

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

“Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті”
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

Ермағамбетова Қымбат Махсутбекқызы

Фракциялық талдаумен көмірдің гравитациялық байытылуын зерттеу

Дипломдық жобаға

ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

6В07203 – «Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту»

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

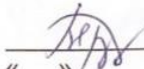
“Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті”
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ө.А.Байқоңыров атындағы тау-кен металлургия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
НАО «КазНУТУ им.К.И.Сатпаева»
Горно-металлургический институт
им. О.А. Байқоңурова

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
МжПҚБ кафедра менгерушісі
техн. ғыл. канд.

 М.Б. Барменшинова
«__» ____ 2023 ж.

Дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

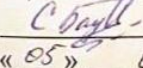
Тақырыбы: «Фракциялық талдаумен көмірдің гравитациялық байытылуын
зерттеу»

6B07203 – «Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту» білім беру
бағдарламасы бойынша

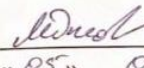
Орындаған

Ермағабетова Қымбат
Махсутбекқызы
Арыстан Асқан Ерболұлы

Рецензент
Аға ғылыми қызметкер, PhD докторы,
«ҚР МШКҚӨ ҰО» РМК филиалы
«Қазмеханообр» МӨӘҒӨБ

 Б.Н. Сурымбаев
«05» 06 2023 ж.

Ғылыми жетекші
Қауымдастырылған профессор,
PhD доктор

 И. Ю. Мотовилов
«05» 06 2023 ж.

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

“Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті”
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ө.А. Байқоңыров атындағы тау-кен металлургия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

6B07203 – «Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту»



М.В. Барменшинова
« » 202 г.

Дипломдық жоба орындауға ТАПСЫРМА

Білім алушы: Ермагамбетова Қымбат Махсұтбекқызы

Тақырыбы: Фракциялық талдаумен көмірдің гравитациялық байытылуын зерттеу

Университет ректорының 2022 ж «23» қараша №408 -б бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: 2023 жылғы «25» мамыр

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: Диплом алдындағы тәжірибеден алынған мәліметтер

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Көмірді байыту әдістері

б) Көмірдің фракциялық талдауы

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс): жұмыс презентациясының

10 слайдтары ұсынылды

Ұсынылған негізгі әдебиеттер тізімі:

1) Адамов Э. В. Основы проектирования обогатительных фабрик. – М.: Изд. Дом МИСиС, 2012. – 647 с.

2) Справочник по обогащению руд. Подготовительные процессы. Изд. 2-е, переработанное и дополненное – М.: Недра, 1982

Дипломдық жобаны дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшілер мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Технологиялық схеманы негіздеу және есептеу	07.02.2023	<i>И.Ю. Мотов</i>
Жабдықты таңдау және есептеу	07.03.2023	<i>И.Ю. Мотов</i>
Сызбаларды әзірлеу	08.04.2023	<i>И.Ю. Мотов</i>
Түсіндірме жазбаны рәсімдеу	20.05.2023	<i>И.Ю. Мотов</i>

Аяқталған дипломдық жұмыс бөлімдеріне кеңесшілер мен норма бақылаушының қойған қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Технологиялық бөлім	Мотовилов И.Ю., PhD докторы		<i>И.Ю. Мотов</i>
Норма бақылаушы	Таймасова А.Н., техника ғылымдарының магистрі	06.06.2023	<i>Таймасова А.Н.</i>

Ғылыми жетекші

И.Ю. Мотов

Мотовилов И.Ю.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы

Ермагамбетова Қ.М.

Ермагамбетова Қ.М.

Күні және қолы

« _____ » 202__ ж.

АНДАТПА

Көмірді байытудың мақсаты оның сапасын жақсарту болып табылады. Бұл жағдайда бастапқы көмір байытылмаған көмірге қарағанда техникалық-экономикалық тиімділігі жоғары халық шаруашылығында қолданылатын екі немесе бірнеше өнімге бөлінеді.

Көмірді байыту механикалық өңдеу арқылы жүзеге асырылады және жанғыш отын массасының химиялық құрамының өзгеруіне байланысты емес.

Көмірді механикалық байыту процесінде әдетте келесі соңғы өнімдер алынады: концентрат-ең көп өнім жанғыш массаның мөлшері, көмір мен тау жыныстарының ең көп мөлшері бар аралық өнім, бұл үйінді өнім. Ылғал байыту кезінде, аталған өнімдерден басқа, шлам да алынады, яғни. жуғыш Судан бөлінген ұсақ көмір.

Энергетикалық көмірдің күлінің азаюымен олардың жану жылуы және бу қазандықтарының к. п. д. артады. Энергетикалық көмірді пештерде жағуға және оларды алыс қашықтыққа тасымалдауға арналған жағдайларда байыту әсіресе тиімді.

Көмірді байыту үшін ең көп таралған гравитациялық байыту процестері болды, олар су немесе ауа ортасындағы көмір мен тау жыныстарының тығыздығы, үлкендігі мен қозғалыс жылдамдығының айырмашылығына негізделген.

Тақырыпта баяндалған дипломдық жобаның негізінде фракциялық талдау әдісімен гравитациялық байытуды, Шұбаркөл кен орнының қатардағы көмірін зерттеу болды.

АННОТАЦИЯ

Целью обогащения угля является улучшение его качества. При этом исходный уголь разделяется на два или несколько продуктов, которые используются в народном хозяйстве с большей технико-экономической эффективностью, чем необогащенный уголь.

Обогащение угля осуществляется путем механической обработкой и не связано с каким-либо изменением химического состава горючей массы топлива.

В процессе механического обогащения углей обычно получают следующие конечные продукты: концентрат – продукт с наибольшим содержанием горючей массы, промежуточный продукт с наибольшим содержанием сростков угля и породы, которая является отвальным продуктом. При мокром обогащении, помимо перечисленных продуктов, получается также шлам, т.е. мелкий уголь, выделенный из мочной воды.

С уменьшением зольности энергетических углей, увеличивается их теплота сгорания и к. п. д. паровых котлов. Особенно выгодно обогащать энергетические угли в тех случаях, когда они предназначены для сжигания в топках и дальней их транспортировки.

Наибольшее распространение, для обогащения углей, получили гравитационные процессы обогащения, которые основаны на различии плотности, крупности и скорости движения кусков угля и породы в водной или воздушной среде.

На основании изложенного темой дипломного проекта являлось изучение гравитационной обогатимости методом фракционного анализа, рядового угля Шубаркольского месторождения.

ANNOTATION

The purpose of coal enrichment is to improve its quality. At the same time, the source coal is divided into two or more products that are used in the national economy with greater technical and economic efficiency than unenforced coal.

Coal enrichment is carried out by mechanical processing and is not associated with any change in the chemical composition of the combustible fuel mass.

In the process of mechanical enrichment of coals, the following end products are usually obtained: concentrate – a product with the highest content of combustible mass, an intermediate product with the highest content of coal aggregates and rock, which is a dump product. With wet

enrichment, in addition to the listed products, sludge is also obtained, i.e. fine coal isolated from washing water.

With a decrease in the ash content of energy coals, their heat of combustion and efficiency of steam boilers increases. It is especially advantageous to enrich energy coals in cases where they are intended for combustion in furnaces and their long-distance transportation.

Gravitational enrichment processes, which are based on the difference in density, size and speed of movement of pieces of coal and rock in water or air, have become the most widespread for coal enrichment.

On the basis of the stated topic of the diploma project was the study of gravitational enrichment by fractional analysis of ordinary coal from the Shubarkol deposit.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	8
1 Жалпы бөлім	10
1.1 Көмірдің фракциялық құрамы	10
1.2 Көмірді байыту әдістері	11
1.3 Көмірдің қасиеттері	14
2 Зерттеу әдістемесі	15
2.1 Көмірді гранулометриялық талдау	15
2.2 Фракциялық талдау және гравитациялық байыту	15
2.3 Талдауларды орындау	17
3 Эксперименттік бөлім	19
3.1 Шұбаркөл кен орнының көмір сынамасын фракциялық талдау	19
3.1.1 Көмір сынамасын зерттеуге дайындау	19
3.2 “Шұбаркөл” көмір кенін електі талдау	20
3.3 “Шұбаркөл” көмір кенінің фракциялық талдауы	21
3.4 “Шұбаркөл” көмір сынамасының гравитациялық байытылуы	23
Қорытынды	30
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	31

КІРІСПЕ

Техника мен экономиканың одан әрі дамуымен "пайдалы қазбалар" және "тау жыныстары" ұғымдары белгілі бір дәрежеде шартты болады, өйткені өндірілген шикізатты кешенді пайдалану оның құрамына кіретін барлық компоненттерді өнеркәсіптік пайдалануды көздейді.

Көмірді байыту концентратының шығымы мен оның құрамындағы жанғыш массаның мөлшері қазіргі заманғы технология мен технологияның дамуымен оны үнемді пайдалануды қамтамасыз еткен жағдайда ғана экономикалық тұрғыдан тиімді болады. Байытылған көмірді пайдаланудың жалпы әсері оны байытылмаған күйінде қолданғаннан кем болмауы керек. Егер ол байытылған көмірге қарағанда аз болса бұл айырмашылықты өтеу үшін қосымша көмір өндіру қажет.

Әр түрлі маркалы және ірі көмірді байыту технологиясы көмір және тау жыныстарына тән физикалық және физикалық-химиялық қасиеттерді қолдануға негізделген.

Көмірді байыту бойынша зерттеулер бірнеше кезеңнен тұрады.

Бірінші кезеңде гранулометриялық құрамы, ірі класс компоненттерінің құрамы (көмір, тау жынысы, өсінділер) және көмірдің фракциялық құрамы зерттеледі.

Екінші кезеңде шөгінділердің ашылу дәрежесі, шламдардың флотациялануы, флотациялық концентраттардың сүзілгіштігі, шламның тұндырылуы, флотация қалдықтарының флокуляциялануы және байыту өнімдерінің, ластанған және техникалық судың басқа да қасиеттері зерттеледі.

Зерттеудің үшінші кезеңіне алынған деректерді өңдеу, оларды зерттеу, байыту өнімдерінің теориялық және күтілетін баланстарын құру, технологиялық схеманы әзірлеу, жабдықты таңдау, берілген сападағы соңғы өнімдерді алуды қамтамасыз ететін ұтымды режимдер және есеп беру кіреді.

Кең мағынада байытуға арналған көмірді кез-келген ережелермен қатаң реттеуге болмайды, өйткені әр түрлі маркалы көмір, шахтопласт және бассейндер әр түрлі қасиеттерге ие және әр жағдайда жеке зерттеуді қажет етеді.

Көмірдің басты технологиялық көрсеткіштері – ұшпа заттардың шығымы, біріккіштігі, күлділігі. Көмір – бағалы металлургиялық және химиялық өнеркәсіп шикізаты, отын ретінде кеңінен пайдаланылады, бітімі қабатты, түйіршікті, құрылымы біртекті және жолақты, түсі қоңырдан сұр қараға дейін, күңгірттен металл түске дейін жылтырайды. Көмір көп таралған пайдалы қазба. Қазақстанда аса ірі көмір кендері Қарағанды, Екібастұз көмір алаптарында орналасқан.

Қазақстанда тас және қоңыр көмірдің мол қорлары бар. Республикада 200-ге жуық көмір кен орны барланған. Қазақстан көмірінің жалпы геологиялық қоры 164,4 млрд. тонна шамасында бағаланады, оның ішінде: тас көмір 17,6 млрд. тонна, қоңыр көмір 92,8 млрд. тонна. Барланған қорлар 60 млрд. тонна шамасында, баланстан тыс қорлар 19,3 млрд. тонна.

Көмір гравитациялық және флотациялық әдістермен байытылады. Ірілігі 300 м-ге дейін ұсатылған көмір көбінде үш классқа бөлінеді. -300+10, -10+0,5 және -0.5+0. Ең ірі класс ауыр ортада байытылады. Ортаңғы класс отсадкалаумен, ұсақ флотация әдісімен байытылады.

Қазіргі таңда көмір, металлургия саласына аса қажетті шикізат болып табылады, ал көмірге деген сұраныстың жылдан жылға артуы, көмірді байыту және өндіру саласына арнайы зерттеулерді қажет етеді. Соған байланысты біздің дипломдық жобамызда, біз «Фракциялық талдаумен көмірдің гравитациялық байытылуын зерттеу» жұмыстарын жүргіздік.

1 Жалпы бөлім

1.1 Көмірдің фракциялық құрамы

Көмірдің фракциялық құрамы деп көмір күлінің тығыздық фракцияларына сандық таралуын сипаттайды. Көмірдің күлі олардың тығыздығына шамамен пропорционалды түрде бөлінеді. Егер біз көмірді тығыздығы бойынша бірқатар фракцияларға бөлетін болсақ, онда ең үлкен тығыздықтағы фракцияда ең көп күл болады, тығыздығы төмен фракцияда - күл бойынша шөгінділер мен оларға жақын бөлшектер, төмен тығыздықтағы фракцияда - күлділік бойынша ең таза көмір болады.

Күлдің тығыздық фракциялары бойынша таралуы бастапқы көмірді байыту өнімдеріне бөлу мүмкіндігін бағалауға мүмкіндік береді.

Фракцияларға бөлу нәтижелері гравитациялық байытудың өнеркәсіптік нәтижелерін салыстыратын эталон ретінде қызмет етеді. Сонымен қатар, фракциялық талдау деректері көмір байыту зауыттарын жобалау кезінде байыту нәтижелерін есептеу үшін негіз болатын байыту өнімдерінің теориялық балансын жасауға мүмкіндік береді. Көмірдің фракциялық құрамы фракциялық талдау арқылы анықталады.

Фракциялық талдау жүргізу тәртібі ГОСТ 4790 7 75 бойынша бекітілген. Сынамаларды стратификациялау жүргізілетін орта ретінде көмірлер мен байыту өнімдерінің тығыздығы бойынша ауыр бейорганикалық сұйықтықтар қолданылады: мырыш хлориді ($ZnCl_2$) және кальций хлориді ($CaCl_2$) ерітіндісі.

Көмірді әр түрлі тығыздықтағы фракцияларға бөлу әр түрлі тығыздықтағы ауыр сұйықтықпен ($ZnCl_2$) толтырылған арнайы бөшкелерде жасалады.

Фракциялық талдауға арналған сынамадан мөлшері осы сыныптағы бөлшектердің мөлшерінен аз бөлшектер алынады, содан кейін 10 кг-нан аспайтын бөліктерде көмір торлы түбі бар резервуарға салынады. Көмір цистернасы алдымен тығыздығы ең аз ауыр сұйықтыққа батырылады, мысалы 1300 кг/м^3 . Сұйықтыққа батырылған өнім мұқият араластырылады, содан кейін 1-5 минут ішінде бөлінеді (қабыршақталатын материалдың көлеміне байланысты). Тығыздығы төмен қалқып шыққан фракцияны ауыр сұйықтықтың қалдықтарын ағызу үшін торлы шөмішпен алады да және сеткалы түбі бар ыдысқа салады.

Осылайша алынған көмір фракциясы 2-3 минут ішінде сумен жуылады, $50-55^\circ\text{C}$ температурада ауа-құрғақ күйге дейін кептіріледі, 5 г дәлдікпен өлшенеді және күкірт пен қажет болған жағдайда күкірт құрамына сынамалар алынады.

Қалқымаға қарағанда тығыздығы жоғары көмірдің тұндырылған бөлігі торлы резервуармен бірге ыдыстан шығарылады және ерітінді қалдықтары ағып кеткеннен кейін оны тығыздығы жоғарырақ сұйықтықпен толтырылған келесі резервуарға батырады (мысалы, 1400 кг/м^3). Қабыршақтанатын өнімнің қалқымалы фракциясы алынып тасталады, жуылады және кептіріледі, ал

тұндырылған бөлігі торлы резервуармен бірге сұйықтық ағызылғаннан кейін тығыздығы жоғары мырыш хлориді ерітіндісімен толтырылған келесі резервуарға батырылады (мысалы, 1500 кг/м^3).

Соңғы ең тығыз сұйықтықта (көмірлер үшін 1800 кг/м^3 және антрациттер үшін 2000 кг/м^3) екі фракция пайда болады, яғни қалқып шығады және батып кетеді, олар тағы да солай өңделеді.

Көлемі 1 мм-ден аз көмірдің фракциялық талдауы тез айналатын металл гильзалары бар зертханалық центрифугада жүргізіледі. Бұл гильзаларға қажетті тығыздықтағы ауыр сұйықтықпен толтырылған шыны түтіктер салынған.

Көлемі 1мм-ден аз және салмағы 80 г көмір сынамасы төрт бөлікке бөлінеді, олардың әрқайсысы бөлек түтікке салынады. Сол түтіктерге $80\text{-}90\text{см}^3$ ауыр сұйықтық құйылады және олардың ішіндегілер көмір толығымен суланғанша мұқият араластырылады. Содан кейін әр түтік өлшенеді, олардың массасы бірдей тығыздықтағы сұйықтықты қосу арқылы теңестіріледі. Түтіктер құрамындағы заттармен бірге гильзаларға салынады содан кейін центрифуга 3000 айн/мин айналу жиілігінде 5 минутқа қосылады.

Алынған фракциялар (қалқымалы және батып кеткен) кептіріліп, 0,01 г дәлдікпен өлшенеді.

Алынған өнімдерді өлшеу нәтижесінде әр фракцияның шығымы бастапқы сынаманың массасының пайызымен және қарапайым көмірден есептеледі, содан кейін олардың күлділігі анықталады. Көмірдің кез-келген класының стратификациясының нәтижелері 1-кесте түрінде жасалады.

1.2 Көмірді байыту әдістері

Өндірілген көмірдің көптеген қоспалары бар, өйткені ол минералды жыныстарда кездеседі. Қоспалар көмірдің сапасын төмендетеді, жанған кезде төмен температура береді. Көмірді осындай қоспалардан тазарту үшін арнайы кәсіпорындарда байыту немесе тазарту жүргізіледі. Бұл процесс кезінде минералды компоненттердің мөлшері азаяды, сонымен қатар көмір дән мөлшері бойынша сорттарға бөлінеді. Осыдан кейін ғана ол соңғы тұтынушыға келеді.

Көмірді дымқыл және құрғақ байытудың негізгі әдістері бар: гравитациялық, флотациялық, магниттік, электрлік және арнайы.

Байыту процестерін таңдау бастапқы шикізаттың сапалық сипаттамасына, байыту технологиясы мен технологиясының қалыптасқан даму тенденцияларына байланысты.

Гравитациялық байыту - бұл бір минералдың екіншісінен бөлінуі олардың ауырлық күшімен және басқа (бір немесе бірнеше) күштермен салыстырмалы қозғалысына байланысты болатын физикалық процесс.

Бұл әдіске келесі процестер жатады: ауыр ортада байыту(сұйықтықтар мен суспензиялар); шөгу; көлбеу жазықтықта ағып жатқан су ағынында

байыту (концентрациялық столдар); ортадан тепкіш өрісте байыту; қарсы ағынды бөлу және т. б.

Гравитациялық байытудың барлық әдістері негізінен қамтамасыз етеді, 1 т өнімге қарағанда төмен пайдалану шығындары флотация және әдетте аз орнату қуатын қажет етеді. Гравитациялық байытуда құны (флотация үшін) үздіксіз өсетін қымбат реагенттер қолданылмайды.

Гравитациялық байыту процестерінің артықшылықтары: байыту машиналарының жоғары өнімділігі, өндірістік кешеннің қарапайымдылығы, салыстырмалы түрде арзан және минералды қоспаларды бөлудің жоғары тиімділігі.

Гравитациялық байыту жүзеге асырылатын орта ретінде ылғалды жағдайда қолданылады су және ауыр суспензия, құрғақ ауада.

Флотациялық байыту әдістері минералдардың табиғи немесе реагенттер шығаратын сулану қабілетіндегі айырмашылықтарды қолдануға негізделген. Флотация әдістері ең әмбебап болып табылады және көптеген пайдалы қазбаларды өңдеудің негізгі әдістеріне жатады.

Көмірді байытуда көбікті флотация әдісі кең таралған, мұнда целлюлозаға енгізілген ауа көпіршіктеріне жабысатын көмірдің гидрофобты бөлшегі ауамен бірге жойылады, ал тау жыныстарының гидрофильді бөлшектері сумен суланып, целлюлозада қалады.

Флотация кезінде көмірдің және жыныстың әр түрлі бөлшектерінің сумен селективті сулануы маңызды. Сумен жақсы суланған бөлшектер гидрофильді, суланбаған немесе нашар суланған – гидрофобты деп аталады. Көмірдегі минералды қоспалар (сазды заттар, кварц, шифер, кальцит және басқа минералдар) гидрофильді, ал Органикалық шыққан көмір бөлшектері гидрофобты. Бұл жағдайда көмірдің гидрофобтылық дәрежесінің теңсіздігін ескеру қажет. Атап айтқанда, қоңыр көмірлер оңай суланатындықтан, оларды флотация әдісімен байыту мүмкін емес.

Жабысу күші бөлшек бетінің гидрофобтылық дәрежесіне, көпіршіктің мөлшеріне және целлюлозаның тығыздығына байланысты. Кішкентай ауа көпіршіктерімен флотация процесі тиімдірек жүреді. Бұл ылғалдандыру периметрінің жалпы ұзындығының ұлғаюына байланысты, бұл көпіршіктің жабысу беріктігін арттыруға көмектеседі. Целлюлозаның ауа көпіршіктерімен қанығуы көмірді сәтті флотациялау үшін де маңызды.

Флотация процесі флотациялық машиналарда жасалады, олар целлюлозаның аэрация әдісіне байланысты механикалық және пневматикалық болып бөлінеді.

Флотация, әдетте, екі соңғы өнімді – концентрат пен қалдықтарды алуды қарастырады.

Магнитті байыту әдістері минералдардың магниттік сезімталдығындағы айырмашылықтарды қолдануға негізделген.

Бөлінетін компоненттердің магниттік қасиеттерінің айырмашылығына негізделген магниттік байыту процестері қара, сирек және түсті металдардың кендерін байыту, күшті магниттік салмақтарды қалпына келтіру, кварц

құмдарынан, абразивтерден, керамикалық шикізаттан, ағындардан, ванадий бар шлактардан және басқа материалдардан, сондай-ақ тамақ өнімдері мен тұрмыстық қалдықтардан безді қоспаларды кетіру үшін кеңінен қолданылады.

Магниттік байытудың негізгі объектілері магнетит, титаномагнетит, магнетитогематит, тотыққан темір, сидерит, хромит, сондай-ақ марганец кендері болып табылады.

Қазіргі уақытта материалдарды магниттік қасиеттері бойынша бөлу негізінен тұрақты магнит өрісінде жүзеге асырылады. Бөлінетін бөлшектердің магниттік қасиеттерімен қатар олардың тығыздығы, үлкендігі мен формасы, сондай-ақ магниттік сепаратордың дизайн ерекшеліктері байыту көрсеткіштеріне әсер етеді. Магнит өрісіндегі бөлінуге күшті магниттік бөлшектердің магниттік флокуляциясы айтарлықтай әсер етеді.

Электрлік байыту әдістері минералдардың электрлік қасиеттерін пайдалануға негізделген.

Электрлік бөлу әдістері минералдардың электрлік қасиеттерінің айырмашылығына негізделген (электр өткізгіштік, диэлектрлік өткізгіштік және т.б.). Олар байыту үшін де, яғни бастапқы материалды әртүрлі минералогиялық құрамдағы өнімдерге бөлу үшін де, материалды үлкендігі мен шаңсыздығы бойынша жіктеу үшін де қолданылады. Бастапқы материалды минералды құрамы немесе мөлшері бойынша электрлік әдістермен бөлу электр өрісіндегі әртүрлі құрамдағы (немесе әртүрлі мөлшердегі) бөлшектердің әртүрлі мінез-құлқына байланысты болады. Бөлшектердің мінез-құлқы, өз кезегінде, оларға әсер ететін электрлік және механикалық күштердің әртүрлі қатынасымен анықталады.

Электр күштері бөлшектердің зарядымен және электр өрісінің сипаттамасымен анықталады; механикалық күштер электр өрісі арқылы бөлшектердің қозғалыс динамикасына байланысты. Электр бөлшектерінің зарядтарының екі түрі (оң және теріс) болғандықтан, бөлшектердің минералды құрамы бойынша бөлінуі бірдей электр күштерінде де болуы мүмкін, бірақ бөлшектердің заряды әр түрлі болған жағдайда, бұл күштердің әр түрлі бағытын анықтайды.

Арнайы байыту әдістері негізгі байыту процестерінің тобына жатады. Бұл әдістер көмірге сирек қолданылады. Олардың міндеті – пайдалы минерал мен бос жынысты бөлу.

1.3 Көмірдің қасиеттері

Көмірді пайдалану мүмкіндігі мен тиімділігіне байланысты маңызды сипаттамалары: күл, ылғалдылық, күкірт, ұшпа заттардың шығымы, пластометриялық көрсеткіштер.

Күл. Күл отынның құрамындағы минералдардан тұратын көмірдің жанбайтын бөлігі деп аталады. Күлдің құрамына алюминий, кремний, темір (III), кальций және магний оксидтері кіреді. Жоғары күл көмірдің жану жылуын төмендетеді және алынған кокстың сапасын нашарлатады, сондықтан тұтынушылық құндылығы төмендейді.

Ылғалдылық. Көмірдің жалпы ылғалдылығы сыртқы, бетіндегі тамшы немесе пленка түзетін және кокстеу процесінде бөлінетін ішкі (пирогенетикалық) заттардан тұрады. Ылғал балласт бола отырып, көмірді тасымалдауды қымбаттатады, оны кокстеуге дайындауды, сақтауды және дозалауды қиындатады, кокстеуге жылу шығынын арттырады және уақытты арттырады. Кокстеу, сонымен қатар, көмірді өздігінен жануға бейім етеді.

Күкірт. Көмірдегі күкірт колчедан, сульфат және органикалық түрінде болады. Көмірдегі күкірттің жалпы мөлшері 0,4-тен 8,0% - ға дейін. Күкірт-бұл өте зиянды қоспа, оның көмірде болуы коксты қолданатын технологиялық процестерде үлкен зиян келтіреді. Кокстағы күкірт пайызының оннан бір бөлігі оның шығынын және шойын өндірісіндегі ағындарды тұтынуды 2-2,5% - ға арттырады, сонымен қатар Домна пешінің өнімділігін төмендетеді. Кокстан шойынға, содан кейін болатқа түсіп, күкірт олардың механикалық қасиеттерін айтарлықтай нашарлатады.

Ұшпа заттардың шығымы. Көмірдің Ұшпа заттары белгілі бір температурада ауаға қол жеткізбестен қыздырылған кезде көмірден бөлінетін бу және газ тәрізді заттар деп аталады. Ұшпа заттардың шығымы көмірдің маркалық құрамына әсер етеді. Ұшпа заттардың шығымы көмірдің түзілу жағдайларына, химиялық құрамы мен көміртектену дәрежесіне, сондай-ақ температураға, қыздыру жылдамдығына және берілген температурада ұсталуына байланысты. Көміртектену дәрежесінің жоғарылауымен ұшпа заттардың шығымы төмендейді. Сонымен, шымтезек үшін бұл шамамен 70 %, қоңыр көмірлер үшін - 65-45 %, тас көмірлер үшін - 45-10 %, антрацит үшін - 10% - дан аз.

Пластометриялық көрсеткіштер көмірдің қасиеттерін сипаттайды және пластикалық қабаттың қалыңдығына (мм), X пластометриялық шөгуіне байланысты (белгілі бір режимде қыздырылған кезде көмір тиеу бағанының биіктігінің ақырғы төмендеуі, мм).

2 Зерттеу әдістемесі

2.1 Көмірді гранулометриялық талдау

Електен талдау жасау үшін материалдың ілмегі таңдалады, оның гранулометриялық сипаттамасын анықтау қажет. Алынған Ілмек саңылаулардың өлшемдері үнемі төмендейтін стандартты електер жиынтығынан өтеді.

Електі талдау нәтижесінде бөлшектердің мөлшері екі іргелес електердің саңылауларының өлшемдерімен анықталатын дәрежелік кластары алынады. Елек саңылауларының өлшемдері әдетте миллиметрмен көрсетіледі.

Електен өткен материал төменгі өнім (класс) деп аталады және минус (-) белгісімен белгіленеді; електе қалған материал жоғарғы өнім (класс) деп аталады және плюс (+) белгісімен белгіленеді.

Електен талдау нәтижесінде алынған әр сыныптың материалы өлшенеді. Әр сыныптың шығымы електен талдау үшін алынған ілмектің жалпы массасына граммен және пайызбен көрсетіледі.

Елек талдауының нәтижелері кестеге енгізіледі.

Кестенің бірінші бағанында бөлшектердің үлкендігін сипаттайтын сыныптар көрсетілген. Екінші бағанға бастапқы ілмектің массасының пайызымен көрсетілген әр дәрежелік класының жеке шығысы енгізіледі. Үшіншісінде "жоғарыдан" пайызбен жиынтық шығыс берілген (плюс бойынша).

"Жоғарыдан" жиынтық пайыз, егер ол кесек плектәда жоғары болса, бүкіл бастапқы үлгінің қанша пайызы електе қалатынын көрсетеді. 100% - дан "жоғарыдан" жалпы пайыздық айырмашылық електен қанша материал өтетінін көрсетеді.

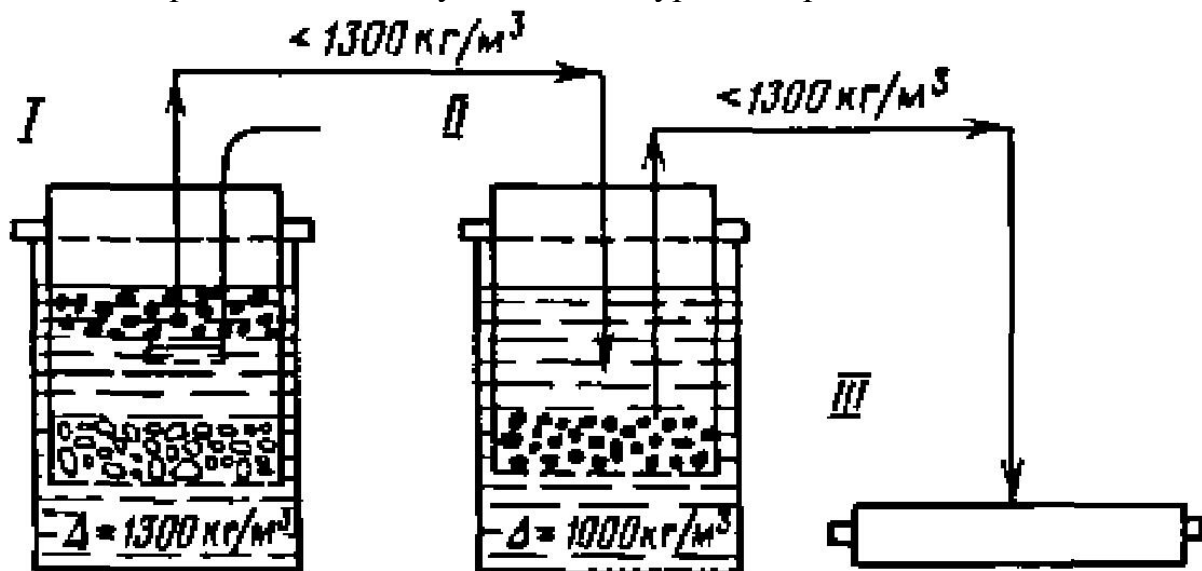
Көмірдің гранулометриялық құрамын анықтау үшін саңылаулардың өлшемдері, мм болатын КСМ (ГОСТ 9758-86) електер жиынтығы пайдаланылды: 40, 20, 10, 5, 2,5.

2.2 Фракциялық талдау және гравитациялық байыту

Шұбаркөл кен орнының көмір сынамаларын байытудың гравитациялық байытылуын және технологиялық шарттарын анықтау фракциялық талдау әдісімен жүзеге асырылды. Фракциялық құрамды зерттеу кезінде тығыздығы 1750 кг/м³ болатын ZnCl₂ Бейорганикалық ауыр сұйықтық дайындалды, ол қажетті тығыздық ерітіндісін дайындау үшін сумен ерітілді. Фракциялық талдау -80+40 мм, -40+20 мм, -20+10 мм, -10+5 мм, -5+2,5 мм кластарда тығыздығы: 1750 кг/м³, 1750 - 1600 кг/м³, 1600 – 1500 кг/м³ фракцияда дайындалған мырыш хлориді ерітінділеріндегі сынамаларды стратификациялау арқылы орындалды, 1500-1400 кг/м³, 1400-1320 кг/м³ және 1320 кг/м³-тен аз. Көмірдің әр ілмегі ауыр сұйықтықтың әр тығыздығында, ең

жоғары деңгейден бастап, қалқымалы және батып кеткен фракцияны бөліп алып, дәйекті түрде бөлініп отырды. Алынған фракция сумен жуылады, кептіріледі, өлшенеді, кесіледі, содан кейін күлдің құрамын анықтау үшін химиялық талдауға жіберіледі.

Фракциялық талдау схемасы 1-суретте көрсетілген.



I - ауыр сұйықтығы бар ыдыс 1300 кг/м^3 ; II - суы бар ыдыс;
III - тығыздығы 1300 кг/м^3 қалқымалы фракцияға арналған қабылдағыш

1-сурет – Фракциялық анализдің схемасы

Фракциялардың массасы мен күлділігі туралы мәліметтер негізінде Анри-Рейнгардттың байыту қисықтары салынған фракциялық құрамдар есептелді әрбір үлкендік класы үшін. Әрбір дәрежелік класының байыту қисықтары бойынша ауыр фракциядағы күлдің қажетті мөлшеріне сәйкес келетін бөлу тығыздығының шамасы болды және сәйкесінше іріліктің жалпы класы үшін күтілетін байыту көрсеткіштері есептелді. Фракциялық талдау және байыту қисықтары бойынша гравитациялық байыту индексі әрбір дәрежелік класы үшін есептелді және бірлескен байытылған кластардың ықтимал диапазоны анықталды.

Байыту индексінің шамасы көмірдің гравитациялық байыту категориясын сипаттайды-жеңіл, орташа, қиын және өте қиын. Гравитациялық байыту санаты негізінде көмірді оның тиімділігін ескере отырып, гравитациялық байыту процесін таңдауға ұсыныс беріледі.

Байыту қисықтары бойынша бірқатар практикалық мәселелерді шешуге болады:

- байыту өнімдерінің теориялық шығулары мен күлдерін анықтау;
- тығыздығы шекаралық тығыздыққа жақын аралық фракциялардың құрамы бойынша байыту сипаттамасын анықтау;

- әр түрлі қабаттар мен шахталардың, әр түрлі кеніштер мен учаскелердің кендерінің көмір кластарының байытылуын салыстыру.

Таза жеңіл көмір бөлшектері мен ауыр тау жыныстарынан тұратын көмір оңай бөлінеді. Тығыздыққа жақын бөлшектерді бөлу әлдеқайда қиын. Егер, мысалы, бөлу 1500 кг/м^3 тығыздығы бойынша жүргізілсе, онда идеалды жағдайда тығыздығы 1500 кг/м^3 – тен асатын бірде-бір бөлшек концентратқа (қалқымалы өнім), ал тығыздығы 1500 кг/м^3 -тен аз бөлшектер тау жынысына (батып кеткен өнім) түспеуі керек.

Нақты жағдайда бұған қол жеткізу мүмкін емес. Алайда, тығыздығы 1500 кг/м^3 -ге жақын (жоғары немесе төмен) бөлшектер неғұрлым аз болса, байыту нәтижелері идеалға жақын болады.

$1400\text{-}1600 \text{ кг/м}^3$ фракцияларының шығымы неғұрлым аз болса (1500 кг/м^3 таңдалған тығыздыққа қатысты $\pm 100 \text{ кг/м}^3$), көмірдің байытылуы соғұрлым оңай болады деп саналады.

2.3 Талдауларды орындау

Күлге талдау жасау ГОСТ 11022-95 бойынша "ҚазҰТЗУ" КЕАҚ Кен дайындау және байыту зертханасында жүзеге асырылды.

Әдістің мәні

Жанармай сынамасы белгілі бір жылдамдықпен (815 ± 10) °С температураға дейін қыздырылған муфель пешінде жағылады және осы температурада тұрақты массаға дейін сақталады. Көмір мен кокстың қасиеттері қоңыр көмір мен лигниттерден айырмашылығы жоғары қыздыру жылдамдығына мүмкіндік береді.

Күл пайызбен кальцинациядан кейінгі қалдықтың массасы бойынша есептеледі.

Аппаратура:

Өлшеу қателігі $0,1 \text{ мг}$ аспайтын таразы;

Максималды қыздыру температурасы $900\text{-}1000$ °С болатын кез келген түрдегі муфель пеші осы стандарттың талаптарына сәйкес тұрақты температура мен қыздыру жылдамдығын қамтамасыз етеді;

Тигельдер, кварцтан, фарфордан немесе платинадан жағуға арналған қайықтар, тереңдігі 8-ден 15 мм -ге дейін. тигельдің немесе қайықтың мөлшері 1 см^2 бетінде отын сынамасының салмағы көмір үшін $0,15 \text{ г/см}^2$ немесе кокс үшін $0,10 \text{ г/см}^2$ аспайтындай болуы керек.

Қолданылатын тигельдер мен қайықтар нөмірленуі, тұрақты массаға дейін күйдірілуі және құрғатқыш затпен эксикаторда сақталуы тиіс;

Тигельді қысқыштар;

Эксикатор ГОСТ 25336 бойынша;

Сынамаларды іріктеу және дайындау – МЕМСТ 10742 және МЕМСТ 23083 бойынша.

Көмірдің немесе кокстың күлін анықтау үшін 200 мкм (0,2 мм) ұяшық өлшемі бар електен өтетін бөлшектердің мөлшеріне дейін ұнтақталған аналитикалық сынама қолданылады. Қажет болса, тау жынысы ауаның құрғақ күйіне келтіріліп, ылғалдың массалық үлесінің зертхана атмосферасымен шамамен тепе-теңдігіне қол жеткізу үшін ең аз уақытқа жұқа қабатқа жайылады.

Анықтау басталғанға дейін Аналитикалық сынама I мин ішінде, жақсырақ механикалық тәсілмен мұқият араластырылады.

Сынақ жүргізу

Тигель немесе қайық өлшенеді, 1-2 г үлгі біркелкі таратылады және қайтадан өлшенеді.

Тигель немесе ілулі қайық бөлме температурасында муфель пешіне орналастырылады. 60 минут ішінде олар пештің температурасын 500 °С дейін көтереді және бұл температураны 30 минут ұстайды. Содан кейін олар сол пеште (815±10) °С дейін қыздыруды жалғастырады және осы температурада кем дегенде 60 минут ұстайды.

Нәтижелерді өңдеу

Аналитикалық сынаманың массасы бойынша күлділігі $A, \%$, формула бойынша есептеледі:

$$A = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \quad (1)$$

мұнда m_1 – тигель массасы, г;

m_2 – тигельдің сынамамен массасы, г;

m_3 – тигельдің күлмен массасы, г.

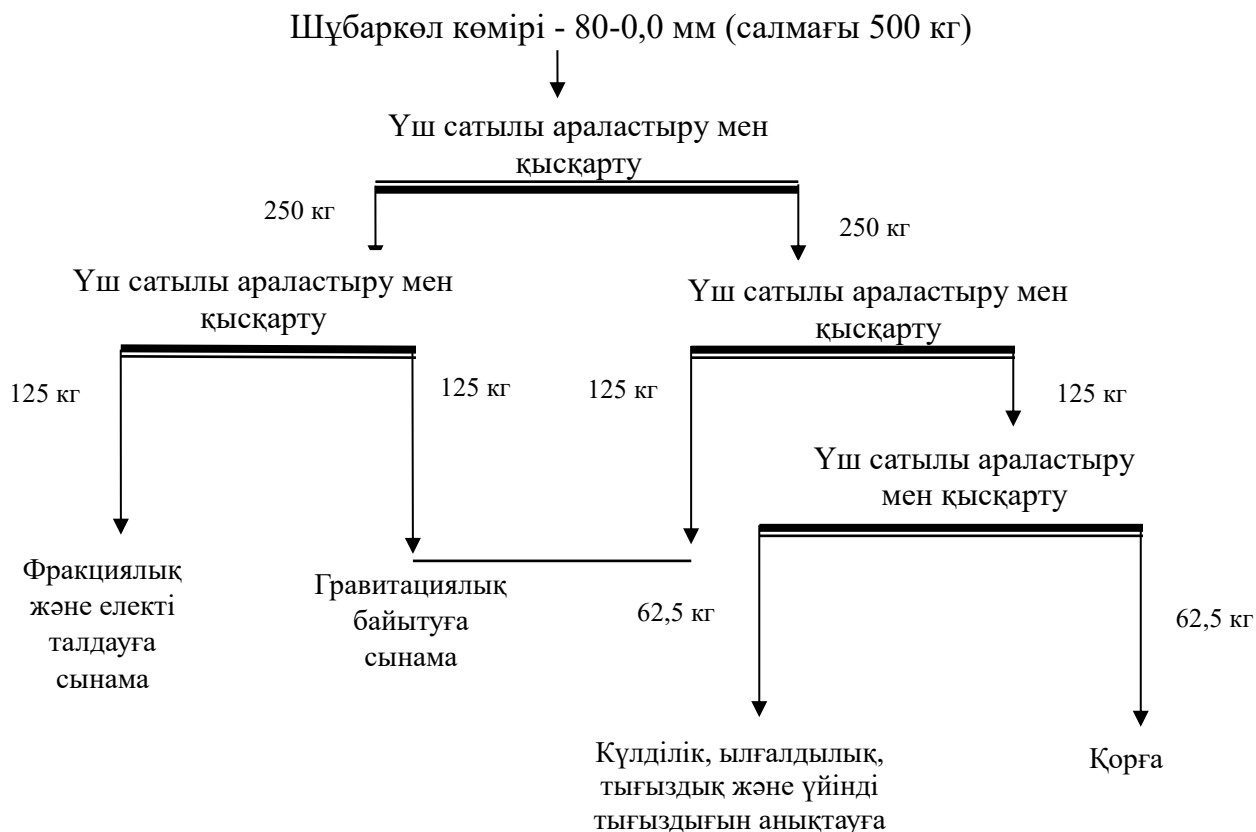
Нәтижелер екіншісіне дейін есептеледі және бірінші ондыққа дейін жуықталады.

3 Эксперименттік бөлім

3.1 Шұбаркөл кен орнының көмір сынамасын фракциялық талдау

3.1.1 Көмір сынамасын зерттеуге дайындау

Зерттеуге салмағы 500 кг және ірілігі 80-0 мм болатын Шұбаркөл көмірінің технологиялық сынамасы келіп түсті. Көмірдің технологиялық сынамасын бөлшектеу схемасы 2-суретте көрсетілген.



2-сурет – Көмірдің технологиялық сынамасын бөлшектеу схемасы

Бөлшектеу кезінде көмірдің заттық құрамын зерттеуге, електен және фракциялық талдауларды орындауға, Тұндыру және ауыр суспензияларда байыту бойынша эксперименттерге өкілдік сынамалар алынды.

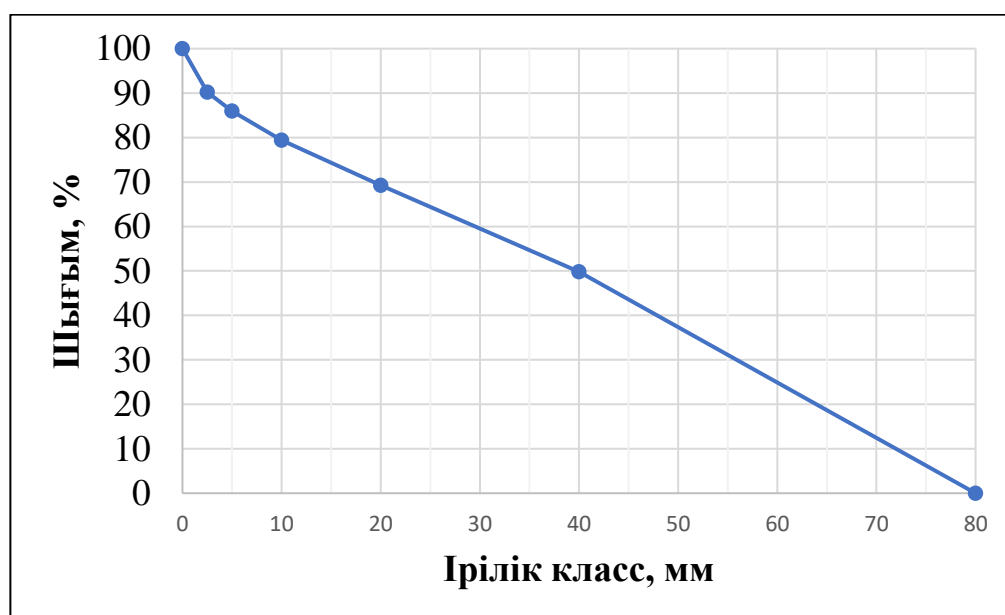
3.2 “Шұбаркөл” көмір кенін електі талдау

Көлемі $-80 + 0,0$ мм көмірдің гранулометриялық құрамын анықтау үшін саңылаулары бар електерге көмір ілмегін себу жүргізілді, мм: 40, 20, 10, 5, 2,5.

Елек талдауының нәтижелері 2-кестеде келтірілген. Іріліктің жалпы сипаттамасының қисығы 3-суретте.

1-кесте – “Шұбаркөл” көмірінің гранулометриялық құрамы

Ірілік класс, мм	ШЫҒЫМ, %		Күлділік A^d , %
	бөлек	жалпы	
- 80 + 40	49,82	49,82	25,40
- 40 + 20	19,42	69,24	14,65
- 20 + 10	10,14	79,38	9,49
- 10 + 5	6,55	85,93	9,95
- 5 + 2,5	4,28	90,21	9,83
- 2,5 + 0	9,79	100,00	12,00
Барлығы	100,00	-	18,71



3-сурет – Көмірдің електі талдауының сипаттамасы

Електі талдаудың нәтижелері бойынша зерттеуге түскен көмір сынамасының орташа өлшенген күлділігі 18,71 % құрады.

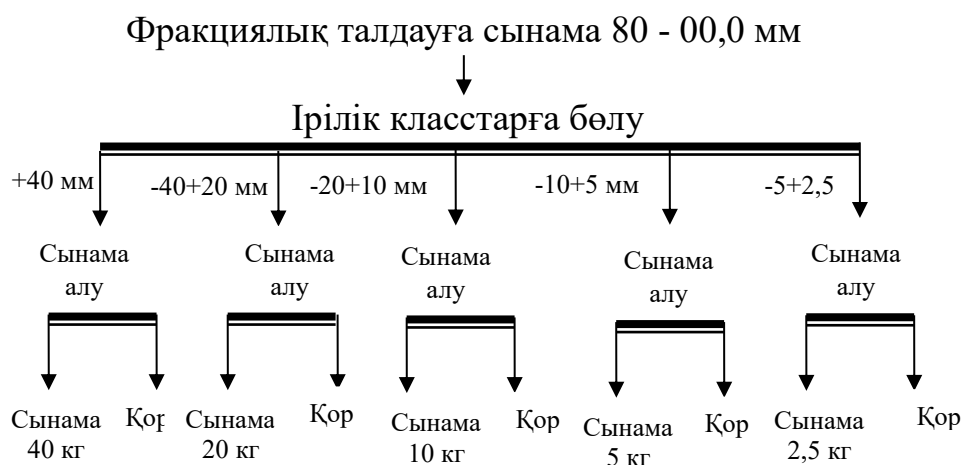
Ең үлкен өнімділік $-80 + 40$ мм – 49,82 %, $- 40 + 20$ мм – 19,42 % және $-20 + 10$ мм – 10,14 % ірілік класстарына сәйкес келді. Қалған кластардың шығымы 4,28 – 9,79 % диапазонында.

Күлділіктің ірілік кластар бойынша таралуы біркелкі емес. Күлдің ең көп мөлшері ірі кластарда $-80 + 40$ мм – 25,40% және $-40 + 20$ мм – 14,65 % байқалады.

Ең кіші $-2,5 + 0,0$ мм ірілік кластың шығымы 9,79 %, күлділігі 12 % құрады.

3.3 “Шұбаркөл” көмір кенінің фракциялық талдауы

Көмірді фракциялық талдауды орындау әдістемесіне сәйкес бастапқыда зерттелетін ірілік кластар сынамаларының рассевы жүргізілді, олардың ішінен салмағы $D_{max}/2$ -ге тең көмірдің өкілдік сынамалары алынды, яғни $-80+40$ мм ірілік классы үшін фракциялық талдауға алынған сынаманың массасы $D_{max}/2 = 80/2 = 40$ кг құрады. Фракциялық талдауға сынамаларды дайындау схемасы 4-суретте көрсетілген.



4-сурет – Фракциялық талдауға дайындау схемасы

"Шұбаркөл" көмірінің фракциялық талдау нәтижелері 2-кестеде келтірілген.

Күлділік барлық зерттелген ірілік кластарында және тығыздығы 1320-дан 1750 кг/м³-қа дейінгі фракциялар бойынша бір деңгейде ораналасты және мыналарды құрады:

- тығыздығы 1320 кг/м³-тен аз фракцияда 4-6 % диапазонда.
- тығыздығы 1400 кг/м³-ден аз, 1320 кг/м³-тен артық фракцияда 7-13 % диапазонда;
- тығыздығы 1500 кг/м³ аз, 1400 кг/м³-тен артық фракцияда 16-22 % диапазонда;
- тығыздығы 1600 кг/м³-ден аз, 1500 кг/м³-тен артық фракцияда 28-32 % диапазонда;
- тығыздығы 1750 кг/м³-тен аз, 1600 кг/м³-тен артық фракцияда 41-44 % диапазонда;
- тығыздығы 1750 кг/м³-тен асатын фракцияда 51-66%-ға диапазонда;

2-кесте – "Шұбаркөл" көмірінің фракциялық талдауының нәтижелері

Тығыздық фракциясы, кг/м ³	Шығым, %		Күлділік A ^d , %	Ірілік классы, мм
	Класстан	Шикі көмірден		
-1320	53,72	26,76	4,00	-80+40
-1400+1320	0,75	0,37	7,00	
-1500+1400	0,00	0,00	0,00	
-1600+1500	0,33	0,16	32,00	
-1750+1600	5,08	2,53	44,00	
+1750	40,12	19,99	52,00	
Барлығы	100	49,82	25,40	
-1320	74,40	14,45	6,00	-40+20
-1400+1320	5,74	1,11	11,00	
-1500+1400	2,02	0,39	18,00	
-1600+1500	3,29	0,64	28,00	
-1750+1600	2,71	0,53	43,00	
+1750	11,84	2,30	60,00	
Барлығы	100,00	19,42	14,65	
-1320	83,56	8,47	6,00	-20+10
-1400+1320	6,15	0,62	9,00	
-1500+1400	3,16	0,32	16,00	
-1600+1500	0,61	0,06	30,00	
-1750+1600	0,90	0,09	41,00	
+1750	5,62	0,57	51,00	
Барлығы	100,00	10,14	9,49	
-1320	86,41	5,66	6,00	-10+5
-1400+1320	5,04	0,33	13,00	
-1500+1400	1,89	0,12	22,00	
-1600+1500	0,57	0,04	31,00	
-1750+1600	0,43	0,03	42,00	
+1750	5,66	0,37	59,00	
Барлығы	100,00	6,55	9,95	
-1320	89,96	3,72	6,00	-5+2,5
-1400+1320	4,85	0,21	11,00	
-1500+1400	1,97	0,08	20,00	
-1600+1500	0,70	0,03	30,00	
-1750+1600	0,66	0,03	41,00	
+1750	4,86	0,21	66,00	
Барлығы	100,00	4,28	9,83	
-2,5+0,0 мм	-	9,79	12,00	-2,5+0,0
Шикі көмір	-	100,00	18,71	-80+0,0
-1320	62,59	49,68	4,92	-80+10
-1400+1320	2,66	2,11	9,70	
-1500+1400	0,90	0,71	17,10	
-1600+1500	1,09	0,87	28,90	
-1750+1600	3,97	3,15	43,75	
+1750	28,79	22,86	52,78	
Барлығы	100,00	79,38	20,74	

3.4 “Шұбаркөл” көмір сынамасының гравитациялық байытылуы

Көмірді дымқыл және құрғақ байытудың негізгі әдістері бар: гравитациялық, флотациялық, магниттік, электрлік және арнайы.

Байыту процестерін таңдау бастапқы шикізаттың сапалық сипаттамасына, байыту технологиясы мен технологиясының қалыптасқан даму тенденцияларына байланысты.

Гравитациялық байыту - бұл бір минералдың екіншісінен бөлінуі олардың ауырлық күшімен және басқа (бір немесе бірнеше) күштермен салыстырмалы қозғалысына байланысты болатын физикалық процесс.

Бұл әдіске келесі процестер жатады: ауыр ортада байыту(сұйықтықтар мен суспензиялар); шөгуді; көлбеу жазықтықта ағып жатқан су ағынында байыту (концентрациялық столдар); ортадан тепкіш өрісте байыту; қарсы ағынды бөлу және т. б.

Гравитациялық байытудың барлық әдістері негізінен қамтамасыз етеді, 1 т өнімге қарағанда төмен пайдалану шығындары флотация және әдетте аз орнату қуатын қажет етеді. Гравитациялық байытуда құны (флотация үшін) үздіксіз өсетін қымбат реагенттер қолданылмайды.

Гравитациялық байыту процестерінің артықшылықтары: байыту машиналарының жоғары өнімділігі, өндірістік кешеннің қарапайымдылығы, салыстырмалы түрде арзан және минералды қоспаларды бөлудің жоғары тиімділігі.

Гравитациялық байыту жүзеге асырылатын орта ретінде ылғалды жағдайда қолданылады су және ауыр суспензия, құрғақ ауада.

Барлық ірілік кластарын фракциялық талдау нәтижелері күлділіктің әртүрлі тығыздық пен фракциялар бойынша таралу сипатын анықтауға мүмкіндік береді. Әр түрлі ірілік кластарды байыту кезінде әр түрлі тығыздықтағы фракциялардың оңтайлы шығымдылығын анықтау, сондай-ақ әр түрлі сападағы өнімдерді алу үшін қажетті бөлу тығыздығын анықтау мақсатында Анри-Рейнгард типті байыту қисықтары есептеліп салынды, бұл бастапқы көмір мен бөлу өнімдеріндегі күлділік пен шығым арасындағы байланысты көрсетеді.

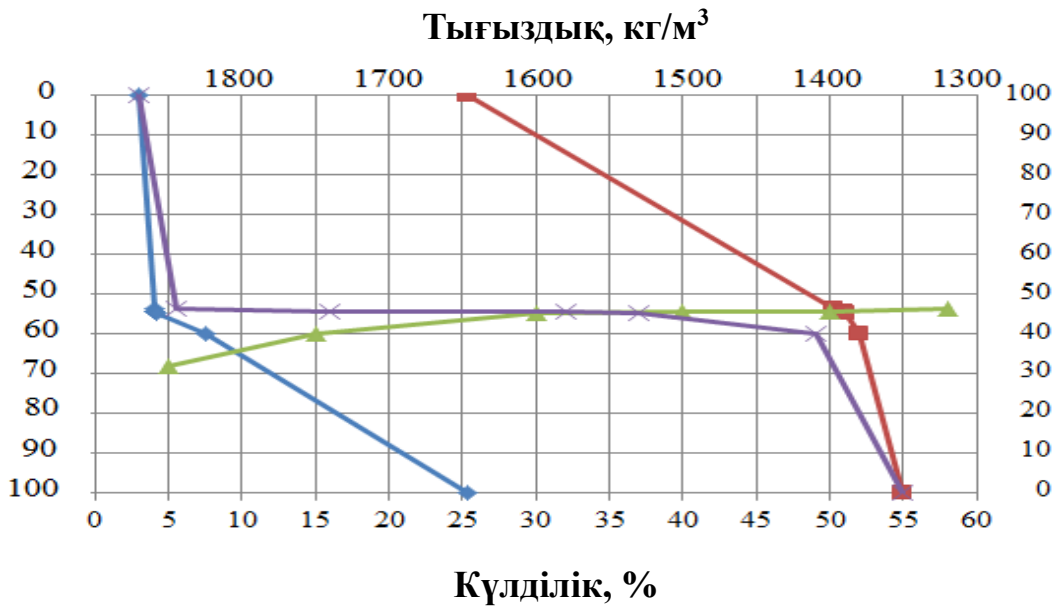
-80+40мм, -40+20 мм, -20+10 мм, -10+5 мм, -5+2,5 мм, -2,5+0 мм жиынтық (машиналық) кластар үшін байыту қисықтарының есебі 3-кестеде және байыту қисықтары 3 – 8-суреттерде келтірілген.

Көмірдің немесе кокстың күлін анықтау үшін 200 мкм (0,2 мм) ұяшық өлшемі бар електен өтетін бөлшектердің мөлшеріне дейін ұнтақталған аналитикалық сынама қолданылады. Қажет болса, тау жынысы ауаның құрғақ күйіне келтіріліп, ылғалдың массалық үлесінің зертхана атмосферасымен шамамен тепе-теңдігіне қол жеткізу үшін ең аз уақытқа жұқа қабатқа жайылады.

3-кесте – “Шұбаркөл” көмір кенінің байыту қисықтарын есептеу

Фракция тыңыздығы, кг/м ³	Шығым, %	Күлділік A ^d , %	Өнімділік	Қалқып шыққан фракциялар			Батып кеткен фракциялар		
				шығым, %	Күлділік A ^d , %	Өнімділік к	Шығым, %	Күлділік A ^d , %	Өнімділік к
- 80+40 мм класс									
-1320	53,72	4,00	214,88	53,72	4,00	214,88	100,00	25,40	2540,45
-1400+1320	0,75	7,00	5,25	54,47	4,04	220,13	46,28	50,25	2325,57
-1500+1400	0,00	0,00	0,00	54,47	4,04	220,13	45,53	50,96	2320,32
-1600+1500	0,33	32,00	10,56	54,80	4,21	230,69	45,53	50,96	2320,32
-1750+1600	5,08	44,00	223,52	59,88	7,59	454,21	45,20	51,10	2309,76
+1750	40,12	52,00	2086,24	100,00	25,40	2540,45	40,12	52,00	2086,24
Барлығы	100,00	25,40	2540,45						
-40+20 мм класс									
-1320	76,67	6,00	460,02	76,67	6,00	460,02	100,00	14,24	1423,65
-1400+1320	5,92	11,00	65,12	82,59	6,36	525,14	23,33	41,30	963,63
-1500+1400	2,09	18,00	37,62	84,68	6,65	562,76	17,41	51,61	898,51
-1600+1500	0,34	28,00	9,52	85,02	6,73	572,28	15,32	56,19	860,89
-1750+1600	2,79	43,00	119,97	87,81	7,88	692,25	14,98	56,83	851,37
+1750	12,19	60,00	731,40	100,00	14,24	1423,65	12,19	60,00	731,40
Барлығы	100,00	14,24	1423,65						
-20+10 мм класс									
-1320	83,56	6,00	501,36	83,56	6,00	501,36	100,00	9,49	948,53
-1400+1320	6,16	9,00	55,44	89,72	6,21	556,80	16,44	27,20	447,17
-1500+1400	3,17	16,00	50,72	92,89	6,54	607,52	10,28	38,11	391,73
-1600+1500	0,60	30,00	18,00	93,49	6,69	625,52	7,11	47,96	341,01
-1750+1600	0,90	41,00	36,90	94,39	7,02	662,42	6,51	49,62	323,01
+1750	5,61	51,00	286,11	100,00	9,49	948,53	5,61	51,00	286,11
Барлығы	100,00	9,49	948,53						
-10+5 мм класс									
-1320	86,42	6,00	518,52	86,42	6,00	518,52	100,00	9,95	995,07
-1400+1320	5,04	13,00	65,52	91,46	6,39	584,04	13,58	35,09	476,55
-1500+1400	1,88	22,00	41,36	93,34	6,70	625,40	8,54	48,13	411,03
-1600+1500	0,57	31,00	17,67	93,91	6,85	643,07	6,66	55,51	369,67
-1750+1600	0,43	42,00	18,06	94,34	7,01	661,13	6,09	57,80	352,00
+1750	5,66	59,00	333,94	100,00	9,95	995,07	5,66	59,00	333,94
Барлығы	100,00	9,95	995,07						
-5+2,5 мм класс									
-1320	86,93	6,00	521,58	86,93	6,00	521,58	100,00	9,84	983,62
-1400+1320	4,86	11,00	53,46	91,79	6,26	575,04	13,07	35,35	462,04
-1500+1400	1,98	20,00	39,60	93,77	6,55	614,64	8,21	49,77	408,58
-1600+1500	0,70	30,00	21,00	94,47	6,73	635,64	6,23	59,23	368,98
-1750+1600	0,68	41,00	27,88	95,15	6,97	663,52	5,53	62,93	347,98
+1750	4,85	66,00	320,10	100,00	9,84	983,62	4,85	66,00	320,10
Барлығы	100,00	9,84	983,62						
-80+10 мм класс									
-1320	63,15	4,92	310,70	63,15	4,92	310,70	100,00	20,61	2061,34
-1400+1320	2,69	9,70	26,09	65,84	5,12	336,79	36,85	47,51	1750,65
-1500+1400	0,94	17,10	16,07	66,78	5,28	352,87	34,16	50,48	1724,55
-1600+1500	0,37	28,88	10,69	67,15	5,41	363,55	33,22	51,43	1708,48
-1750+1600	3,99	43,75	174,56	71,14	7,56	538,11	32,85	51,68	1697,79
+1750	28,86	52,78	1523,23	100,00	20,61	2061,34	28,86	52,78	1523,23
Барлығы	100,00	20,61	2061,34						

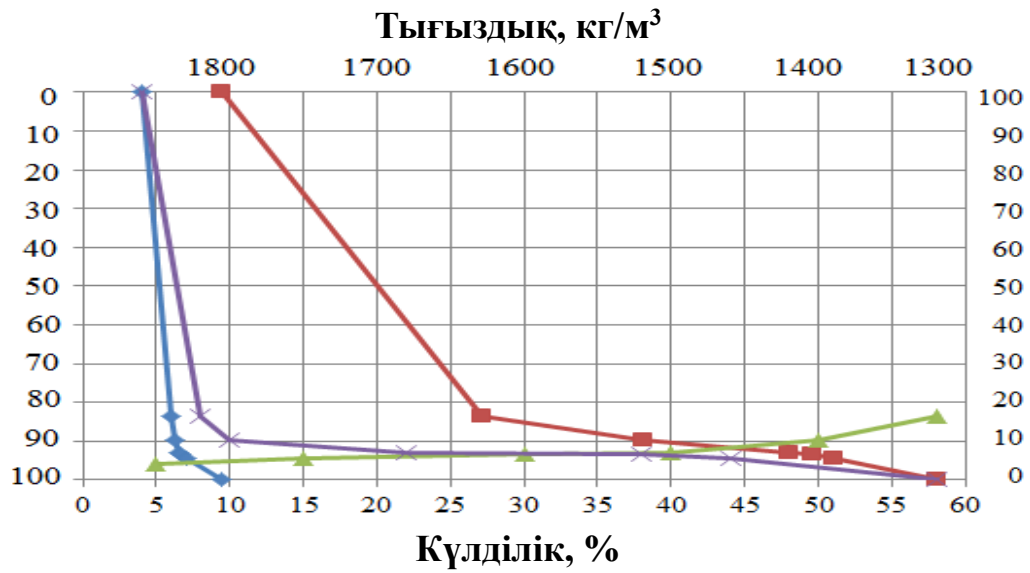
Қалқыма фракция шығымы, %



Батқан фракция шығымы, %

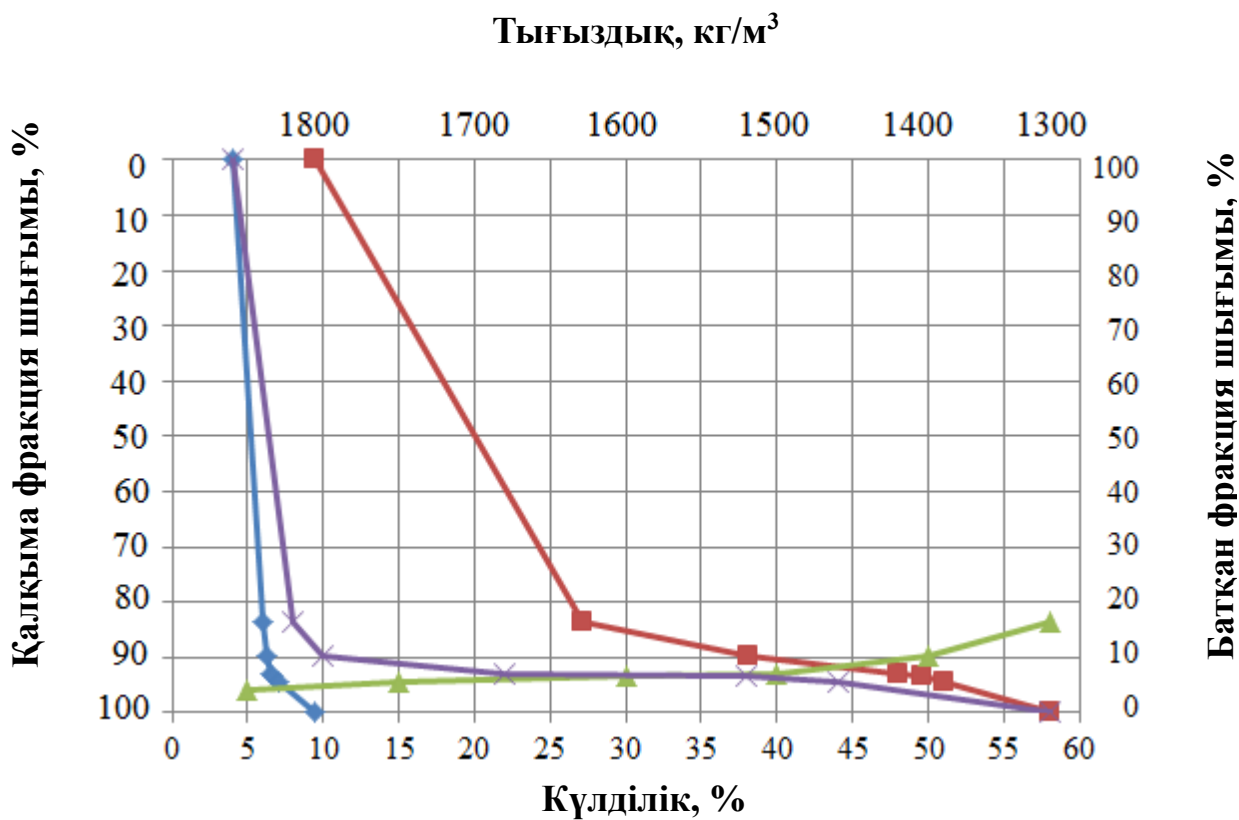
5-сурет – -80+40 мм ірілік класстың байыту қисықтары

Қалқыма фракция шығымы, %

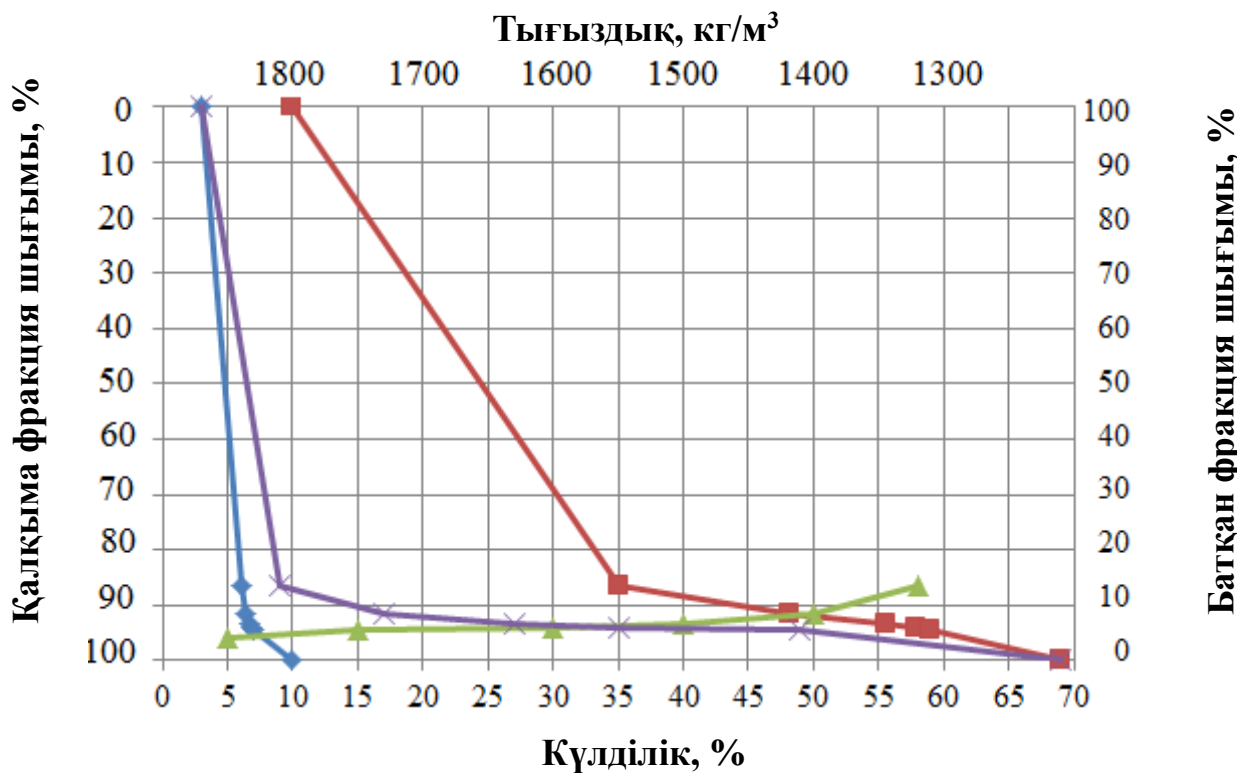


Батқан фракция шығымы, %

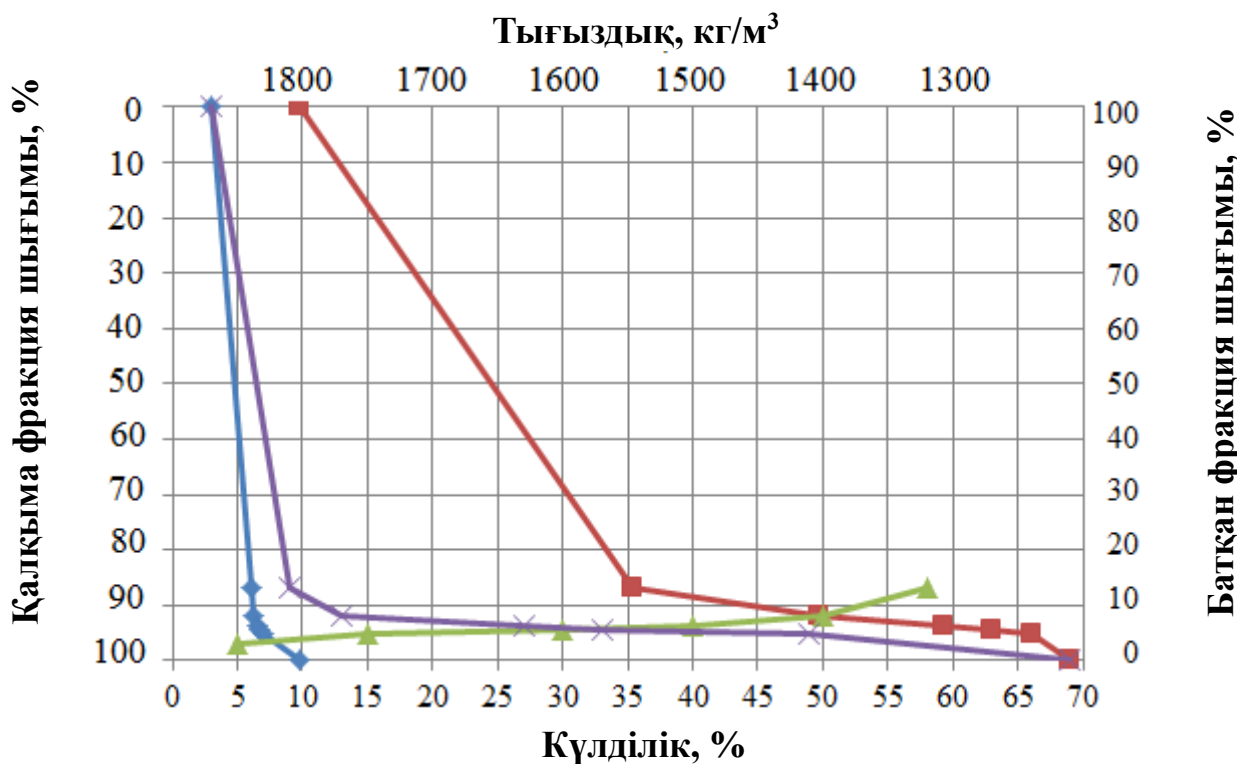
6-сурет – -40+20 мм ірілік класстың байыту қисықтары



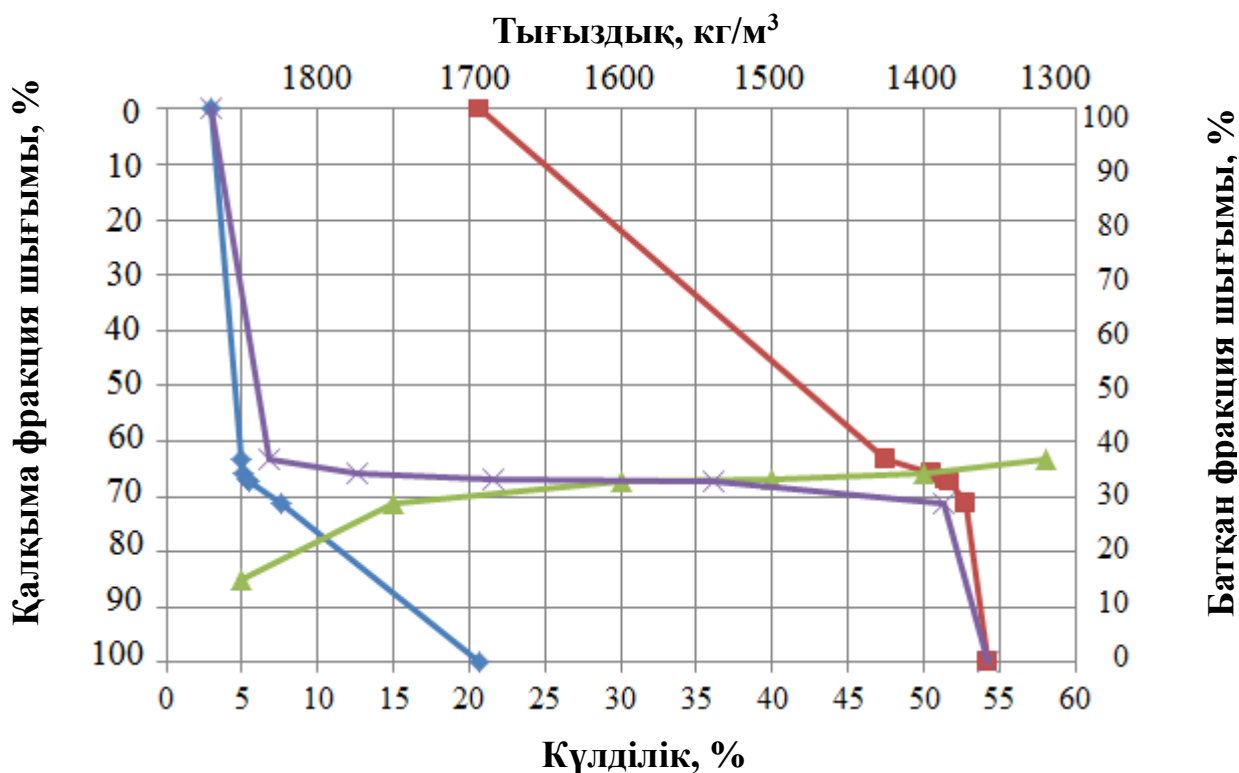
7-сурет – -20+10 мм ірілік класстың байыту қисықтары



8-сурет – -10+5 мм ірілік класстың байыту қисықтары



9-сурет – -5+2,5 мм ірілік класстың байыту қисықтары



10-сурет – -80+10 мм ірілік класстың байыту қисықтары

5-9-суреттерде келтірілген байыту қисықтары:

- 1-батқан фракциялардың қисығы; 2-элементар фракцияның қисығы;
- 3 - қалқымалы фракциялардың қисығы; 4-бөліну тығыздығының қисығы.

Байыту қисықтары әртүрлі тығыздықтағы фракцияларды оқшаулау үшін бөлу тығыздығын және сәйкесінше алынған технологиялық бөлу көрсеткіштерін анықтауға мүмкіндік берді.

4-кестеде әр түрлі тығыздықтар бойынша бөлу кезінде алынған барлық зерттелген ірілік кластар үшін -80+10 мм іріліктегі жиынтық (машиналық) класс үшін технологиялық көрсеткіштер келтірілген.

4-кесте – Зерттелген ірілік класстар бойынша бөлу көрсеткіштері

Бөлу тығыздығы, кг/м ³	Жеңіл фракция шығымы, % шикі көмірден	Күлділік A ^d , %
-80+40 мм класс		
1500	54,47	4,04
1600	54,8	4,2
1750	59,88	7,58
-40+20 мм класс		
1500	84,68	6,64
1600	85,02	6,73
1750	87,81	7,88
-20+10 мм класс		
1500	92,89	6,54
1600	93,49	6,69
1750	94,39	7,01
-10+5 мм класс		
1500	93,34	9,47
1600	93,91	9,61
1750	94,34	9,75
-5+2,5 мм класс		
1500	93,74	6,55
1600	94,44	6,73
1750	95,11	6,97
-80+10 мм класс		
1500	66,78	4,2
1600	67,15	4,3
1750	71,14	6,01

4-кестеде келтірілген нәтижелер жеңіл фракцияны оқшаулау үшін ең қолайлы бөлу тығыздығы 1500 кг/м³ екенін көрсетті. Онда ең жоғары өнімділікке қол жеткізіледі және күлдің бастапқы көмірдегі күлге қатысты 14% – ға (жалпы класс үшін -80+10 мм 4,04 %) төмендеуі (күл-18,71 %) байқалды.

Зерттелген барлық ірі кластардың гравитациялық байытылуы, сондай - ақ барлық ірілік класстар мен -80+10 мм жиынтық классының байыту қисықтары мен гравитациялық байыту индексі формула (2) бойынша жүргізілді:

$$I = \frac{100 \cdot \gamma_l \cdot \gamma_m}{\rho_{50} \cdot (\gamma_l + \gamma_m) + 50 \cdot (\gamma_l - \gamma_m)} \quad (2)$$

мұндағы ρ_{50} - қабылданған бөлу тығыздығы, кг/м³;

γ_l және γ_m - тығыздығы 100 кг/м³-қа аз және үлкен бөліну тығыздығы бар іргелес фракциялардың пайыздық шығымы.

Бөлу тығыздығы 1750 кг/м³, 1600 кг/м³, 1500 кг/м³ болған кезде барлық ірілік класстар мен жиынтық класстар үшін гравитациялық байыту индексінің есептелген көрсеткіштері 5-кестеде келтірілген.

5-кесте – “Шұбаркөл” көмірінің барлық класстар үшін гравитациялық байыту индекстері

Бөліну тығыздығы, кг/м ³	Гравитациялық байыту индексі			
	Ірілік класстары, мм			
	-80+40	-40+20	-20+10	-10+5
1750	0,138	0,078	0,043	0,110
1600	0,019	0,019	0,017	0,021
1500	0,001	0,019	0,033	0,017

Барлық гравитациялық класстар үшін гравитациялық байыту индекстерінің абсолютті шамалары барлық зерттелген гравитациялық класстар үшін гравитациялық байыту жеңіл екенін көрсетті, кесте 6.

6-кесте – Пайдалы қазбалардың гравитациялық әдістермен байытылуын бағалауға арналған шкала

Байыту индексі	Байытылу
0,10 төмен	оңай
0,10 – 0,20	орташа
0,20 – 0,30	қиын
0,30 жоғары	өте қиын

Алынған гравитациялық байыту индекстерінің көрсеткіштері "Шұбаркөл" көмірінің -80+40 мм іріліктегі машиналық классын байытуды оңай санатқа жатқызуға мүмкіндік берді және оларды байыту үшін отсадка процесін қолданған жөн.

Күлдің аз мөлшеріне байланысты 10 мм-ден аз ұсақ класстарды байыту мүмкін емес.

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл дипломдық жұмыстың мақсаты Шұбаркөл кен орнындағы көмірдің гравитациялық байытылуын фракциялық талдау әдісімен анықтау бойынша зерттеулер жүргізу болды.

Зерттеулер бастапқы күлі $A^d = 18,71\%$ болатын көмір сынамасында жүргізілді.

Барлық ірілік кластарын фракциялық талдау нәтижелері күлдің әртүрлі тығыздық пен үлкендік фракциялары бойынша таралу сипатын анықтауға мүмкіндік берді. Әр түрлі гравитация кластарын байыту кезінде әр түрлі тығыздықтағы фракциялардың оңтайлы шығымдылығын анықтау үшін, сондай-ақ әр түрлі сападағы өнімдерді алу үшін қажетті бөлу тығыздығын анықтау үшін Анри-Рейнгард типті байыту қисықтары есептеліп, құрылды, бұл бастапқы көмір мен бөлу өнімдеріндегі күл мен күл арасындағы байланысты көрсетеді

Елек және фракциялық талдаулардың нәтижелері машина кластарының ауқымын анықтауға мүмкіндік берді, олардың мөлшері $-80+10$ мм, 10 мм-ден кіші сыныптарды шамалы күлділігіне байланысты байыту ұсынылмайды.

Гравитациялық байыту индекстерінің алынған нәтижелері, барлық зерттелген үлкендік кластары үшін оларды жеңіл байыту санатына жатқызуға болатындығын және оларды байыту үшін отсадка процесін қолданған жөн.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Авдохин В.М. Обогащение углей. М.: Горная книга, 2012 Справочник по обогащению руд. Основные процессы. Изд.2, переработанное и дополненное. – М.: Недра, 1984
- 2 Митрофанов С.И. Исследование полезных ископаемых на обогатимость. – М.: Госгортехиздат, 1962
- 3 ГОСТ 4790-80. Метод фракционного анализа. – М.: Недра, 1988. 22 бет.
- 4 Райвич И.Д. Гравитационная обогатимость дробленых руд цветных металлов и расчет результатов их гравитационного обогащения // учебное пособие – Алма-Ата, 1985. – 82 бет.
- 5 Райвич И.Д. Индекс гравитационной обогатимости полезных ископаемых. Изв. вузов. Цветная металлургия, 1977. – № 2. – 13 – 17 беттер.
- 6 Коткин А.М., Ямпольский М.Н., Геращенко К.Д. Оценка обогатимости угля и эффективности процессов обогащения. – М.: Недра, 1982.
- 7 Навроцки Е. Графо – аналитические методы оценки работы гравитационных аппаратов. – Пер. изд., ПНР. – 1976. М.: Недра. – 1980. – 253 бет.
- 8 Леонов С.Б., Белькова О.Н. Исследование полезных ископаемых на обогатимость. – М.: Интернет инжиниринг, 2001. – 631 бет.