

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Satbayev University

Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

ӘОЖ 622.762

Қолжазба құқығында

Омар Рақымжан Сұлтанбекұлы

Магистр академиялық дәрежесін алу үшін дайындалған

МАГИСТЕРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ

Диссертация тақырыбы:

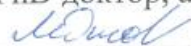
«Үшқатын-III» кен орнының темір кенінің байытылуын зерттеу

Дайындық бағыты

7M07223 – Metallurgy and enrichment of useful minerals

Ғылыми жетекші:

PhD доктор, ассистент-профессор

 Мотовилов И.Ю.

«10» ноября 2021 ж.

Рецензент:

PhD докторы, «ҚР МШКҚӨ ҰО» РМК

филиалы «Қазмеханобр» МӨЭҒӨБ

ғылыми аға қызметкері

 Сурымбаев Б.Н.

«___» _____ 2021 ж.

Норма бақылау:

PhD докторы, сениор-лектор

 Дюсенова С.Б.

«___» _____ 2021 ж.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
НАО «КазНУ им.К.И.Сатпаева»
Институт Metallurgy и
Промышленной инженерии

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

МжПҚБ каф. меңгерушісі,

Т.Ғ.К.

 Барменшинова М.Б.

«11» ноября 2021 ж.

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Satbayev University

Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

7M07223 – «Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту»

БЕКІТЕМІН

МжПҚБ каф. меңгерушісі

техн. ғылым. канд.

 Барменшинова М.Б.

« 1 » 02 2021 ж.

**Магистрлік диссертацияны орындауға
ТАПСЫРМА**

Магистрант *Омар Рақымжан Сұлтанбекұлына*

Тақырыбы: «Үшқатын-III» кен орнының темір кенінің байытылуын зерттеу
Университет ректорының 2019 жылғы «03» желтоқсандағы № 435-М
бұйрығымен бекітілді.

Аяқталған диссертацияны тапсыру мерзімі « 10 » ~~листопад~~ 2021 ж.

Магистрлік диссертацияға бастапқы деректер: «Үшқатын-III» кен орнының
темір кені

Магистрлік диссертацияда әзірленетін сұрақтар тізбесі:

- а) темір марганец кенін қайта өңдеу технологияларына әдеби шолу;
- б) ұсақталған кендердің гранулометриялық құрамын және ірілік кластары бойынша темір мен марганецтің таралу сипатын зерттеу;
- в) тиісті сападағы гравитациялық концентраттарды алу мақсатында машина сыныптарын отырғызу процесін зерттеу;
- г) концентратты жетілдіру-операция ретінде магнитті сепарацияны қолдану мүмкіндігін зерттеу;
- д) осы кен орнының темір-марганец кенін қайта өңдеудің технологиялық схемасын әзірлеу.

Графикалық материалдар тізімі: Демонстрациялық графикалық слайдтар
Ұсынылатын негізгі әдебиеттер:

1 Остапенко П. Е. Обогащение железных руд. – М.: Недра, 1977.

2 Райвич И. Д. Отсадка крупнокусковых руд. – М.: Недра, 1988.

3 Шохин В.Н, Лопатин А.Г. Гравитационные методы обогащения. – М
Недра, 1980.

Магистрлік диссертацияны дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдердің атауы, әзірленетін мәселелер тізбесі	Ғылыми жетекшіге және кеңес берушілерге ұсыну мерзімдері	Ескерту
Кіріспе	15.02.2021	Высоченко
Әдебиеттерге аналитикалық шолу	20.02.2021	Высоченко
Зерттеу әдістемесі	20.03.2021	Высоченко
Эксперименттік бөлім	20.04.2021	Высоченко
Қорытынды	20.05.2021	Высоченко

Аяқталған магистрлік диссертацияға қатысты диссертацияның бөлімдерін
көрсете отырып, кеңес берушілер мен норма бақылаушының

ҚОЛДАРЫ

Бөлімнің атауы	Кеңесшілер, ТӘА (ғылыми дәрежесі)	Қол қойылған мерзімі	Қолы
Кіріспе	Мотовилов И.Ю. доктор PhD	18.02.2021	И.Ю. Мотовилов
Әдебиеттерге аналитикалық шолу		23.02.2021	И.Ю. Мотовилов
Зерттеу әдістемесі		25.03.2021	И.Ю. Мотовилов
Эксперименттік бөлім		15.04.2021	И.Ю. Мотовилов
Қорытынды		25.05.2021	И.Ю. Мотовилов
Норма бақылау	Дюсенова С.Б. доктор PhD		С.Б. Дюсенова

Ғылыми жетекші И.Ю. Мотовилов Мотовилов И.Ю.

Тапсырманы орындауға қабылдады
білім алушы Омар Р.С. Омар Р.С.

Уақыты « 08 » ақпан 2021 ж.

АНДАТПА

Жұмыста ТМД елдері мен Қазақстан Республикасындағы темір кендерінің әр түрлі типтерін өңдеу технологиялары талданған.

Заманауи талдау әдістерін қолдана отырып, материалдық және минералдық құрамы, сондай-ақ Үшқатын-III кен орнындағы темір кендерінің гравитациялық концентрациясы зерттелді.

Зерттеулер нәтижесінде темір мен марганецтің ірілік кластары бойынша таралу сипаты анықталды және гравитациялық байытуға арналған машиналдік кластарға жіктелді.

Гравитациялық байытуды анықтау бойынша зерттеулердің нәтижелері негізінде іріліктің әртүрлі машиндік кластарын отсадка бойынша зерттеулер орындалды.

Алынған зерттеу нәтижелері бойынша концентрат құрамында темірді 56% -дан жоғары өндіруді қамтамасыз ететін гравитациялық технологиялық байыту схемасы жасалды.

АННОТАЦИЯ

В работе выполнен анализ технологий переработки различных типов железных руд в странах СНГ и Республике Казахстан.

С использованием современных методов анализа изучен вещественный и минеральный состав, а также исследована гравитационная обогатимость железных руд месторождения Ушкатын-III.

В результате исследований определен характер распределения железа и марганца по классам крупности и определены машинные классы для их гравитационного обогащения.

На основании результатов исследований по определению гравитационной обогатимости выполнены исследования по отсадке, различных машинных классов крупности.

На основании полученных результатов исследований разработана гравитационная технологическая схемы обогащения обеспечивающая получение концентрата с содержанием железа более 56 %.

ABSTRACT

The paper analyzes the processing technologies of various types of iron ores in the CIS countries and the Republic of Kazakhstan.

Using modern methods of analysis, the material and mineral composition was studied, as well as the gravitational richness of iron ores from the Ushkatyn-III deposit was studied.

As a result of the research, the nature of the distribution of iron and manganese by size classes was determined and the machine classes for their gravitational enrichment were determined.

Based on the results of studies to determine the gravitational richness, studies on jigging, various machine classes of fineness were performed.

On the basis of the obtained research results, a gravitational technological scheme of enrichment was developed, which ensures the production of a concentrate with an iron content of more than 56 %.

МАЗМҰНЫ

	КІРІСПЕ	8
1	Аналитикалық шолу	11
1.1	Темір шикізаты	11
1.2	Әлемнің темір минералдық-шикізат базасы	13
1.3	Қазақстанның темір минералдық-шикізат базасы	15
1.4	ТМД елдеріндегі темір рудаларын өңдеу технологиялары	18
1.5	Әдеби шолуды талдау және зерттеу мақсаттарын қою	25
2	Зерттеулер әдістемелері	27
2.1	Гранулометриялық талдау	27
2.2	Фракциялық талдау	27
2.3	Гравитациялық байыту	28
3	Эксперименттік бөлім	29
3.1	Зерттеу объектісі	29
3.2	Зерттелетін кеннің гранулометриялық құрамы	29
3.3	Зерттелетін кенді фракциялық талдау	31
3.4	Отсадкa бойынша кенге зерттеулер жүргізу	37
3.4.1	-50+5 мм ірілік класына отсадкa жүргізу	37
3.4.2	-5+1,25 мм класын отсадкалау процесі	40
3.4.3	Үшқатын-III кен орнының темір кенін өңдеуге ұсынылған технологиялық схема	43
3.4.4	Технологиялық көрсеткіштер (металдар балансы)	44
	ҚОРЫТЫНДЫ	45
	ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР	47
	А қосымшасы – Жарияланған мақалалардың бедерлері	49

КІРІСПЕ

Өзектілілігі. Қара метал өндірісінің әлемдік тәжірибесінің қазіргі заманғы дамуы бір жағынан, болат балқыту көлемінің үздіксіз артуымен және осыған байланысты темір кендерін тұтынудың өсуімен, екінші жағынан, өндірілетін кендердегі темірдің орташа мөлшерінің төмендеуімен сипатталады. Құрамына темір мөлшері төмен кен орындарын пайдалануға кеңінен өріс алуда, оларды терең байытуды игерудің және жоғары сапалы темір кенінің концентраттарын өндіруді қамтамасыз ететін жаңа технологияларды пайдаланудың арқасында мүмкін болып отыр.

Тауарлы кендегі темір құрамының одан әрі жоғары болуы, негізінен магнетит кендерін байытудың кеңеюіне, және олардан алынған концентраттар-дағы темір құрамының жоғарылауына байланысты. Сонымен қатар тотықты темір кендерін байытудың ұтымды әдістерін өнеркәсіптік деңгейде дамыту көзделуде, өйткені тотыққан темір кендері қоңыр темір кендерімен бірге Қазақстан Республикасының темір кен базасын одан әрі дамытудың негізгі әлеуетті көзі болып табылады. Темір кендерін байытудың жаңа тиімді әдістері мен технологиялық процестерін енгізу пайдалы қазбаларды жер қойнауынан алу дәрежесін жоғарылату мақсатында минералды шикізатты неғұрлым толық және жан-жақты өңдеуді қамтамасыз етеді, сондай-ақ қалдықтар санын азайтуға және оларды кәдеге жарату жағдайларын жақсартады.

Қазіргі уақытта тау-кен металлургия өнеркәсібінің әлемдік тәжірибесінде магнетит пен гематит кендері кең көлемде, аз мөлшерде - қоңыр темір және сидерит кендері өңделуде. Көршілес және алыс шетелдердегі фабрикаларда байыту тұрғысынан темір кендерінің әр түрлі түрлілігі келесідей бөлінеді: магнетит - 57%, магнетит-гематит - 13%, гематит - 23%, қоңыр темір кені - 4% және сидерит - 3% [1,2].

Магнетит кендерін өңдеуге арналған негізгі байыту кәсіпорындары ТМД (Ресей, Қазақстан, Украина), АҚШ, Канада және Швецияда орналасқан. Олардың байытуға кеңінен тартылуы осы кендерді өңдеудің қарапайымдылығымен және жоғары сапалы және техникалық-экономикалық көрсеткіштерімен түсіндіріледі. Байыту технологиясының соңғы деңгейі нашар магнетитті кендерден өте жоғары сапалы концентраттар алуға мүмкіндік береді.

Байытудың әлемдік тәжірибесінде темірдің магнитті емес оксидтерімен (атап айтқанда, гематит пен мартит) ұсынылған темір кендерін байыту технологияларын жетілдіру ерекше қызығушылық тудырады. Бұл талап Қазақстан үшін өте маңызды, өйткені аумағымызда магнетит кендерімен қатар гематит, мартит, сидерит және т.б. негізгі кен минералдары ұсынылған кендерден құралған бірқатар кен орындары бар: Соколовское, Сарбайское, Атасуйское, Каражалъское, Велиховское, Ушкатын - III және басқалар.

Қазіргі уақытта гематит кендері гравитациялық схемаларды қолдана отырып, тек ірі сеппелі түрінде ғана байытылады, онда негізгі байыту процестері ретінде ұсақ түйірлі отсадка және винтті бөлу қолданылады.

Гематит және мартит минералдарымен ұсынылған құрамында темір бар кендерді қайта өңдеудің технологиялық схемалары бастапқы кенді ірілігі 10-15 мм – ге дейін ұсақтау операцияларынан тұрады, оларды кейіннен іріліктің іргелес кластарына бөліп, содан кейін ұсақтүйірлі отсадка процестерін пайдалана отырып, әрбір класы бөлек байытуды қамтиды. Мұндай технологиялардың кемшіліктері: темір минералдарының қайта ұнтақталу жүргізіледі және оның ұнтақ кластарымен жоғалуы, сонымен қатар дайындық операцияларына көптеген байыту жабдықтары қолданылады. Бұл өз кезегінде байыту технологиясын едәуір қиындатады және кенді өңдеудің өзіндік құнын арттырады [1,2,3].

Кең классификацияланған жоғарғы шегі 80 – 50 мм-ге дейін ұсақталған кендерді ірі түйірлі отсадка процесін қолдана отырып, гравитациялық технологияларды әзірлеу **өзекті мәселе** болып табылады.

Қара металл кендерінің ірі кластарын байыту үшін отсадка процесін пайдалану жоғары сапалы темір концентраттары мен нашар үйінді қалдықтарын ала отырып, кенді жоғары тығыздығы мен ірілігінің кең ауқымы бойынша бөлуге, байыту технологиясын жеңілдетуге және де тиісінше күрделі және пайдалану шығындарын азайтуға мүмкіндік береді. Бұл өз кезегінде жоғары өнімді, экономикалық тиімді және экологиялық таза байыту процестерін қолдана отырып, темір кендерін өңдеудің оңтайлы технологияларын зерттеу мен дамытудың **өзектілігі мен болашағын** анықтайды.

Жоғарыда айтылғандарға байланысты байытудың гравитациялық процестерін қолдана отырып гематит кендерін байыту технологияларын, атап айтқанда 50 мм жоғарғы кең таралымды классификациялық ұсақталған кендерді ірі түйірлі отсадка процесін дамыту **өзекті мәселе** болып табылады.

Жоғарыда айтылғандардың негізінде **магистрлік диссертацияның мақсаты** гематит кендерінің гравитациялық байытылуын зерттеу және оларды өңдеудің оңтайлы технологиясын жасау болып табылады.

Зерттеу объектісі Үшқатын - III кен орнының гематит кендері.

Зерттеу мақсаты – құрамында 56% - дан жоғары темір бар концентраттарды ала отырып, байыту технологиясын әзірлеу.

Осы мақсатқа жету үшін келесі талаптарды шешу қажет болды:

- ұсақталған кеннің гранулометриялық құрамын және ірілік кластары бойынша темір мен марганецтің таралу сипатын зерттеу;
- ұсақталған кеннің фракциялық құрамын және тығыздығы мен ірілігі фракциялары бойынша темір мен марганецтің таралу сипатын зерттеу;
- магнитті емес темір оксидтерімен ұсынылған кеннің гравитациялық байытылуын анықтау;
- ірі кесекті кеннің отсадкалану процесін зерттеу;

- байытудың гравитациялық процестерін, атап айтқанда, ірі кесекті отсадкалауды қолдана отырып, гематит кендерін байытудың технологиялық схемасын әзірлеу.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы. Гематит кендерінің кең классификациялық кендерін ірі кесекті отсадкалау процесін қолдана отырып байыту бойынша зерттеулер жүргізілді.

Алынған нәтижелердің **практикалық маңыздылығы** жоғары өнімді, экологиялық таза және экономикалық тиімді гравитациялық байыту процестерін қолдана отырып, Үшқатын - III кен орнының гематит кендерін өңдеу технологиясын әзірлеу және отсадка машинасының төсенішінде кеннің бөліну сипатын анықтау болып табылады.

1 Аналитикалық шолу.

1.1 Темір шикізаты

Темір кені - металлургиялық өңдеу үшін ең негізгі тауар. Темір кенінің шикізатының негізгі тұтынушысы - қара металлургия [1,4].

Темір – әлемдегі ең көп таралған металл – болат болып табылады, оның негізгі ингредиенті темір кені, ол жыл сайын қолданылатын барлық металдың 95% құрайды. Ол негізінен құрылыстарда, кемелерде, автомобильдерде және машиналарда қолданылады. [4,5]

Темір химиялық элемент ретінде көптеген тау жыныстарының бөлігі болып табылады, дегенмен, олардың барлығы тау-кен өндірісі үшін шикізат болып саналмайды. Мұның бәрі заттың пайыздық мөлшеріне байланысты. Нақтырақ айтқанда, темір кені минералды түзілімдер деп аталады, онда пайдалы металдың көлемі оны өндіруді экономикалық тұрғыдан тиімді етеді.

Мұндай шикізатты 3000 жыл бұрын өндіре бастаған, өйткені темір мыс пен қоламен салыстырғанда жоғары сапалы берік өнімдер шығаруға мүмкіндік берді. Сол кезде балқыту зауыттары бар шеберлер және осы кен түрлері ерекшеленген. [4]

Метеориттерден жасалған темір-никель қорытпаларын және терең мантия ксенолиттерінің өте сирек кездесетін түрлерін қоспағанда, металл темір жер бетінде іс жүзінде белгісіз. Кейбір темір метеориттер диаметрі 1000 км немесе одан да көп аккредиттелген денелерден пайда болды деп саналады. Темірдің пайда болуы, сайып келгенде, жұлдыздардағы ядролық синтез нәтижесінде пайда болады, ал темірдің көп бөлігі өліп жатқан жұлдыздарда пайда болды деп саналаған, олар ыдырауға немесе суперновалар ретінде жарылуға жеткілікті, шамамен 5% құрайтын басым көпшілігі Силикат немесе сирек карбонатты минералдармен байланысты. Таза темірді осы минералдардан бөлудің термодинамикалық кедергілері өте үлкен және көп энергияны қажет етеді, сондықтан адам өнеркәсібі қолданатын барлық темір көздері салыстырмалы түрде сирек кездесетін темір оксиді минералдарын, ең алдымен гематитті пайдаланады.

Өнеркәсіптік революцияға дейін темірдің көп бөлігі кеңінен қол жетімді гетит немесе батпақты кеннен алынған, мысалы, Америка революциясы мен Наполеон соғысы кезінде. Тарихқа дейінгі қоғамдар латеритті темір кенінің көзі ретінде қолданған. Тарихи тұрғыдан алғанда, индустриалды дамыған қоғамдар қолданатын темір кенінің көп бөлігі негізінен құрамында 70% темір бар гематит кен орындарынан өндірілген. Бұл кен орындарын әдетте "тікелей тасымалдау кендері" немесе "табиғи кендер"деп атайды. Екінші дүниежүзілік соғыстан кейін Америка Құрама Штаттарында жоғары сұрыпты гематит кендерінің сарқылуымен бірге темір кеніне сұраныстың артуы төмен сұрыпты темір кенінің көздерін, негізінен магнетит пен таконитті қолдануға әкелді.

Темір кенін өндіру әдістері өндірілетін кен түріне байланысты өзгереді. Қазіргі уақытта кен орындарының минералогиясы мен геологиясына байланысты темір кені кен орындарының төрт негізгі түрі игерілуде. Бұл магнетит, титаномагнетит, жаппай гематит және пизолит темір кен орындары.

Темір әдетте магнетит (Fe_3O_4 , 72.4% Fe), гематит (Fe_2O_3 , 69.9% Fe), гетит (Fe(ox) , 62.9% темір), лимонит ($\text{FeO(O)} \cdot \text{П(H}_2\text{O)}$, 55% Кэ) немесе сидерит (FeCO_3 , 48.2% Fe) түрінде кездеседі [5].

Гематит немесе магнетиттің жоғары мөлшері бар кендерді (темірдің 60 % - дан астамы) "табиғи кен" немесе "тікелей жеткізу кені" деп аталады, яғни оларды темір өндірісі үшін домна пештеріне тікелей беруге болады. Темір кені - бұл шойын жасауға арналған шикізат, ол болат жасаудың негізгі шикізатының бірі болып табылады - өндірілген темір кенінің 98% - ы болат жасауға жұмсалады.

Темір кендері мен концентраттарының металлургиялық құндылығы олардың құрамындағы пайдалы компоненттің (Fe), сондай-ақ пайдалы (Mn, Ni, Cr, V, Ti), зиянды (S, P, As, Zn, Pb, Cu, K, Na) және шлак түзетін қоспалардың (Si, Ca, Mg, Al) құрамымен анықталады. Пайдалы қоспалар болаттың табиғи легирлеуші элементтері болып табылады, оның қасиеттерін жақсартады. Зиянды қоспалар металдың қасиеттерін нашарлатады (күкірт пен мыс металлға қызыл сынық береді, фосфор - суық сынық, мышьяк пен мыс дәнекерлеуді төмендетеді) немесе шойын балқыту процесін қиындатады (мырыш пештің отқа төзімді кірпішін бұзады, қорғасын – балшық, калий және натрий газ құбырларында шөгінділердің пайда болуына әкеледі) [5].

Тауарлық кендегі күкірттің мөлшері 0,15 % - дан аспауы тиіс. Агломерат пен шекемтастарды өндіру үшін пайдаланылатын кендер мен концентраттарда күкірттің рұқсат етілген мөлшері 0,6 % - ға дейін болуы мүмкін, өйткені агломерация және шекемтастарды күйдіру кезінде күкіртті алу дәрежесі 60-90 % - ға дейін жетеді. Кендегі, агломераттағы және шекемтастардағы фосфордың шекті құрамы 0,07-0,15 %. Кәдімгі жіберілетін шойындарды балқыту кезінде домна шихтасының темір кенінде As 0,05-0,1 % (артық емес), Zn 0,1-0,2 %, Cu 0,2% - ға дейін болуына жол беріледі. Шлак түзетін қоспалар негізгі (Ca, Mg) және қышқыл (Si, Al) болып бөлінеді. Негізгі оксидтердің қышқылға жоғары қатынасы бар кендер мен концентраттар артықшылықты көрсетеді, себебі кейіннен металлургиялық қайта бөлу кезінде шикі флюстерді енгізу азаяды.

Темір кені кен орындары үшін негізгі экономикалық шектеу кен орындарының сорты немесе мөлшері міндетті болып табылмайды, өйткені тау жыныстарының жеткілікті тоннасының болуын геологиялық тұрғыдан дәлелдеу қиын емес. Негізгі шектеу-темір кенінің нарыққа қатысты жағдайы және оны нарыққа жеткізу үшін теміржол инфрақұрылымының құны, оған қажетті энергия шығындары [5,6].

Темір кені дегеніміз-коммерциялық мақсатта металл темір алынатын тау жыныстары немесе минералдар. Бұл минералдар қоңыр-қызыл түске

дейін қара сұр болып көрінеді және әдетте темір оксидтеріне бай. Темір жер қыртысының төртінші кең таралған элементі болса да, оның көп бөлігі Силикат немесе карбонатты қосылыстар түрінде болады, олардан темірді экономикалық тұрғыдан алу өте қиын. Сондықтан темір кенінде оксидтер түрінде болатын темір әртүрлі салаларда қолдану үшін коммерциялық түрде пайдаланылады. Бастапқыда темір құрамында 70% темір бар гематит кендерінен алынды. Алайда, осы табиғи ресурстың кең көлемде жұмыс істеуі гематит кенін азайтты, ал екінші дүниежүзілік соғыстан кейін магнетит немесе тахонит сияқты төмен сапалы темір кендері темір алу үшін жиі өндіріліп отырды. [7]

1.2 Әлемнің темір минералдық-шикізат базасы

Бүгінгі таңда әртүрлі бағалаулар бойынша жалпы көлемі 160 млрд.тонна кен барланған, одан 80 млрд. тоннаға жуық металл алуға болады.

Темір қорына қайта есептегенде келесі жетекші елдерді бөліп көрсетуге болады: Ресей (18 %), Бразилия (18 %), Австралия (14 %), Украина (11 %), Қытай (9 %), Үндістан (5 %), АҚШ (3 %).

Бұл елдердің көпшілігі темір кенін ірі экспорттаушылар болып табылады. Жалпы, сатылатын шикізаттың көлемі жылына шамамен 960 млн. тоннаны құрайды. Ең ірі импорттаушылар Жапония, Қытай, Германия, Оңтүстік Корея, Тайвань, Франция. [4,5]

Темір кенін өндіру-бұл жоғары көлемді, төмен маржалық бизнес, өйткені Темірдің құны негізгі металдарға қарағанда едәуір төмен. Бұл өте көп капиталды қажет етеді және кенді шахтадан жүк кемесіне тасымалдау үшін теміржол сияқты инфрақұрылымға қомақты қаражат қажет. Осы себептерге байланысты темір кенін өндіру бірнеше ірі ойыншылардың қолында шоғырланған.

Темір кенін өндіру әдістері өндірілетін кен түріне байланысты өзгереді. Қазіргі уақытта кен орындарының минералогиясы мен геологиясына байланысты темір кені кен орындарының төрт негізгі түрі игерілуде. Бұл магнетит, титаномагнетит, жаппай гематит және пизолит темір кен орындары.

Әдетте шикізатты өндірумен және сатумен жеке компаниялар айналысады. Мысалы, жалпы сомасы 100 млн.тоннаға жуық темір кені өнімін өндіретін еліміздегі ең ірі Металлинвест пен Еуразхолдинг.

Әлемдік өндіріс жылына орта есеппен екі миллиард метрлік тонна шикізаттық кенді құрайды. Бірақ өндірілген темір кенінің әрбір 1 тоннасына шамамен 2,5–3,0 тонна темір кенінің қалдықтары төгіледі. Статистика көрсеткендей, жыл сайын 130 миллион тонна темір кені шығарылады. Егер, мысалы, шахталардың қалдықтарында орта есеппен 11% темір болса, онда жыл сайын шамамен 1,41 миллион тонна темір жоғалуға ұшырайды. Бұл қалдықтар мыс, никель және кобальт сияқты басқа да пайдалы металдарға

бай және оларды жол жамылғысы мен толтырғыш сияқты жол-құрылыс материалдары үшін, сондай-ақ цемент, төмен сұрыпты әйнек және қабырға материалдары сияқты құрылыс материалдары үшін пайдалануға болады. [8]

Әлемдегі ең ірі темір кенін өндіруші-Бразилиялық Vale тау-кен корпорациясы, одан кейін англо-австралиялық Rio Tinto Group, содан кейін BHP компаниялары. Тағы бір Австралиялық жеткізуші Fortescue Metals Group Ltd Австралияның өндірісін әлемде бірінші орынға шығаруға көмектесті.

Темір кені теңіз саудасының үлкен бөлігі, яғни басқа елдерге жеткізілетін темір кені-2004 жылы 849 миллион тоннаны құрады. Австралия мен Бразилия теңіз саудасында нарықтың 72% - мен басымдық көрсетеді. BHP, Rio және Vale осы нарықтың 66% - ын өздері басқарады. [9]

Әлемдік темір кенінің өндірісі 2019 жылы 2,85 миллиард тоннаға дейін өсті, бірақ өсім 2028 жылға қарай шамамен 3,1 миллиард тоннаға дейін төмендейді деп күтілуде - бұл 2009-2018 жылдары қол жеткізілген 2,9 пайыздық өсімнің төмендеуін білдіреді, ал келесі он жылдықта 0,5 пайызға дейін күтілуде.

Австралия темір кенін өндірудің жылдық көлемі 930 миллион тонна болатын әлемдегі жетекші темір кенін өндірушілердің тізімін басқаруда, оның ішінде темір мөлшері 580 миллион тоннаны құрауда.

Темір кені қорының 90% - дан астамы Батыс Австралияда орналасқан, ал Хамерсли провинциясы үлкен бөлікке ие болып саналады. 2019 жылы Австралия 48 миллиард метрикалық тонна шикі темір кені тіркеді, оның 23 миллиард метрикалық тоннасында темір бар.

Бұл темір кенін өндіруші елдердің тізімінде Австралиядан едәуір артта қалып, Бразилия 2018 жылы шамамен 460 миллион тонна кеннен 250 миллион тонна темір құрамды пайдалы материал өндірді. Бразилия мұны 2019 жылы 480 миллион тонна темір кенін шығару арқылы жақсартты (есептелген темір құрамы 260 миллион тонна).

Қытай әлемдегі темір кенін өндіруден үшінші орында болса да, әлемдегі ең аш тұтынушы болып табылады. 2018 жылы темір кенінің өндірісі 335 миллион тоннаны құрады, ол 350 миллион тоннаға дейін аздап өсті.

Қытайда темір кенінің көп бөлігі ел ішінде қолданылады және әдетте өте төмен сортқа ие, өйткені Қытай әлемдік теңіз кенінің 70% — дан астамын импорттайды – әсіресе әлемдегі ең ірі жеткізушісі болып табылатын Батыс Австралиядан.

2020 жылы Қытайдың экономикалық белсенділігі пайда болған, елде коронавирустық пандемиядан туындаған хаосқа қарамастан өсіп келуде, бұл импортталған темір кеніне жақсы сұранысты көрсетеді.

Төртінші орында Үндістан, Қытайда байқалғанға ұқсас темір кенін өндірудің шамалы өсуіне куә болды.

АҚШ Геологиялық қызметінің мәліметінше, 2018 жылы оның өндірісі 205 миллион тоннадан 2019 жылы шамамен 210 миллион тоннаға дейін өсті.

Оның өндірісіндегі темірдің мөлшері 2019 жылы 130 млн тоннаны құрады, бұл өткен жылмен салыстырғанда 4 млн тоннаға көп.

Үндістанның ең ірі темір кенін өндіретін компаниясы NMDC коронавирусқа негізделген құлдыраудан қатты зардап шекті және 2020 жылға қарай өндіріс 205 миллион тоннаға дейін қысқарады деп күтілуде. Дегенмен, өндіріс 2024 жылға қарай 270 млн тоннаға дейін қалпына келеді деп күтілуде.

Темір кенін өндіретін елдер тізімінде бесінші орында Ресей тұр. Еуропаның ең ірі елі 2018 жылы 96 млн тоннадан астам пайдалы темір кенін өндірді, оның ішінде темір құрамы 56,7 млн тоннаға бағаланды.[8,9,10]

Келесі жылы өндіріс 99 миллион тоннаға дейін өсті, ал Темірдің тиісті мөлшері 59 миллион тоннаға жетті.

Алайда, Ресей Covid-19 пандемиясынан туындаған проблемаларды, мысалы, басқа елдердегі темір кенін өндіруді азайту, темір кенін әлемдік болат нарығын жаулап алу үшін өзінің экспортын ұлғайту сияқты мәселелерді қолданады. 2020 жылдан кейінгі жылдарда темір кенін өндіру жылына 115 миллион тоннадан асады деген болжамдары бар. [10]

1.3 Қазақстанның темір минералдық-шикізат базасы

Қазақстан Ресей мен Украинадан кейін ТМД-да темір кені қоры бойынша үшінші орында (16,6 млрд т). Кен орындары негізінен Солтүстік Қазақстанда орналасқан, онда темір кенінің барланған қорының 85% шоғырланған. [11]

Қара металлургияны дамытудың негізі қуатты шикізат базасы болып табылады. Қара металлургия өнімдерінің экспорты-Қазақстан Республикасының валюталық түсімдерінің маңызды көзі.

Темір-марганец аймағының негізгі өндірістік минералдары - гаусманит, браунит, гематит, магнетит және барит-қорғасын - барит, галена, церуссит, пироморфит, халькопирит, кальцит, флюорит.

Солтүстік Қазақстанда темір кенінің 5 ірі кен орны бар (Качарское, Сарбайское, Соколовское, Аятское және Лисаковское), олар мемлекеттік баланста тіркелген темір кендерінің шамамен 90 % құрайды. Барланған темір кендері Қазақстандағы қара металлургияның ішкі қажеттіліктерін және дамуын, сондай-ақ Ресей мен Қытайға экспорттық жеткізілімдерді қамтамасыз етеді.

Темір (магнетит) кендерінің қорларының көп бөлігі Қостанай облысында шоғырланған. Осы кен орындарын игеруді «Соколовско-Сарбайское тау-кен байыту өндірістік бірлестігі» акционерлік қоғамы жүзеге асырады («ССКӨБ» АҚ) - темір кендерін өндіру мен қайта өңдеу бойынша Қазақстан Республикасындағы ірі кәсіпорын. Негізгі өнім офлюстелген темір шекемтастары және темір кені концентраты.

Соңғы бірнеше жылда «ССКӨБ» АҚ өз тұтынушыларының шеңберін кеңейтті. Қазіргі уақытта «ССКӨБ» АҚ өнімдерінің тұрақты тұтынушылары

Магнитогорск металлургия комбинаты, Қарағанды металлургия комбинаты, Қытай Халық Республикасының металлургия кәсіпорындары болды.

1980 жылдардың аяғында бірлестік Соколов карьерін 540 М тереңдікпен қайта құруды ұсынды. Карьерді перспективалы кеңейту қажеттілігі оның әлсіреуімен және тау-кен және тау-кен қуаттарының босатылуымен анықталды. Алайда, аршудың оңтайлы коэффициенті үшін кен қорларында 20-30 млн. тонна мөлшерінде жетпейтіні анықталды. Тау-кен өндірісіне тереңдік арқылы таралатын кендердің қосылуы аршу коэффициентін төмендетуге және қосымша тауарлық өнімді алуға мүмкіндік берді.

Осыған байланысты жобада Соколов кен орнының шығыс қапталындағы жолақты-қиылысқан магнетит кендерін геологиялық барлау көзделді. Сапалық және сандық көрсеткіштерді бағалаудағы тереңдігі-қиылысқан кендердің құрамында темір мөлшері төмен, бірақ жақсы байыту мүмкіндігі бар.

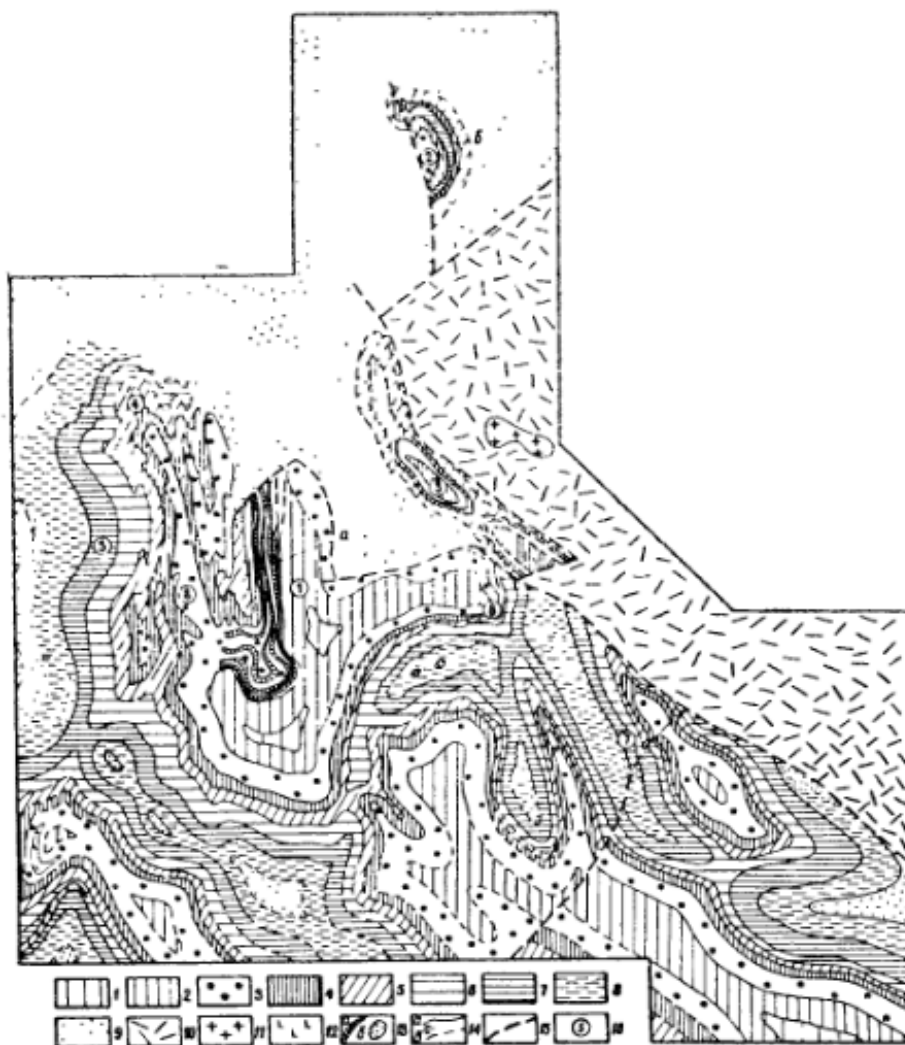
Үшқатын-III кен орны 1962 жылы ашылған және кейіннен Середа В.Я, Бузмаков Е.И, Рожнов А.А, Щибриков В.И, Таранущич Ф. Ф, Радченко Н.М, Каюпова М.М, Митряева Н.М, Егембаев К.М, Қылышпаев К зерттеген.

Үшқатын-III кен орны Қарағанды қаласынан батысқа қарай 300 км және Жәйрем ауылынан шығысқа қарай 15 км жерде орналасқан. [12]

Үшқатын кен алаңының кешенді темір-марганец және полиметалл кен орындары және кен көріністері: Үшқатын I, Үшқатын II, Үшқатын III, Оңтүстік Үшқатын, Қарасай, Оңтүстік Ақбастау, Батыс Үшқатын, Үшқатын IV, Жүзқатын, жағажайлық және бірқатар минералдану нүктелері-Атасу типіндегі стратиформды кен орындарының типтік өкілдері. Олар Жезқазған облысының солтүстік-батыс бөлігінде орналасқан. [13]

Қазіргі уақытта Үшқатын I кен орны егжей-тегжейлі зерттелген. Барлық аталған кен орындары мен кен көріністері 30 км² шамасында бір Үшқатын кен алаңын құра отырып шоғырланады (сурет. 1).

Үшқатын кен алаңының геологиялық құрылымына орта-жоғарғы девонның континенттік вулканогендік — терригендік формациясы және жоғарғы девон-төменгі карбонның вулканогендік-кремнийлі-карбонатты формациясы қатысты. Олар кайнозойдың борпылдақ құмды-сазды түзілімдерімен жабылған бірыңғай бүркенген кешенді құрайды.



1-горизонт $C_{1t_1a_2}$; 2-горизонт $c_{1t_1a_1}$; 3-кызыл түсті әктас (D_3fmb); 4-сұр түсті әктас (D_3fm_2a); 5-горизонт D_3fm_1b+c ; 6-Горизонт $D_3fm_1C_{2-4}$; 7-ритмикалық қабатты жыныстар-флишоидты жыныстардың төменгі горизонты (D_3fm_1b+c); 8-анықталмаған қабатты жыныстар жиынтығы (D_3fm_1a); 9-дайриндік свита (D_3dr); 10-бөлінбеген Француз деңгейлері (D_2qv-D_3fr); 11-гранит порфиры; 12-габро-диабаз; 13-кендер: а-сенімді, в-алдын-ала, с-литологиялық; 15-ақаулар; 16-кен орындары мен кен көріністері: 1-Үшқатын III, 2-Үшқатын I, 3-Үшқатын II, 4-жағажайлық, 5-оңтүстік Үшқатын, 6-Перстневское, 7-оңтүстік Ақбастау, 8-Батыс Үшқатын

1-сурет Үшқатын кен алаңының геологиялық сызбасы

Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде мыналар анықталады: [14]

1. Үшқатын кен алаңының стратиформды темір-марганец және полиметалл кен орындары жоғарғы девон-төменгі карбонның вулканогенді-кремнийлі-карбонатты түзілуімен шектелген.

2. Темір-марганец кенденуі фамен қабатының түйіндік-қабатты кремнийлі-карбонатты жыныстарынан құралған және флишоидты құрылымның терригендік-карбонатты жыныстарының горизонттарымен

кезектесетін бес горизонтта локализацияланған. Кен қабаттарында ірі жыныстармен үндес жатыс орналақан және олармен бірге қатпарлануға қатысады.

3. Полиметалл кендері флишоидты құрылымы бар горизонттардың кара сұр сазды-кремнийлі-карбонатты жыныстарынан, сондай-ақ темір-марганец кендері мен түйіндік кремнийлі әктастарынан құрылған.

4. Кен орындарының қалыптасуы үш кезеңде жүрген. Бірінші, седименттік кезеңде терригендік-карбонатты шөгінділер жинақталуымен бір мезгілде марганец, темір кендері, мүмкін әлсіз қорғасын минералдануы пайда болған. Екінші, гидротермалды-метасоматикалық кезеңде полиметалл кендері пайда болған, сонымен қатар темір мен марганецтің бастапқы кендерінің метаморфизмі орын алған. Үшінші кезеңнің экзогендік процестері кен орнының жоғарғы бөлігіне әсер еткен. Атмосфералық қыртыста карбонаттардың сілтісізденуімен бір мезгілде тотығу және браунит-хаусмацит кендерінің пиролюзит-псиломелан кендеріне және галенит кендерінің пиролюзит-церуссит кендеріне айналуы жүрген.

1.4 ТМД елдеріндегі темір кендерін өңдеу технологиялары

Темір кендерін байыту металлургия өнеркәсібіне және басқа салаларға шартты концентраттар мен өнімдер алу мақсатында жүзеге асырылады.

Темір кенінің концентраттарының шикізаты магнетит, гематит, гематит-магнетит және аз мөлшерде қоңыр темір және сидерит кендері болып табылады.

Әр түрлі кен орындарына арналған концентраттардың сапасы тиісті стандарттармен және техникалық шарттармен реттеледі.

Қазіргі кезде темір кендері кендерінің минералогиясына және геологиясына байланысты төрт негізгі типтеге бөлінеді. Бұл магнетит, титаномагнетит, массивті гематит және пизолит темір кендері.

Магнетит кварциттері.

Магнетит кварциттері Криворож темір кені бассейнінде (Украина) және Курск магниттік аномалиясында (Ресей) шоғырланған. Кеннің бұл түрінің ерекшелігі - олар басқа металл емес минералдардың арасында кварцтың басым болуымен ерекшеленген, және осы атаумен аталған [1,2,3]. Кеннің осы түрінің негізгі кендік минералы - кварц пен ферругинді силикаттар құрамына кіретін магнетит.

Магнетит кварциттерінің темір кендерінің минералдары: гематит, мартит, темір гидроксидтері (гетит, лимонит, лепидокрит), карбонаттар (сидерит, сидероплесит).

Негізгі металл емес минералдары - кварц, карбонаттар, амфиболдар, хлориттер, слюдалар және дала шпаттары. Магнетитті кварциттердің бағалы

қасиеті құрамындағы зиянды қоспалардың – күкірт пен фосфордың төмендігі (0,04-тен 0,1% - ға дейін) болып табылады.

Магнетит кварциттерін байыту әлсіз магнит өрісінде тек магниттік әдіспен жүзеге асырылады.

Қолданылатын ұнтақтау әдісіне байланысты (өзін-өзі ұнтақтау, шарлы ұнтақтау) кенді ұсақтауға бір сатылы немесе үш сатылы ұсату схемасы кіреді.

Байытудың технологиялық схемаларын екі түрге бөлуге болады, оларға мыналар кіреді: байытудың екі немесе үш сатысы бар екі сатылы ұнтақтау схемасы; үш, төрт немесе бес байыту кезеңдерімен үш сатылы ұнтақтау схемасы.

Қолданылатын сызбалардың барлық сорттары құрамында темір мөлшері кем дегенде 65% концентрат өндіруді қамтамасыз етеді

Скарн типті магнетит кендері.

Скарндық типтегі магнетит кендерін өңдейтін байыту фабрикаларының кен базасы Высокогор, Малый Кишин, Северо-Песчан (Ресей) кен орындарынан тұрады [1,2,3,14].

Олардағы негізгі темір кені минералы, магнетит кварциттеріндегідей, магнетит болып табылады, гематит аз мөлшерде және негізінен пирит пен пирротиннен тұратын сульфидтердің едәуір мөлшері бар.

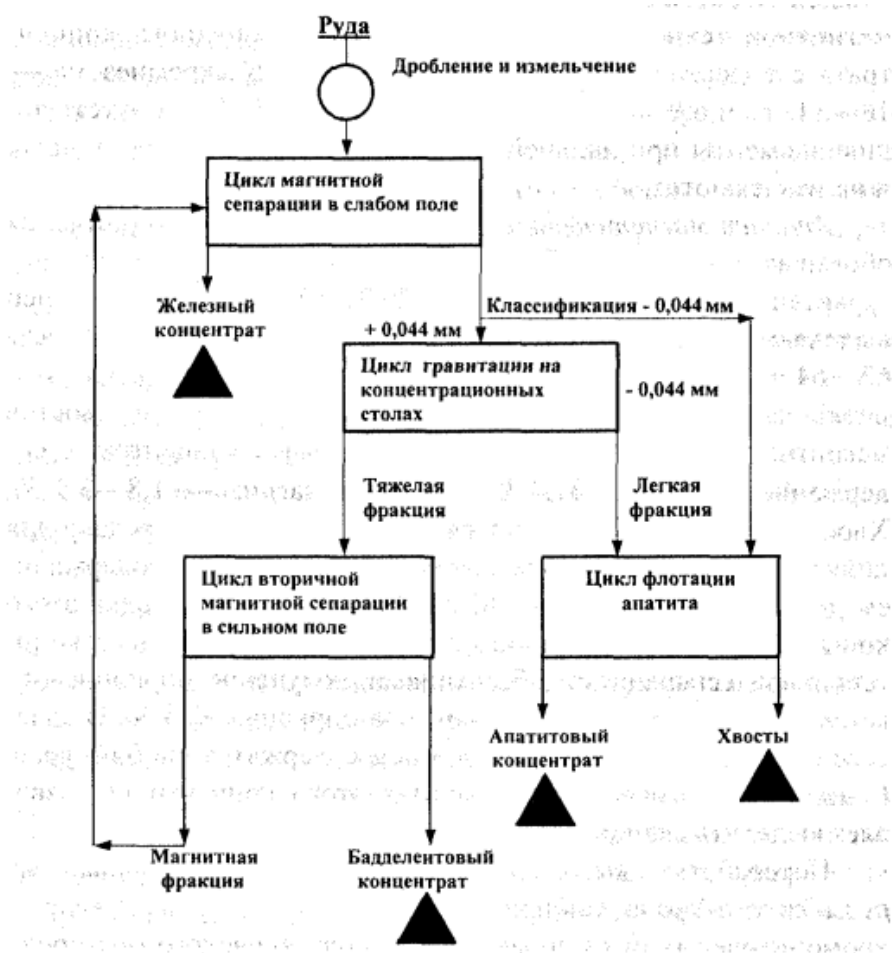
Скарн-магнетит кендеріндегі бос жыныс скарндармен ұсынылған, олардан олар осы атауын алған.

Бұл кендерді байыту, магнетит кварциттері сияқты, әлсіз магнит өрісінде тек магниттік әдістермен жүзеге асырылады. Құрғақ және сулы магнитті ортада байытудың көп сатылы аралас схемалары кең таралған.

Байытудың технологиялық схемаларын екі түрге бөлуге болады, оларға мыналар кіреді: одан әрі магниттік байытумен бір сатылы ұнтақтау схемасы (ірі таралған магнетит кендері үшін) және одан әрі байытумен екі немесе үш сатылы ұнтақтау схемасы (ұсақ және ұнтақ таралған магнетит кендері үшін)).

Магнетит кендері магнетит кварциттеріне қарағанда үлкенірек ұнтақтауда ашылады. Алынған концентраттардағы темір мөлшері 65% -дан асады, зиянды қоспалар фосфор 0,03-0,05 %, күкірт 0,12-0,37 % аралығында. Құрамында гематит (мартит) бар кендерді байыту кезінде соңғысы 30-40 % магниттік байыту қалдықтарына өтеді. Магнетит кендерінде түсті металдар мен кобальттың едәуір мөлшері кездеседі, олар қалдық қоймаларында шоғырланған.

Магнетит кендерінің комплексті байыту схемасы 2 суретте ұсынылған.



2–сурет Ковдор кен орнының магнетит кендерін комплексті байытудың принципіалды схемасы

Магномагнетит және титаномагнетит кендері.

Магномагнетит және титаномагнетит кендерін өңдейтін байыту фабрикаларының кен базасы-Ковдор, Коршунов, тей, Качканар және Кусин (Ресей) кен орындарынан тұрады [1,2,3].

Негізгі кен минералдары-магномагнетит және титаномагнетит.

Кен емес бөліктері кальцит, доломит, хлорит, серпентин және басқа минералдармен ұсынылған.

Магномагнетит кендерінде магнетиттің таралуы кен орындарында біркелкі емес. Сондықтан өндірілетін кендердегі темір мөлшері 15% - дан (сеппелі кендер үшін) 63 % - ға дейін (массивті кендер үшін).

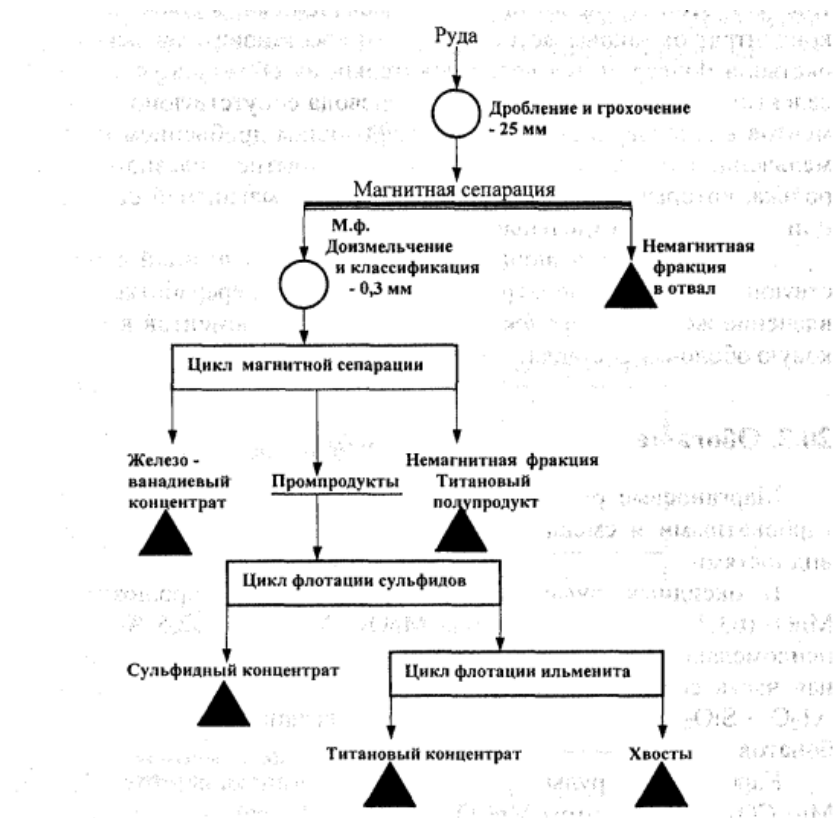
Магномагнетит пен титаномагнетит кендерін ұсақтау төрт сатылы схемаларда жүзеге асырылады. Құрғақ магниттік бөлу қойма қалдықтарының бір бөлігін оқшаулау үшін өлшемі 25-0 мм ірілік класында жүргізіледі. Магномагнетит пен титаномагнетит кендерін ылғалды ұнтақтау мен магниттік байытудың технологиялық схемалары кең таралған үш негізгі типке жатады:

- байытудың бір немесе екі сатысы бар бір сатылы ұнтақтау схемалары;

- байытудың екі немесе үш сатысымен екі сатылы ұнтақтау схемалары;
- төрт байыту сатысы бар үш сатылы ұнтақтау схемалары.

Магномагнетит және титаномагнетит кендерінің концентраттары магнетит кендері мен кварцит концентраттарымен салыстырғанда темір мөлшері төмен және 54-64% аралығында болады. Фосфордың зиянды қоспаларының мөлшері – 0,02-0,13 %, күкірт – 0,03-0,31 %.

3-суретте титан-магнетит кендерін кешенді байытудың принципиалды технологиялық схемасы көрсетілген



3-сурет Титан-магнетит кенін байытудың принципиалды технологиялық схемасы

Гематит-магнетит және гематит кендері.

ТМД-дағы гематит-магнетит кендерінің кен базасы Оленогорск, Михайловский, Магнитогорск (Ресей) кен орындарынан тұрады. Негізгі кен минералдары магнетит және гематит (мартит) болып табылады, олардың қатынасы кең ауқымда өзгереді [1,2,3].

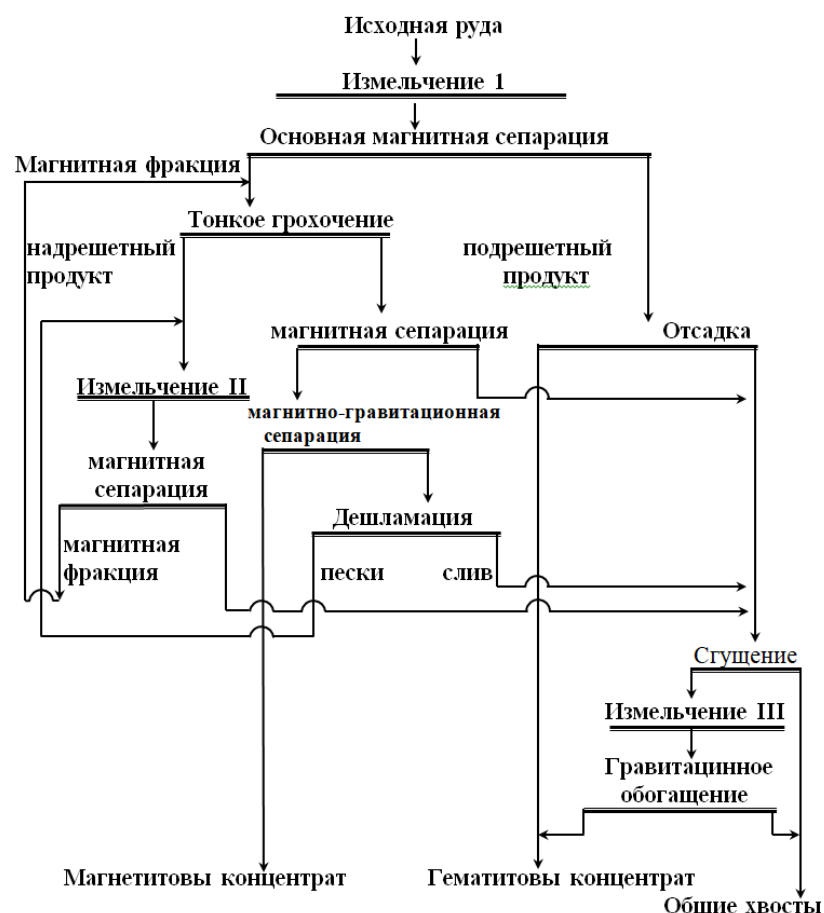
Кенсіз бөліктері сидерит, хлорит, стильпномелан, кварц, кальцит және басқа минералдармен ұсынылған.

Магнетит пен гематиттің арақатынасы кең ауқымда өзгереді, тау-кен байыту кәсіпорындары үшін кендерді орташалаңдыру бірінші кезектегі міндет болып табылады.

Кен және кенді емес минералдардың шашырандылығына байланысты гематит-магнетит кендерін байыту магниттік-гравитациялық немесе магниттік-флотациялық схемалар бойынша жүргізіледі. Байытудың технологиялық магниттік-гравитациялық схемасы ірілігі 25-0 мм - ге дейін үш және төрт сатылы ұсақтаудан, -0,074 мм-ді класы 40-45% – ға дейін екі сатылы ұнтақтаудан, дайын магнетит концентратын бөле отырып, ұнтақталған материалды магниттік сепарациялауды, магниттік емес өнімдерді сусыздандырып және гравитациялық байытуды қамтиды.

Гематит кендерін байыту жуу, гравитациялық, флотациялық, магниттік және күйдіру-магниттік әдістермен жүзеге асырылады. Байыту фабрикаларының схемаларындағы осы әдістердің үйлесімі өте алуан түрлі және тек кендердің текстуралық және құрылымдық сипаттамасымен анықталады.

Гематит-магнетит кендерін байыту нәтижесінде құрамында 64-66% темір бар концентрат алынады. Зиянды қоспалар фосфор – 0,01-0,03 %, күкірт-0,001-0,002 % құрайды. Гематит концентраттарының құрамында 59-65% темір, зиянды қоспалар фосфор 0,02-0,05%, күкірт – 0,005-0,2 % құрайды. Гематит кендерін кешенді байытудың негізгі технологиялық схемасы 4 суретте көрсетілген



4 сурет Гематит кендерін комплексті байытудың принципиялды технологиялық схемасы

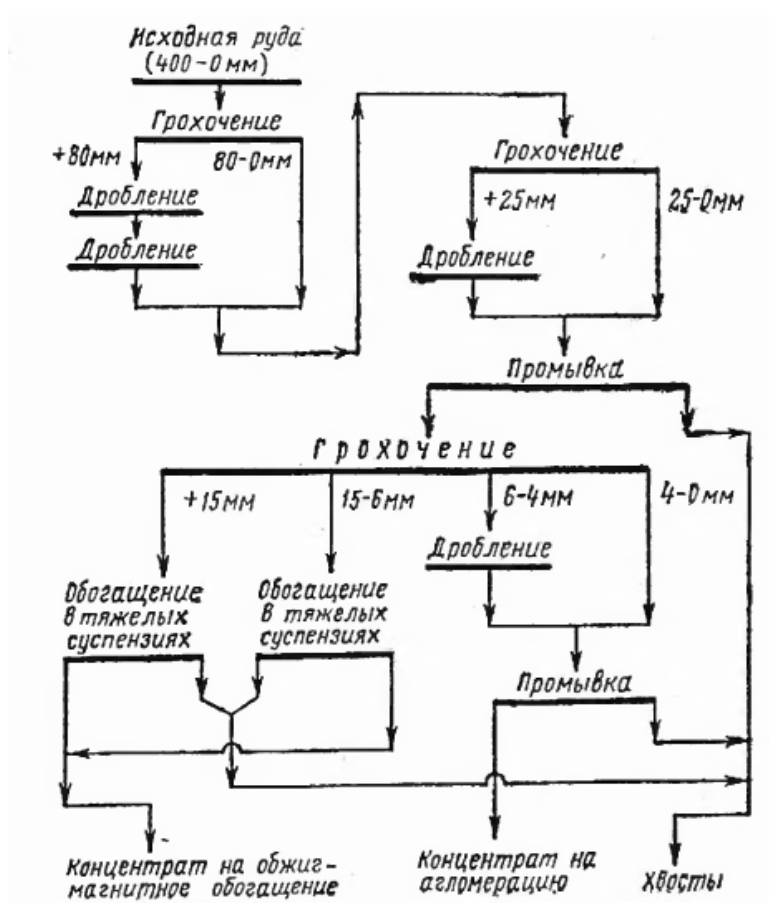
Қоңыр темір кендері.

ТМД елдеріндегі қоңыр темір кендерінің базасы Бокчарское, Керченское (Ресей) кен орындарымен ұсынылған. Кендердегі темірдің орташа мөлшері 37,4% құрайды. Негізгі кен минералдары: гидрогетит, гидрогематит және сидерит.

Кен емес бөлігі саздан, кварцтан, халцедоннан, серециттен, бариттен және вивианиттен тұрады.

Қоңыр темір кендері негізінен оолитоидрогетит, охра-ұнтақ және тығыз сорттарымен ұсынылған. Оолиттердің мөлшері 0,10 – 0,20 мм оолиттердің басым болуымен 0,08 – 0,3 мм шегінде ауытқиды.

Қоңыр темір кендері жуу, гравитациялық және аралас гравитациялық-магниттік байыту схемаларына сәйкес байытылады. Байыту нәтижесінде алынған концентраттарда 47-49% темір болады [1,3].



5-сурет Зальцгиттер-Кальбехт байыту фабрикасындағы (Германия) қоңыр темір кендерін байытудың гравитациялық схемасы

Соколов-Сарыбай кен орны Қостанай облысында орналасқан. Кен орнындағы кендену қопарылысумен байланысты. Негізгі кен минералы-магнетит, аз мөлшерде мушкетовит, гематит және мартит бар.

Кенді емес бөлігі скарндық минералдармен ұсынылған: эпидот, диопсид, гранат. Кен құрамына сульфидтер де кіреді, олардың кейбіреулері

кобальт сульфидтері, пирит, пирротин және халькопирит сияқты өнеркәсіптік маңызы бар минералдар.

Кендердегі фосфор апатитпен ұсынылған, оның жұқа секрециялары магнетит пен скарндарда болады және негізінен магнетиттің скарндармен байланыс аймақтарымен шектелген.

Кен орнындағы күкіртті магнетит кендер құрамындағы темір бойынша бірнеше сортқа бөлінеді: бай кендер - құрамында темір мөлшері 50 % және одан көп, күкірті 1,8-4,4 %; кедей - құрамында темір мөлшері 30 % және одан көп, күкірт 1,2-4,2 %; нашар - құрамында темір мөлшері 20 % және одан жоғары, күкірт 1-3,8 %; пирит - құрамында темір мөлшері 35-36 %, күкірт 10 % -дан жоғары.

Байыту фабрикасында құрғақ және сулы магнитті байыту әдісі қабылданған. Байытудың технологиялық схемасы ұсақтаудың III және IV сатыларының алдында алдын ала елеу арқылы ірілігі 1200 мм – ден 25 (20) – 0 мм-ге дейін кенді төрт сатылы ұсақтаудан, қойма қалдықтарының бір бөлігін бөлуден және магниттік өнеркәсіп өнімін алу мақсатында ірілігі 25 (20) - 0 мм кенді құрғақ магниттік сепарациялаудан, кейіннен үш сатыда сулы байыту үшін оны стерженді және шарлы диірмендерде екі сатылы ұнтақтауды көздейді.

Фабрика: мартен кенінің құрамында 62 % темір, 0,12 % күкірт, 0,08 % фосфор құрайтын; домна кенінің құрамында 61 % темір, 0,2 % күкірт, 0,08 % фосфор құрайтын; агломерациялық кеннің құрамында 55,5 % темір, 1,1 % күкірт, 0,13 % фосфор тұратын белгілеген.

Осы технология бойынша Аятский және Качарский кен орындарының кендері өңделеді [3].

Лисаковское кен орны Қостанай облысында орналасқан. Кен орны шөгінділер типіне жатады. Кен орындары минералдық құрамы қапталған және қапталынбаған болатын екі негізгі түрге бөлінеді, минералды құрамы ұқсас. Екі кендегі негізгі кен минералы - гидрогетит. Гетит пен сидерит өте аз мөлшерде болады.

Қапталған кендердегі темірдің шамамен 80 % -ы, ал қапталынбаған кендердегі 85 % - 87 % -ы оолиттерге, ал қалғаны тығыз және құмды кен сорттарына жатады.

Оолиттердің басым бөлігі 0,2–0,6 мм. Оолиттерде құрамында 50,5–52,5 % Fe; 1,95–2,5 % P_2O_5 ; 2,8-5,2 % SiO_2 ; 3,1-5,5 % Al_2O_3 , шамамен 13-14 % гидраттық ылғал бар.

Кендегі негізгі кенді емес минерал-кварц, белгілі мөлшерде охра-сазды заттары, дала шпаттары, биотиттің сирек дәндері, глауконит және басқа минералдар бар.

Лисаковская кенінің ерекшелігі - ұсақ кластардың басым болуы (1–0 мм класы 70-80 % дейін); гидрогетит оолиттерінде шоғырланған фосфордың (0,45-0,58 %), глиноземның (4-6 %) және ванадийдің (0,1 %) үлестерінен болуы.

Байыту фабрикасында сулы гравитациялық-магниттік байыту әдісі қолданылады. Технологиялық схемаға алдын ала 30 мм-ге дейін елеу және балғалы ұсатқыштарда ұсақтау кіреді; сулы елеу – клас бойынша - 2 мм; ұнтақтау класы + 2 мм; 0,1 мм класыны дейін спиральді классификаторларда өнімді 2 – 0 мм дешламациялау; дайын концентратты, өнеркәсіптік өнімдерді және ағындыны бөле отырып, дешламдалған кенді тұндыру; өнеркәсіптік өнімін сусыздандыру; әрбір дайын концентратты, өнеркәсіптік өнімді және үйінді қалдықтарды бөле отырып, магнит өрісінің жоғары кернеулі сепараторларында екінші рет қабылдап, тұндырылған өнеркәсіптік өнімін сулы магниттік сепарациялау; гидроциклондарда сусыздандыру және + 2 мм класымен бірге ұнтақтау, сулы магниттік сепарацияның екінші реттік қабылдап; спиральді жіктеуіштерде сусыздандыру; дайын концентратты ленталы вакуум-сүзгілерде сүзу.

Фабрика 83 % концентратты алу кезінде құрамында темір 47,6 %, ірілігі 0,1-1 мм гравитациялық-магниттік концентратты береді. Концентратта 10,94 % SiO_2 ; 4,96 % Al_2O_3 ; 1,41 % P_2O_5 ; өзге де қайта өңдеу өнімдері 11,37 % [1,2,3] бар.

Тізбекті магниттеумен немесе аралас гравитациялық-магниттік схемалармен байытылған кен орындарымен қатар, Қазақстанда гравитациялық байыту схемаларымен байытуға болатын Ушкатын-III сияқты кен орындары бар. Төменде Ушкатын-III кен орнының кенінде гравитациялық шоғырлану әдістерін, дәлірек айтсақ, ірі кесекті отсадка әдісі қолдану мүмкіндігі көрсетілген.

1.5 Әдеби шолуды талдау және зерттеу мақсаттарын қою

Әдеби шолуды талдау келесідей тұжырымдарға әкелді:

- Гематит пен мартит минералдары ұсынылған темірі бар кендерді өңдеу үшін осы уақытқа дейін қолданылып жүрген схемаларға бастапқы кенді 10 - 15 мм мөлшеріне дейін ұсақтау операциялары кіреді, оны әрі қарай кіші кластарға бөлу және әр класты жекелей байыту, ұсақтүйірлі отсадка процестерін қолдана отырып байыту жатады. Мұндай технологиялардың кемшіліктері мынада: темір минералдары қатты ұнтақталады және ұсақ кластармен жоғалу деңгейі, сонымен қатар көптеген дайындық және өңдеу жабдықтарының қолданылуы. Бұл өз кезегінде байыту технологиясын едәуір қиындатады және кенді қайта өңдеу құнын арттырады [1,3].

Жоғарыда айтылғандардың негізінде магистрлік диссертацияның мақсаты гематиттердің гравитациялық байытылуын зерттеу және құрамында темірдің 55% - дан жоғары концентраттарын ала отырып, оны өңдеудің оңтайлы технологиясын әзірлеу болып табылады.

Осы мақсатқа жету үшін келесі міндеттерді шешу қажет:

- ұсақталған кендердің гранулометриялық құрамын және ірілік кластары бойынша темірдің таралу сипатын зерттеу;

- ұсақталған кендердің фракциялық құрамын және темірдің ірілік пен тығыздық фракциялары бойынша таралу сипатын зерттеу;
- магнитті емес темір оксидтерімен ұсынылған кендердің гравитациялық байытылуын анықтау;
- ірі кесекті кендерді отсадкa процесін қолдана зерттеулер жүргізу;
- байытудың гравитациялық процестерін, атап айтқанда, ірі кесекті отсадканы қолдана отырып, гематит кендерін байытудың технологиялық схемасын әзірлеу;

2 Зерттеулер әдістемелері

2.1 Гранулометриялық талдау

Гранулометриялық талдау минералдың құрамына кіретін әртүрлі мөлшердегі дәндердің массалық үлестерінің қатынасынан анықталады.

Гранулометриялық құрамды анықтау пайдалы қазбалардың массасын әр түрлі клас мөлшерлерінің белгілі шектерімен шектелген кластарына бөлу болып табылады. Ірі материалдардың гранулометриялық құрамы (150-200 мм-ден астам) дәндерді тікелей өлшеу арқылы белгіленеді. Ұсақ түйірлер: - 200 + 0,04 мм елеуіште, -50+5 мкм седиментациялық талдаумен жүргізіледі [15,16,17].

Гранулометриялық құрамды анықтау көбінесе іріліктің, күлділіктің, әртүрлі кластар бойынша жекелеген элементтердің бөлінуін талдаумен, сондай-ақ пайдалы қазбаларды ұсақтаудың әртүрлі дәрежесінде бос дәндер мен өсінділер арасындағы арақатынасты талдаумен қатар жүреді.

Торлы талдау - елеуіштерде материалдың үлгісін өткізу арқылы гранулометриялық құрамды анықтау тәсілі. Торлы талдауға арналған сынаманың массасы сынамадағы ең үлкен кесектің мөлшеріне байланысты қабылданады.

Зерттелетін кеннің гранулометриялық құрамын анықтау үшін тесік өлшемдері: 40; 20; 10; 5; 2,5; 1,25; 0,63; 0,315 және 0,10. КСМ елеуіштер жиынтығы (ГОСТ 9758-86) қолданылды. Кен үлгісін зерттеу құрғақ және сулы торлы анализдері бойынша жүргізілді [18,19,20].

2.2 Фракциялық талдау

Фракциялық талдау дегеніміз - пайдалы қазбаларды байыту қисықтарын құру мақсатында әрбір класты фракцияларға бөлу арқылы еркін минералды дәндер мен бағалы дәндердің бөлінуін сандық бағалау.

Фракциялардың бөлу тығыздығына тәуелділігі пайдалы қазбалардың ашылудың талап етілетін дәрежесін, ұсақтау дәрежесін, бөлу тығыздығын, сондай-ақ берілген сапа көрсеткіштері бойынша байыту өнімдеріне бөлу мүмкіндігін айқындайтын пайдалы қазбаларды байыту қисықтарын құруға мүмкіндік береді. [20,21].

Зерттелген кен сынамасының әрбір кластары (-50+20 мм, -20+10 мм, -10+5 мм, -5+2,5 мм, -2,5+1,25 мм және -1,25+0,63 мм) " М-45 "ауыр сұйықтығында (барий йодиді мен кадмий йодидінің күрделі тұзы) 2750-ге дейінгі, 2750-2850, 2850-3000 және 3000 үлкен тығыздықтарда (кг/м³) фракцияларға жіктелді [19-21].

Алынған фракциялар ауыр сұйықтықтан жуылып, кептіріліп, өлшенді, әрі қарай ұсақталды және химиялық талдауға сынама алу үшін әрбәр клас жеке ұнтақталды. -0,63+0,315 мм, -0,315+0,1 мм және -0,10+0,0 мм кластары

тек центрифуга көмегімен 3000 кг / м³ тығыздықта бөлінді. Алынған фракциялар сұйық ерітінділерден жуылды, кептірілді, өлшенді, ұсақталды және химиялық талдау үшін сынамалар алу үшін ұнтақталды.

2.3 Гравитациялық байыту

Гравитациялық байыту процестері - минералды дәндерді тығыздығы, мөлшері, немесе жалпы, массасы бойынша суда, ауада, ауыр сұйықтықта, минералды (су немесе ауа) суспензиясында бөлу. Дәндерді физикалық қасиеттерінің айырмашылығы бойынша бөлінуі әр түрлі салыстырмалы жылдамдықта қозғалған жағдайда болады.

Гравитациялық байыту процестеріне мыналар жатады: гидравликалық және пневматикалық классификация, отсадкa, ауыр орталарда бөлу, үстелдердегі, конустық және бұрандалы сепараторлардағы, шлюздердегі шөктіру және жуу. Гравитациялық бөлу процестерінің физикалық негізіне қоршаған ортадағы минералды дәндердің қозғалу заңдылықтары жатады. Олардың негізінде пайдалы минерал дәндерін бөлу процестерінің физика-математикалық модельдері жасалған, әрбір процестерге арналған машиналар мен құрылғылар қолданылады.

Гравитациялық бөлу процестері жоғары технологиялық тиімділікке ие, өнімділігі жоғары машиналар мен құрылғыларда жүзеге асырылады, салыстырмалы түрде аз энергия шығынымен, материалдық және еңбек шығындарымен ерекшеленеді.

Нақты процестерде отсадканың жүруі бөлшектердің қабаттасу тығыздығы мен ірілігі бойынша жүреді. Бұл ретте минералдық бөлшектер қозғалысының заңдылықтары өте күрделі және бір мәнді теориялық негіздемесі жоқ. Өйткені қабаттар шөгінді процесінде жұқа болғандықтан, бөлшектер бөлу өлшенген қабаттағы бөлу үлгісі бойынша да, сегрегация процесі бойынша да орын алуы мүмкін.

Ұсақталған кеннің ірі класын байыту үшін пневматикалық жетегі бар зертханалық пульсатор пайдаланылды [20,22,23,24]. Пульсация жиілігі минутына 50-55 тербелісті құрайды, тербеліс амплитудасы 100-120 мм, пульсация циклы 50-0-50, камера диаметрі 250 мм, елек саңылауларының мөлшері 2 мм, табиғи төсеніштің биіктігі 200-250 мм және меншікті жүктеу мөлшері 10 т/сағ.

Ұсақ кластарды байыту үшін зертханалық 2 камералы ЦНИГРИ ОМЛ диафрагма бөлектеу машинасы пайдаланылды, меншікті өнімділігі 5-7 т/сағ, пульсация жиілігі 150-200 кол/мин, жасанды төсеніштің биіктігі 20-25 мм, пульсация амплитудасы 8-10 мм және жасанды төсеніш материалының ірілігі 14-20 мм. Ал темір концентраттарының тығыздығын анықтау "Ле-Шателье" волюметрінде жүргізілді.

3 Эксперименттік бөлім

3.1 Зерттеу объектісі

Үшқатын - III кен орнының гематит кендері.

Зерттеуге 50 мм-ге дейін ұсақталған, салмағы 248 кг, 10 қапқа бөлініп салынған темірқұрамды кеннің үлгісі алынды. Ашық ауада табиғи кептіруден кейін кен "сақиналы-конус" әдісімен араластырылып орташаланды. Кенді бөлу схемасы 6-суретте көрсетілген.



6-сурет Кенді бөлу схемасы

3.2 Зерттелетін кеннің гранулометриялық құрамы

50 мм-ге дейін ұсақталған кен үлгісіне гранулометриялық талдау жүргізілді. Торлы талдау нәтижелері 1-кестеде көрсетілген.

1-кесте – Ірілік класстары бойынша темір және марганецтің бөлінуі және гранулометриялық құрамы

Ірілік класы, мм	Шығымы, %		Құрамында, %		Бөліп алу, %	
	жеке	жиынтық	Fe	Mn	Fe	Mn
-50+20	45,30	45,30	40,98	4,28	39,79	70,76
-20+10	18,84	64,14	47,71	1,71	19,27	11,76
-10+5	13,20	77,34	51,74	1,29	14,64	6,21
-5+2,5	7,41	84,75	54,03	1,20	8,58	3,25

1-кестенің жалғасы

Ірілік класы, мм	Шығымы, %		Құрамында, %		Бөліп алу, %	
	жеке	жиынтық	Fe	Mn	Fe	Mn
-2,5+1,25	5,36	90,11	56,20	1,12	6,46	2,19
-1,25+0,63	3,31	93,42	56,55	1,37	4,01	1,65
-0,63+0,315	2,52	95,94	55,42	1,40	2,99	1,30
-0,315+0,1	2,18	98,12	53,05	1,83	2,48	1,46
-0,10+0,0	1,88	100,0	44,06	2,07	1,78	1,42
Барлығы	100,0	-	46,65	2,74	100,0	100,0

Торлы талдау бойынша сынаманың құрамындағы орташа темірдің мөлшері 46,65 % құрады, ал химиялық анализге негізделген сынамадағы орташа темір мөлшері 44,21 % құрады (2-кесте).

2-кесте - Бастапқы кеннің химиялық құрамы

Құрамында, %					
Fe	Mn	SiO ₂	CaO	P	S
44,21	2,20	14,02	12,79	0,03	0,02

Торлы анализ нәтижелеріне сүйене отырып, ең үлкен клас шығымы - 50+20 мм – 45,30 % деп айтуға болады. Ірілігі -50+5 мм клас аралығы шығымы 77,34 % құрайды, яғни металдың негізгі мөлшері осы ірілік класы аралығында шоғырланған, сондықтан -50+5 мм ірілік класында темірді және марганецті бөліп алу 73,70 % және 88,73 % құрады.

Ірілігі 1,25-0 мм класының шығымы 9,89 % болғанда, темірді бөліп алу 11,26% марганец 5,83 %. құрады. Осыған сүйене отырып, кластардың шығымы іріліктен кішіге дейін төмендейді деп айтуға болады (1-кесте).

Темір құрамының мөлшер кластары бойынша біркелкі емес таралған. Темірдің ең төменгі мөлшері ең үлкен класында -50+20 мм-де байқалады, ол 40,98% құрады, бұл сынаманың орташа құрамынан 5,67 % төмен. Темірдің ең жоғары мөлшері -2,5+1,25 мм класында - 56,20 %, -1,25+0,63 мм - 56,55% және -0,63+0,315 мм - 55,42 % байқалады, бұл үлгінің орташа құрамынан 9 - 10% асады.

Темірдің құрамы ең төменгі класта (0,10-0 мм) 44,06 % құрады, бұл кен құрамына сәйкес келеді.

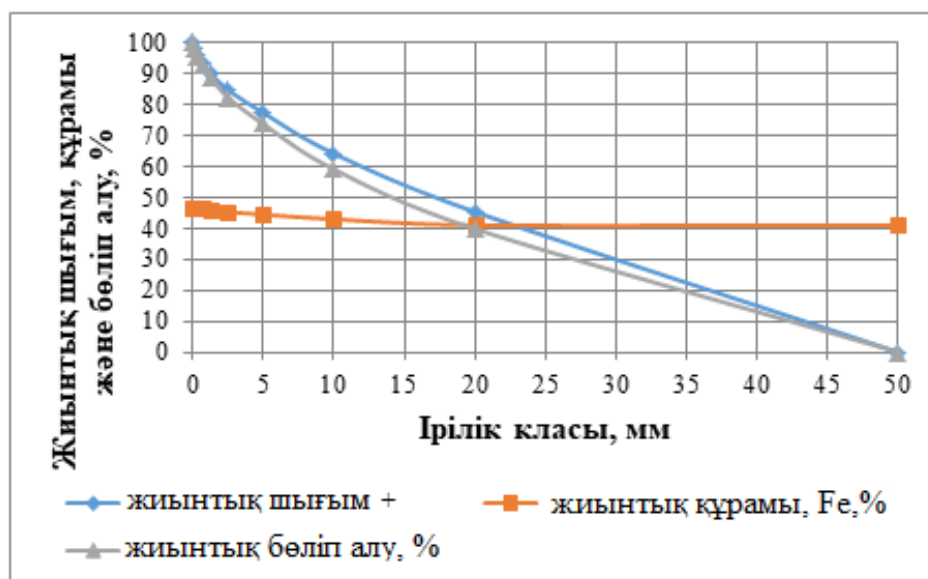
Марганец құрамының ірілік кластары бойынша таралуы іс жүзінде біркелкі және кеннің құрамына сәйкес келеді. Ерекшелігі-марганец мөлшері - 50+20 мм класы 4,28 % құрады, оны максималды бөліп алу 70,76 % құрайды. Жалпы кендегі марганецтің мөлшері өте төмен және өнеркәсіптік қызығушылық тудырмайды.

Фосфор және күкірт түріндегі зиянды қоспалар құрамында ең аз дәрежеде, олар (2-кесте) тиісінше 0,03 % және 0,02 % құрайды.

Гранулометриялық талдаулар негізінде зерттелген темірқұрамды кен сынамасының гравитациялық жеңіл байытылатын санатқа жатқызуға болады.

Торлы талдау нәтижелерінің ірілігі -50+5 мм және -5+1,25 мм машинді кластарында темірдің жиынтық шығымы 90,11%, бөліп алу 88,74 % - ды құрады.

Торлы талдау нәтижесінің қисығы 7-суретте көрсетілген.



7-сурет Торлы талдау нәтижесінің қисығы

3.3 Зерттелетін кенді фракциялық талдау

Тығыздық фракциялары және ірілік кластары бойынша металдардың таралуын талдау.

Тығыздық фракциялары мен ірілік кластары бойынша темірдің таралу сипаты 3-кестеде көрсетілген.

3-кесте – Металдың бөліну сипаты

Бөліну тығыздығы, кг/м ³	Шығымы, %		Құрамында, %		Бөлінуі, %		Ірілік класы, мм
	клас бойынша	кен бойынша	Fe	Mn	Fe	Mn	
-2750	16,71	7,57	0,68	1,55	0,11	5,10	-50+20
2750-2850	2,07	0,94	7,10	5,08	0,14	2,07	
2850-3000	2,22	1,01	13,34	11,42	0,30	5,01	
+3000	79,0	35,78	49,25	3,48	38,55	54,08	
Барлығы	100,0	45,30	39,46	3,37	39,10	66,26	
-2750	14,80	2,80	0,85	1,45	0,05	1,76	-20+10
2750-2850	1,30	0,24	3,45	5,97	0,02	0,62	
2850-3000	1,67	0,31	11,33	9,62	0,08	1,29	
+3000	82,23	15,49	56,06	1,64	18,99	11,04	
Барлығы	100,0	18,84	46,45	1,80	19,14	14,71	

3-кестенің жалғасы

Бөліну тығыздығы, кг/м ³	Шығымы, %		Құрамында, %		Бөлінуі, %		Ірілік класы, мм
	клас бойынша	кен бойынша	Fe	Mn	Fe	Mn	
-2750	10,83	1,43	0,98	1,19	0,03	0,74	-10+5
2750-2850	1,34	0,18	5,37	2,73	0,02	0,21	
2850-3000	1,48	0,19	12,25	5,81	0,05	0,48	
+3000	86,35	11,40	58,58	1,07	14,61	5,30	
Барлығы	100,0	13,20	50,95	1,17	14,71	6,73	-5+2,5
-2750	8,01	0,60	1,06	1,54	0,01	0,40	
2750-2850	1,12	0,08	5,68	2,56	0,01	0,09	
2850-3000	1,47	0,11	10,81	5,70	0,03	0,27	
+3000	89,40	6,62	59,99	0,95	8,69	2,73	
Барлығы	100,0	7,41	53,90	1,09	8,74	3,49	-2,5 +1,25
-2750	5,54	0,30	1,15	1,26	0,01	0,16	
2750-2850	1,08	0,06	6,20	2,68	0,01	0,07	
2850-3000	1,02	0,05	11,06	3,75	0,01	0,08	
+3000	92,36	4,95	60,75	0,91	6,58	1,96	
Барлығы	100,0	5,36	56,34	0,98	6,61	2,27	-1,25 +0,63
-2750	5,29	0,18	1,20	1,22	0,005	0,09	
2750-2850	1,00	0,03	5,84	4,78	0,005	0,06	
2850-3000	0,80	0,03	9,81	5,42	0,01	0,07	
+3000	92,91	3,07	61,15	1,18	4,10	1,58	
Барлығы	100,0	3,31	56,92	1,25	4,12	1,80	Жиын тық клас -50+5
-2750	15,26	11,80	0,76	1,48	0,19	7,60	
2750-2850	1,76	1,36	6,23	4,93	0,18	2,90	
2850-3000	1,95	1,51	12,79	10,34	0,43	6,78	
+3000	81,03	62,67	52,63	2,59	72,15	70,42	
Барлығы	100,0	77,34	43,12	2,61	72,95	87,70	Жиынтық клас -5+0,63
-2750	6,72	1,08	1,11	1,41	0,025	0,65	
2750-2850	1,06	0,17	5,88	2,98	0,025	0,22	
2850-3000	1,18	0,19	10,72	5,14	0,05	0,42	
+3000	91,04	14,64	60,49	0,98	19,37	6,27	
Барлығы	100,0	16,08	55,34	1,08	19,47	7,56	Жиын тық клас -50+0,63
-2750	13,79	12,88	0,79	1,48	0,215	8,25	
2750-2850	1,64	1,53	6,19	4,71	0,205	3,12	
2850-3000	1,82	1,70	12,56	9,76	0,48	7,20	
+3000	82,75	77,31	54,12	2,28	91,52	76,69	
Барлығы	100,0	93,42	45,22	2,35	92,42	95,26	Жиын тық клас -50+0,63
отсев	-	6,58	52,58	1,73	7,58	4,74	
Кен	-	100,0	45,71	2,31	100,0	100,0	-50+0

3-кестеде ұсынылған фракциялық анализ нәтижелерін талдау:

- барлық ірілік кластарында тығыздығы 3000 кг/м³-ден асатын ауыр фракция бар. Бұл фракциялардың шығымы барлық ірілік кластарында үлкеннен кіші кластарға қарай өседі, сондықтан -50+20 мм класта оның шығымы 79,0%, ал -1,25+0,63 мм класында - 92,91% құрады. Бұл кен

мөлшерінің азаюымен және темір минералдарының неғұрлым толық ашылуы болатындығын дәлелдейді;

- тығыздығы 3000 кг/м^3 -ден асатын фракциядағы темірдің мөлшері - $50+20$ мм класында ең аз мөлшерде $49,25 \%$ - ке тең және $-1,25+0,63$ мм класында $61,15\%$ - ға дейін өседі; Бұл кен ірілігінің ұсақтығына қарай темір минералдарының толық ашылуын көрсетеді;

- тығыздығы 3000 кг/м^3 артық фракциядағы темірдің құрамы ірілік класы 20 мм-ден төмендеуіне қарай 55% - дан асады, ал ірілігі $-50+20$ мм класында ол $49,25 \%$ - ды құрады. $-50+20$ мм класты құрамында темір 55% -дан асатын ауыр фракцияға үшін бөлінуде неғұрлым жоғары тығыздық қажет екенін дәлелдейді;

- тығыздығы 3000 кг/м^3 -ден асатын ауыр фракциялардағы марганецтің мөлшері оның ірілік кластарының бастапқысына сәйкес келеді, яғни оның бір ғана фракцияға шоғырлануы байқалмайды. Сонымен қатар фракциядағы марганецтің тығыздығы $2850-3000 \text{ кг/м}^3$ үлкен кластарда $9-12\%$ - ға дейін ($-50+20$ мм және $-20+10$ мм) және кіші кластарда $5-6\%$ - ға дейін артқаны байқалады. Себебі, марганец минералдарының тығыздығы темір минералдарының тығыздығынан біршама аз және олар негізінен бос жыныстың минералдарымен байланысты;

- гравитациялық әдістермен ірілігі $-50+5$ мм жиынтық класты байытқан жағдайда тығыздығы 3000 кг/м^3 жоғары (концентратты) фракциялардың теориялық мүмкін болатын кендегі темірдің шығымы $62,67 \%$ (клас бойынша $81,03 \%$) құрайды, құрамында темір $52,63 \%$ және марганец $2,59 \%$, бөліп алу $72,15 \%$ марганецте $70,42 \%$ құрайды.

Бұл нәтижелермен неғұрлым жоғары құрамды ірі кластардағы темір концентраттарын бөліп алу үшін неғұрлым жоғары тығыздықтың (кемінде $3200-3300 \text{ кг/м}^3$) қажет екендігін көрсетеді, бұл бөлу тығыздығына осы ірілік кластарды байыту кезінде тек бөлектеу машиналарында қол жеткізуге болады;

- ірілігі $-5+1,25$ мм жиынтық класын байытқан жағдайда тығыздығы 3000 кг/м^3 (концентратты) артық фракцияның теориялық мүмкін болатын шығымы кеннен $14,64 \%$ (клас бойынша $91,04\%$) құрайды, онда құрамында темір $60,49 \%$ марганец $0,98 \%$ және бөліп алу темір $19,37 \%$ марганец $6,27 \%$ құрайды, яғни ұсақ кластарды бөлектеу әдісімен байыту кезінде бөлу тығыздығы $3000-3100 \text{ кг/м}^3$ болғанда ғана темірдің бай концентраттарын алуға болады;

- теориялық тұрғыдан ірілігі $-50+0,63$ мм жиынтық кластан концентратты фракцияның шығымы тығыздығы 3000 кг/м^3 болған кезде клас бойынша $77,31 \%$ - ды құрайды (клас бойынша $82,75\%$), құрамында темір $54,12 \%$ және марганец $2,28 \%$, ал бөліп алу темір $91,52 \%$ және марганец $76,69 \%$ құрады. Бұл ретте байытудың нақты жағдайларында алынатын көрсеткіштер теориялық көрсеткіштерден $3-4\%$ - ға төмен болатынын атап өту қажет;

- қалдық қоймасына баратын тығыздығы $2750 \text{ кг} / \text{м}^3$ -ден аз жеңіл фракцияның шығымы, ең үлкен $-50+20 \text{ мм}$ класында $16,71 \%$ (кен бойынша $7,57 \%$) құрайды және ең кіші класқа дейін 5% -ке азаяды ($-1,25+0,63 \text{ мм}$), сонымен қатар барлық фракциялардағы темір мөлшері $1,5 \%$ -дан аспайды;

- тығыздығы $2750 \text{ кг} / \text{м}^3$ -тен аз фракцияның жалпы шығымы $-50+5 \text{ мм}$ класында кен бойынша $11,80 \%$ (клас бойынша $15,26 \%$) темір үлесі $0,76 \%$ және марганец $1,48 \%$ -ды құраған, ал бөліп алу темір $0,19 \%$ және марганец $7,60 \%$, ал осы $-5+0,63 \text{ мм}$ жиынтық класы фракциясының шығымы кен бойынша $1,08 \%$ (клас бойынша $6,72 \%$), құрамында $1,11 \%$ темір $1,41 \%$ марганец бар, бөліп алу темір $0,025 \%$ және марганец $0,65 \%$. құрады. Айта кету керек, барлық ірілік кластардағы тығыздықтың осы фракциясының аз мөлшері осы кенді нақты байыту кезінде жеңіл фракцияның бөлінуі қиын болатынын және фракциялардың өзара жоғалуы мен құрамы бұзылуын ескере отырып, бөлектеу процесінде темір мөлшері едәуір жоғары болатындығын болжауға болады;

- іріліктің барлық кластарында тығыздығы $2750-2850 \text{ кг/м}^3$ және $2850-3000 \text{ кг/м}^3$ аралық фракциялар бар, олардың құрамындағы темір мөлшері 5 -тен 13% - ға дейін.

Айта кету керек, бұл фракциялардың шығымы да шамалы ғана,

Мысалы, $-50+5 \text{ мм}$ жиынтық класында жоғарыдағы тығыздықтағы фракцияның кен бойынша шығымы $2,87 \%$ (клас бойынша $3,71 \%$), құрамында темірдің үлесі $9,68 \%$ құрады, ал $-5+1,25 \text{ мм}$ класында кен бойынша $0,3 \%$ (клас бойынша $4,69 \%$) құрамында темір $8,56 \%$ құрады.

Қарастырылып отырған тығыздық фракциялары құрамындағы темірдің үлестері олардың концентратты фракцияларға бөлінуі (3000 кг/м^3 -ге дейінгі тығыздықта) мүмкін емес, өйткені бұл алынған темір концентраттарының сапасын едәуір төмендетеді. Осыған сүйене отырып, тығыздығы $2750-2850 \text{ кг/м}^3$ және $2850-3000 \text{ кг/м}^3$ фракцияларын тығыздығы 2750 кг/м^3 -ден аз фракциясымен бірге бөлген жөн деп айта аламыз;

- жеңіл және аралық фракциялардың аз мөлшерде болуына байланысты, бұл кенді гравитациялық әдістермен байытқан жағдайда олардың жеңіл фракцияға нақты бөлінуінің күрделілігімен сипатталады. Осыған байланысты құрамы кемінде 55% темірден болатын темір концентраттарын алу үшін осы фракциялық құрамдағы кенді байыту кезінде қоймаға кететін фракциялардағы темірдің мөлшері $10-12 \%$ - дан едәуір жоғары болады;

- осы фракциялық құрамдағы кенді байытуда, ірі ($-50+5 \text{ мм}$) кластарды бөлу тығыздығы $3200-3300 \text{ кг/м}^3$, ал ұсақ ($-5+1,25 \text{ мм}$) кластарды $3000-3100 \text{ кг/м}^3$ тығыздығында жүзеге асыру қажет.

Әрбір ірілік класының ауыр фракциялары (тығыздығы 3000 кг/м^3 -ден жоғары) олардың нақты тығыздықтарын анықтауға жіберілді. Алынған нәтижелер 4-кестеде келтірілген.

4-кесте 3000 кг/м³ жоғары фракциялардың нақты тығыздығы

Ірілік класы, мм	-50+20	-20+10	-10+5	-5+2,5	-2,5+1,25	-1,25+0,63
Құрамында темір, %	49,25	56,06	58,58	59,99	60,75	61,15
Нақты тығыздық, кг/м ³	4205	4485	4510	4560	4620	4620

Ең аз тығыздық -50+20 мм үлкендік класында байқалады, ал бұл фракция құрамында темір ең аз мөлшерде.

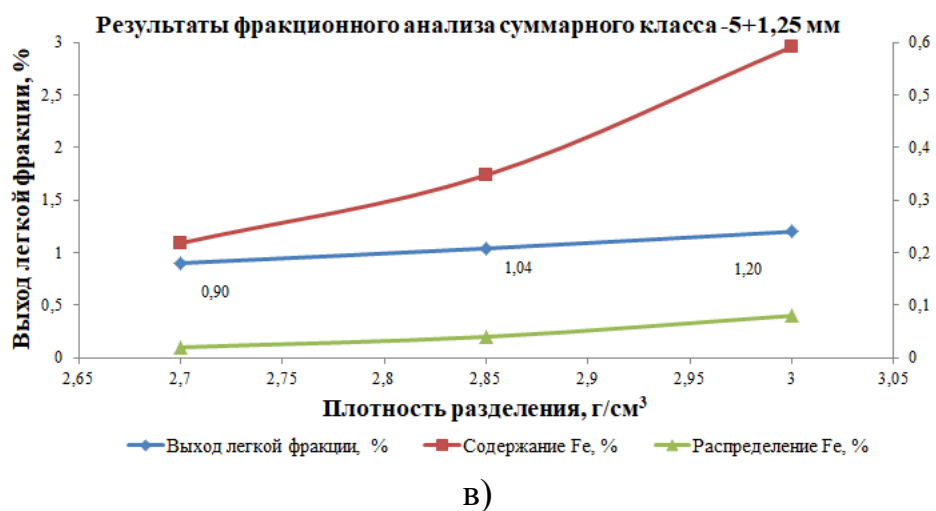
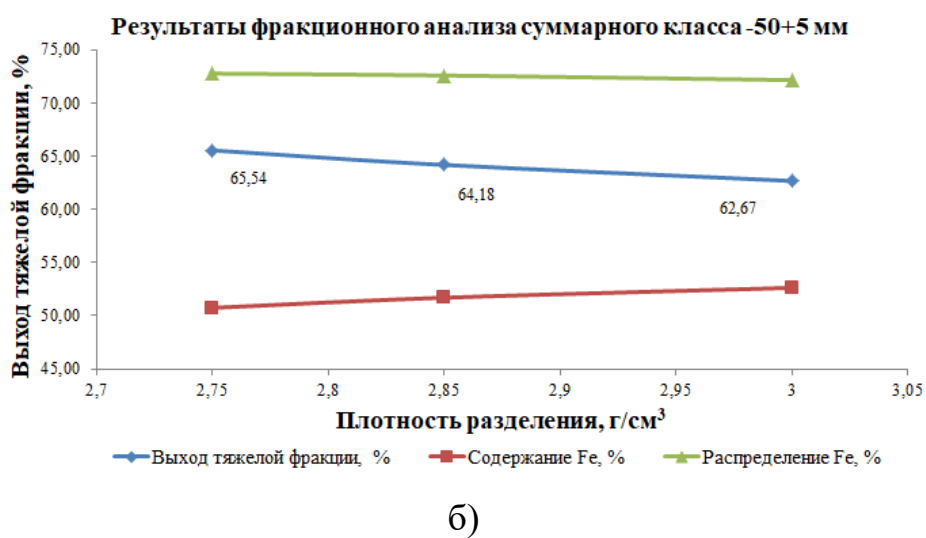
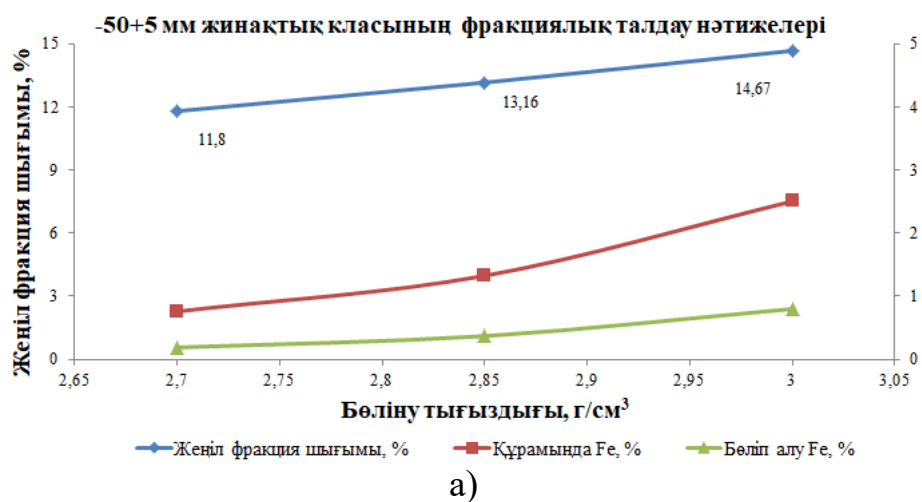
Ең ұсақ кластарда темірдің таралу сипатын анықтау үшін ауыр сұйықтықта центрифугалық өрісті (центрифугалау) қолдану арқылы бөлінді. Алынған нәтижелер 4-кестеде келтірілген.

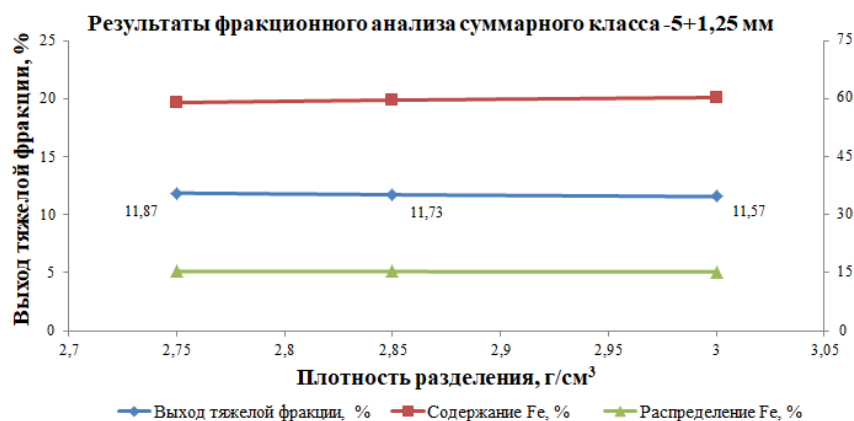
5-кесте -0,63+0,0 мм (отсев) класындағы металдардың таралуын талдау

Бөліну тығыздығы, кг/м ³	Шығымы, %		Құрамында, %		Бөлінуі, %		Ірілік класы, мм
	Клас бойынша	Кен бойынша	Fe	Mn	Fe	Mn	
-3000	7,52	0,19	4,0	1,82	0,02	0,15	- 0,63+0,31 5
+3000	92,48	2,33	61,15	1,17	3,11	1,18	
Итого	100,0	2,52	56,84	1,22	3,13	1,33	
-3000	8,60	0,19	3,95	1,91	0,02	0,16	-0,315+0,1
+3000	91,40	1,99	60,70	1,45	2,64	1,25	
Итого	100,0	2,18	55,75	1,49	2,66	1,41	
-3000	10,44	0,20	15,21	2,24	0,07	0,19	-0,10+0,0
+3000	89,56	1,68	46,50	2,48	1,72	1,81	
Итого	100,0	1,88	43,17	2,45	1,79	2,0	
-3000	8,81	0,58	7,85	1,99	0,11	0,50	-0,63+0,0
+3000	91,19	6,0	56,90	1,63	7,47	4,24	
Итого	100,0	6,58	52,58	1,66	7,58	4,74	

Алынған нәтижелерді (5 кесте) талдау арқылы ұсақ кластардан темір концентраттарын бөліп алу үшін гравитациялық процестерді қолданып байытудың мүмкіндігін көрсетеді. Алайда, оларды байыту үшін өте аз өнімділікпен сипатталатын шлам жабдығын пайдалану қажеттігі, сонымен қатар олардың көп мөлшерін пайдалануды және сәйкесінше өңдеудің өзіндік құнын арттыруды талап ететіні белгілі. Сондай-ақ, темір концентраттарының арзандығын және оларды агломерациялау процесін жүргізу қажеттілігін ескере отырып, ұсақ кластарды (-0,63+0,0 мм) байыту тиімді емес. Ең нақты шешімі оларды байытуға қосымша шығындарсыз практикалық пайдалану мүмкіндігі.

Фракциялық талдаудың жинақтық класы -50+5, -5+1,25 нәтижелерінің қисықтары 8-сурет а,б,в, г көрсетілген.





г)

8-сурет Жинақтық кластардың фракциялық талдау қисықтары

Фракциялық талдаудың нәтижелері темірдің жоғары құрамымен ірі кластардан концентраттарды алу үшін жоғары бөлу тығыздығы қажет екенін көрсетеді (кем дегенде 3200-3300 кг/м³), ал бұл кластарды байытқан кезде бұл бөліну тығыздығына тек отсадкамен қол жеткізуге болады.

3.4 Отсадка бойынша кенге зерттеулер жүргізу

3.4.1 -50+5 мм ірілік класына отсадка жүргізу

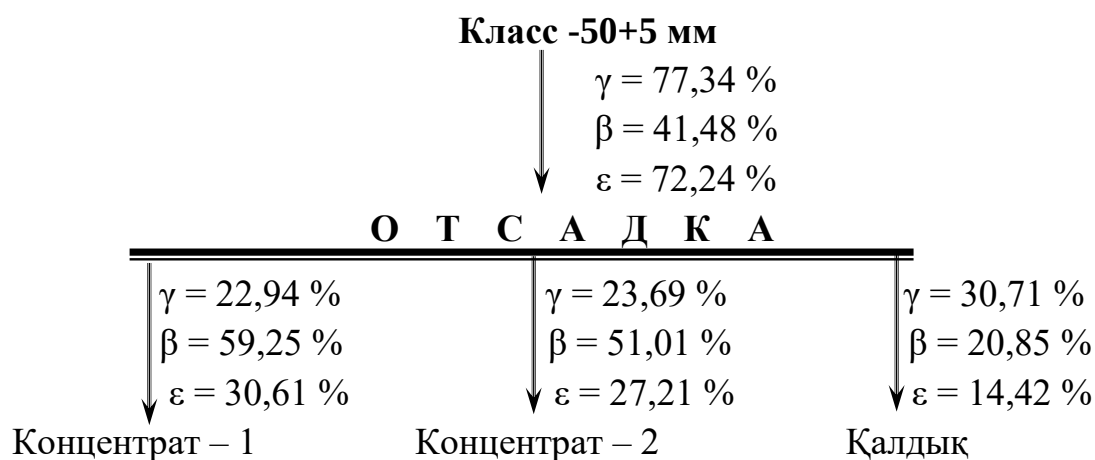
Фракциялық талдау нәтижелері негізінде 2,3,4 суреттерде бейнеленген схемалар бойынша оңтайлы технологиялық көрсеткіштерді анықтау мақсатында -50+5 мм класты отсадкалау әдісімен байыту арқылы зерттеулер жүргізілді. Отсадкалау келесі параметрлер бойынша оңтайлы жағдайларда жүргізілді: пульсация жиілігі 50 кол/мин, тербеліс амплитудасы 100 мм, синусоидалы пульсация циклы, табиғи төсеніштің биіктігі 250 мм, меншікті өнімділігі 10 т/сағ·м² [22,24,27,28]. Оңтайлы режимге алынған -50+5 мм класты бөлу нәтижелері 6,7,8 кестелерде келтірілген. -50+5 мм класты отсадкалау схемасы 9-суретте көрсетілген.



6-кесте -50+5 мм класты отсадкалау нәтижелері (1- тәжірибе)

Өнімдер атауы	Шығым, % от		Құрамында, %		Клас бойынша бөліп алу, %		Кен бойынша бөліп алу, %	
	Клас бойынша	Кен бойынша	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn
1 концентрат	16,39	12,68	64,01	0,37	25,29	2,53	18,28	2,11
2 концентрат	43,90	33,95	51,72	3,24	54,74	59,27	39,54	49,63
Қалдық	39,71	30,71	20,85	2,31	19,97	38,20	14,42	32,09
Түсетін кен	100,0	77,34	41,48	2,40	100,0	100,0	72,24	83,83
Класс -5+0 мм	-	22,66	54,41	1,58	-	-	27,76	16,17
Кен	-	100,0	44,41	2,214	-	-	100,0	100,0

6-кестенің нәтижелерін талдау (1- тәжірибе) -50+5 мм класты отсадкалау арқылы темірдің концентратының құрамы 64,01% темірдің кен бойынша шығымы 12,68 % (клас бойынша 16,39 %) алуға болатындығын көрсетеді. темірді бөліп алу 18,28 % (1 камера өнімі). Сонымен бірге бұл концентраттағы марганецтің мөлшері 0,37 % -ды ғана құрады. Сонымен қатар бір мезгілде темір құрамы 51,72 % болатын, кен бойынша шығымы 33,95 %, бөліп алу 39,54 % құрайтын темір концентраты бөлінген (2 камера өнімі). Бұл ретте бұл концентратта марганецтің шамалы мөлшері байқалады және оның құрамы 3,24 % -ды құрады, кеннен бөліп алыну 49,63 %.



10-сурет -50+5 мм класын отсадкалау схемасы (2- тәжірибе)

7-кесте -50+5 мм класты отсадкалау нәтижелері (2- тәжірибе)

Өнімдер атауы	Шығым, % от		Құрамында, %		Клас бойынша бөліп алу, %		Кен бойынша бөліп алу, %	
	Клас бойынша	Кен бойынша	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn
1 концентрат	29,65	22,94	59,25	1,64	42,35	20,30	30,61	16,99
2 концентрат	30,64	23,69	51,01	3,25	37,68	41,50	27,21	34,75
Қалдық	39,71	30,71	20,85	2,31	19,97	38,22	14,42	32,09

7-кестенің жалғасы

Өнімдер атауы	Шығым, % от		Құрамында, %		Клас бойынша бөліп алу, %		Кен бойынша бөліп алу, %	
	Клас бойынша	Кен бойынша	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn
Түсетін кен	100,0	77,34	41,48	2,40	100,0	100,0	72,24	83,83
Класс -5+0 мм	-	22,66	54,41	1,58	-	-	27,76	16,17
Кен	-	100,0	44,41	2,214	-	-	100,0	100,0

Отсадқа машинасының бірінші камерасында концентраттың шығымы 22,94 % -ға дейін көтерілген жағдайда ондағы темірдің құрамы кен бойынша 59,25 %, бөліп алу 30,61 % құрайды (10-сурет, 7-кесте, 2-тәжірибе). Отсадқаның екінші камерасының темір концентратының шығымы 23,69 %, бөліп алу 27,21 %, құрамында темір үлесі 51,01 % құрады. Бұл ретте бірінші камераның концентратындағы марганец құрамы 4 есе ұлғайып, 1,64 % құрады, ал екінші камераның концентратындағы марганец құрамы өзгерген жоқ 3,25 %.

-50+5 мм класы

$$\begin{aligned} \gamma &= 77,34 \% \\ \beta &= 41,48 \% \\ \varepsilon &= 72,24 \% \end{aligned}$$

О Т С А Д Қ А

$$\begin{aligned} \gamma &= 46,63 \% & \gamma &= 30,71 \% \\ \beta &= 55,07 \% & \beta &= 20,85 \% \\ \varepsilon &= 57,82 \% & \varepsilon &= 14,42 \% \end{aligned}$$

Концентрат

Қалдық

11-сурет -50+5 мм класын отсадкалау схемасы (3- тәжірибе)

8-кесте -50+5 мм класты отсадкалау нәтижелері (3- тәжірибе)

Өнімдер атауы	Шығым, % от		Құрамында, %		Клас бойынша бөліп алу, %		Кен бойынша бөліп алу, %	
	Клас бойынша	Кен бойынша	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn
Концентрат	60,29	46,63	55,07	2,46	80,03	61,8	57,82	51,74
Қалдық	39,71	30,71	20,85	2,31	19,97	38,20	14,42	32,09
Түсетін кен	100,0	77,34	41,48	2,40	100,0	100,0	72,24	83,83
Класс -5+0 мм	-	22,66	54,41	1,58	-	-	27,76	16,17
Кен	-	100,	44,41	2,214	-	-	100,0	100,0

Тек екі өнімді - концентратты және қалдықтарды бөліп алу үшін -50+5 мм кластыа отсадкалау процесін жүргізген кезде (11-сурет) концентраттың жалпы шығымы 46,63%, ал құрамында темір 55,07 % және марганец 2,46 %, кен бойынша бөліп алу темір 57,82 % және марганец 51,74 % құрады (8-кесте). Бұл жағдайда отсадка қалдықтарының шығымы 30,72 % құрамында темірдің мөлшері 20,85% және марганец - 2,31% , ал бөліп алу темір 14,42 %, марганец 32,04 % құрады. -50+5 мм класты отсадкалау бойынша алынған нәтижелер фракциялық талдау нәтижелеріне сәйкес келеді.

-50+5 мм кластың отсадка концентратының химиялық құрамы 11-сурет 9-кестеде келтірілген.

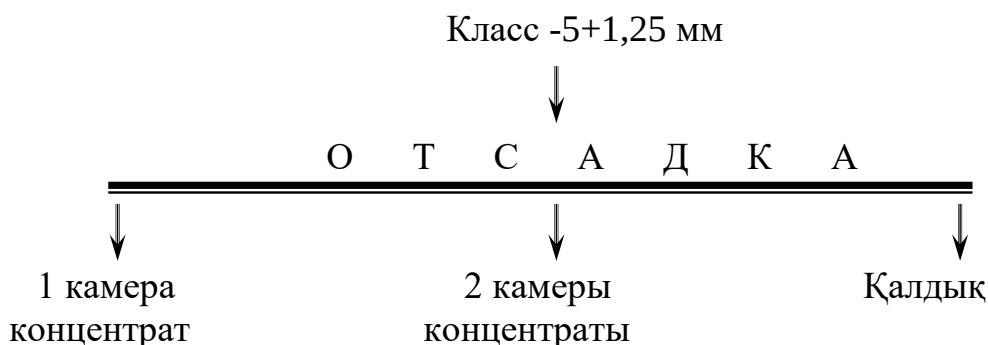
9-кесте -50+5 мм кластың отсадка концентратының химиялық құрамы

Құрамында, %						Тығыздық , кг/м ³
Fe	Mn	SiO ₂	CaO	P	S	
55,58	3,02	13,64	2,26	0,03	0,02	4480

Концентраттың химиялық құрамы зиянды қоспалардың толықтай жоқтығын көрсетеді. Концентраттың орташа тығыздығы 4480 кг/м² құрады.

2.4.2 -5+1,25 мм класын отсадкалау процесі

Ұсақ класты отсадкалау келесі схема (12-сурет) бойынша жүзеге асырылды және келесідей оңтайлы параметрлерде жүргізілді: пульсация жиілігі 180 қол/мин, жасанды төсектің биіктігі 20 мм, тербеліс амплитудасы 8 мм, меншікті өнімділігі 6 т/сағ·м² [24,27,28]. Отсадкалау схема реті ірі класты отсадкалау секілді жүргізілді, процестер нәтижелері 10,11,12 кестелерде келтірілген.



12-сурет -5+1,25 мм класын отсадкалау схемасы

10-кесте -5+1,25мм класты отсадкалау нәтижелері (1 тәжірибе)

Өнімдер атауы	Шығым, % от		Құрамында, %		Клас бойынша бөліп алу, %		Кен бойынша бөліп алу, %	
	Клас бойынша	Кен бойынша	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn
1 камера концентраты	39,55	5,05	64,25	0,90	46,28	30,42	7,31	2,05
2 камера концентраты	23,88	3,05	63,92	0,90	27,78	18,37	4,39	1,24
Жалпы концентрат	63,43	8,10	64,15	0,90	74,06	48,79	11,70	3,29
Қалдық	36,57	4,67	38,97	1,64	25,94	51,21	4,10	3,46
Түсетін кен -5+1,25 мм	100,0	12,77	54,94	1,17	100,0	100,0	15,80	6,75
-50+5 мм класы	-	77,34	41,48	2,40	-	-	72,24	83,83
1,25-0 мм класы	-	9,89	53,72	2,11	-	-	11,96	9,42
Кен	-	100,	44,41	2,214	-	-	100,0	100,0

-5+1,25 мм класы отсадқа нәтижелерін талдау (10-кесте, 1-тәжірибе), концентраттың шығымы кен бойынша 8,10 % (клас бойынша 63,43 %) болған кезде, концентраттағы темір мөлшері 64,15 %, кен бойынша бөліп алу 11,70 % (клас бойынша 74,06 %), концентраттағы марганецтің мөлшері 0,90 %. Ал отсадқа қалдықтарының шығымы кен бойынша 4,67 % құрады (клас бойынша 36,57 %), құрамында темірдің мөлшері 38,97 %.

11-кесте -5+1,25мм класты отсадкалау нәтижелері (2 тәжірибе)

Өнімдер атауы	Шығым, % от		Құрамында, %		Клас бойынша бөліп алу, %		Кен бойынша бөліп алу, %	
	Клас бойынша	Кен бойынша	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn
1 камера концентраты	44,01	5,62	64,45	0,91	51,63	34,23	8,16	2,31
2 камера концентраты	37,43	4,78	63,69	1,04	43,39	33,29	6,85	2,25
Жалпы концентрат	81,44	10,40	64,10	0,97	95,02	67,52	15,01	4,56
Қалдық	18,56	2,37	14,74	2,05	4,98	32,48	0,79	2,19
Түсетін кен -5+1,25 мм	100,0	12,77	54,94	1,17	100,0	100,0	15,80	6,75
Класс -50+5 мм	-	77,34	41,48	2,40	-	-	72,24	83,83
Класс 1,25-0 мм	-	9,89	53,72	2,11	-	-	11,96	9,42
Кен	-	100,	44,41	2,214	-	-	100,0	100,0

Жалпы концентрат шығымы өскен, кен бойынша 10,40 %-ға дейін (клас бойынша 81,44 %), ал темірдің мөлшері 64,10 %-ды құрады, ал темірді бөліп алу 15,01% (клас бойынша 95,02%) болды. Бұл жағдайда қалдықтардың шығымы кен бойынша 2,37 % құрады (клас бойынша 18,56 %), ал құрамында темір 14,74% дейін төмендеді (11-кесте, 2-тәжірибе). Концентраттағы марганецтің мөлшері 0,97 % құрады.

12-кесте -5+1,25мм класты отсадкалау нәтижелері (3 тәжірибе)

Өнімдер атауы	Шығым, % от		Құрамында, %		Клас бойынша бөліп алу, %		Кен бойынша бөліп алу, %	
	Клас бойынша	Кен бойынша	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn
1 камера концентраты	47,06	6,01	61,93	0,93	53,05	37,4	8,38	2,52
2 камера концентраты	40,25	5,14	59,79	1,0	43,81	34,24	6,92	2,31
Жалпы концентрат	87,31	11,15	60,95	0,96	96,86	71,64	15,30	4,83
Қалдық	12,69	1,62	13,57	2,61	3,14	28,36	0,50	1,92
Түсетін кен -5+1,25 мм	100,0	12,77	54,94	1,17	100,0	100,0	15,80	6,75
Класс 50-0 мм	-	77,34	41,48	2,40	-	-	72,24	83,83
Класс 1,25-0 мм	-	9,89	53,72	2,11	-	-	11,96	9,42
Кен	-	100,0	44,41	2,214	-	-	100,0	100,0

12-кестенің нәтижелерін талдау (3-тәжірибе) көрсеткендей, концентраттың шығымы кен бойынша 11,15 % дейін (клас бойынша 87,31 %) артты, оның сапасы 60,95 % дейін төмендеді, ал темірді бөліп алу іс жүзінде жоғарыламайды. және 15,30 % құрады. Сондай-ақ, қалдықтардағы темір құрамының айтарлықтай төмендеуі байқалмағанын ескеру керек, құрамында темір 13,57 % құрады. Осыған сүйене отырып, темір концентратының шығымын одан әрі арттыру практикалық мүмкін емес деп айта аламыз. Осыған байланысты 11-кестеде (2-тәжірибе) келтірілген нәтижелер ең тиімді және оңтайлы бөліп алу деп санауға болады.

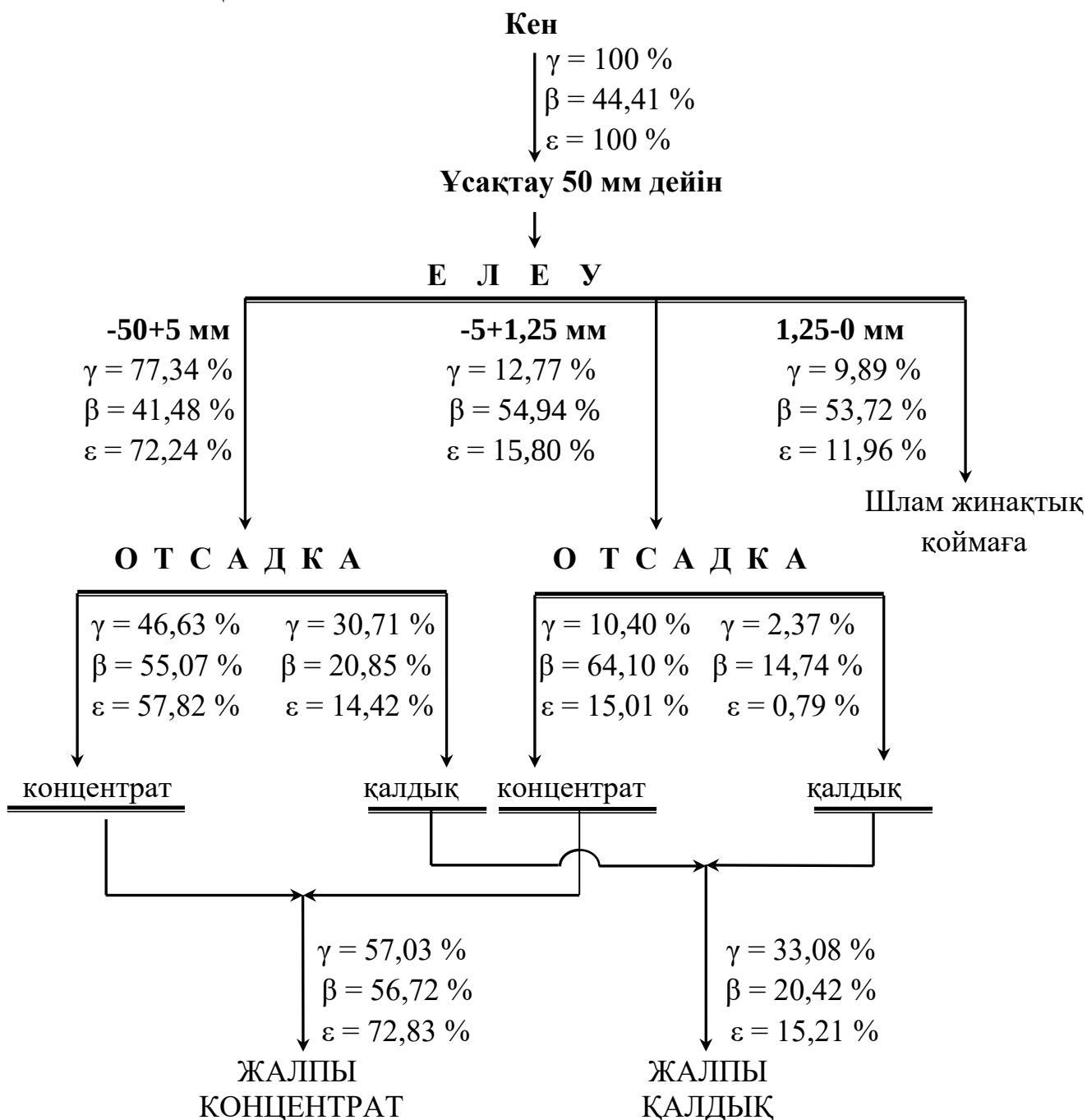
2-тәжірибеде алынған -5+1,25 мм класының отсадка концентратының химиялық құрамы 13 кестеде көрсетілген.

13-кесте -5+1,25 мм клас отсадка концентратының химиялық құрамы

Содержание, %						Плотность, кг/м ³
Fe	Mn	SiO ₂	CaO	P	S	
64,40	0,93	9,26	1,96	0,03	0,02	4710

Концентраттың химиялық құрамы зиянды қоспалардың толығымен жоқтығын көрсетеді. Концентраттың орташа тығыздығы 4710 кг / м³ құрады.

3.4.3 Үшқатын-III кен орнының темір кенін өңдеуге ұсынылған технологиялық схема



13 сурет Темір кенін байытудың технологиялық схемасы

3.4.4 Технологиялық көрсеткіштер (металдар балансы)

Ұсынылған технологиялық схема бойынша алынған Үшқатын – III кен орнының темір кенін байыту бойынша алынған оңтайлы технологиялық көрсеткіштер (13 сурет) 14-кестеде келтірілген.

14-кесте Технологические показатели (баланс металлов)

Продукты	Выход, %	Содержание, %		Извлечение, %	
		Fe	Mn	Fe	Mn
Концентрат отсадки -50+5 мм	46,63	55,07	2,46	57,82	51,74
Концентрат отсадки -5+1,25 мм	10,40	64,10	0,97	15,01	4,56
Общий концентрат	57,03	56,72	2,19	72,83	56,30
-50+5 мм клас отсадка қалдығы	30,71	20,85	2,31	14,42	32,09
-5+1,25 мм клас отсадка қалдығы	2,37	14,74	2,05	0,79	2,19
Жалпы қалдықтар	33,08	20,42	2,29	15,21	34,28
Шламы 1,25-0,0 мм	9,89	53,72	2,11	11,96	9,42
Кен	100,0	44,41	2,214	100,0	100,0

Үшқатын-III кен орнының темір кенінің құрамында темір мөлшері 44,41% және марганец 2,24% болған, технологиялық схемаға сәйкес байытқанда (13 сурет), -50+5 мм класында темір концентратының шығымы 46,63 % болғанда, құрамында темірдің үлесі 55,07 %, ал бөліп алу 57,82 % құрады.

Сонымен қоса -5+1,25 мм класында концентратының шығымы 10,40 % болғанда, құрамында темірдің үлесі 64,10 %, ал бөліп алу 15,01 % құрады.

Ірілігі 50-1,25 мм біріктірілген концентрат алған жағдайда оның шығымы 57,03 % -ды құрады, құрамында темір үлесі 56,72 % және марганец 2,19 % болатыны анықталды.

Ірілігі 50-1,25 мм біріктірілген темір концентратының химиялық құрамы 15-кестеде келтірілген.

15-кесте 50-1,25 мм біріктірілген темір концентратының химиялық құрамы

Содержание, %						Плотность, кг/м ³
Fe	Mn	SiO ₂	CaO	P	S	
56,41	2,25	10,15	2,10	0,03	0,02	4500

Концентраттың химиялық құрамы зиянды қоспалардың толық жоқтығын көрсетеді. Концентраттың орташа тығыздығы 4500 кг/м³ құрады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Қысқаша тұжырымдар

1. Үшқатын-III кен орнының гематит кендерінің химиялық құрамы зерттелді. Пайдалы компоненттер ретінде темір минералдарының басым бөлігі гематит екені анықталды. Кендегі темірдің орташа мөлшері 46 % - ды құрады.

2. Гематит кенінің темір минералдарының ашылуы кенді 50 мм-ге дейін ұсақтау кезінде жүзеге асырылатыны анықталды, бұл ірілік құрамында 56% - дан жоғары темір концентраттарын алу үшін жеткілікті.

3. Фракциялық талдау зерттеулерінің нәтижелері барлық ірілік кластарынан құрамында 56% - дан жоғары темірдің ауыр (концентратты) фракцияларын бөлу мүмкіндігін көрсетті.

4. Барлық ірілік кластарынан концентратты фракцияларды алу үшін қажетті бөлу тығыздығы $3200 - 3300 \text{ кг/м}^3$ құрайтыны анықталды. Бұл бөлу тығыздығына отсадка машиналарымен отсадка процесін қолданып қол жеткізуге болады.

5. Үшқатын-III кенорнының кенін гравитациялық байыту схемасы бойынша бастапқы темір мөлшері 46%-бен өңдеген кезде, темірдің орташа мөлшері 56 % кем емес, яғни тауарлық темір концентраттарын алуға болатындығы анықталды. Әзірленген гравитациялық байыту технологиясына сәйкес темір концентратының жалпы шығымы 57,03 % құрады, құрамында орташа темір мөлшері 56,72 % және темірдің жалпы бөліп алу 72,83 % құрады.

6. Кеннің гравитациялық байытылуын анықтау бойынша жүргізілген зерттеулер ірі кесекті отсадка процесін қолдана отырып, оларды байыту технологиясын жасауға және оңтайлы технологиялық көрсеткіштерді алуға мүмкіндік берді.

Жүргізілген зерттеулердің нәтижелері бойынша кеннің бұл түрін байытуды гравитациялық байыту әдістерін қолдана отырып, атап айтқанда үлкен кесекті бөлектеу процесін қолдана отырып жүргізген дұрыс деп қорытынды жасауға болады.

Қойылған міндеттердің шешімдерінің толықтығын бағалау. Жұмыста қойылған барлық міндеттер толық көлемде шешілді: ұсақталған кеннің гранулометриялық құрамы зерттелді; ұсақталған кеннің фракциялық талдауы зерттелді, кеннің гравитациялық байытылуы анықталды; отсадка бойынша барлық тәжірибелер орындалды; алынған нәтижелер негізінде кенді өңдеудің оңтайлы технологиялық схемасы әзірленді.

Алынған нәтижелерді нақты пайдалану бойынша ұсыныстар мен бастапқы деректерді әзірлеу. Осы магистрлік диссертацияның нәтижелері кендердің осыған ұқсас типтерінің гравитациялық концентрациясын анықтауға арналған зерттеулерге және Үшқатын-III кен орнының

минералына ұқсас минералдарды байытудың технологиялық сызбаларын жасауға арналған.

Іске асырудың техникалық-экономикалық тиімділігін бағалау. Зерттеу нәтижелерін енгізудің күтілетін техникалық-экономикалық тиімділігі едәуір жоғары, өйткені экономикалық тиімді, жоғары өнімді гравитациялық байыту процестерін пайдалану жоспарланған. Сонымен бірге, ұсынылып отырған байытудың технологиялық схемасы шығынды кен дайындау операцияларын жоққа шығарады (ұсақтау және ұнтақтау) және оларды өңдеу технологияларын айтарлықтай жеңілдетеді. Сонымен қатар, гравитациялық байыту әдістерін қолданған кезде темір концентратын жоғары 77 % бөліп алуға қол жеткізуге болады.

Зерттеу нәтижелерін енгізудің техникалық-экономикалық тиімділігі туралы белгіленген нәтижелерді осы технологиялық схеманы өндірісте қолданғаннан кейін анықтауға болады.

Орындалған жұмыстың ғылыми-техникалық деңгейін бағалау. Орындалған ғылыми-зерттеу жұмысының ғылыми-техникалық деңгейі құрамында темір бар шикізатты қайта өңдеу саласындағы үздік жетістіктермен салыстыруға болады, өйткені әзірленген байыту схемасы өзінің қарапайымдылығы мен экономикалық тиімділігімен, темірдің магнитті емес оксидтерін, яғни құрамында темір бар гематитті кендерді қайта өңдеуге ұсынуға мүмкіндік береді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 Остапенко П. Е. Обогащение железных руд. – М.: Недра, 1977.
- 2 Юденич Г. И. Обогащение железных и марганцевых руд. – М.: Металлургиздат 1955.
- 3 Остапенко П. Е. Теория и практика обогащения железных руд. – М.: Недра, 1985.
- 4 <https://promdevelop.ru/industry/zheleznye-rudy-osnova-sovremennogo-proizvodstva/#com>
- 5 https://en.wikipedia.org/wiki/Iron_ore
- 6 <https://www.urm-company.ru/production/iron-ore/>
- 7 <https://www.worldatlas.com/articles/iron-ore-facts-geology-of-the-world.html>
- 8 <https://promdevelop.ru/industry/zheleznye-rudy-osnova-sovremennogo-proizvodstva/#com>
- 9 https://en.wikipedia.org/wiki/Iron_ore#cite_note-Iron_ore_interactive-21
- 10 <http://ig-legacy.ft.com/content/3561ce38-b8e7-11de-98ee-00144feab49a#axzz6vDsu7vpG>
- 11 <https://moxnpn.ru/kazakhstan/46-rudnye-poleznye-iskopaemye-kazaxstana.html>
- 12 <http://kazspecgeo.com/services/designing-of-mining-solid-minerals/extraction-of-ferrous-materials.html>
- 13 <https://www.nur.kz/fakty-i-layfhaki/1712125-poleznye-iskopaemye-kazahstana-i-ih-mestorozdenia/>
- 14 Металлогения Казахстана. Рудные формации. Месторождение руд железа и марганца. – Алма-ата: Наука, 1982.
- 15 Андреев С.Е., Перов В.А., Зверевич В.В. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых.–М.: Недра, 1980.
- 16 Серго Е.Е. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых.–М.: Недра, 1985.
- 17 Митрофанов С. И. Исследования полезных ископаемых на обогатимость. – М.: Госгортехиздат, 1962.
- 18 Леонов С. Б., Белькова О. Н. Исследование полезных ископаемых на обогатимость. – М.: Интернет инжиниринг, 2001.
- 19 Митрофанов С. И., Барский Л. А., Самыгин В. Д. Исследование полезных ископаемых на обогатимость. – М.: Недра, 1974.
- 20 Справочник по обогащению руд. Основные процессы. – М.: Недра, 1983.
- 21 ГОСТ4790-80. Метод фракционного анализа. – М.: Издательство стандартов, 1980.
- 22 Райвич И. Д. Отсадка крупнокусковых руд. –М.: Недра, 1988.
- 23 Новожилов И.В. Фракционный анализ М.: МГУ, 1991.
- 24 Налимов В. В. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. – М.: Наука. – 1965. – С. 30-54
- 25 Шохин В.Н., Лопатин А.Г. Гравитационные методы обогащения.–М Недра, 1980.

26 Кизевальтер Б.В. Теоретические основы гравитационных процесссов.–М.: Недра, 1979.

27 Самылин Н.А., Золотко А.А., Починок В.В. отсадка. –М.: Недра 1976.

28 Козин В. З. Экспериментальное моделирование и оптимизация процессов обогащения полезных ископаемых. – М.: Недра, 1984.

Жарияланған жұмыстар тізімі

1. Омар Р.С, Телков Ш.А, Мотовилов И.Ю. Темірқұрамды кендердің гравитациялық байыту технологиясын зерттеу // «САТПАЕВ ОҚУЛАРЫ – 2020» I том, 542 б.

1. Омар Р.С, Телков Ш.А, Мотовилов И.Ю. Темірқұрамды кендердің гравитациялық байыту технологиясын зерттеу // «САТПАЕВ ОҚУЛАРЫ – 2021» I том, 993 б.

Жарияланған мақалалардың бедерлері

"САТПАЕВ ОҚУЛАРЫ - 2020"

СӘТБАЕВ ОҚУЛАРЫНЫҢ

ЕҢБЕКТЕРІ

I I Том

ТРУДЫ

САТПАЕВСКИХ ЧТЕНИЙ

"САТПАЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ - 2020"

Том I I

PROCEEDINGS

SATPAYEV'S READINGS

"SATPAYEV READINGS - 2020"

I I volume

Р.С. Омар., Ш.А. Телков., И.Ю. Мотовилов *

*Ғылыми жетекшісі – И.Ю. Мотовилов, профессор ассистент, доктор PhD
SATBAYEV UNIVERSITY, Алматы қ.*

** motovilov88@inbox.ru*

ТЕМІРҚҰРАМДЫ КЕНДЕРДІҢ ГРАВИТАЦИЯЛЫҚ БАЙЫТЫЛУЫН ЗЕРТТЕУ

***Аңдатпа.** Жұмыста темірқұрамды кендердің химиялық, гранулометриялық және фракциялық талдауларының нәтижелері ұсынылған.*

Химиялық талдау бойынша кенде бос жыныстың негізгі минералдары кварц және кальций оксиді болып табылатыны анықталды, сондай-ақ фосфор және күкірт түріндегі зиянды қоспалардың аз мөлшері байқалды, бұл құрамында темір бар концентраттарды алу үшін қолайлы фактор болып табылады.

Кеннің негізгі массасы 50–5 мм ірілік класымен ұсынылған, кен ұнтағының шығымы елеусіз, ал бұл гравитациялық байыту процестерін қолдануға және ірі кесекті концентраттарды алу үшін қолайлы фактор болып табылады.

Фракциялық құрамының зерттелуі негізінде темірқұрамды кенді гравитациялық жеңіл байытылатын санатқа жатқызуға болады.

Фракциялық талдау арқылы темірқұрамды концентраттарды бөлінудің қажетті тығыздығы кемінде 55 % темір алу үшін белгіленген.

Түйінді сөздер. темір, марганец, гранулометриялық құрам, фракционды талдау, шығым, құрам, бөліну.

Қазақстан Республикасы марганец және темір кендерінің қорлары бойынша әлемдегі жетекші орындардың бірін алады, бұл ретте негізгі қорлар Орталық Қазақстанда орналасқан және олардан Атасу, Жезқазған және Үшқатын топтарының кен орындары ұсынылған [1].

Үшқатын – III перспективалы кен орындарының бірі болып табылады, кендері сапасы бойынша қазіргі уақытта игерілетін басқа кен орындарының кендерінен жоғары және ұсынылуы бойынша негізгі біріншілік марганец және темір кендері болып табылады.

Бұл кендер құрамында зиянды қоспалардың – фосфор мен күкірттің аз болуымен ерекшеленеді және сондай-ақ Қазақстанның және алыс-жақын шет елдердің металлургиялық кәсіпорындарында феррокорытпалар мен болаттың жоғары сапалы сорттарын өндіру үшін сапалы шикізат болып табылады.

Үшқатын – III кен орнында негізінен гравитациялық технологияның отсадкалық байыту әдісін қолданумен біріншілік марганец кендері өндіріледі. Алайда кен орнын игеру процесінде құрамында темір бар кендер де өндіріледі, оларды байыту кезінде гравитациялық процестерді пайдалана отырып, темір құрамы кемінде 55 % болатын темір концентраттарын алуға болады. Гравитациялық үдерістерді пайдалану осы кендерде темір минералдары гематит түрінде магнитті емес формалармен ұсынылуымен байланысты. Сондай-ақ, ілеспе өндірілетін темір кендерін байыту – шикізатты кешенді пайдалануды арттыруға мүмкіндік береді.

Жоғарыда баяндалғанның негізінде осы жұмыстың мақсаты құрамында темір бар кеннің гравитациялық байытылуын зерттеу және құрамында темір бар концентраттарды 55 % - дан кем емес алу нұсқасын қарастыру.

Бұл мақсатқа жету үшін кеннің химиялық, гранулометриялық және фракциялық құрамын орындау және зерттеу қажет болды.

Темірқұрамды кен сынамасының зерттелген химиялық құрамы 1- кестеде келтірілген.

1 кесте - Бастапқы кеннің химиялық құрамы

Құрамы, %					
Fe	Mn	SiO ₂	CaO	P	S
44,21	2,20	14,02	12,79	0,03	0,02

Химиялық талдау нәтижелері бойынша зерттелетін сынамадағы темірдің мөлшері 44,21 %, марганец 2,20 % құрады. Бос жыныстың минералдары негізінен кварцпен және кальций оксидімен берілген. Фосфор және күкірт түріндегі зиянды қоспалардың мөлшері аз, бұл темірқұрамды концентраттарды алу үшін қолайлы фактор болып табылады.

Зерттелетін сынаманың гранулометриялық құрамы 2-кестеде келтірілген. Кендердің гранулометриялық құрамын анықтау үшін КСМ (ГОСТ 9758-86) елеуіш жинағы қолданылды, өлшемдері, мм: 40; 20; 10; 5; 2,5; 1,25; 0,63; 0,315 және 0,10 [2,3].

2-кесте – Ірілік класстары бойынша темір және марганецтің бөлінуі және гранулометриялық құрамы

Ірілік класы, мм	Шығым, %		Құрамы, %		Бөліну, %	
	жеке	жиынтық	Fe	Mn	Fe	Mn
50-20	45,30	45,30	40,98	4,28	39,79	70,76
20-10	18,84	64,14	47,71	1,71	19,27	11,76
10-5	13,20	77,34	51,74	1,29	14,64	6,21
5-2,5	7,41	84,75	54,03	1,20	8,58	3,25
2,5-1,25	5,36	90,11	56,20	1,12	6,46	2,19
1,25-0,63	3,31	93,42	56,55	1,37	4,01	1,65

0,63-0,315	2,52	95,94	55,42	1,40	2,99	1,30
0,315-0,10	2,18	98,12	53,05	1,83	2,48	1,46
0,10-0,0	1,88	100,0	44,06	2,07	1,78	1,42
Барлығы	100,0	-	46,65	2,74	100,0	100,0

Гранулометриялық құрамның нәтижесі көрсетіп отырғандай, ірі кластан ұсаққа қарай шығымы төмендеуде. Ірілік класы бойынша темірдің құрамы біркелкі емес сипатқа не және ірілік класы 50 – 20 мм 40,98 % – дан, ірілік класы 1,25-0,63 мм 56,55 %- ға дейін артады және іріліктің ең ұсақ класы 44,06 % - ға дейін төмендейді.

Ірілігі 50-5 мм жиынтық кластың шығымы 77,34 % құрайды, яғни металдың негізгі саны іріліктің осы класының құрамында, сәйкесінше 50-5 мм кластағы темір және марганецті шығымы 73,70 % және 88,73 % құрады.

Зерттелетін кен сынамасының ірілік кластарының әрқайсысы (50-20 мм, 20-10 мм, 10-5 мм, 5-2,5 мм, 2,5-1,25 мм және 1,25-0,63 мм) "М-45" (йодты барий мен йодты кадмийдің кешенді тұзы) ауыр сұйықтығының ерітінділерінде (кг/м³): 2750, 2750-2850, 2850-3000 және 3000 астам тығыздықтағы фракцияларға бөлінуге жіберілді [4]. Алынған фракциялар сұйықтық ерітінділерінен жуылды, кептірілді, өлшенді, ұсақталды және химиялық талдауға сынама алу үшін жіберілді. 0,63-0,315 мм, 0,315-0,10 мм және 0,10-0,0 мм ірілік кластары 3000 кг/м³ тығыздықта тек центрифуганы пайдалана отырып бөлінді, 3-кесте.

3-кесте – Металдардың бөліну сипаты

Бөліну тығыздығы, кг/м ³	Шығымы, %		Құрамы, %		Бөлінуі, %		Ірілік класы, мм
	клас бойынша	кен бойынша	Fe	Mn	Fe	Mn	
-2750	16,71	7,57	0,68	1,55	0,11	5,10	50-20
2750-2850	2,07	0,94	7,10	5,08	0,14	2,07	
2850-3000	2,22	1,01	13,34	11,42	0,30	5,01	
+3000	79,0	35,78	49,25	3,48	38,55	54,08	
Барлығы	100,0	45,30	39,46	3,37	39,10	66,26	
-2750	14,80	2,80	0,85	1,45	0,05	1,76	20-10
2750-2850	1,30	0,24	3,45	5,97	0,02	0,62	
2850-3000	1,67	0,31	11,33	9,62	0,08	1,29	
+3000	82,23	15,49	56,06	1,64	18,99	11,04	
Барлығы	100,0	18,84	46,45	1,80	19,14	14,71	
-2750	10,83	1,43	0,98	1,19	0,03	0,74	10-5
2750-2850	1,34	0,18	5,37	2,73	0,02	0,21	
2850-3000	1,48	0,19	12,25	5,81	0,05	0,48	
+3000	86,35	11,40	58,58	1,07	14,61	5,30	

3-кестенің жалғасы

Бөліну тығыздығы, кг/м ³	Шығымы, %		Құрамы, %		Бөлінуі, %		Ірілік кластары, мм
	Клас бойынша	Кен бойынша	Fe	Mn	Fe	Mn	
Барлығы	100,0	13,20	50,95	1,17	14,71	6,73	5-2,5
-2750	8,01	0,60	1,06	1,54	0,01	0,40	
2750-2850	1,12	0,08	5,68	2,56	0,01	0,09	
2850-3000	1,47	0,11	10,81	5,70	0,03	0,27	
+3000	89,40	6,62	59,99	0,95	8,69	2,73	
Барлығы	100,0	7,41	53,90	1,09	8,74	3,49	2,5-1,25
-2750	5,54	0,30	1,15	1,26	0,01	0,16	
2750-2850	1,08	0,06	6,20	2,68	0,01	0,07	
2850-3000	1,02	0,05	11,06	3,75	0,01	0,08	
+3000	92,36	4,95	60,75	0,91	6,58	1,96	
Барлығы	100,0	5,36	56,34	0,98	6,61	2,27	1,25-0,63
-2750	5,29	0,18	1,20	1,22	0,005	0,09	

2750-2850	1,00	0,03	5,84	4,78	0,005	0,06	
2850-3000	0,80	0,03	9,81	5,42	0,01	0,07	
+3000	92,91	3,07	61,15	1,18	4,10	1,58	
Барлығы	100,0	3,31	56,92	1,25	4,12	1,80	
бөлектену класы	-	6,58	52,58	1,73	7,58	4,74	0,63-0,0
Кен	-	100,0	45,71	2,31	100,0	100,0	50-0,0

3-кестеде ұсынылған фракциялық талдау нәтижелерін талдау:

-тығыздығы 3000 кг/м³-ден асатын фракциядағы темірдің мөлшері 50-20 мм класында, ең аз мөлшері 49,25 % - ке тең және 1,25-0,63 мм класында 61,15%- ға дейін өседі.

Бұл кен ірілігінің ұсақтығына қарай темір минералдарының толық ашылуын көрсетеді;

-тығыздығы 3000 кг/м³ артық фракциядағы темірдің құрамы ірілігі 20 мм-ден жоғары 55 % - дан асады, ал ірілігі 50-20 мм класында ол 49,25 % - ды құрады. 50-20 мм класты құрамында темір 55 %-дан асатын ауыр фракцияға үшін бөлінуде неғұрлым жоғары тығыздық қажет екенін дәлелдейді;

-гравитациялық әдістермен ірілігі 50-5 мм жиынтық класты байытқан жағдайда тығыздығы 3000 кг/м³ жоғары (концентратты) фракциялардың теориялық мүмкін болатын шығымы кенде 62,67 % (клас бойынша 81,03 %) құрайды, құрамында темір 52,63 % және марганец 2,59 %, темір 72,15 % және марганец 70,42 % алынады.

Бұл нәтижелермен неғұрлым жоғары құрамды ірі кластардағы темір концентраттарын алу үшін бөлудің неғұрлым жоғары тығыздық (кемінде 3200-3300 кг/м³) қажет екендігін көрсетеді, бұл ретте осы ірілік сыныптарын байыту кезінде бөлудің тығыздығы тек бөлектену машиналарында ғана қол жеткізуге болатынын атап өту қажет.

-5-0,63 мм ірілігі жиынтық класын байытқан жағдайда тығыздығы 3000 кг/м³ (концентратты) артық фракцияның теориялық мүмкін болатын шығымы кеннен 14,64 % (клас бойынша 91,04%) құрайды, онда құрамында темір 60,49 % және марганец 0,98 % және бөліну бойынша темір 19,37 %, марганец 6,27 % алынады, яғни ұсақ кластарды бөлектену әдісімен байыту кезінде бөлу тығыздығы 3000–3100 кг/м³ болғанда, темірдің бай концентраттарын алуға болады;

-іріліктің барлық кластарында 2750-2850 кг/м³ және 2850-3000 кг/м³ тығыздығы аралығындағы фракциялар бар, онда темірдің құрамы 5-тен 13 %-ға дейінгі шектерде болады. Осы фракциялардың шығуы да елеусіз екенін атап өту қажет. Мысалы, жиынтық класта 50-5 мм фракцияның шығымы кеннен 2,87 % құрады (клас бойынша 3,71 %) құрамында темір 9,68 %, ал 5-0,63 мм класында - кеннен 0,3% (клас бойынша 4,69 %), құрамында темір 8,56 %.

Мұндай темірдің құрамы кезінде, қарастырылатын тығыздық фракцияларында, олардың концентратты фракцияларға (тығыздығы 3000 кг/м³ артық) бөлінуі орынсыз, өйткені бұл алынатын темір концентраттарының сапасын едәуір төмендетеді. Осының негізінде тығыздығы 2750-2850 кг/м³ және 2850-3000 кг/м³ фракцияларды тығыздығы 2750 кг/м³ кем фракциямен бірге бөлу орынды деп айтуға болады.

Қорытынды:

Химиялық, гранулометриялық және фракциялық талдаулардың нәтижелері негізінде құрамында темір бар кеннің зерттелетін сынамасын гравитациялық-жеңіл байытылатын кендердің санатына жатқызуға болады. Бөлектену машиналарында айтарлықтай зерттеулер жүргізу белгіленді. 50–5 мм машиналық класс ауалы-золотисті бөлектену машинасында, ал 5–0,63 мм клас диафрагмалық бөлектену машинасында тордың астына түсірумен байыту жоспарлануда.

Әдебиеттер:

1. Студенцов В.В. Клец А. Вопросы теории и практики обогащения руд. /Кн. Горно-металлургический комплекс Республики Казахстан // Анализ, запасы, технологии. – Алматы: Информационно-аналитический центр геологии, экологии и природных ресурсов Республики Казахстан, 1997.
2. Митрофанов С.И. Исследование полезных ископаемых на обогатимость. – М.: Госгортехиздат, 1962.
3. Леонов С.Б., Белькова О.Н. Исследование полезных ископаемых на обогатимость. – М.: Интермет инжиниринг, 2001.
4. ГОСТ 4790-80. Метод фракционного анализа.-М.: Изд-во стандартов, 1980.

Р.С. Омар, Ш.А. Телков, И.Ю. Мотовилов*, И.Ю. Мотовилов
Изучение гравитационной обогатимости железосодержащей руды

Аннотация. В работе представлены результаты химических, гранулометрических и фракционных анализов железосодержащей руды.

Химическим анализом установлено, что в руде основными минералами пустой породы является кварц и оксид кальция, также отмечается низкое содержание вредных примесей в виде фосфора и серы, что является благоприятным фактором для получения железосодержащих концентратов.

Основная масса руды представлена классом крупности 50–5 мм, выход рудной мелочи незначителен, что является благоприятным фактором для применения гравитационных процессов обогащения и получения крупнокусковых концентратов.

Изучен фракционный состав на основании которого железосодержащую руду можно отнести к категории гравитационно легкообогатимой.

Фракционным анализом установлена необходимая плотность разделения для получения железосодержащих концентратов с содержанием железа не менее 55 %.

Ключевые слова. железо, марганец, гранулометрический состав, фракционный анализ, выход, содержание, извлечение.

Omar R.S., Telkov Sh.A., Motovilov I.Y.*., Motovilov I.Y.
Study of gravitational enrichment of iron ore

Annotation. The paper presents the results of chemical, granulometric and fractional analyses of iron ore.

Chemical analysis found that the main minerals in the ore are quartz and calcium oxide, and there is also a low content of harmful impurities in the form of phosphorus and sulfur, which is a favorable factor for obtaining iron-containing concentrates.

The bulk of the ore is represented by a fineness class of 50-5 mm, the yield of ore fines is insignificant, which is a favorable factor for the use of gravitational processes of enrichment and production of coarse concentrates.

The fractional composition on the basis of which the iron-containing ore can be classified as gravitationally easily rich has been studied.

Fractional analysis has established the necessary separation density for obtaining iron-containing concentrates with an iron content of at least 55 %.

Keyword. iron, manganese, granulometric composition, fractional analysis, yield, content, extraction.



SATBAYEV
UNIVERSITY

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. К.И. САТПАЕВА



СЕРТИФИКАТ

«САТПАЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ - 2020»

Секция: «Современное развитие технологий в обогащении полезных ископаемых и металлургии»

Авторы: ОМАР Р.С., ТЕЛКОВ Ш.А., МОТОВИЛОВ И.Ю.

Тема: «Темірқұрамды кендердің гравитациялық байытылуын зерттеу»

Директор ИМиПИ



Г.С. Турысбекова

"САТПАЕВ ОҚУЛАРЫ - 2021"

СӘТБАЕВ ОҚУЛАРЫНЫҢ

ЕҢБЕКТЕРІ

I Том

ТРУДЫ

САТПАЕВСКИХ ЧТЕНИЙ

"САТПАЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ - 2021"

Том I

PROCEEDINGS

SATPAYEV'S READINGS

"SATPAYEV READINGS - 2021"

I volume

Алматы 2021 Almaty

ТЕМІРҚҰРАМДЫ КЕНДЕРДІҢ ГРАВИТАЦИЯЛЫҚ БАЙЫТУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Жұмыста темірқұрамды кендерді отсадка әдісін қолдана отырып байытудың технологиялық схемасын жасау кезінде алынған нәтижелері көрсетілген.

Алынған зерттеу нәтижелерінің негізінде темірқұрамды кендерді өңдеудің гравитациялық технологиялық схемасы әзірленіп және өнеркәсіптік жағдайда пайдалануға ұсынылды: схема бастапқы кенді ірілігі 50 мм-ге дейін ұсақтаудан, -50 + 5 мм және -5 + 1,25 мм машинді кластарына елеуден және әрі қарай отсадкалы машиналарда байытуды қамтиды.

Ірілігі -50+5 мм машинді клас ауалы-золотисті отсадкалық бөлектену машинасында, ал -5 + 1,25 мм клас диафрагмалық отсадка машинасында елеуіштен өткізу арқылы жүзеге асырылды.

Зерттеулер нәтижесі бойынша ең оңтайлы алынған жалпы гравитациялық темірқұрамды концентраттың бағалы зат үлесі 56-57 % болып табылады.

Түйінді сөздер: темір, грануметриялық талдау, отсадка, шығым, құрамы, бөліп алу.

Қазіргі уақытта Үшкатын-III кен орнында негізінен гравитациялық технология бойынша бастапқы марганец кендері отсадка әдісін қолданылып өңделеді [1]. Алайда кен орындарын игеру процесінде темірқұрамды кендер де өндіріледі, оларды байыту кезінде гравитациялық процестерді пайдалана отырып, құрамында кемінде 55% темір бар темір концентраттарын алуға болады.

Концентраттың шығымы 46,63 %, темірдің үлесі 55,07 %, кен бойынша бөліп алу 57,82 % (1 кесте) құрайды. Осы ретте қалдықтардың шығымы 30,71 %, құрамында темір үлесі 20,85 %, ал бөліп алу 14,42 % құрайды.

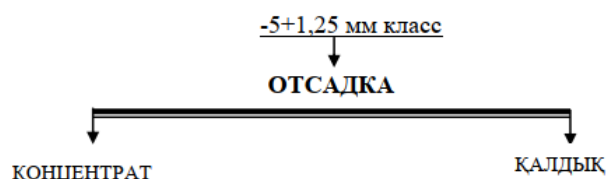
-50+5 мм клас отсадка концентратының химиялық құрамы 2-кестеде келтірілген.

2 Кесте – -50+5 мм клас отсадка концентратының химиялық құрамы

Құрамы, %						Тығызды к, кг/м ³
Fe	Mn	SiO ₂	CaO	P	S	
55,58	3,02	13,64	2,26	0,03	0,02	4480

Концентраттың химиялық құрамы-зиянды қоспалардың толықтай жоқтығын көрсетеді. Концентраттың орташа тығыздығы 4480 кг/м³ құрады.

Ұсақ класты -5+1,25 мм бөлектеу схема (3-сурет) бойынша жүзеге асырылды және мынадай оңтайлы параметрлер кезінде жүргізілді: пульсация жиілігі 180 кол/мин, жасанды төсеніштің биіктігі 20 мм, ауытқу амплитудасы 8 мм, меншікті өнімділігі 6 т/ч·м². Отсадка нәтижелері 3-кестеде келтірілген.



3 Сурет – -5+1,25 мм бөлектеу класының схемасы

3 Кесте – -5+1,25 мм бөлектеу класының нәтижелері

Өнімдер атауы	Шығым, %		Fe үлесі, %	Бөлінуі, %	
	Клас бойынша	Кен бойынша		Клас бойынша	Кен бойынша
Концентрат	81,44	10,40	64,10	95,02	15,01
Қалдық	18,56	2,37	14,74	4,98	0,79
Түсетін кен	100,0	12,77	54,94	100,0	15,80
Клас -50+5 мм	-	77,34	41,48	-	72,24
Клас - 1,25+0,0 мм	-	9,89	53,72	-	11,96
Кен	-	100,	44,41	-	100,0

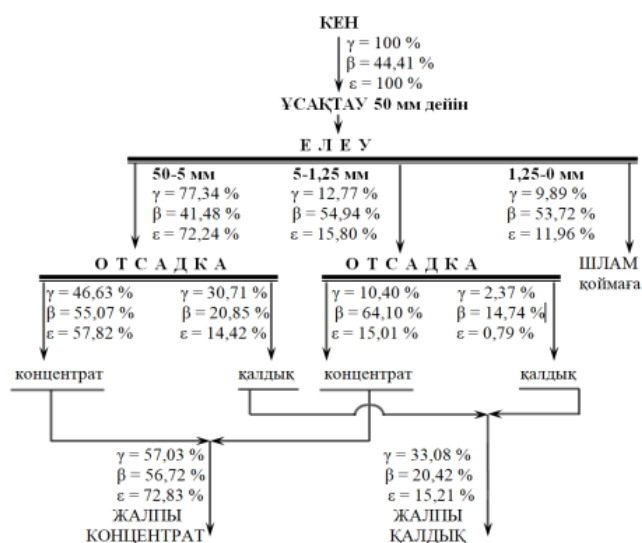
Концентраттың шығымы 10,40 %, темірдің үлесі 64,10 %, кен бойынша бөліп алу 15,01 % (3 кесте) құрайды. Осы ретте қалдықтардың шығымы 2,37 %, құрамында темір үлесі 14,74 %, ал бөліп алу 0,79 % құрайды.

– 5+1,25 мм клас отсадка концентратының химиялық құрамы 4-кестеде көрсетілген.

4 Кесте – -5+1,25 мм клас отсадка концентратының химиялық құрамы

Құрамы, %						Тығызды к, кг/м ³
Fe	Mn	SiO ₂	CaO	P	S	
64,40	0,93	9,26	1,96	0,03	0,02	4710

Үшкатын-III кен орнының темір кенінің гравитациялық байытылуын зерттеу негізінде және ірі және ұсақ кластарды бөлу жөніндегі зерттеулер нәтижелері 4-суретте келтіріліп, байытудың технологиялық схемасы әзірленіп, ұсынылды.



4 Сурет – Темірқұрамды кеннің технологиялық байыту схемасы

Байытудың ұсынылатын технологиялық схемасы бастапқы кенді ірілігі 50 мм-ге дейін екі сатыда ұсақтауды қамтиды. Ұсақталған кен үш ірілік класын: -50+5 мм, -5+1,25 мм және -1,25+0,0 мм құрай отырып, сулы елегіштен өткізіледі. -50+5 мм ірілік класының концентрат пен қалдықтарын бөлу ауалы-золотисті бөлектеу машинасында жүргізіледі. -5+1,25 мм ірілік класының концентрат пен қалдықтарын бөлу МОД типті диафрагмалық машинада жүргізіледі. Ірілік класы -1,25+0,0 мм (шламдар) отстойникке жиналады.

Ұсынылған технологиялық схема бойынша алынған Ұшқатын – III кен орнының темір кенін байыту бойынша оңтайлы технологиялық көрсеткіштер (4-сурет) 5-кестеде келтірілген.

5 Кесте – Технологиялық көрсеткіштер (металл балансы)

Өнімдер	Шығым, %	Құрамы, Fe, %	Бөліп алу, Fe, %
-50+5 мм отсадкa концентраты	46,63	55,07	57,82
-5+1,25 мм отсадкa концентраты	10,40	64,10	15,01
Жалпы концентрат	57,03	56,72	72,83
-50+5 мм отсадкa қалды	30,71	20,85	14,42
-5+1,25 мм отсадкa қалды	2,37	14,74	0,79
Жалпы қалдықтар	33,08	20,42	15,21
Шламдар -1,25+0,0 мм	9,89	53,72	11,96
Кен	100,0	44,41	100,0

Ірілігі 50-1,25 мм класының біріктірілген темір концентратының химиялық құрамы 6-кестеде келтірілген.

6 Кесте – Біріктірілген концентраттың химиялық құрамы

Құрамы, %						Тығыздық, кг/м ³
Fe	Mn	SiO ₂	CaO	P	S	
56,4	2,25	10,15	2,10	0,03	0,02	4500

Қорытынды:

- 50+5 мм және -5+1,25 мм сыныпты тұндыру арқылы байыту бойынша жүргізілген зерттеулер жоғары сапалы темір концентраттарын алу мүмкіндігін дәлелдеді.

Зерттеу нәтижелері негізінде Үшкатын – III кен орнының темір кенін байытудың технологиялық схемасы әзірленді, оған кеңклассификациялық ірілік -50+5 мм және -5+1,25 мм кластарының бөлектеу кіреді.

Әзірленген технологиялық схема бойынша оңтайлы көрсеткіштер анықталды: темір концентратының жалпы шығымы 57,03% құрады, құрамында темір үлесі 56,72%, жалпы темір концентратын бөліп алу кезінде 72,83 % құрайды.

Әдебиеттер

1. Студенцов В.В. Клец А. Вопросы теории и практики обогащения руд. /Кн. Горно-металлургический комплекс Республики Казахстан // Анализ, запасы, технологии. – Алматы: Информационно-аналитический центр геологии, экологии и природных ресурсов Республики Казахстан, 1997.

2. Омар Р.С., Телков Ш.А., Мотовилов И.Ю. Темір құрамды кендердің гравитациялық байытылуын зерттеу // Сатпаевские чтения 2020 – Алматы: КазННТУ имени К.И. Сатпаева, 2020. – С. 534-538

3. Митрофанов С.И. Исследование полезных ископаемых на обогатимость. – М.: Госгортехиздат, 1962.

4. Леонов С.Б., Белькова О.Н. Исследование полезных ископаемых на обогатимость. - М.: Интермет инжиниринг, 2001.

¹Р.С. Омар, ¹Ш.А. Телков, ¹И.Ю. Мотовилов

Разработка гравитационной технологии обогащения железосодержащей руды

Аннотация. В работе представлены результаты полученные при разработке технологической схемы обогащения железосодержащей руды с использованием процесса отсадки.

На основании полученных результатов исследований разработана и рекомендована к использованию в промышленных условиях гравитационная технологическая схема переработки железосодержащей руды, включающая в себя грохочение дробленной до 50 мм исходной руды на машинные классы крупностью -50 + 5 мм, -5 + 1,25 мм с дальнейшим их обогащением на отсадочных машинах.

Результатами исследований установлено, что наиболее оптимальным вариантом является получение общего гравитационного железосодержащего концентрата с содержанием железа порядка 56-57 %.

Ключевые слова: железо, гранулометрический анализ, отсадка, выход, содержание, извлечение.

R.S. Omar, Sh.A. Telkov, I.Y. Motovilov

Development of gravitational technology for concentration of iron-bearing ore

Annotation. The paper presents the results of the development of a technological scheme for the concentration of iron-bearing ore using the jigging process. Based on the obtained research results, a gravity technological scheme for processing iron-containing ore was developed and recommended for use in industrial conditions, including screening of the initial ore crushed to 50 mm into machine classes with a size of -50 + 5 mm, -5 + 1.25 mm with their further enrichment on jigging machines.

The results of the research found that the most optimal option is to obtain a total gravity iron-containing concentrate with an iron content of about 56-57 %.

Key words: iron, granulometric analysis, jigging, yield, content, extraction.



КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. К.И. САТПАЕВА

САТБАЕВ
УНИВЕРСИТЕТІ



SATBAYEV
UNIVERSITY

СЕРТИФИКАТ

«САТПАЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ - 2021»

Секция: «Современное развитие технологий в обогащении полезных ископаемых и металлургии»

Авторы: ОМАР Р.С., ТЕЛКОВ Ш.А., МОТОВИЛОВ И.Ю.

Тема: Темірқұрамды кендердің гравитациялық байыту технологиясын зерттеу

Директор института МиПИ

К.К. Елемесов

Протокол анализа Отчета подобия

заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

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

Автор: Омар Рақымжан Сұлтанбекулы

Название: Үшқатын-III кен орнының темір кенінің байытылуын зерттеу

Координатор: Игорь Мотовилов

Коэффициент подобия 1:0

Коэффициент подобия 2:0

Замена букв:5

Интервалы:3

Микропробелы:0

Белые знаки:0

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

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

Обоснование:

Работа не содержит признаков плагиата.

Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

Магистерская диссертация Омар Р.С. является самостоятель-
ной работой. Заимствования являются добросовестными и
не нарушают признаков плагиата.

Дата 11-06-2021

з.в. к.ф. Мисире Бурмискинова

Подпись заведующего кафедрой

начальника структурного подразделения

Протокол анализа Отчета подобию Научным руководителем

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

Автор: Омар Рақымжан Сұлтанбекұлы

Название: Үшқатын-III кен орнының темір кенінің байытылуын зерттеу

Координатор: Игорь Мотовилов

Коэффициент подобию 1:0

Коэффициент подобию 2:0

Замена букв:5

Интервалы:3

Микропробелы:0

Белые знаки: 0

После анализа Отчета подобию констатирую следующее:

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

Обоснование:

заимствования добросовестные, допускаю к защите

10.06.2021

Дата

Мисире Бурмискинова

Подпись Научного руководителя

**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ
ПІКІРІ**

Омар Рахымжан Сұлтанбекұлының
магистрлік диссертациясына

7M07223-Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту
Мамандығы бойынша

Тақырыбы: Үшқатын-III кен орнының темір кенінің байытылуын зерттеу

Магистрлік диссертацияда темір кендерінің шикізат базасына және оларды Қазақстан Республикасында және шет елдерде өңдеу технологияларына әдеби шолу қажетті көлемде жүргізілді. Зерттеу тапсырмаларын сауатты тұжырымдау аяқталды.

Жұмыс кеннің химиялық, гранулометриялық және фракциялық құрамы зерттелді. Зерттелген кеннің гранулометриялық және фракциялық құрамының нәтижелері бойынша олардың гравитациялық концентрациясының машиндік кластары анықталды.

Алынған ақпараттар негізінде отсадка процесін пайдалана отырып, ірілігі -50+5 мм, -5+1,25 мм машиндік кластарын байыту бойынша зерттеулер жүргізілді.

Магистрлік диссертацияның өзектілігі мен маңыздылығы құрамында кемінде 55 % темір бар концентрат ала отырып, Үшқатын-III кен орнының гематит кендерін байытудың гравитациялық технологиясын әзірлеуден тұрады.

Сонымен қатар, магистрлік диссертацияда қолданылатын зерттеу әдістері, яғни отсадка эксперименттерін жасау, оқу процесінде студенттердің зерттеу дағдыларын дамыту үшін қолдануға болатындығын атап өтуге болады.

Магистрлік диссертацияда қойылған барлық мәселелер толығымен шешілді және осы магистрлік диссертация негізінде ғылыми-зерттеу жұмысы аяқталды деп санауға болады.

Жұмыстың негізгі нәтижелері ғылыми журналдарда жарияланған.

Осылайша, магистрант Омар Рахымжан Сұлтанбекұлының магистрлік диссертациясы белгіленген талаптарға сәйкес келеді, автор «өте жақсы» - 95% бағасына және оған 7M07223– "Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту"мамандығы бойынша магистр дәрежесін беруге лайық.

Ғылыми жетекшісі
Ассистент профессор, доктор PhD
«10» маусым 2021 г.



Мотовилов И.И.

РЕЦЕНЗИЯ

Омар Рахымжан Сұлтанбекұлының
магистрлік диссертациясына

7M07223-Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту
Мамандығы бойынша

Тақырыбына: Үшқатын-III кен орнының темір кенінің байытылуын зерттеу

Орындалды:

- а) 12 слайдтағы графикалық бөлім
- б) 48 беттен тұратын түсіндірме жазба

ДИССЕРТАЦИЯНЫҢ СИПАТТАМАСЫ:

Қазақстан Республикасының минералдық-шикізат базасы темір кені шикізатының әртүрлі түрлерімен ұсынылған. Темір кені шикізатының едәуір бөлігі магнетит кендерінен тұрады, онда пайдалы компоненттер жақсы магниттік қасиеті бар магнетиттер болып табылады. Бұл кендерді өңдеу технологиясы жақсы зерттелген және Қазақстан Республикасы мен әлемдегі тау-кен байыту кәсіпорындарында тиімді пайдаланылады.

Алайда, магнетит кендерімен қатар, барлық кен орындарында мартит-гематит және гематит-магнетит кендері бар, олардың қоры жүздеген миллион тоннаны құрайды. Пайдалы минералдардың физикалық қасиеттеріне байланысты бұл кендер тек гравитациялық процестерді қолдана отырып байытылуы мүмкін. Қазіргі уақытта олар технологиялық схемаларды қолдана отырып өңделуде, онда байытудың негізгі операциясы 5-10 мм іріліктің жоғарғы шегінде ұсақ түйіршікті отсадкалау болып табылады. Пайдаланылатын технологиялар бойынша осы іріліктегі кендерді байыту үшін ұсақтау мен ұнтақтаудың көпстадиалды схемаларын қолдану қажет. Бұл кен дайындау процестері энергияны көп қажет етеді және қайта өңдеу процестері өзіндік құнының негізгі бөлігін құрайды.

Магистрлік диссертацияда ірі кесекті отсадка процесін қолдана отырып, кендердің осы түрлерін өңдеу мүмкіндігін зерттеу үшін Үшқатын-III кен орнының гематит кендерінің гравитациялық байытылымдығына зерттеулер жүргізілді.

Магистрлік диссертацияда қажетті көлемде Қазақстанда және ТМД елдерінде темір кендерінің кен орындарын өнеркәсіптік игеру жағдайына және оларды қайта өңдеу технологияларына шолу жасалды.

Зерттеу талаптарын сауатты тұжырымдау жүзеге асырылды.

Кеннің химиялық, гранулометриялық және фракциялық құрамы зерттелді. Зерттеу барысында құрамында темірдің жоғары мөлшерін алу үшін ауыр концентратты фракцияларға қажетті бөлу тығыздығы анықталды.

Алынған нәтижелер магистрантқа әртүрлі ірілік кластарына отсадка бойынша ғылыми зерттеулер жүргізуге және байытудың оңтайлы технологияларын жасауға мүмкіндік берді.

Магистрлік диссертацияның артықшылығы - кен дайындаудың қымбат операцияларын (ұсақтау және ұнтақтау) қоспағанда, гематитті кенді өңдеу технологиясын едәуір жеңілдететін, ірі кесекті кең ауқымды отсадканы қолданумен байланысты,

Магистрлік диссертацияның нәтижелері екі ғылыми-практикалық конференцияда тексерілді:

- Сәтбаев оқуларының еңбектері «Пайдалы қазбаларды байыту және металлургия технологиясының заманауи дамуы», Алматы, 2020.

- Сәтбаев оқуларының еңбектері «Пайдалы қазбаларды байыту және металлургия технологиясының заманауи дамуы», Алматы, 2021.

Рецензияланатын магистрлік диссертацияда пайдаланылған әдістемелер, атап айтқанда фракциялық талдау жүргізу әдістемесі студенттерде зерттеу жұмысының дағдыларын дамыту үшін оқу процесінде тікелей пайдаланылуы мүмкін.

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУЛЕР

Магистрлік диссертацияға бірқатар ескертулер бар:

1) Жұмысты Анри-Рейнгард типіндегі гравитациялық байыту қисықтарын салу арқылы толықтыруға болады.

ЖҰМЫСТЫ БАҒАЛАУ

Осы диссертациялық жұмыста жүргізілген зерттеулер, зерттеу жұмысының осы түріне ұсынылған, яғни құрамында темірі бар шикізатты өңдеу саласындағы жақсы жетістіктермен салыстыруға болады, 92 %-ға «өте жақсы» деп бағалануына және авторға магистр дәрежесін беруге лайық деп санаймын.

Рецензент

«ҚР МШКУ ҰО» РМК филиалы
«Қазмеханобр» мемлекеттік
өнеркәсіптік экология ғылыми-
өндірістік бірлестігінің аға ғылыми
қызметкері, PhD докторы



Сурымбаев
Бауыржан Нұржанұлы

«10» маусым 2021 ж.

