —1,43; CaO —0,29; $\mu_{\text{кр}}=5,3$. Қазіргі уақытта Аятский кенорнын іс жүзінде бітірген. 2005 жылдағы күйі бойынша геологиялық қорлары 9-11 млн.т. дейін бағаланады.

Краснооктябрь кенорны Батыс Торғай бокситті ауданының орталық бөлігінде орналасқан және аттас боксит ауданына ұштасқан. Краснооктябрь кенорны екі кен өрістерімен көрсетіледі: Солтүстік (15 бокситтердің

тыңайтылған жерлері) және Оңтүстік (9 тыңайтылған жерлер). Негізгі кен құрушы минералдар: гиббсит, гидрогематит, гематит, және каолинит; екіншілік – сидерит және кальцит, хлорит (шамозит), пирит, марказит.

Бокситтердің химиялық құрамы компоненттердің барынша тербелістерімен сипатталады: орташа есеппен әр түрлі кен денелері бойынша Al_2O_3 41,78 - ден 49,86 % дейін; SiO_2 5,23 - тен 14,00 % дейін; Fe_2O_3 7,21 - ден 24,22 % дейін; TiO_2 1,83; CO_2 2,65 - 2,97; S - 0,3; 24,65 ппп; $\mu_{кр} = 3,8 \div 4,3$ болады [13].

1998 жылдан «Қазақстан алюминийы» АҚ - да Красноярск жаңа кенорнын меңгеру бойынша басым бағыт туралы шешім қабылданды, ол Қазақстандағы ең ірі бокситтердің кенорнындағы 200-миллион қорларын олжалау процессіне және глинозем өндіру бойынша қуатты өсіруге мүмкіндік беретін төмен сапалы боксит кенін қайта өңдеу технологиясына жетуге міндеттелген.

1.3 Бокситтердің өңделуінің қазіргі технологияларын талдау

Глинозем өндірісінің шикізаты сілтісіз және сілтілікке жіктеледі. Біріншісіне: бокситтер, көмірлердің өртеу күлдері, саз және ақсаздар; екіншісіне - нефелиндер, алунит, лейцит, сидериттер және басқалары жатады [14-16].

Глиноземнің барлық белгілі өндіру тәсілдері бүгінгі күнде қышқыл, сілтілік және қышқылдық-сілтілікті шартты бөліне алады [17]. Глиноземді өндірістегі қышқылды схемалары глинозем өндірісінде технологиялық жабдықтың тоттық төзімділігін қамтамасыз ету күрделілігінің түрімен, пульпалардың бөлінуінің қиындықтарымен, төмен сапалы алынатын глинозем түрінде қолданылады.

Сондықтан, кәсіпорындарда қазір түгелдей дерлік глинозем сілтілік әдістермен алынады. Бокситтерден глиноземнің өнеркәсіптік сілтілік өндіру тәсілдері бөлінеді:

- Байер тәсілі;
- күйежені тектеу тәсілі;
- құрамдастырылған тәсіл (параллель және тізбектей нұсқада Байер және жымдасу әдістерінің тіркеседі).
- Пономарев – Сажин гидрохимиялық әдісі.

2 Тәжірибелік бөлім

2.1 Қазақстан Республикасындағы Павлодар алюминий зауытында алюминий тотығын және темірлі құмдарды алатын технологиялық сұлба

Бізбен Павлодар алюминий зауытының темірлі құмдарын өңдейтін технологиялық сұлба зерттелген. Әдеби шолудағы нәтижелермен келісіп темірлі құмдарды қазіргі кезде үйіндіге жіберу және қайтымсыз жойылып кету туралы қортынды жасалды. Павлодар алюминий зауытының жұмысының масштабындағы темірдің жүздеген тонналары металлургиялық өндіріске, көбінде болат пен шойын өндірісіне қайтарылады.

Сонымен қатар, алюминий құрамды шикізатты осылай кешенді қолдану арқылы алынатын алюминий тотығының, темірқұрамды шикізатты сату есебімен, өзіндік құнын түсіріп тастайды.

Осы мақсатпен Павлодар алюминий зауытының темірлі құмдарын өңдеу бойынша бізбен лабораториялық зерттеулер орындалды. Өзіне магнитті сепарацияды, магнитті емес фракцияларды автоклавты шаймалауды, шойын өндірісі үшін жартылай өнімдерді алуды және құрылыс материалдарын өндіру үшін шламды алуды қосады.

Қазіргі таңда Павлодар алюминий зауытының темірлі құмдарын сулап ұсақтау сатысынан кейін үйіндіге жібереді (1 сағ 50 тонна), бұл жағдай экономикалық тиімді шешім бола алмайды. Өйткені құмның құрамында түрлі бағалы компоненттер болады - 55 % темір тотығы және 17 % алюминий тотығы, олар қайтымсыз жоғалады екен.

Темірлі концентратты, сілтілі-алюминатты ерітінді мен кальций силикатын бөліп шығаруға мүмкіндік беретін темірлі құмдарды өңдейтін кешенді технологияны құру актуалды мәселе болып табылады [30, 31].

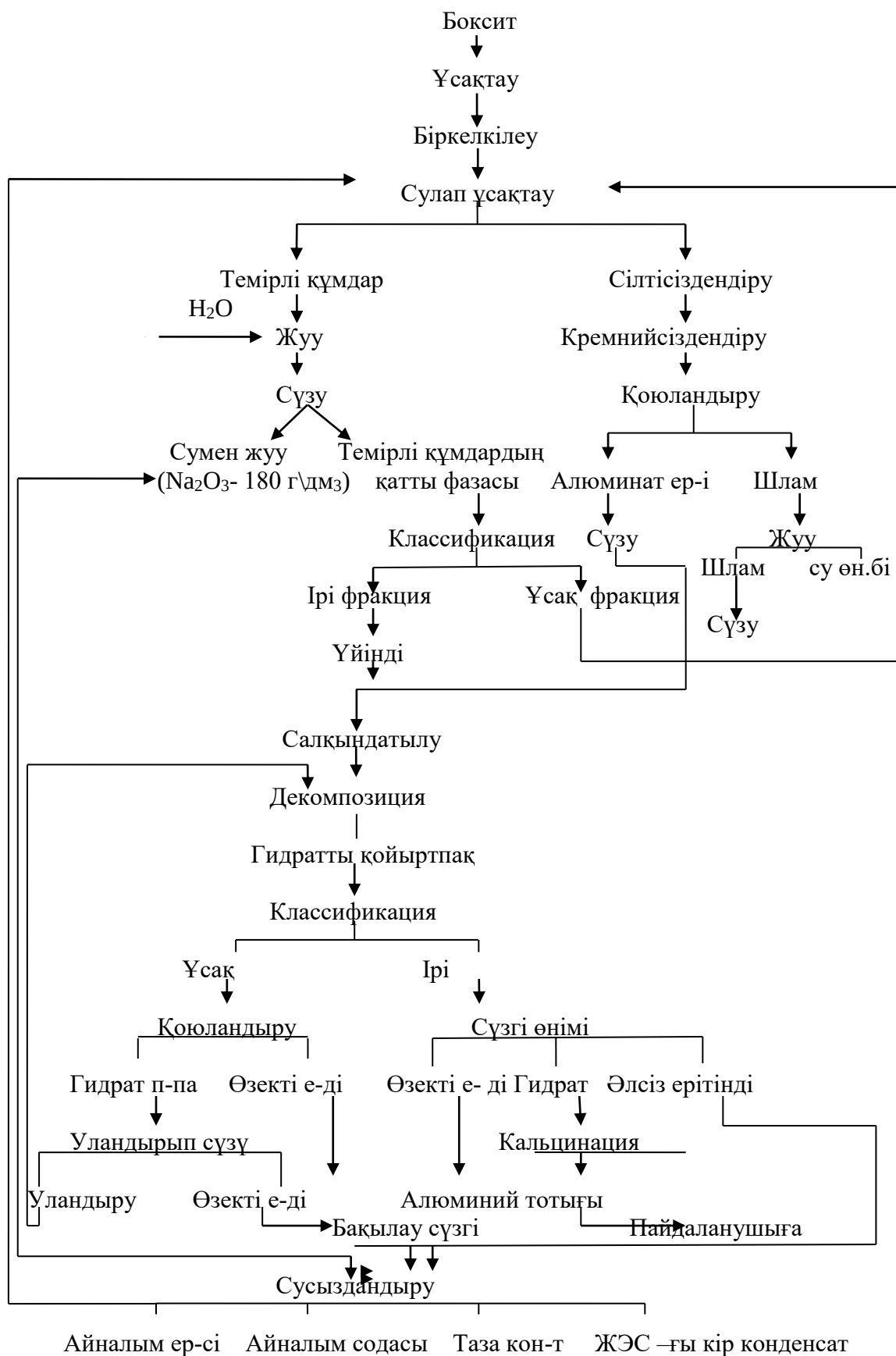
Сол мақсатпен біріншіден темірлі құмдардың құрылымы мен құрамы зерттелді.

2.2 Темірлі құмдардың физика-химиялық құрылымын және құрамын химиялық, минералогиялық, ИҚ-спектроскопиялық және рентгенофазалық талдау әдістерімен зерттеу

2.2.1 Темірлі құмдардың құрамын химиялық әдісімен зерттеу

Павлодар алюминий зауытынан Байер процесімен бокситтерді шаймалау кезінде сумен ұсақтауда алынған ірілігі әртүрлі (орташаланған және аса майда - 0,15) темірлі құмдардаң сынамалары жеткізілді.

Байер әдісі бойынша темірлі құмдарды шығарумен алюминий тотығын өндіру сұлбасы 2 суретте көрсетілген.



2 Сурет - Темірлі құмдарды шығарумен аллюминий тотығын Байер тәсілімен өндіретін сұлба

Біздің зерттеулердің басты мақсаты темірлі құмдардың таңдап алынған сынамалардың физика-химиялық қасиеттерін зерттеу болып табылады.

Осы мақсатармен темірлі құмдарды кептіруге, ширектеуге, біркелкілеуге және бөлшектеуге ұшыратады. Сынамаларды бөлгеннен кейін физика-химиялық талдаулардың: химиялық, минералогиялық, инфрақызыл спектроскопия, рентгенофазалық кешенін жүргізу үшін оларды ИЕ-МИКРО - 33 аппаратында қажетті өлшемге 0,05 мкм дейін ұнтақтайды. Химиялық талдаудың нәтижелері 2 кестеде келтірілген.

2 Кесте - Темірлі құмдардың химиялық құрамы

Атауы	Na ₂ O	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	CO ₂	SO ₃	FeO	P ₂ O ₅
Бастапқы фракция, %	0,6	14,3	5,6	55,0	5,1	9,6	2,92	10,9	0,12
(-0,15), %	0,81	10,2	5,3	69,7	3	2,5	2,55	3,2	0,13

Кестеде келтірілгендей темірлі құмдардың сынамаларының ірілігі кішірейген сайын Fe₂O₃ құрамы неғұрлым жоғарлайды және 69,7 %, жетеді, орташа фракция - 55,0 % болғанда.

Минералогиялық талдауды жүргізу үшін сынамалар ұнтақталмады, мұнда аса ірі фракциялар қолданылды.

2.2.2 Минералогиялық талдау әдісімен темірлі құмдардың құрамын зерттеу

Сынамалардың минералогиялық зерттеулері 320^X ұлғайту кезінде МИН-8 микроскобында жүргізілді. Зерттелінген сынамалардың сипаттамалары төмендегі фотосуретте ұсынылған.

Орташаланған сынамалардың минералогиялық құрамы келесідей болады. Сынамалардың негізгі мөлшері келесі қосылыстармен келтірілген: ұсақдисперсті гематит - Fe₂O₃. Гематиттің түсі қан-қызылдан бастап қою-қызылға дейін; оның біршама бөлігі иілгіш түйіршік түрінде болады. Гематит – бірсызты оптикалық теріс (-)О және сыну көрсеткіші N~2,7 болып келеді.

Сынаманың құрамында гетит HFeO₂, негізінен ұсақ дисперсті түрінде болады. Гетиттің түсі қоңыр-сарғыштан сарыға дейін болады. Сыну көрсеткіші N~2,2.

Магнетит FeFe₂O₄ - изотропты, сәл қоңырлау реңді болып келеді. Сонымен қатар сынамада гиббситтің, каолиниттің, сидериттің, кальциттің, кварцтың, пириттің минералдары және хлориттердің топтары бар.

Гиббсит Al(OH)₃ – түссіз, анизотропты, қос сынғыштығы төмен. Сыну көрсеткіштің орташа мәні N~1,566 болады.

Каолинит $\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$ - түссіз, анизотропты, қос сынғыштығы төмен, сынамада ұсақдисперсті қабыршақтан тұратын пластинка түрінде болады. Сыну көрсеткіші $N \sim 1,566$.

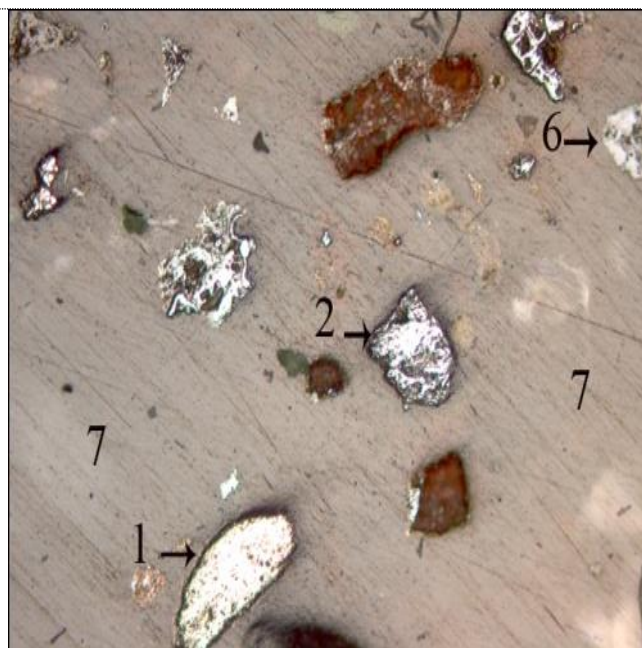
Сидерит FeCO_3 - түссіз, анизотропты, қос сынғыштығы өте жоғары. Сыну көрсеткіші $N_0 \sim 1,87$, $N_e \sim 1,63$. Кальцит CaCO_3 - түссіз, анизотропты. Сыну көрсеткіші $N_0 \sim 1,654$, $N_e \sim 1,484$.

Кварц $\alpha\text{-SiO}_2$ - түссіз, анизотропты, қос сынғыштығы орташа. Бір осьті оптикалық оң (+)О болады. Сыну көрсеткіші $N \sim 1,540$. Сынамада бірлікті түйіршік түрінде болып келеді.

Хлориттер топтарының минералы шамозит $(\text{Mg}, \text{Fe}^{+2}, \text{Fe}^{+3})_5\text{Al}(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{O}, \text{OH})_8$ – жасыл-сарғыш, анизотропты болады. Пирит FeS_2 – ашық-сары түсті, изотропты болып келеді.

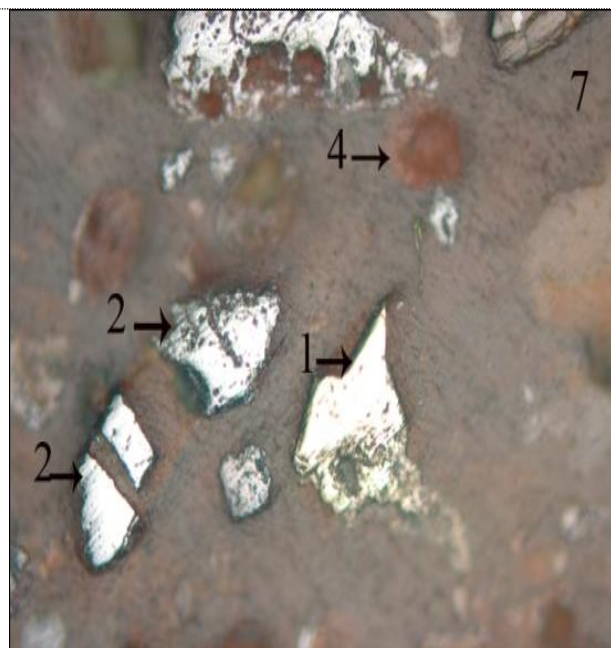
- 0,15 фракцияның сынамасы аса майда фракциясы (-0,15) сәйкес минералдармен сипатталады: гематит Fe_2O_3 , гетит HFeO_2 , карбонаттар (негізгілері ұсақ түйіршікті), пирит FeS_2 , магнетит FeFe_2O_4 . Майда сынаманың ерекшелігі – түссіз, анизотропты, қос сынғыштығы орташа келетін кварц $\alpha\text{-SiO}_2$, түйіршіктерінің болуы. Бір осьті оптикалық оң (+)О, орташаланған сыну көрсеткіші $N \sim 1,540$.

Төменде 3 және 4 суретте бастапқы орташаланған сынамалардың микросуреті ұсынылған. Ал 5 суретте (- 0,15) темірлі құмдар фракциясының сынама микросуреті көрсетілген.



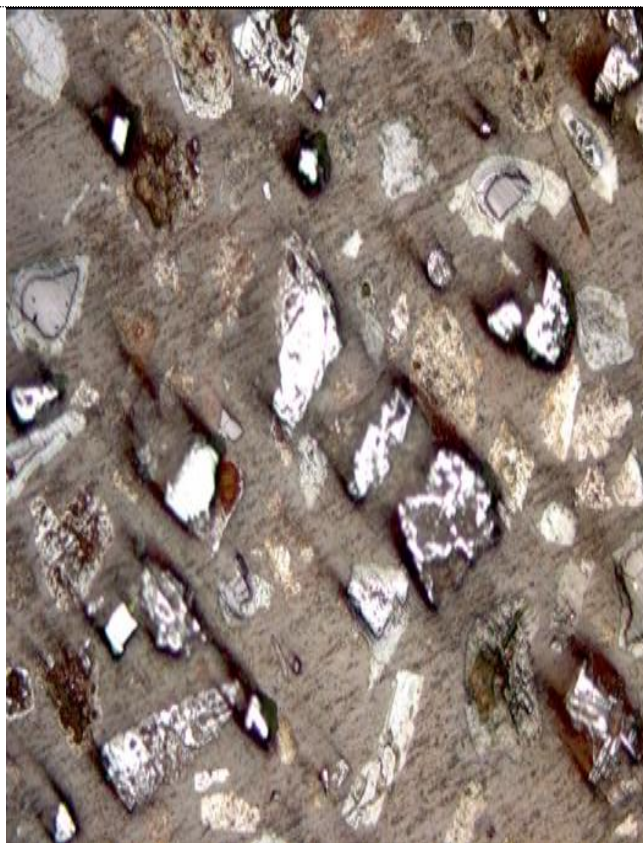
1 - пирит FeS_2 ; 2 - магнетит FeFe_2O_4 ; 7 - шеллак (брикеттеуге арналған материал).

3 Сурет - Бастапқы орташаланған сынамалардың микросуреті

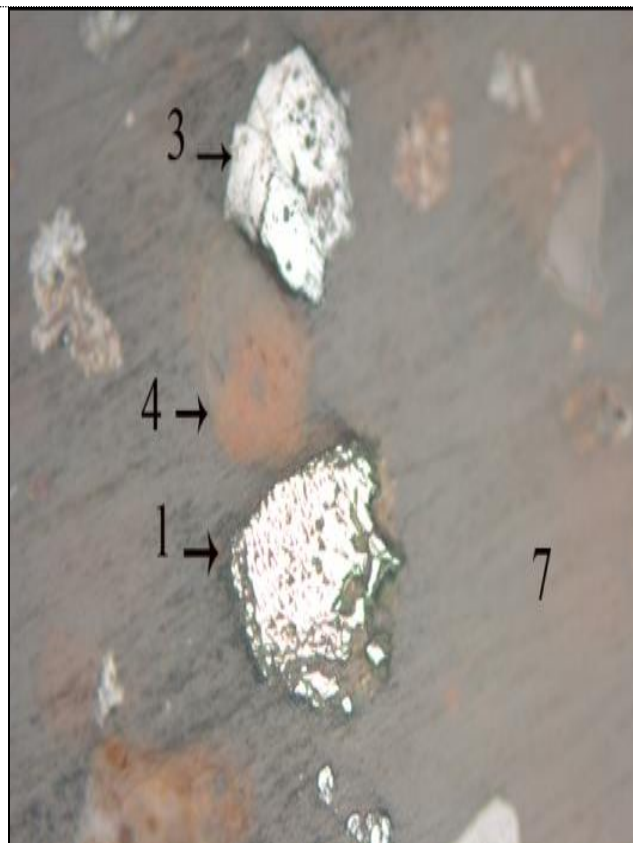


200^x ұлғайту
1- пирит FeS_2 ; 2 - магнетит FeFe_2O_4 ; 4 - ұсақдисперсті гематит Fe_2O_3

4 Сурет - Бастапқы орташаланған сынамалардың микросуреті



Түйіршіктің құрылымы,
200^x ұлғайту



200^x ұлғайту

1 - пирит FeS_2 ; 3- кристалдық гематит Fe_2O_3 ; 4- ұсақдисперсті гематит Fe_2O_3 ;
7- шеллак (брикеттеуге арналған материал).

5 Сурет - Темірлі құмдардың (- 0,15) фракциясының микросуреті

2.2.3 Инфрақызыл спектроскопия әдісімен темірлі құмдардың құрамын зерттеу

ИҚ-талдау дисперсивті және Фурье-түрлендірілген спектрометрлерде жүргізілді. Фурье түрлендіруін қолдану ИҚ-спектроскопия мүмкіндігін кеңейтті және де микроталдау жүргізуге мүмкіндік берді.

ИҚ-өлшеудің қысқаша техникалық сипаттамасы.

Темірлі құмдардың спектрлері терезесі KRS-5 вазелин майларының суспензия түріндегі препараттардан алынған спектрлік диапазоны $4000\text{--}250\text{ см}^{-1}$ болатын «Avatar 370» ИҚ-Фурье спектрометрінен алынды.

Орташаланған сынамалардың ИҚ-спектроскопиялық талдауы келесі минералдардың барын көрсетті:

Сидерит FeCO_3 - $1801, 1414, 868, 736\text{ см}^{-1}$.

Кальцит CaCO_3 - $1414, 712\text{ см}^{-1}$.

Гиббсит - $\gamma\text{Al}(\text{OH})_3$ - $3524, 3443, 3391, 3372, 1031, 798, 540, 471\text{ см}^{-1}$.

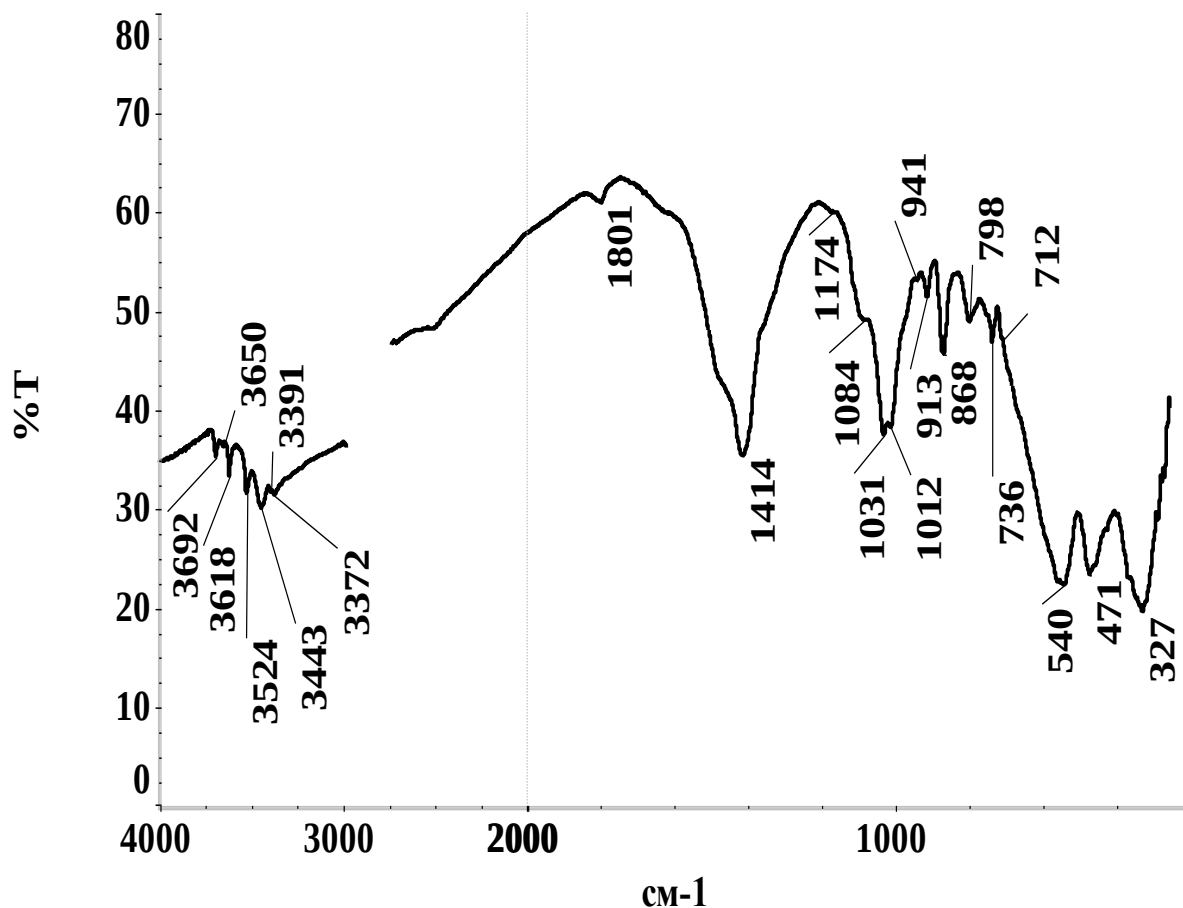
Каолинит $\text{Al}_4[(\text{OH})_8 | \text{Si}_4\text{O}_{10}]$ - 3692, 3650, 3618, 1031, 1012, 941, 913, 798, 540, 471 cm^{-1} .

Гематит $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ - 540, 471 cm^{-1} .

Кварц - $\alpha\text{-SiO}_2$ - 1174, 1084, 798, 471 cm^{-1} .

Толқындық сан 327 cm^{-1} кезінде силикаттар мен карбонаттар үшін сызық байланыс диапазонына $\text{Fe}^{2+} - \text{O}$; $\text{Fe}^{3+} - \text{O}$ түседі.

Орташаланған сынамалардың инфрақызыл спектрі 6 суретте келтірілген.



6 Сурет - Орташаланған сынамалардың инфрақызыл спектрі

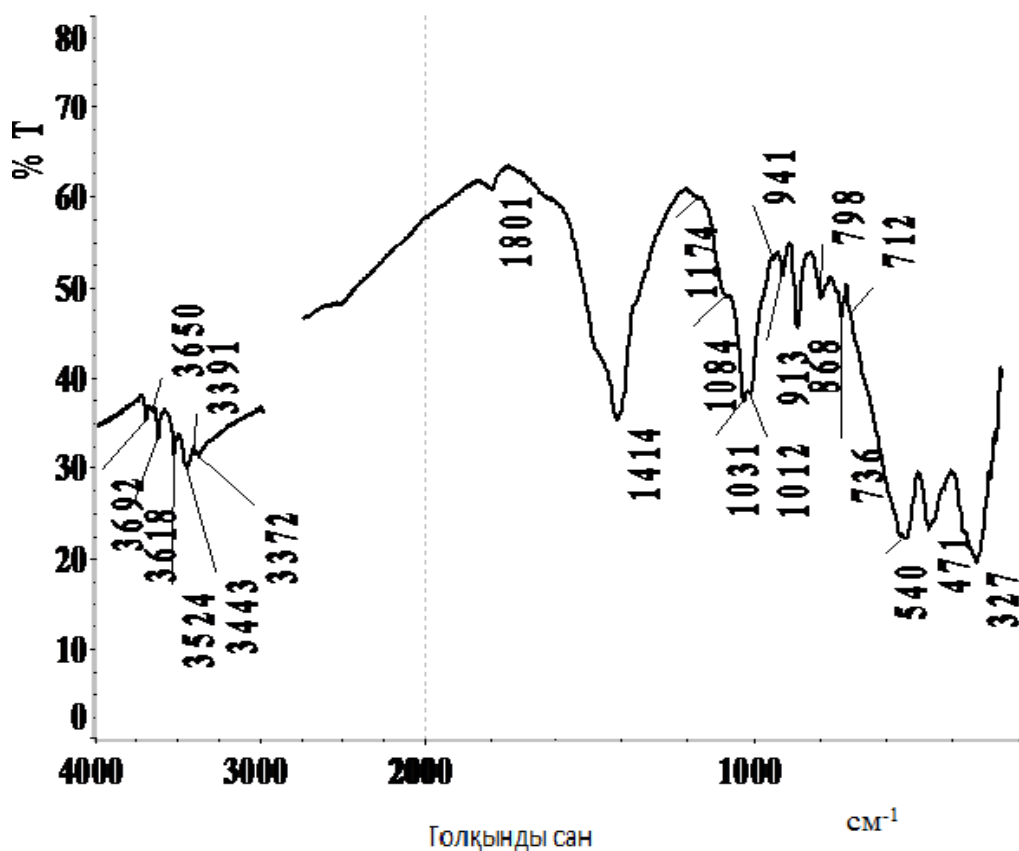
Сынама фракциясы (-0,15) аса майда сынамалар алдыңғы сынамаға ұқсас келеді және мәндері бірдей болады. Мәндерін 3 кесте бойынша көруге болады:

3 Кесте - Инфрақызыл спектрінің орташаланған сынама мәні

Сидерит FeCO_3	1801, 1420, 871, 736 cm^{-1}
Кальцит CaCO_3	1420, 871, 712 п cm^{-1}
Кварц - $\alpha\text{-SiO}_2$	1164, 1086, 797, 779, 469, 396 cm^{-1}
Гематит $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$	548, 469 cm^{-1}
Гиббсит - $\gamma\text{Al}(\text{OH})_3$	3525, 3443, 3391, 3371, 1033, 797, 548, 469 cm^{-1}
Каолинит $\text{Al}_4[(\text{OH})_8 \text{Si}_4\text{O}_{10}]$	3693, 3653, 3618, 1033, 1010, 942, 913, 797, 548 cm^{-1} .

Бастапқы орташаланған сынамаға қарағанда бұл сынамада гиббситтің, каолиниттің және карбонаттардың құрамының кішірейгені байқалады, кварцтың құрамының ұлғаюы жүреді.

Сынама фракциясының (-0,15) инфрақызыл спектрі 7 суретте келтірілген.

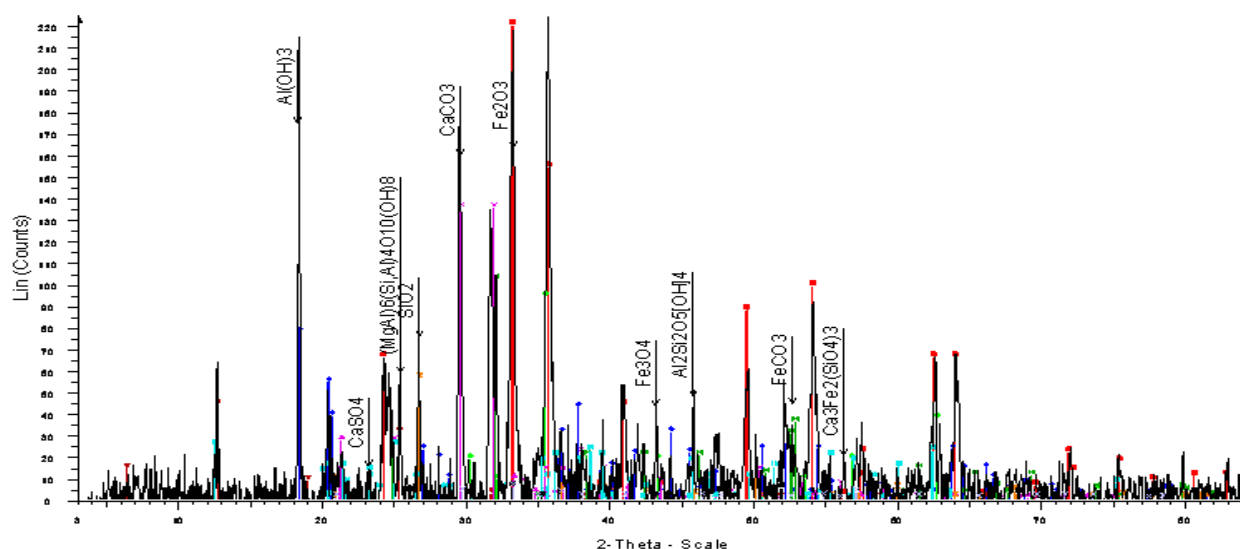


7 Сурет - Сынама фракциясының (-0,15) инфрақызыл спектрі

2.2.4 Темірлі құмдардың құрамын рентгенофазалық, сапалы және жартылай мөлшерлік талдаумен зерттеу

Біздің зерттеулерде рентгендік дифрактограммалар D8 ADVANCE («BRUKER» фирмасы) дифрактометрмен түсірілген. Талдаулар үшін кернеуі 40 мА/35 кВ болатын кобальтты түтік қолданды, детектор алдындағы саңылау 0,2 мм болады.

Алынған дифракциондық суреттер EVA программасымен өңделді. Сапалы және жартылай мөлшерлік талдаулар дерекқорлардың және ASTM карточкаларының корундық сандардың қолдануымен жүргізілді (жартылай мөлшерлік рентгенофазалық талдаудың анықтау дәлдігі 3 % аралығында болады).



8 Сурет - Темірлі құмдардың рентгенфазалық жарты санды талдауы

Темірлі құмдардың берілген барлық фракциясының рентгенофазалық жартылай мөлшерлік талдаудың нәтижелері 4 кестеде келтірілген:

4 Кесте - Орташаланған бастапқы сынама

Гематит	Fe_2O_3	29,12
Гиббсит	$\text{Al}(\text{OH})_3$	8,47
Геотит	$\text{Fe}^{+3}\text{O}(\text{OH})$	8,62
Магнетит	Fe_3O_4	6,19
Хлорит серпент (NR)	$(\text{Mg},\text{Al})_6(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	8,94
Кварц	SiO_2	5,8
Сидерит	FeCO_3	8,14
Кальций сульфат	CaSO_4	3,7
Кальций корбанат	CaCO_3	8,49
Каоинит	$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	7,04
Маркасит	FeS_2	2,58
Андрадит	$\text{Ca}_3\text{Fe}_2^{+3}(\text{SiO}_4)_3$	2,58

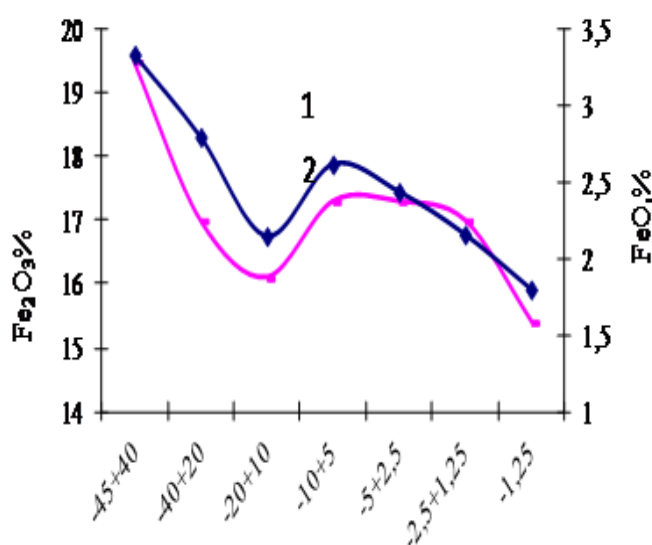
Сынама фракциясы (- 0,15)

Гематит	Fe_2O_3	30,26
Магнетит	Fe_3O_4	9,3
Ион оксид гидроксид	$\text{FeO}(\text{OH})$	9,5
Кварц	SiO_2	5,06
Каолинит	$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	5,03
Хлорит серпент (NR)	$(\text{Mg},\text{Al})_6(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	8,56
Кальцит	CaCO_3	2,86
Кальций сульфаты	CaSO_4	9,57
Гиббсит	$\text{Al}(\text{OH})_3$	12,6
Пирит	FeS_2	5
Ферофустамит	$\text{Ca}_{0.82}\text{Fe}_{0.18}\text{SiO}_3$	2,6

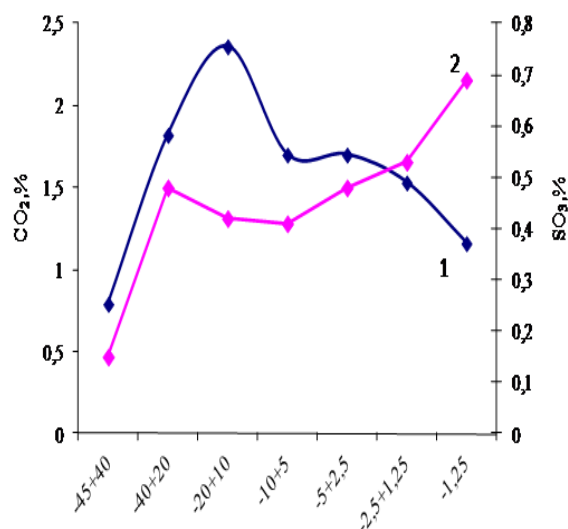
2.2.5 Бокситтің темірлі құраушысының бөлінуі бойынша зерттеулер

Минералдардың толық ашылуымен қатар ірілік класы бойынша бокситтердің минерал түйірлерінің таралу сипаттамасы байыту нәтижелеріне маңызды әсерін тигізеді.

Кондициялау технологиясын өңдеу үшін бокситтің түрлі фракциясын бөліп ұсақтап қоспалардың таралуын зерттеуін талап етеді. Мәліметтердің негізінде бокситтің ірілік класы бойынша темір, күкірт және карбонаттар қосылыстарының құрамына тәуелділігі алынды.



8 Сурет - Ірілік класы бойынша бокситтегі Fe₂O₃ (1) және FeO (2) құрамдарының тәуелділігі



9 Сурет - Бокситтегі карбонат (1) пен күкірт қосылыстарының (2) құрамдарының тәуелділігі

Қоспалар кластар бойынша концентрленетінін 8 және 9 суреттерінде келтірілген тәуелділіктерде көрсетілді: бөлінген бокситтің ірілеу фракцияларында темірқұрамдас компоненттердің және карбонаттардың максималды мөлшерін құрайды, ал орташа кластағы фракцияларда - күкірт қосылыстарын құрайды.

Ірілік класы бойынша тасты және сазды фракцияларды ұсақтаған кездегі қоспа минералдарының беталысын зерттеу қызығушылық тудырды.

Бастапқы Краснооктябрьлік боксит тасты және сазды фракцияларға бөлінген. Зерттеу барысында (- 1, +0,63) мм және (-0,15) мм ірілігіне дейін ұсақталған бокситтің тасты фракциясы қолданылды.

Әр фракция негізгі компоненттерін анықтау үшін химиялық талдауға жіберілді. Карбонаттар, түрлі фракциядағы күкірт пен темірдің қосылыстары сияқты бокситтің пайдалы компоненттері мен қоспаларының таралуы 5 кестеде келтірілген.

4 Кесте - Әр түрлі фракциялардағы карбонаттар мен күкірттің қосылуы

Ірі сынып, мм	Шығатын сынып, %	Мазмұны, % (масс.)			
		SO ₃	CO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃
-1+0,63	16,8	0,55	3,5	30,1	43,6
-0,15	13,5	0,20	0,7	20,0	41,1

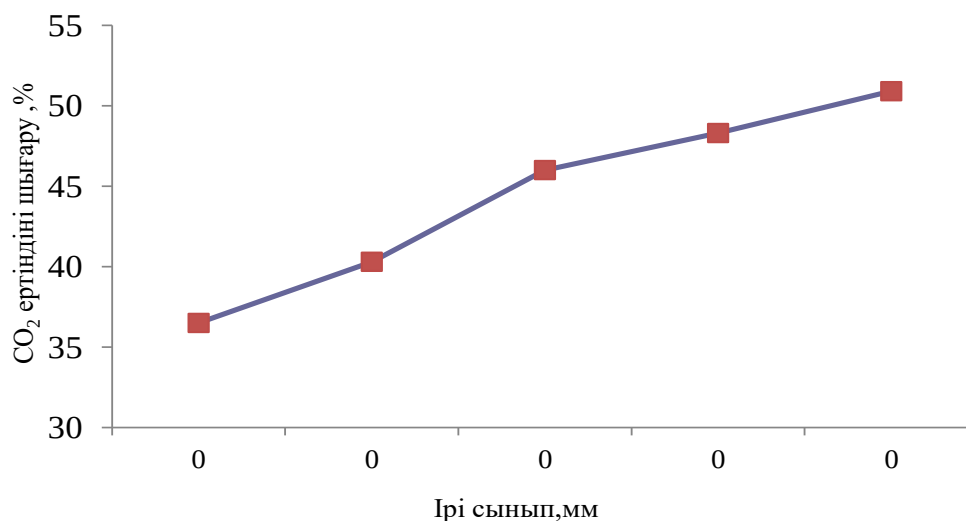
Тәжірибелік мәліметтердің талдауы күкірт, карбонат және темір қосылыстарының көптеу құрамы (+0,63) мм жоғары фракцияларда құрайтынын, және керісінше, қоспалардың минималды құрамы кішілеу, көбінде 0,15 мм төмен фракцияларда құррайтынын көрсетті. Алынған зертеулердің нәтижесінде күкірт пен карбонат қоспаларының және темір минералдарының максималды концентрленуін қамтамасыз ететін бокситтің қажетті ұсақталу ірілігін анықтауға болады. 4 кестеде көрсетілген мәліметтер ірілеу фракциялар алюминий тотығымен байытылатынын көрсетеді. Сол себептен әртүрлі фракциялардың шаймалау режимін таңдау бойынша лабораториялық зерртеулер жүргізілді.

Зерттеулердің мақсаты - глиноземнің ерітіндіге бөлінуін, шламды коэффициентін және шаймалау процесіндегі ұсақталу тонинасына байланысты қоспалардың қалдық құрамын зерттеу болып табылды. Темір қосылыстарының құрамы ұсақталу дәрежесіне пропорционалды ұлғаяды. Жалпы шламның мөлшеріндегі темірдің үлесі пайда болған натрий гидроалюмосиликат мөлшерінің себебінен төмендегендіктен (-0,15) мм минустық фракциясы ғана қосылмайды, ол сілтінің құрамы 6,8 % (масс.) болуымен дәлелденеді. Бұл шламның 52 % алюмосиликаттан және 48 % темірлі шламнан құралғаны орнатылды.

Алынған шламның құрамы оны бөлуге тура келетіндігін көрсетеді: гидроалюмосиликатты бөлігін темірлі бөліктен бөліп алып арықарай күйеженктеу процесіне бағытталады. Темірлі ұсақ фракцияларды басқа фракциялармен бірге (өзінің құрамында 50 және одан жоғары пайызын Fe₂O₃ құрайды) процестен шығарып алуға болады.

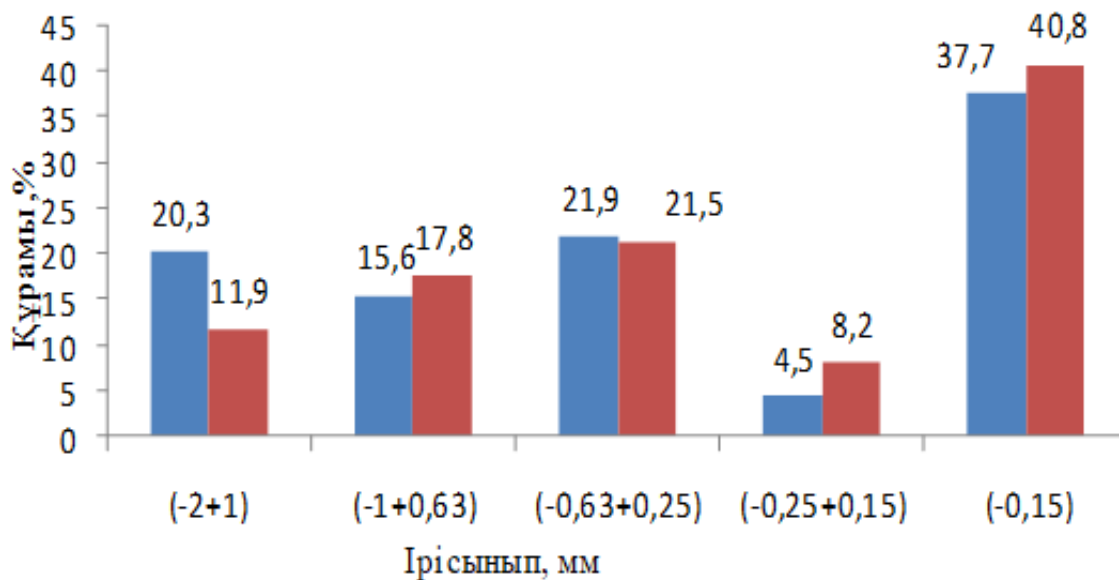
Карбонаттардың бокситті фракциядан ертіндіге өткендегі реакциялы фракциясы (-0,15) мм болады. Қатты фазалары бойынша есептелінген карбонаттардың ерітіндіге бөлінуі 10 суретте көрсетілген.

10 суреттен бокситтің ұсақталу шегі бойынша карбонаттардың ерітіндіге ауысуы жоғарлайтынын көреміз. Осылайша бокситтің тасты бөлігінің ірі фракцияларындағы карбонаттардың ерітіндіге бөліну мөлшері 36,5 %, ал ұсағы - 51 % құрады. Бұл мәліметтер темір құраушыларын бөлшектеу әдісімен бөліп алу мүмкіндігі туралы ойлауға негіз тудырады. Сондықтан бокситтердің сол фракцияларынан кектердің гранулометриялық құрамын елеуіш талдау арқылы анықталды.



10 Сурет - Бокситтің ірілік класы бойынша карбонаттардың ерітіндіге бөліну тәуелділігі

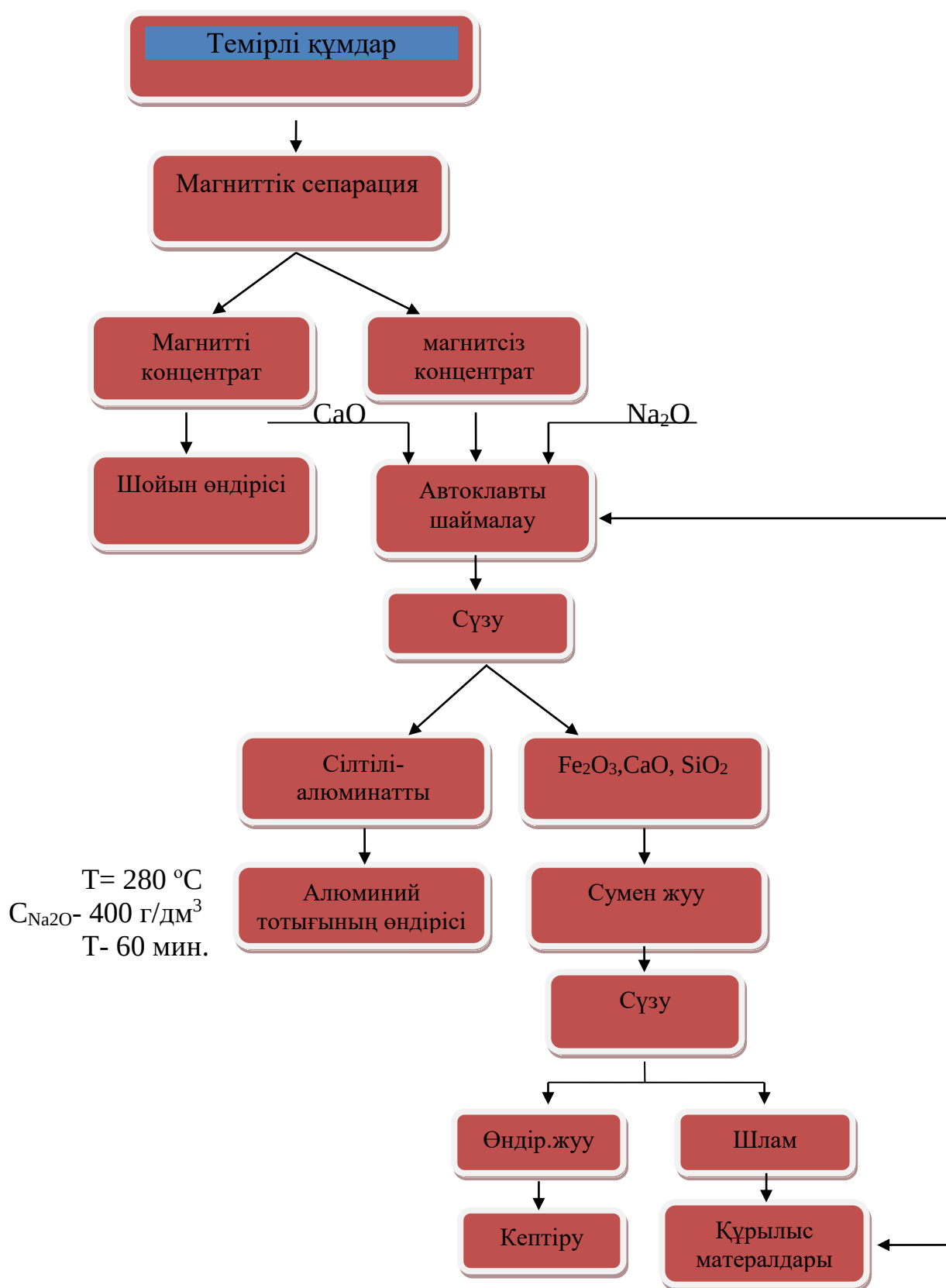
Бокситтің және оның шламының шаймалаудан кейінгі гранулометриялық құрамы 10 суретте келтірілген.



11 Сурет - Бокситтің тасты бөлігінің және әртүрлі фракциядағы кектердің гранулометриялық құрамы

Келтірілген мәліметтерден көрініп тұрғандай шаймалау процесіндегі шламдағы (-2+1) мм фракцияның құрамы бокситтің бастапқы сынамасымен салыстырғанда екі есе төмендейді. Минералдарды еріту және бөлшектеу нәтижесінде қалған фракциялардың мөлшерлі қатынасы өзгермейді.

3 Темір құмдарын тазартудың зертханалық тәжірибелері



12 Сурет - Темірлі құмдардың өңдеуін технологиялық сұлбасы

3.1 Магниттік сепарация арқылы жүзеге асыру процесі

Ашу алдындағы орташаланған сынаманың құрамындағы Al_2O_3 - 14,3 %; SiO_2 - 5,6 %; Na_2O - 0,6 %; Fe_2O_3 - 55,0 %; CaO - 5,1 %; FeO - 10,9 % болған кездегі 50 г мөлшерінде алынған темірлі құмдарды бір сағат аралығында температурасы 105 °C лабораториялық электр шкафында кептірілді, содан кейін барабанды магнитті сепараторда құрғақ екі стадиялы электромагнитті сепарацияны жүзеге асырылды. Сепарацияның бірінші стадиясындағы магнит өрісінің кернеулігі 825 кА/м көрсетті. Алынған магнитті концентратты, кенеулігі төмендеу 700 кА/м болған кезде, қайта тазалау процесіне жіберіледі.

Магнитті сепарация нәтижесінде 26 г мөлшерінде магниттік теміркенді концентрат және 22 г мөлшерінде магнитсіз фракция алынды. Бұл фазадағы магнитті концентраттың химиялық талдауы бойынша құрамындағы Al_2O_3 - 0,9 % ; SiO_2 - 0,5 %; Na_2O - 0,2 %; Fe_2O_3 - 84,0 % және темірлі кеннің шығыны 54,1 % болатынын көрсетеді.

Алынған темірлі концентраттың рентгенфазалық талдауы бойынша құрамында магнетит ($\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$) болатыны көрсетілді. Құрамында 28,0 % темір шалатотығы және 63,2 % темір тотығы болады.

Сонымен, алдынала жүргізілген магнитті сепарация нәтижесінде 84,0 % темір тотығын құрайтын темірлі концентрат алынды. Олар магнитті кендерге қойылған талаптарға сәйкес келеді және теміркенді шикізат ретінде қолдануға мүмкіндік береді.

Құрамында SiO_2 - 8,6 % ; Al_2O_3 - 27,6 %; Fe_2O_3 - 3,7 %; CaO - 7,2 %; Na_2O - 0,27 % болатын магнитсіз фракцияны гидротермалды автоклавты шаймалауға жіберіледі.

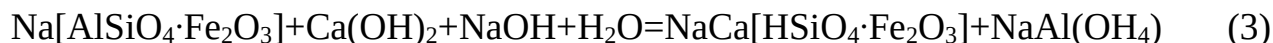
3.2 Магнитті сепарация және гидротермалдық автоклавтық шаймалау арқылы темір құмдарын өңдеу

Бастапқы шикізатты температурасы 250 – 280 °C болатын кальций тотығының қатысуымен сілтілі ерітіндіде ($\text{CNa}_2\text{O} = 400 - 450 \text{ г/дм}^3$) жоғарытемпературалы автоклавты өңдеу гидротермалды автоклавты әдісінің маңызы болып табылады. Тәжірибелер үшін жоғары концентрациялы сілтілі ерітінді дайындалды - Na_2O - 400 г/дм³. Алынған магнитсіз фракцияның (22 г) құрамы ауалы термостатқа салынған автоклавқа жүктеледі, %: SiO_2 - 9,6; Al_2O_3 - 37,6; Fe_2O_3 - 4,7; CaO - 10,2; Na_2O - 0,27, жәнеде С:Қ=4:1 қатынасының есебінен 110 мл сілтілі ерітінді қосылады. Содан кейін кальций тотығының есептеулі мөлшері қосылады (қатынасы $\text{CaO}:\text{SiO}_2 = 1,5:1$). Кальций тотығының мөлшері 2,8 г құрайды. Ары қарай жоғары температура кезінде қойыртпақты механикалық автоклавты араластыруды іске асырды. Шаймалау температурасы - 280 °C, ұзақтылығы – 2 сағат.

Кальций тотығы тиімді кремнийсіздендірілген қоспалардың бірі болып табылады. Кремнеземнің сұрыптап бөліп алынуы жүйедегі қиын еритін

құрамында алюминий болмайтын $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ құрамындағы натрийлі-темірлі – кальцийлі гидросиликаттың түзілуіне негізделген [36].

Процесс келесі реакция бойынша сипатталуы мүмкін:



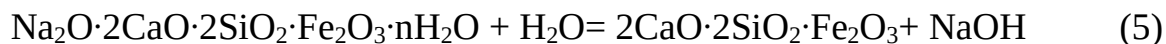
Сүзіп алынғаннан кейін сілтілі-алюминатты ерітінді және автоклавты шлам алынды. Сілтілі-алюминатты ерітіндісінің анализі компоненттердің келесідей құрамын көрсетті, г\дм³: Al_2O_3 72,7; Na_2O 380,5; α_k 11,7. Каустикалық модуль келесі формула бойынша есептелінді

$$\alpha_k = \frac{1,65 \cdot \text{Na}_2\text{O}}{\text{Al}_2\text{O}_3} = \frac{1,65 \cdot 380,5}{72,7} = 86 \quad (4)$$

Алюминий тотығының бөлініп алынуы 96,4 % көрсетті.

Алынған сілтілі-алюминатты ерітіндісі глинозем өндірісіне бағытталады.

Сүзуден және сілтісіздендіруден кейін түзілген автоклавты шламың реакциясы:



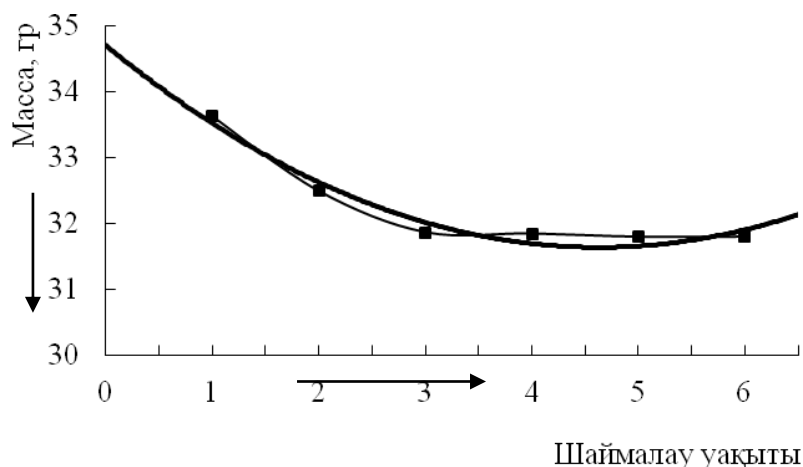
Содан кейін құрылыс материалдарын шығаратын өндіріске жіберіледі. Автоклавты шламның құрамы келесідей болады, % : Fe_2O_3 - 20,9; SiO_2 - 36,3; CaO - 39,7.

4 Экономикалық бөлім

Ғылыми-зерттеу жұмыстарын, яғни темірлі құмды автоклавты шаймалау процесін зерттеу кезіндегі автоклав температурасы 250–280 °С және құрамындағы Na_2O – 400 – 450 г/дм³. Жәнеде оларға қатынасы $\text{CaO}:\text{SiO}_2 = 1,5:1$ есебімен кальций тотығын қосады. Сонымен глинозем өндірісіне бағытталатын Na_2O концентрациясы 130–140 г/дм³ болатын сілтілі-алюминатты ерітінді алынды.

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

Төменде темірлі құмды автоклавты шаймалау үшін жүргізілген алынған тәуелділіктің математикалық өңдеуі берілді (13 сурет). Алынған тәуелділік корреляция R^2 коэффициенті алынған тәжірибе мәндерімен сәйкестенгенін байқаймыз. Неғұрлым, корреляция коэффициенті R^2 бірге жақын болса, соғұрлым алынған теңдеуіміз адекватты және дұрыс дегенді білдіреді. Бұл графиктарға қарай отырып, $y = f(x)$ функциясы полиномиалды түрде болатынын көреміз.



13 Сурет – Темірлі құмды шаймалау үшін жүргізілген тәуелділіктің математикалық өңдеуі

Үлгі бойынша тренд сызығы мынаған тең:

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

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

5 Қауіпсіздік және еңбекті қорғау

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

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

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

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

Жоғарыда айтылғандармен байланысты кейбір қолайсыз факторларды атап айту қажет:

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

ҚОРЫТЫНДЫ

Темірлі құмдардың ірілігі әртүрлі ((орташаланған-бастапқы; (-0,15)) фракцияларының физика-химиялық сипаттамаларының зертеу нәтижесінде кешенді зерттеулер өткізілді. Олардың нәтижелері химиялық, минералдық, ИҚ-спектроскопиялық, рентгендіфазалық, рентгенді спектралды талдау әдістерімен көрсетілетін.

Темірлі құмдардың химиялық талдау нәтижесінде фракцияның өлшемі жоғары болған сайын соның ішіндегі алюминий тотығының құрамы жоғары болатындығы орнатылды, қайта іріліктің төмендеуімен темір тотығының құрамы өседі. Натрий, кремнезем және кальций тотықтарының құрамы өзгеріссіз қала береді. Органикалық көміртектің мөлшері келесідей өзгереді - ірі фракцияның азаюымен органикалық көміртектің құрамы төмендейді.

Зерттеулердің физика-химиялық әдістерінің нәтижелері бойынша темірлі құмдардың барлық фракциялары негізінде минералдардан құралатынын айтып кету қажет: гематит, гиббсит, хлорит, гетит, каолинит, магнетит.

Ұсынылған фракциялардағы кварцтың, пириттің, сидериттің және кальциттің құрамы өте аз болады. Темірлі құмдардың фракцияларын зерттейтін минералогиялық және рентгендіфазалық әдістерінің нәтижелері бойынша гематиттің, хлориттің және гетиттің құрамы фракциялардың ірілігіне қарай өзгермейтіндігі орнатылды. Каолиниттің құрамы қатты өзгермейді (7 ден 5 % дейін). Сидерит пен кальциттің мөлшерлі құрамы темірлі құмдардың фракцияларының ірілігі төмендеген кезде 3 - 4 % дейін төмендейді. Керісінше, пирит пен магнетиттің құрамы фракцияларының ірілігі төмендеген кезде өседі.

Рентгенфазалық талдау нәтижесінде ірілеу фракцияда (-3+1) сидериттің құрамы 7,58 %, кальцит 10,5 % құрайды, ал ұсақ фракцияда (-0,15) сидерит көрінбейді, кальциттің құрамы шамамен 3 % көрсетеді.

Минералдық талдау ұсақ фракциядағы (-0,15) сидерит өте ұсақ дәнектер түрінде байқалатынын көрсетті, яғни өте аз мөлшерде. Рентгенфазалық талдау арқылы хлориттер сериясына жататын қосылыстардың ерекшелігін анықтады: amesite-2H1, clinochlore и chlorite- serpentine (NR) фазалары. Кальцит пен сидериттің құрамы темірлі құмдардың фракцияларының төмендеуімен төмендейді.

Лабораториялық зерттеулердің негізінде бокситтің құрамынан келесідей негізгі компоненттері болатын темірлі концентрат бөлінді %: Na_2O - 0,6; Al_2O_3 - 14,3; SiO_2 - 5,6; Fe_2O_3 - 55,0; CaO - 5,1; CO_2 - 9,6; SO_3 - 2,9; FeO - 10,9.

Темірлі құмдардың магниттік сепарация процесі зерттелді. Сепарациядан кейінгі темірлі концентрат 84 % темір тотығын құрайтынын көрсетілді. Ол магнитті кенге қатысты талаптарға сәйкес келеді және теміркенді шикізат ретінде қолдануға болады. Келесідей құрамы болатын магнитті емес фракция, %: SiO_2 - 8,6; Al_2O_3 - 27,6; Fe_2O_3 - 3,7; CaO - 7,2; Na_2O - 0,27, гидротермалды автоклавты шаймалауға ұшырайды.

Температурасы $t = 250 - 280^\circ\text{C}$ және құрамындағы $\text{Na}_2\text{O} - 400 - 450 \text{ г/дм}^3$ болған кездегі темірлі құмдарды автоклавты шаймалау бойынша зерттеулер жүргізілді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Рудашевский Л.С., Рудашевский И.С. Руды алюминия // Научные труды ВИМС. – М.: ВИМС. – Вып. IV. – 1976. – С. 55-60.
- 2 Лавренчук В.Н., Еремеев А.Ф., Ермоленко А.В. Важнейшие руды для производства глинозема // Цветные металлы. - № 1. – 1970. – С. 25-29.
- 3 Бенеславский С.И. Минералогия бокситов. – М.: Недра, 1974.
- 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. 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. Технологическая схема обогащения боксита // Цветные металлы. - № 2. – 1978. – С. 20-23.
- 9 Шемякин В.С., Останин Л.В., Тюрин Н.Т. 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. Ионнообменной 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 Сизяков В.М., Яшунин П.В., Неровская Л.Л. Совершенствование процесса спекания щелочных алюмосиликатных пород // Цветная металлы. - № 12. – 1974. – С. 26-31.
- 16 Мукымбекова И.К., Рахимов А.Р., Ахметов С.Ф., Твердохлебов А.И. Переработки алюмосиликатных шлаков, выплавленных из окискованных обжигмагнитных лисаковских концентратов с красными шламами // Труды химико – металлургического института АН КазССР. – Алма-Ата, 2010. – С. 14-21.
- 17 Аракелян О.И. Технология глинозема // Легкие металлы. - № 3. – 1957. – С. 40-43.
- 18 Пономеров В.Д., Сажин В.С., Ни Л.П. Гидрохимический щелочной способ переработки алюмосиликатов. – М.: Наука, 1964.