

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 өңдеу кафедрасы

Махмедун Айтуар Даниярұлы  
Шадияр Ермахан Мұханұлы

«Ауыр суспензияда және отсадкада көмірді байыту процестерінің жетілмегендік  
коэффициентін анықтау»

Дипломдық жобаға  
**ТҮСІНДІРМЕЛІК ЖАЗБА**

6B07203 – Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту ББ

Алматы 2023 ж

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 өңдеу кафедрасы

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ  
НАО «КазНУ им. К.И. Сәтбаева»  
Горно-металлургический институт  
им. О.А. Байқоңырова

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ  
МжПҚБ кафедра меңгерушісі,  
техн. ғыл. канд. қауым. проф.  
М.Б. Барменшинова  
«05» 06 2023 ж

Дипломдық жобаға  
ТҮСІНДІРМЕЛІК ЖАЗБА

Тақырып: «Ауыр суспензияда және отсадкада көмірді байыту процестерінің  
жетілмегендік коэффициентін анықтау»

6B07203 – Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту ББ

Орындаған

Махмедун Айтуар Даниярұлы  
Шадияр Ермахан Мұханұлы

Рецензент

Аға ғылыми қызметкер, PhD докторы,  
«ҚР МШКҚӨ ҰО» РМК филиалы  
«Қазмеханообр» МӨЭҒӨБ  
Б.Н. Сүримбаев  
«05» 06 2023 ж

Ғылыми жетекші  
Қауымдастырылған профессор,  
PhD доктор  
И.Ю. Мотовилов  
«05» 06 2023 ж

Алматы 2023 ж

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 өңдеу кафедрасы



Бекіткіш кафедрасының меңгерушісі,  
С.Н.Билканд, қауым.проф.  
М.Б.Барменшинова  
2023 ж

ТАПСЫРМА  
бітіру жобасы үшін

Білім алушылар Махмедун Айтуар Даниярұлы, Шадияр Ермахан Мұханұлы  
Тақырыбы: «Ауыр суспензияда және отсадкада көмірді байыту процестерінің жетілмегендік коэффициентін анықтау»

Басқарма Төреғасы-ректордың 2022 жылғы «23» қараша №408 бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жобаның соңғы мерзімі: 2023 жылдың 25 мамыры

Дипломдық жобаның бастапқы деректері: Бакалавриат тәжірибесінен алынған мәліметтер

Дипломдық жобаның қысқаша мазмұны:

а) Көмірді отсадкада және ауыр суспензияда байыту.

б) Жетілмегендік коэффициентін анықтау және байыту тиімділігін зерттеу.

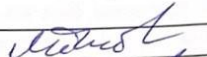
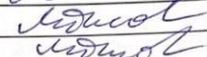
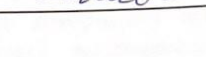
Графикалық материалдар тізімі (қажетті сызбаларды нақты көрсетумен): жұмыстың 12 слайды ұсынылған

Ұсынылатын бастапқы оқу:

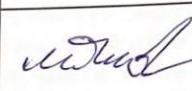
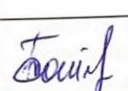
1 Гравитационные методы обогащения Шохин.В.Н А.Г Лопатин 20-бет Недра, 1993

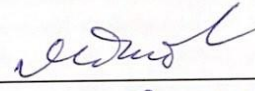

2 Кендерді байыту бойынша анықтамалық. дайындық процестері. Ред. 2-ші, қайта қаралған және толықтырылған - М.: Недра, 1982

Дипломдық жобаны дайындау  
КЕСТЕСІ

Бөлімдердің атауы, әзірленетін мәселелер тізбесі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімі	Ескертпе
Кіріспе бөлім	07.02.2023-26.02.2023	
Негізгі бөлім	28.02.2023-28.03.2023	
Технологиялық бөлім	01.04.2023-05.05.2023	

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

Бөлімдердің атаулары	Кеңесшілер, А.Ж.Т. (ғылыми дәрежесі, атағы)	Күні қолы	Қолы
Жобаның технологиялық бөлімі	И.Ю. Мотовилов Қауымдастырылған профессор, PhD доктор	05.06.2023.	
Норма бақылау	Таймасова А.Н., техника ғылымдарының магистрі	07.06.2023	

Ғылыми кеңесшісі  И.Ю.Мотовилов  
Тапсырманы орындауға  А.Д.Махмедун  
Е.М.Шадияр

Күні мен қолы

07 ақпан 2023 ж

## **АНДАТПА**

Көмірді байытудағы басты мақсат, оның сапасын жақсарту болып табылады.

Көмірді механикалық байыту процесінде әдетте келесі өнімдер алынады: концентрат – негізгі жанғыш массасы бар басты өнім, көмір мен тау жыныстарының ең көп мөлшері бар аралық өнім, бұл үйінді өнім. Ылғалды ортада байыту кезінде, аталған өнімдерден басқа, шлам да алынады. Яғни, сумен жуылып, байытылғанда бөлінген ұсақ көмір.

Тақырыпта баяндалған дипломдық жобаның негізінде фракциялық талдау әдісімен гравитациялық байытуды зерттеу негізінде Шұбаркөл кен орнының көміріндегі ауыр суспензиялардағы шөгу және гравитациялық байыту процестеріндегі жетілмегендік коэффициенттерін анықтау болды.

## **АННОТАЦИЯ**

Целью обогащения угля является улучшение его качества.

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

На основании изложенного темой дипломного проекта являлось определение коэффициентов несовершенства процессов отсадки и обогащения в тяжелых суспензиях на угле месторождения Шубаркольского на основании изучения гравитационной обогатимости методом фракционного анализа.

## **ANNOTATION**

The purpose of coal enrichment is to improve its quality.

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.

Based on the above, the topic of the thesis project was to determine the imperfection coefficients of the deposition and enrichment processes in heavy suspensions at the coal deposit of Shubarkolsky based on the study of gravitational enrichment by fractional analysis.

## МАЗМҰНЫ

Кіріспе	15
1. Зерттеу әдістемесі	17
1.1 Електі талдау	17
1.2 Отсадка	18
1.3 Отсадкалау машиналары	19
1.3.1 Пневматикалық отсадкалау машинасы ПОМ-2А	21
1.3.2 Диафрагмалық отсадкалау машинасы	22
1.3.3 Қозғалмалы түпті машиналар	23
1.4 Ауыр суспензия	24
1.5 Фракциялық талдау	27
1.6 Жетілмегендік коэффициентін анықтау. Көмірдің байытылу тиімділігін бағалау	31
1.7 Күлділікті анықтау	31
2 Тәжірибелік бөлім	33
2.1 Зерттеу объектісі – Шұбаркөл көмір кенінің сынамасы	33
2.2 Сынаманы дайындау схемасы	33
2.3 Сынаманы електе талдау	34
2.4 Көмір кенін гравитациялық байыту	35
2.5 Отсадкада байыту процесі	36
2.6 Ауыр суспензияда байыту процесі	40
2.7 Ауыр суспензияда және отсадкада байыту әдістерінің тиімділігі салыстыру	42
Қорытынды	44
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	45



## КІРІСПЕ

Көмір – әлемдегі ең көп таралған энергетикалық ресурстардың бірі. Адамзат баласы алғаш өз қажетіне пайдаланған отындардың алғашқы қатарларынан көмір орын алады. Көмір – тас тектес келетін жанғыш қазбалардың бір түрі болып табылады. Көп жылдық өсімдік қалдықтарының, оттегісіз ортада көп жылдар жинақталуынан пайда болған.

Көмір қазіргі таңда әлемдік экономикада сұранысқа ие және де өзіндік орны бар, қолжетімді пайдалы қазбалардың тізімінде көш бастайды.

Көмірді біздің елімізде халық ежелден тұрмыстық қажеттіліктер үшін пайдаланған, бірақ өнеркәсіптік тау-кен өндірісі тек XIX ғасырдың ортасында басталды. Көмір өндірудің қалыптасуы осы жылдары отынның едәуір көлемін қажет ететін барлық салалардың қарқынды дамуымен байланысты болды. 1855 жылы Қарағанды бассейнін игеру, 14 жылдан кейін – Леңгір кен орындарын игеру, ал 1895 жылы – Екібастұз ауданында көмір игеру жұмыстары басталды.

Бүгінде Қазақстан барланған қорлар мен көмір өндіру көлемі бойынша ТМД елдері арасында 3-ші орында ал, әлем бойынша 10-шы орында. Шикізаттың жалпы көлемі 150 млрд тонна болатын 50-ге жуық кен орны ескерілді. Республика аумағында көмір түрлерінің толық спектрі өндіріледі (қоңырдан тасқа дейін). Көмір өнеркәсібі экономиканың жетекші саласы және елдің энергетикалық кешенінің негізі болып табылады.

Өндірілген көмір ішкі нарықтың қажеттіліктерін толығымен қанағаттандырады, оның едәуір бөлігі шетелге экспортталады. Соңғы жылдары Қазақстан әлемдік көмір экспортының 1,7% - көрсеткішін тұрақты ұстап отыр. Өткен жылдары пандемияға байланысты жеткізілім деңгейінің табиғи төмендеуіне қарамастан, 2020 жылғы статистика бойынша сыртқы нарықтарға 16 миллион тонна шикізат жөнелтілді. Негізгі тұтынушы Ресей Федерациясы болып табылады, оның үлесі экспорттың 83% құрайды.

Қазақстанның көмір өнеркәсібінің болашағы орасан мүмкіндіктерге ие. Ресурстардың кең қоры, сәтті географиялық орналасуы, дамыған көлік және логистикалық жүйелер, сондай-ақ ішкі және сыртқы нарықтардағы сұраныстың арқасында сала тек дамитын болады. Әлемдік экономиканың мұнай сегментін дүр сілкіндіретін жиі дағдарыстық құбылыстар көмір саласына да оң әсер етеді.

Халықтың және өнеркәсіп өндірістерінің энергетикалық ресурстарға үнемі өсіп келе жатқан қажеттілігі отын өндіру көлемінің ұлғаюына түрткі болады. Сонымен бірге, барланған көмір қоры мұнай кен орындарының көлемінен едәуір асып түседі, демек, қолданыстағы технологиялық құрылымды сақтай отырып, көмір жақын болашақта маңызды стратегиялық ресурс болады.

Жұмыс істеп тұрған кен орындарынан басқа, Қазақстан аумағында осы уақытқа дейін өндіру процесіне әсер етпеген көмірдің едәуір қабаттары да бар. Ресурстарды салыстырмалы түрде арзан алуға ғана емес, сонымен қатар қолданыстағы кен орындарының айтарлықтай әлеуетін көрсететін үлкен бассейндерді игерудің ашық әдісі әлі де қолданылуда. Бірақ сандық фактордан басқа, әлемдік деңгейдегі өнімдерді алуға мүмкіндік беретін шикізаттың жоғары сапасын атап өткен жөн.

Қазіргі таңда көмір, металлургия саласына аса қажетті шикізат болып табылатындықтан және де көмірге деген сұраныстың жылдан жылға артуы, көмірді байыту және өндіру саласына арнайы зерттеулерді қажет етеді. Соған байланысты біздің дипломдық жобамызда, біз «Ауыр суспензияда және отсадкада көмірді байыту процестерінің жетілмегендік коэффициентін анықтау» бойынша зерттеу және есептеу жұмыстарын жүргіздік.



# 1 ЗЕРТТЕУ ӘДІСТЕМЕСІ

## 1.1 Електі талдау

Електі талдау – Өртүрлі өлшемдегі кен түйіршіктерін немесе түйіршікті заттарды елеуіштен өткізу арқылы екі немесе бірнеше ірілік кластарға бөлу процесін елеу деп атаймыз. Өндіріс орындарында елеу процесі арнаулы аппараттарда – елеуіштерде (механикаландырылған елеуіштер) жүргізіледі. Біз өзіміздің зерттеу жұмысымызда университет қабырғасындағы қарапайым елеуіштен көмірді бірнеше өлшемдегі өнімдерді алдық.

Кенді әртүрлі ірілік класстарға бөлу үшін елеуіштерді қолданамыз. Елеу кезінде електің жоғарғы жағында қалған өнімді үстіңгі өнім, електен өткен өнімді астыңғы өнім деп атаймыз.

Електен талдау жасау үшін материалдың ілмегі таңдалады, оның гранулометриялық сипаттамасын анықтап алынады. Алынған ілмек саңылауларының өлшемдері үнемі төмендейтін стандартты електер жиынтығынан өтеді.

Електі талдау нәтижесінде кен түйіршіктерінің мөлшері екі іргелес електердің саңылауларының өлшемдерімен анықталатын ірілік 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 кластың мөлшері өлшенеді. Әр кластың шығымы електен талдау үшін алынған ілмектің жалпы массасына граммен және пайызбен көрсетіледі.

Елек талдауының нәтижелері кестеге енгізіледі.

Кестенің бірінші бағанында бөлшектердің үлкендігін сипаттайтын кластар көрсетілген. Екінші бағанға бастапқы ілмектің массасының пайызымен көрсетілген әр ірілік кластың жеке шығысы енгізіледі. Үшіншісінде, "жоғарыдан" пайызбен жиынтық шығысы көрсетілген (плюс бойынша).

"Жоғарыдан" жиынтық пайыз барлық бастапқы үлгінің қанша пайызы електе қалатынын көрсетеді, егер ол жоғарғы болса, 100% - дан "жоғарыдан" жиынтық пайыздың айырмашылығы електен қанша материал өтетінін көрсетеді.

Көмірдің гранулометриялық құрамын анықтау үшін саңылаулардың өлшемдері: 40, 20, 10, 5, 2,5 мм болатын КСМ (ГОСТ 9758-86) електер жиынтығы пайдаланылды. [2,3].

## 1.1 Отсадка

Отсадка - гравитациялық байыту процестерінің арасында, отсадка ең көп қолданылатын, сонымен қатар ең тиімді процесстердің бірі. Отсадка процесі арнайы отсадкалық машиналарда жүргізіледі және барлық отсадкалық машиналар ішінде су тұратын камерада тұрады. Кен байыту кезінде отсадкалық машинада процес  $0,2 - 50$  мм аралығында жүргізілсе көмір байытқанда  $0,5-200$  мм аралығында байытамыз.Отсадка үрдісі кен түйіршіктерінің жоғары төмен қозғалатын су не ауа әсерінен түйіршіктердің тығыздығына қарай бөліну үрдісін айтамыз.Отсадка процесінде салмақ күші, судың көтеру күші, судың ағызу күштері әсер етеді. Отсадка процесі арнайы отсадкалық машиналарда жүргізіледі және барлық отсадкалық машиналар ішінде су тұратын камерада тұрады.Камера ішінде тор орналасады.Камера ішінде су қондырғының әсерінен су жоғары төмен вертикал бағытта шайқалады.

Бастапқы зат сумен араласып тор бетіне келіп түседі.Осы кезде тығыздығы әртүрлі түйіршіктер екі түрлі бағытта қозғалады.Жеңіл түйіршіктер жоғары бағытта қозғалса,ал ауыр түйіршіктер төмен бағытта қозғалып камераның төменгі бағытына қозғалады.Жеңіл минералдар отсадканың барлық машиналарында бастапқы затпен бірге түсетін судың ағызу күші арқылы камераның екінші басынан шығарылып отырады.Төменгі қабатта жиналған минерал түйіршіктері ірілігіне байланысты екі түрлі әдіспен алынады.Біріншісі тордың тесігінен өтіп камера түбіне түсетін кендер және олар көбінде арнайы шөмішті элеватор арқылы үздіксіз шығарылып отырады. Екіншісі ірілігі жоғары яғни тордан өтпейтін кендер.Олар әдейі жасалған үлкен тесіктен өтіп жиналады.Отсадка байыту терминінде төменгі қабатқа жиналған өнім ауыр фракция, ал үстіңгі қабатқа жиналған өнім жеңіл фракция деп атаймыз.Біз көмір байытқанда концентратты жеңіл фракциядан аламыз. Себебі көмірдің тығыздығы басқа минералдардан тығыздығы төмен.

Осыған сәйкес түйіршіктер екіге бөлініп камерада үздіксіз шығарылып отырады. Процесте түйіршіктердің тығыздық айырмашылықтары жоғары болған сайын процестің жүру тиімділігі артады.

Отсадка процесіне қандай күштер және факторлар әсер ететініне қарастырайық.Бірінші күш салмақ күші болып табылады.Салмақ күші минерал тығыздығымен және Архимед күшімен анықталады.Түйіршіктер салмақтарының айырмашылығы жоғары болған сайын,түйіршіктер бір-бірінен жақсы бөлінеді.Ол үшін әртүрлі түйіршіктердің диамертлерінің бірдей болуы қажет.Түйіршіктердің диамертлерінің бірдей болуы үшін елеуішті талдау қолданады.Елеуішті талдау кен түйіршіктерінің диаметрлеріне байланысты ірілік кластарға бөлу. Осылайша кен кесектерін белгілі бір кластарға бөлу арқасында біз олардың масса айырмашылықтарын жоғарылатамыз.Отсадкалау алдында жүргізілетін елеу процесі кенді байытуға дайындау үрдісіне жатады.

Екінші күш судың вертикал бағытта қозғалуынан судың көтеру күші.Бұл күш судың вертикал бағытта қанша биіктікке көтерілетіні және бір минутта неше рет көтерілетіні арқылы анықталады.Бұл екі фактор бір-біріне тікелей

байланысы бар. Яғни неғұрлым биік қашықтықта қозғалса, соғұрлым оның төтеру жиілігі аз болады. Бұл факторларды отсадкалық машиналарда арнаулы қондырғы арқылы реттеуге болады.

Үшінші күш кенмен бірге түсетін судың горизонталь бағытта ағызу күші. Судың шығымы артқан сайын судың ағызу күші артады. Осыған байланысты кен кесектерінің жылжуы жылдамдайды.

Отсадкаға әсер ететін фактор ол кендердің (көмірдің) ірілігі. Яғни отсадка процесінде кеннің ірілігі артқан сайын процестің тиімділігі артады. Ұсақ зат отсадкаланғанда көбінде процестің тиімділігін арттыру үшін жасанды төсеніш қолданылады. Жасанды төсеніш тордың бетінде орналасады. Қасиетіне тоқталатын болсақ ауыр минералдың тығыздығынан аз, ал жеңіл минералдың тығыздығынан жоғары болып келеді. Жасанды төсеніштер камера ішінде орналасқан тордың диметірінен үлкен болуы қажет және тығыздығы бірдей болуы қажет. Соның нәтижесінде жасанды төсеніш ауыр және жеңіл фракциялар арасында орналасады. Жасанды төсеніштерді минералдардан немесе табиғи және жасанды заттардан жасалады. Жасанды төсеніштің мақсаты отсадка үрдісінің сапасын жақсарту. Яғни жоғары қабаттағы жеңіл түйіршіктердің төменгі қабатқа өтуі қиындайды сол себепті ауыр фракцияның сапасы артады. Отсадка процесіне әсер ететін фактор ол жасанды төсеніштің қалыңдығы. Жасанды төсеніш қалыңдаған сайын минерал түйіршіктерінің төмен қозғалуына кедергілер көбейеді. Сол себепті төменгі қабатқа тек тығыздығы жоғары минералдар өтеді.

Жасанды төсеніштер ірі кен байытылғанда қолданылмайды. Себебі жасанды төсенішті ірі кен кесектері өздері жасап алады.

Жасанды төсеніштің мақсаты отсадка үрдісінің сапасын жақсарту. Яғни жоғары қабаттағы жеңіл түйіршіктердің төменгі қабатқа өтуі қиындайды сол себепті ауыр фракцияның сапасы артады. Отсадка машиналарынан ауыр және жеңіл фракцияны үздіксіз шығарылып отырғанымен жасанды төсеніштер тор бетінде қала береді. Ал ірі кесектерді байытқанда камера ішінен барлығы шығарылып отырады, себебі ірі түйіршіктерде жасанды төсеніш қолданылмайды.

Отсадка процесіне әсер ететін тағы бір фактор ол ауыр не жеңіл фракциялардың шығу жолдарын өзгерту. Шығу жолын бітеу себебі кен түйіршіктерінің төмен бағытқа түсуінің мүмкіншілігін арттыру. Сол себепті ауыр фракция шығымы артады да бірақ оның сапасы төмендейді.

## **1.2 Отсадкалау машиналары**

Отсадкалау машиналарының көп түрлері бар және барлығының жұмыс жасау принциптері бірдей болып келеді. Отсадкалау машиналарының бір-бірінен айырмашылығы камерадағы су әрқайсысында әртүрлі әдіспен жоғары төмен қозғалысқа келтіріледі. Отсадкалау машиналары диафрагмалы, поршенді, поршенсіз (ауа қысымымен жұмыс істейтіндер), қозғалмалы торлы және

қозғалмалы түпті машиналар болып бөлінеді. Барлық отсадкалық машиналарда камера, тор, суды қозғалысқа келтіретін қондырғылар және камера түбінен ауыр фракцияны шығаратын қондырғылар болады. Әртүрлі отсадкалық машиналардың шығу себебі кеннің ірілігін, оның минералдарының тығыздығын тағы біраз қасиеттерінің ерекшеліктерін барынша ескеруге тура келді. Отсадка машиналарында камера барлығында бірдей болып келеді, яғни жоғарғы бөлігі төртбұрышты, ал төменгі жағы конус. Қолдану орны бойынша отсадкалық машиналар;

Гидравликалық отсадка машиналары (процесс су ортасында жүзеге асырылады);

Пневматикалық отсадка машиналар (процесс ауа ортасында жүреді).

Механиздік құрлысы бойынша отсадкалық машиналар;

Диафрагмалы отсадка машинасы

Поршенді отсадка машинасы

Поршенсіз (ауа қысымымен жұмыс істейтіндер) отсадка машинасы

Қозғалмалы торлы отсадка машинасы

Қозғалмалы түпті отсадка машинасы бөлінеді.

Түсірілетін өнім бағыты бойынша:

Тікелей ағынды шөгу машиналары;

Қарсы ағымды шөгу машиналары;

Байыту өнімдерін түсіру әдісі бойынша:

Шибер арқылы түсіру отсадкалық машиналары;

тор арқылы түсіретін отсадкалық машиналары;

Сатылар бойынша отсадкалық машиналар;

бір сатылы (бір камералы) шөгу отсадкалық машиналары.

екі сатылы отсадкалық машиналары.

үш сатылы отсадкалық машиналары.

көп сатылы отсадкалық машиналары.

Нысаналы мақсаты бойынша:

Ұсақ түйіршікті, ірі түйіршікті немесе классификацияланбаған кендерді байытуға арналған отсадка машиналары;

Шламды отсадка машиналары.

Поршенсіз отсадка машиналары (ауа-пульсациялық). Ауа-пульсациялық машиналар көмір кендерін байытуда кеңінен қолданады. Машиналардың дизайны жылдар сайын жетілдіріліп, жаңарып отырады. Сондықтан іс жүзінде ауа камераларының орналасуымен де, жеке құрылымдық элементтерімен де ерекшеленетін әртүрлі отсадкалық машиналар қолданылады.

Ауа камераларының орналасуы бойынша машиналар жіктеледі:

ауа камерасының бүйірлік орналасуымен;

ауа камераларының бүйірлік екі жақты орналасуымен;

қосарланған орталық ауа камераларымен;

ауа камераларының жер асты орналасуымен;

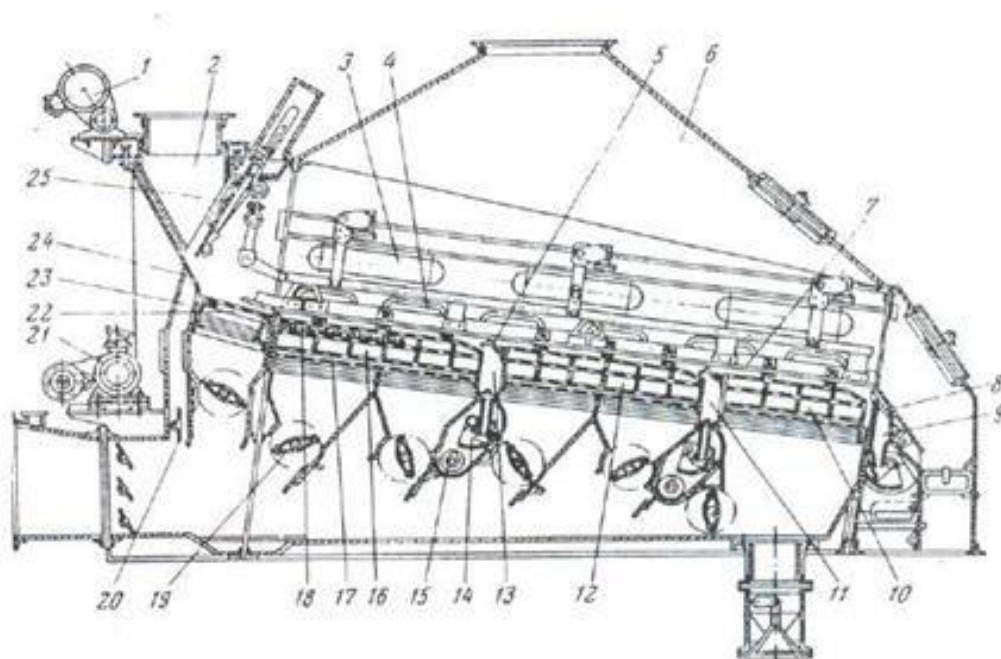
ауа камералары жер асты орналасуымен;

ауа камераларының жер үсті орналасуымен;

Поршеньді отсадка машиналары марганец, қалайы және вольфрам кендерін байыту үшін кеңінен қолданылады. Уақыт өте келе олар диафрагма машиналарымен және жылжымалы торлы машиналармен ауыстырылды.

Отсадкалық машиналар дизайн бойынша алуан түрлі (жүзден астам түрлері белгілі). Ең көп таралған диафрагмалы, поршеньді, поршенсіз (ауа қысымымен жұмыс істейтіндер), қозғалмалы торлы және қозғалмалы түпті машиналар.

### 1.2.1 Пневматикалық отсадкалау машинасы ПОМ-2А.



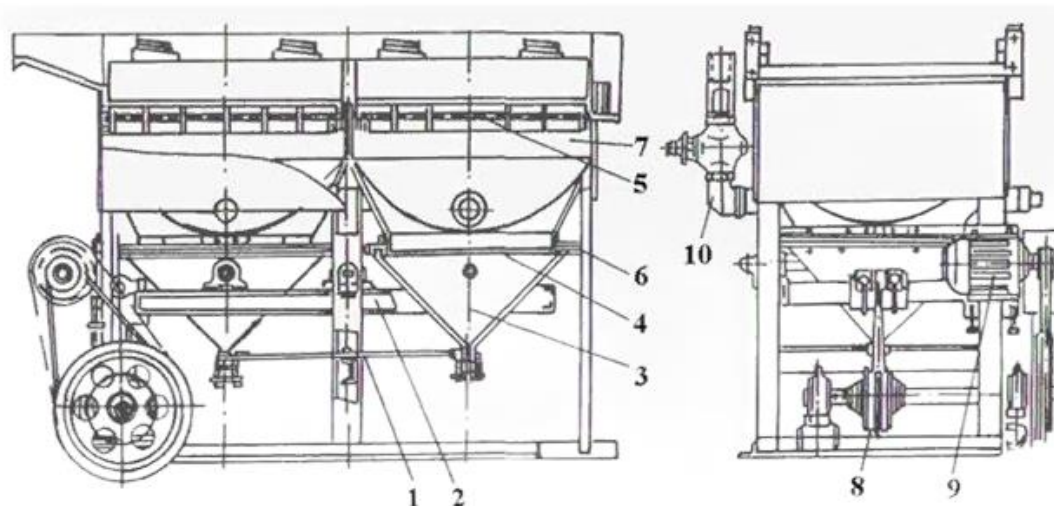
1-Сурет – Пневматикалық отсадкалау машинасы

Концентрат өрісінің соңында затты концентрат және екі арлық қабаттарына бөлуге арнайы шибер (8) орнатылған. Концентрат шибердің астында орналасқан қалтадан шығарылып отырады. Әр өнімнің өзіне тиісті қалталардан шығарылуы клапанның (14) тербелу жиілігін өзгертумен реттеліп отырады. Қалдықтар және екіаралық өнім клапандардың астында орналасқан шнектер (15) арқылы шығарылып отырады. Заттың әрбір жартылай декалар бетінде біркелкілігі боп таралуын шарнирлі тіректерге ілінген болатты торлар (7) іске асырып отырады. Торлардың декалар бетінде қозғалуы жетек (21) арқылы орындалып отырады. Машина жоғарғы жағынан зонтпен (6) жабылған оның астынан шаңдалған ауа сорылып тұрады, ал қабырғалары тез ашылатын әйнек панельдермен (4) қоршалған. Декаларды көруге, тазалауға және жөндеу жұмыстарын жүргізуге қоршау панельдерінде герметикалық люктер ескерілген.

Пневматикалық отсадкалаудың кемшілігіне -бөліну көрсеткіштерінің байытылатын заттың ылғалдылығына және оның байытылуына тәуелділігі, сондай-ақ сулы ортадағы отсадкалауға қарағанда технологиялық тиімділіктің

төмендігі. Сондықтан ол тек қана суға тапшы климаты өте қатты аймақтарда қоңыр және оңай байытылатын көмірлерді байыту үшін қолданылады.

### 1.2.2 Диафрагмалық отсадкалау машинасы

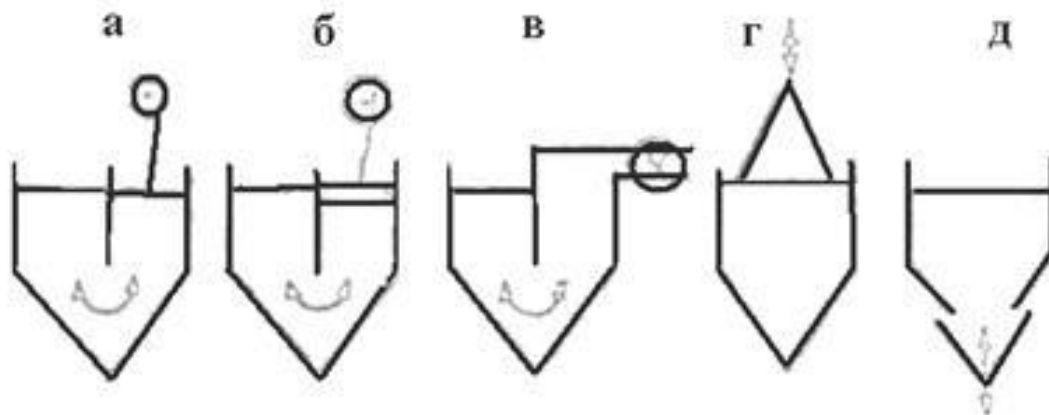


2-Сурет – Диафрагмалық отсадкалау машинасы

1-серіппелі рессора; 2-рама-иінағаш; 3-конусты оймыш; 4-цилиндрлі орауыш; 5-торлар; 6-диафрагма; 7-корпус; 8-эксцентрикті механизм; 9-электроқозғалтқыш; 10-коллектор.

Диафрагмалы отсадкалау машиналары ірілігі 30 мм дейінгі қара және сирек металдар кендерін байытуда кеңінен қолданылады. Диафрагмалы машиналардың өнімділігі төмен болып келеді (40 т/сағ аспайды), сондықтан олар көп жағдайда өнімділігі аз фабрикаларда қолданылады.

Диафрагмалы отсадкалау машиналары жоғарғы төрт бұрышты бөлек екі бөлімшеге бөлінеді. Ол үшін камераның ұзын бойына оны тура екіге бөлетін сурет а, б, в).



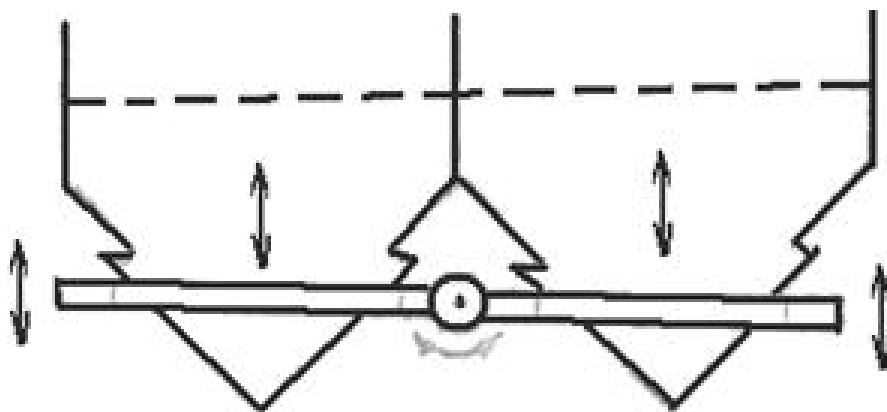
3-Сурет – Диафрагмалық отсадкалау машинасының камерасы

Тор осы қалқамен камераның қабырғасы арасында орнатылған. Бұл шибермен тор арқылы қыйылысты шығар убөлімшені торлы бөлімше деп аталады. Екінші бөлімшеге диафрагма, не ауа түсетін кеңістік орналасады.

Диафрагмалы және поршенді машиналарда суды қозғалысқа келтіру әдісі ұқсас. Екеуі де айналмалы валға эксцентрично орналасқан шатун және онымен қосатын шток арқылы тербетілу қозғалысына келтіріледі. Диафрагма жұқа темірден жасалынады. Ол қабырғалармен созылғыш резеңкемен қосылған. Олар төмен түскенде су қысым әсерімен екінші бөлімшеде көтеріледі. Ал жоғары шыққанда су төмен қарай түседі.

Диафрагмалы машиналар (МОД) ұсақ минералдарға, ал поршенді және басқалары ірі минералдарға қолданылады. Сондықтан диафрагманың жүріс қашықтығы өте аз (2-10 мм), бірақ тербелу жылдамдығы жоғары. Диафрагманың жүріс қашықтығы эксцентрицитет өзгерту арқылы реттеледі. Эксцентрицитет деп айналмалы вал өсімен оған орнатылған айналмалы шатун өсінің аралығындағы қашықтықты айтады. Қазіргі кезде диафрагмалары басқаша орнатылған машиналарда бар. Мысалы ол камераның көлденең қабырғаларына, не екі аралық қабырғаға орналасуы мүмкін.

### 1.2.3 Қозғалмалы түпті машиналар



4-Сурет – Қозғалмалы түпті машина

Қозғалмалы түпті машиналар диафрагмалы машиналардың бір түріне жатады. Оларда диафрагма ролін корпустың конусты түбінің төменгі жартысы атқарады. Конусты түп тік бағытта екіге бөлінген. Түпкі бөлігі жоғарғы бөлігімен резеңке арқылы жалғасқанда төрт бұрышты рамаға орнатылған. Рама оның ортасына орналасқан арнаулы қондырғы арқылы тербету қозғалысына келтіріледі. Раманың бір басы көтерілсе, екінші басы төмен түседі. Рама көтерілгенде конусты түп бірге қозғалып суды жоғары көтереді. Қайта төмен түскенде суда сол бағытта қозғалады, сөйтіп тербеліске келеді. Камера саны алтыға дейін жетеді. Диафрагмалық отсадкалау машиналары ұсақ сеппелі, яғни байытылу алдында ірілігі 3-5 мм-ге дейін ұсатылатан кендерді (қалайы,



вольфрам, алтын, сирек кездесетін металдар кендері және т. б.) байытуға қолданылады.

Ірі кесекті қазбаларды (сеппелік дәрежесіне қарай олар байытылу алдында 5-50 мм-ге дейін, ал көмір болса 100-150 мм-ге дейін ғана ұсатылады) байыту үшін ең жиі қолданылатындар ауа қысымы әсерімен жұмыс істейтін машиналар (ОМШ, ОМ, ОМК және басқалары). Олардың конструкциялары әртүрлі. Негізгі айырмашылықтары - суды жоғары бағытта көтеретін қысыммен түсетін ауаның камераға түсу жолдары.

Кейбірінде ауа бүйірде орналасқан бөлімшеге түседі, ал кейбірінде камера бірғана бөлімнен тұрады да ауа тор астына орналасқан ячейкаларға түседі. Ауа қысымы 15-40 кПа жетеді және арнаулы золотникті қондырғы (пульсатор) арқылы үзілісті түседі. Үзіліс аралығы тәжірибе жүргізілу нәтижесінде анықталады. Золотник ашылып ауа түскенде ол суды қысып жоғары көтереді, ал жабылған кезде қысым атмосфералық шамаға дейін азайып су деңгейі бұрынғы орнына келеді.

Ауа қысымын жеткілікті және кең шекте өзгертуге болатындығына байланысты бұл машиналар өте өнімді. Кен түсетін тор ауданы 24-32м<sup>2</sup> етіп жасалса өнімділік сағатына 1000 тоннаға дейін жетеді. Бұл машиналар кең шекті ірілікке (кен байытылса 5-150мм, ал көмір байытылса 5-150мм) бейімделген. Соның нәтижесінде қазір көптеген қазба байлық түрлерін байытуда қолданылады.

Қозғалмалы торлы машиналарда камерадағы су қозғалмайды, ал тор арнаулы механизммен жоғары-төмен қозғалысқа келтіріледі. Тор төменгі бағытта қозғалғанда түйіршіктер судың көтеруі әсерімен жоғары көтеріледі, ал тор жоғары бағытта қозғалғанда түйіршіктер төмен құлайды. Осы тұрғыдан бұл машиналарды басқалармен салыстырсақ судың түйіршіктерге тигізіу әсерінде еш өзгеріс жоқ.

Отсадкалау машиналарының өнімділігі осы формуламен анықталады:

$$Q=3,6 \cdot H \cdot B \cdot v \cdot \sigma \cdot \theta, \text{ т/сағат} \quad (1)$$

мұндағы Q- өнімділік т/с;

H- тор үстіндегі материал қабатының биіктігі, м;

B- машинаның көлденеңі, м;

$v$  - кесектердің тор үстінде жылжу жылдамдығы, м/с;

$\sigma$  - кеннің тығыздығы, кг/м<sup>3</sup>;

$\theta$  - тор үстіндегі материалдың қопсу дәрежесі

### 1.3 Ауыр суспензия

Ауыр суспензия – Ауыр ортада байыту процесі әртүрлі тығыздықты кен түйіршіктерінің екі аралықты тығыздықты ортада бірінің батып, екіншісінің қалқуына негізделетін процесс. Ауыр ортада байыту – бұл минералды

бөлшектерді аралық тығыздығы бар ортада тығыздықтар бойынша бөлу процесі. Бұрын ауыр ортада байыту көбінде ірі класты көмірді байыту үшін қолданылды. Қазіргі уақытта бұл процесс гидроциклондарда ұсақ байытылған көмірлер мен ұсақталған өндірістік шөгінділерді байыту үшін кең таралуда. Ауыр ортада байытудың тиімділіктері көп. Жоғары технологиялық тиімділік, әсіресе көмірдің үлкен кластарын байыту кезінде. Бұл кезде байыту көрсеткіштері теориялық көрсеткіштерге жақын болып келеді. Көмірді бөлу үшін ауыр орта ретінде ең көп қолданылатын жоғары тығыздықтағы минералды ұнтақты суспензиялар қолданылады. Ауырлатқыш ретінде 0,1 мм-ден аз ұнтақталған әртүрлі минералдар қолданылады. Мысалы магнетит, пирит, барит, кварц құмы, саз және т. б.

Ауыр орта суспензиясын жасау үшін белгілі бір талаптар қойылады:

Ауырлатқыш белгілі бір шектен аспайтын көлемдік концентрацияда берілген тығыздықтағы суспензияны дайындауды қамтамасыз етуі керек.

Ауырлатқыштың механикалық беріктігі жеткілікті жоғары болуы қажет, себебі ұзақ айналымда оның айтарлықтай ұсақталуы болмауы қажет.

Ауырлатқыш байыту өнімдерінен оңай жуылуы қажет, яғни жұқа көмірлі шламдардан және шайылмалы сулардан оңай шайылуы қажет.

Ауырлатқышқа қойылатын маңызды талап оның арзандығы, қымбат емес болуы, суда ерімейтіндігі, байытылған көмірдің компоненттеріне және жасалған жабдық материалдарға химиялық инертті болып табылуы қажет.

Шетелдік және де Қазақстандық тәжірибеде көбінде минералды суспензиялар қолданылады, мұнда магнетит концентраты ауырлатқыш ретінде қолданылады. Бұл суспензиялар көмірді байыту үшін бөлу ортасының тығыздығын жеткілікті алуға мүмкіндік береді. Магнетит концентраты ауырлатқыш рөлі үшін қажетті физикалық-механикалық параметрлерге ие: жоғары тығыздығы 4300-4600 ден 5000 кг/м<sup>3</sup> дейін.

Минералды суспензиялардың қасиеттері: тығыздық, тұтқырлық, көмірді бөлу мен тиімділігін анықтайтын маңызды параметрлерге ие.

Суспензияның тығыздығы бөлінудің шекаралық тығыздығына сәйкес келуі керек. Ауырлатқыш тығыздығы мен оның көлемдік құрамының көбейуі суспензия тығыздығын артырады. Сол себепті салмақ мөлшерінің жоғарылауымен суспензияның тұтқырлығы артады, тығыздығы жоғары салмақ қолданылады.

Ауыр суспензияларда байытылған кезде барлық бастапқы өнім қалқымалы және батып кеткен болып екі фракцияға бөлінеді.

Магнетит суспензиялары ауырлатқыштың жоғары концентрациясымен және шлам мен саздың болуының әсерінен тұтқыр болады. Бұндай суспензияларда көмірді байыту қиындайды, әсіресе қалқып кетпейтін және батпайтын ұсақ түйіршіктер, себебі олар ортаның кедергісін жеңе алмайды.

Төмен тығыздықтағы таза магнетит суспензиялары үшін (шамамен 1500 кг/м<sup>3</sup> ағын Ньютон заңына бағынады, яғни жоғары тығыздықта (1600 кг/м<sup>3</sup> және одан жоғары) суспензия тұтқыр-пластикалық сұйықтық сияқты әрекет етеді.

Өндірістік тәжірибелерде қолданылатын суспензияларда әрқашан олардың тұтқырлығын арттыратын қандай да бір мөлшерде шлам болғандықтан, кез келген тығыздықтағы суспензияларды тұтқыр-пластикалық жүйелер деп санауға болады.

Суспензиялардың реологиялық күйі туралы пайымдау әртүрлі жүйелердің вискозиметрлері арқылы жылдамдық градиентінің әртүрлі мәндеріндегі тұтқырлық (пен шекті сдысу кернеуін) эксперименттік тәжірибелерге негізделген. Зертханалық жағдайда қысыммен жұмыс істейтін капиллярлық вискозиметрлер жиі қолданылады.

Вискозиметр – заттың динамикалық немесе кинематикалық тұтқырлығын анықтауға арналған құрал.

Өнеркәсіптік жағдайда тұтқырлықты сипаттау үшін суспензиялар жанама индикаторды – көмір шламының құрамын пайдаланады. (класс 0-0,5 және 0-1 мм).

Қатты фазалық суспензияның яғни магнетит пен шламның шекті мөлшері 32,5 % құрайды. Ол тұтқырлықты  $7 \cdot 10^{-3}$  Па·С аспайтын деңгейде ұстауға кепілдік береді және магнетит суспензиясының тығыздығы неғұрлым жоғары болса, ондағы шламның рұқсат етілген мөлшері соғұрлым төмен болады. Ластанған суспензияны міндетті түрде регенерацияға жіберу керек, себебі тұтқыр суспензиядағы бөліну көрсеткіштері күрт нашарлайды. Салыстырмалы түрде алатын болсақ төмен тығыздықтағы суспензияларда шламның рұқсат етілген мөлшері 330 кг / м<sup>3</sup> жетуі мүмкін, ал тығыз суспензияларда ол 150 кг/м<sup>3</sup> аспауы керек. (Жоғары тығыздықтағы суспензиялардың тұтқырлығы мен шекті сдысу кернеуіне әсіресе жұқа сазды шламдар әсер етеді, сонымен бірге төмен тығыздықтағы суспензияға сазды шламдардың қосылуы (қатты концентрациясы 24% дейін) олардың реологиялық параметрлеріне әсер етпейді.) Сол себепті төмен тығыздықтағы суспензияларды тұрақтандыру үшін аз мөлшерде шлам (саз немесе бентонит) қосуға болады.

1710 кг/м<sup>3</sup> тығыздығы бойынша -80+10 мм машина класын бөлу үшін қосымша зерттеулер жүргізу үшін ауыр және жеңіл фракцияларды жасау мақсатында суспензияны байыту параметрлері есептелді.

Ауыр суспензияны дайындауға арналған бастапқы деректер:

- қажетті суспензия тығыздығы 1710 кг / м<sup>3</sup>;
- ауыр суспензияның қажетті көлемі 0,024 м<sup>3</sup> = 24 л;
- тығыздығы 4800 кг/м<sup>3</sup> концентраты бар магнетитпен ұсынылған салмақтың тығыздығы.

Құрғақ салмақ массасы формуласы төмендегідей:

$$m_a = \frac{W_c \delta_a (\Delta_c - 1000)}{\delta_a - 1000}, \text{ кг} \quad (2)$$

мұндағы  $m_a$  – құрғақ салмақ массасы, кг;  
 $W_c$  – суспензия көлемі, м<sup>3</sup>;  
 $\delta_y$  – ауырлатқыш тығыздығы кг/м<sup>3</sup>;  
 $\Delta_a$  – суспензия тығыздығы, кг/м<sup>3</sup>.

$$m_a = \frac{0,024 \cdot 4800 \cdot (1710 - 1000)}{4800 - 1000} = 21,52 \text{ кг.}$$

Тығыздығы 1710 кг / м<sup>3</sup> суспензия дайындауға арналған судың көлемін төмедегі формула бойынша анықтаймыз:

$$W_B = W_c - \frac{m_y}{\delta_y} = 0,024 - \frac{21,52}{4800} = 0,0195 \text{ м}^3 = 19,5 \text{ л.}$$

Ауыр ортадағы байыту материалдарды гравитациялық немесе центрифугалық өрістегі тығыздық бойынша, суспензияда немесе сұйықтықта бөлу болып табылады, оның тығыздығы бөлінетін бөлшектердің тығыздығы арасындағы аралық болып табылады.

Ауыр суспензиялар – бұл ферросилиций, пирит, пирротин, магнетит және гематит концентраттары және 0,16 мм-ге дейінгі басқа материалдар қолданылатын ауыр минералдардың немесе салмақ қорытпаларының суда ілінген жұқа бөлшектері.

Бөлу 30 л сыйымдылықта орындалды, оған есептеуге сәйкес су құйылып, ауырлатқыш құйылды. Ең маңызды шарттардың бірі-суспензияң тығыздығын бірқалыпты ұстау. Ол үшін механикалық араластыру қолданылды. Мұқият араластырғаннан кейін, тығыздықты реттеу қажет болған кезде ауырлатқыш немесе су қосылды.

Бөлінетін материалдың ілмегі ауыр суспензияға құйылып, бөлінуге ұшырады. Жеңіл фракция перфорацияланған шөмішпен жоғарыдан алынып тасталды, оны толығымен алып тастағаннан кейін ауыр батып кеткен фракция алынды. Осылайша, бүкіл кен суспензиясының бөліну циклдары қайталанды. Алынған бөлу өнімдері ауырлатқыштан жуылды, кептірілді, ұсақталды және күлді талдау үшін сынамалар алынды.

## 1.4 Фракциялық талдау

Фракциялық талдау – Көмірдің фракциялық талдауы оның байыту сипаттамасын анықтау үшін, пайдалы қазбаны әртүрлі тығыздықтағы фракцияларға бөлу үшін анықталады. Байыту сипаттамасы деп пайдалы қазбадағы әр түрлі мәні бар фракциялардың сандық және сапалық қатынасы ретінде түсіндіріледі. Фракциялық талдауға әр түрлі кластар жатады. Бөлу ортасы ретінде минералды сулы ерітінділер қолданылады. Оларға тұздар, органикалық сұйықтықтар, суспензиялар жатады. Бөлу ортасы ретінде минералды тұздардың су ерітінділері және органикалық сұйықтықтар мен

суспензиялар қолданылады. Ірілігі 1 мм - ге дейінгі пайдалы қазбаларды талдау әртүрлі тығыздықтағы ортасы бар шағын сыйымдылықты ыдыстар , ал ірілігі 1 мм-ден кем болса бөлудің динамикалық жағдайларында ЦЭ-3 центрифугасын қолдана отырып жүзеге асады. Көмірді фракциялық талдау алдында іріліктің жекелеген сыныптарынан келесі мөлшерде сынамалар алынады:

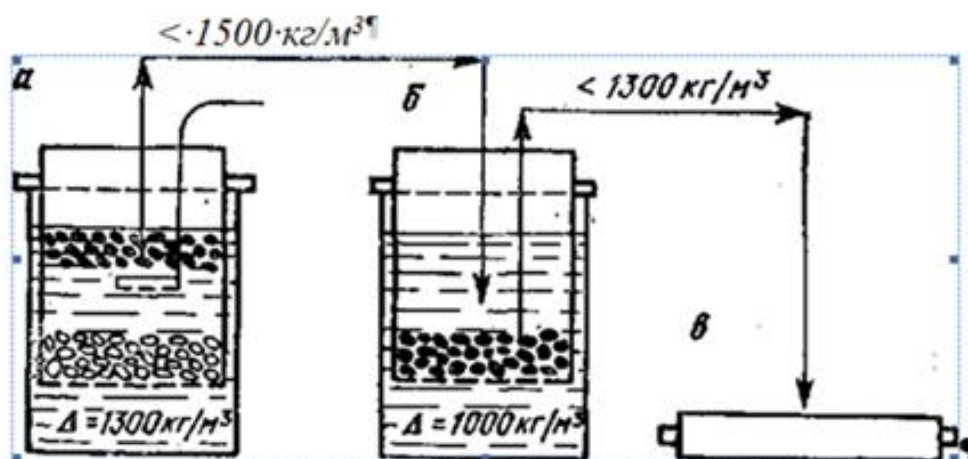
Ең үлкен кесек мөлшері, мм . 100 50 25 13 6,3 1 0,5

Сынаманың ең аз салмағы, кг . 100 50 25 13 6,3 1 0,5

Көмір сынамаларын байыту (раслоение) үшін тығыздығы 1000 кг/м<sup>3</sup> артық, атап айтқанда 1300, 1400, 1500, 1600, 1800 және 2000, 2200 кг/м<sup>3</sup> сирек ауыр суспензияларды пайдаланады. Кен сынамаларын қатпарлау (Раслоение)(Байыту үшін) үшін ауыр сұйықтықтар мен суспензиялар қолданылады; 2400, 2700, 3000, 3300, 3500, 3700, 4000, 4200 кг / м<sup>3</sup> .

Гравитациялық байыту ортасы негізінен тығыздықпен, тұтқырлықпен, жылжу кедергісімен және тұрақтылығымен сипатталады, олардың құрамына байланысты арнайы кестелер бар:

Фракциялық талдау сызбасы 5 суретте бейнеленген;



5-Сурет - Фракциялық талдаудың сұлбалық бейнесі

Фракциялық талдау өндірісінің сұлбасына тоқталатын болсақ: а-тығыздығы 1300 кг / м<sup>3</sup> ауыр сұйықтығы бар сыйымдылық; Б-суы бар сыйымдылық; в-тығыздығы 1300 кг/м<sup>3</sup> қалқымалы фракцияға арналған қабылдағыш.

Фракциялардың салмағы мен сапасы туралы деректер жайлы алдын ала кестелер жасалады, содан кейін байыту қисықтары құрылады.

Көмірді фракциялық талдау нәтижесінде ауыр және жеңіл фракциялар пайда болады. Ауыр және жеңіл фракциялар күлділіктің жиынтық пайызын есептеу үшін қажет. Жоғарғы қабаттағы шыққан фракциялардың жиынтық шығуы сандарды жоғарыдан төменге қосу жолымен, ал төменгі қабаттағы фракциялардың жиынтық шығуы сол топтың сандары төменнен жоғары қосу жолымен есептеледі. Байыту өнімдерін сынамалау және фракциялық талдау

өндірісінің дәлсіздігі салдарынан нәтижелердің сирек әртүрлілігі әрдайым орын алады.

Тарату саны – байыту өніміндегі жеке фракция үлесінің бастапқы өнімдегі сол атаудағы фракция үлесіне қатынасы болып табылады.

Егер фракция тығыздығы 1500-1600 кг / м<sup>3</sup> түгелімен концентратқа көшсе, онда оның тарату саны 100% , ал қалдық тарату саны 0%-ға тең болады.

Тарату сандары бұл бөлу қандай қатынаста болғанын көрсетеді:

$T_k = 3,83 / 3,94 * 100 = 97,21\%$  (концентратқа өтті);

$T_p = 0,11 / 3,94 * 100 = 2,79\%$  (қалдыққа өтті).

Басқа фракциялар үшін бөлу сандары осылай есептелінеді;  
 $T_k + T_p = 100\%$ .

Фракциялық талдаулар нәтижелері бойынша байыту қисықтары мен бөлу қисықтары құрылады.

Құру кезінде қисық байыту-бұл көмірдің бастапқы сынамасының күліне сәйкес келетін,  $\beta$  қисығының соңғы нүктесі және  $\varphi$  қисығының бастапқы нүктесі ординат осіне параллель түзу, ординат осіне параллель және абсцисс осіне нүкте арқылы өтетін жатуы тиіс;

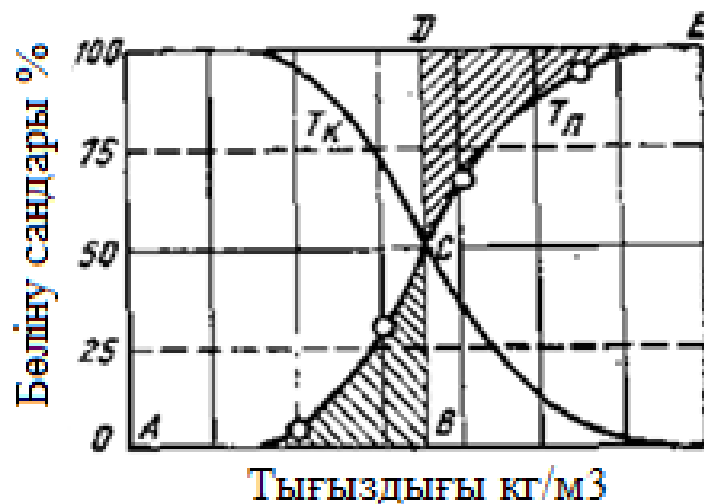
Процестің тиімділігі таралу қисықтары арқылы анықталады.

Тарату қисықтары бойынша байыту тиімділігін бағалау әдісі Тромп-Терра әдісі арқылы анықталады. Таралу қисығы абсцисса осіне фракциялардың орташа тығыздығы, ал ординат осіне бөлу сандары салынатын координаттарда құрылады.

Концентрат пен жыныстың таралу қисықтары симметриялы және ординатасы 50% таралу санына сәйкес келетін нүктеде қиылысады.

Бөлу қисығы бойынша бөлу тығыздығы 50% үлестіру санына сәйкес анықталады. Басқаша айтқанда, бөлу тығыздығы дегеніміз-оған сәйкес келетін шексіз тар фракция екі байыту өнімі арасындағы тең үлестермен бөлінетін тығыздық.

Бөліну тығыздығының идеалды бөліну жағдайында тығыздығы аз барлық фракциялар бөліну тығыздығы концентратқа, ал фракциялар тау жынысына ауысады, содан кейін таралу қисығы ABCDE сынған сызығына айналады. Іс жүзінде таралу қисығы сызба өрісінде ABC ауданын кесетін тегіс сызық бар, ол жалпы фракцияның қай бөлігінің тығыздығы аз екенін көрсетеді. осы фракцияның пайызымен көрсетілген бөліну тығыздығынан тау жынысына өтті, ал тығыздығы бойынша фракцияның шығуын көрсететін CDE бөліну ауданындағы тығыздығын (осы фракцияның пайызымен) концентраты көрсетілген.



6-Сурет – Бөлу қисықтары:  $T_k$ -концентрат үшін,  $T_l$ -бос қалдық үшін

Демек, таралу қисығы неғұрлым тік болса, байыту машинасында бөлу соғұрлым дәлірек болады.

Бөлудің теориялық шарттарынан ауытқу шартты түрде қарастырылады, 25 және 75% ординаттарға (тарату сандарына) сәйкес келетін таралу қисығының нүктелерінің абсциссалары (тығыздықтары) арасындағы жартылай айырмашылық 1 формула бойынша анықталады:

$$E_{pm} = \frac{(\Delta_{75} - \Delta_{25})}{2} \quad (3)$$

мұндағы:  $E_{pm}$  - теориялық бөлу шарттарынан ықтимал ауытқуы

$\Delta_{75}$  - таралу санына сәйкес келетін тығыздық 75%;

$\Delta_{25}$  - үлестіру санына сәйкес келетін тығыздық 25%.

Кей жағдайда процестің жетілмегендік коэффициенті қолданылады (I):

$$I = \frac{E_{pm}}{\Delta_p - 1000} \quad (4)$$

мұндағы:  $\Delta_p$  - бөліну тығыздығы

$E_{pm}$  және I шамаларының мәні неғұрлым аз болса, байыту машинасындағы бөлу дәлдігі соғұрлым жоғары болады, демек байыту тиімділігі де жоғары болады.

Кендерді байыту тиімділігін немесе техникалық әсердің максималды мәнін анықтау үшін төмендегі формула қолданылады:

$$E = 100 \frac{\gamma(\beta - \alpha)}{\alpha(100 - \alpha)} \quad (5)$$



мұндағы  $E$  – байыту тиімділігі, %;

$\gamma$  – концентраттың шығымы, %;

$\beta$  – концентраттағы құнды компоненттің мөлшері, %;

$\alpha$  – бастапқы өнімдегі құнды компоненттің мөлшері, %.

### **1.5 Жетілмегендік коэффициентін анықтау. Көмірдің байытылу тиімділігін бағалау.**

Жетілмегендік коэффициенті – ірі көмірге арналған гравитациялық аппараттар ұсақ көмір машиналарына қарағанда бөгде фракциялармен бөліну өнімдерінің әрқашан аз бітелуімен белгілі. Ауыр ортасы бар машиналар үшін  $E_p$  мөлшері бөліну тығыздығына байланысты аздап өзгереді. П. Белюг (Франция) ұсынған бұл коэффициент қателік немесе жетілмегендік коэффициенті деп аталады.

Бөлу қисығы логарифмдік қалыпты заңға бағынатын болғандықтан және  $E_p$  мәні айтарлықтай тәуелді болатын су ортасы бар гравитациялық машиналардың дәлдігін бақылау және бағалау үшін қателік коэффициенті қолданылады.  $E_p$  және  $I$  көрсеткіштерін халықаралық ISO Стандарттау ұйымы гравитациялық өрістердегі минералды кешендердің бөліну тиімділігін бағалау критерийлері ретінде ұсынады және болжау қайта өңдеу өнімдерінің практикалық балансы кезінде қолданады.

### **1.6 Күлділікті анықтау**

Көмірдің күлі, көмірді жағудан қалған жанбайтын қалдық. Ол жану кезінде көміртегі, оттегі, күкірт және су (соның ішінде саздан ) ығыстырылғаннан кейін минералдың негізгі бөлігін құрайды. Талдау өте қарапайым: көмір жағылады, ал күл материалы бастапқы салмақтың пайызымен көрсетіледі.

Күлділік – күлдің массалық үлесі, жанбайтын қалдықтың пайызы, ол толық жанған кезде отынның минералды қоспаларынан құралады. Практикалық мақсаттар үшін аналитикалық сынамамен анықталған күл мәні әдетте құрғақ массасына немесе отынның жұмыс күйіне қайта есептеледі. Қатты отынның барлық түрлері үшін күл-негізгі көрсеткіштердің бірі; көмірді өндіру, өңдеу және тұтыну, баланстық және есептік көрсеткіш ретінде қолданылады.

Көмірді байыту процестерінің тиімділігін бағалау, сондай-ақ көмірдің бағасы мен оны байыту өнімдерінің қолданыстағы тізімдемесі көмірдің күл көрсеткішіне негізделген. Көмірдің күлі мен оның жану жылуы арасында тікелей байланыс бар.

Күлді анықтау шарттары стандартталған. Көмірдің күлі әдетте 1-15 % аралығында болады, бірақ бейорганикалық материалдың жұқа дисперсті бөлінуімен көмірдің көміртекті жыныстарға біртіндеп ауысуымен 60% - ға да пайызға да жетуі мүмкін. Көмірді қалыпты байыту кезінде бұл күл жойылмайды.

Әдетте, байыту кезінде сыртқы күлді құрайтын минералды қоспалардың басым бөлігін алып тастауға болады. Күлділіктің шкаласы бойынша: 5% - дан аз болса, күл аз, 5-10 % орташа, 10% - жоғары болса, күлділігі жоғары деп алынады.

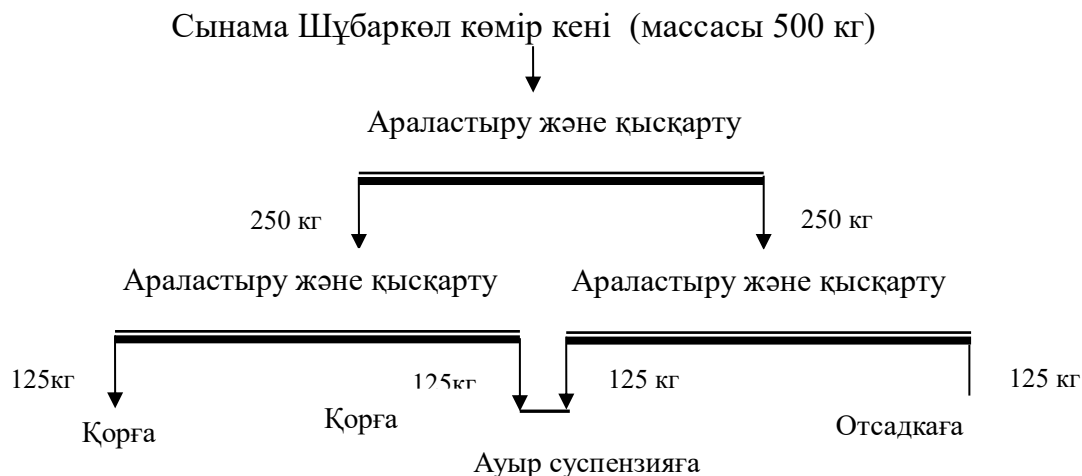
Көмір мен жанғыш тақтатастардың күлділігі муфель пешіндегі отын сынамасының күлденуімен және 800-830 °С температурада күл қалдығының күйдірілуімен анықталады. Жанғыш тақтатастардың тез күлденуі үшін-850-875 °С температурада көмірдің күлділігі рентгенометриялық әдіспен де анықталады.

## 2 Тәжірибелік бөлім

### 2.1 Зерттеу объектісі – Шұбаркөл көмір кенінің сынамасы

Зерттеу жұмысымыздың байыту өнімі ретінде Шұбаркөл көмір кен орнынан алынған 500 кг көмір кені алынды. Көмірді алдын ала араластыру қысқарту арқылы теңдей 250 киллограмнанан екіге бөліп алдық. Қысқарту және араластыру жұмыстарын біз бірнеше рет жасау арқылы 62,5 киллограм көмірді електе талдауға, алдын ала бөліп алдық. Араластыру және қысқарту жұмыстарының барысын төмендегі схемада көрсетілген.

### 2.2 Сынаманы дайындау сұлбасы



### 2.3 Сынаманы електе талдау

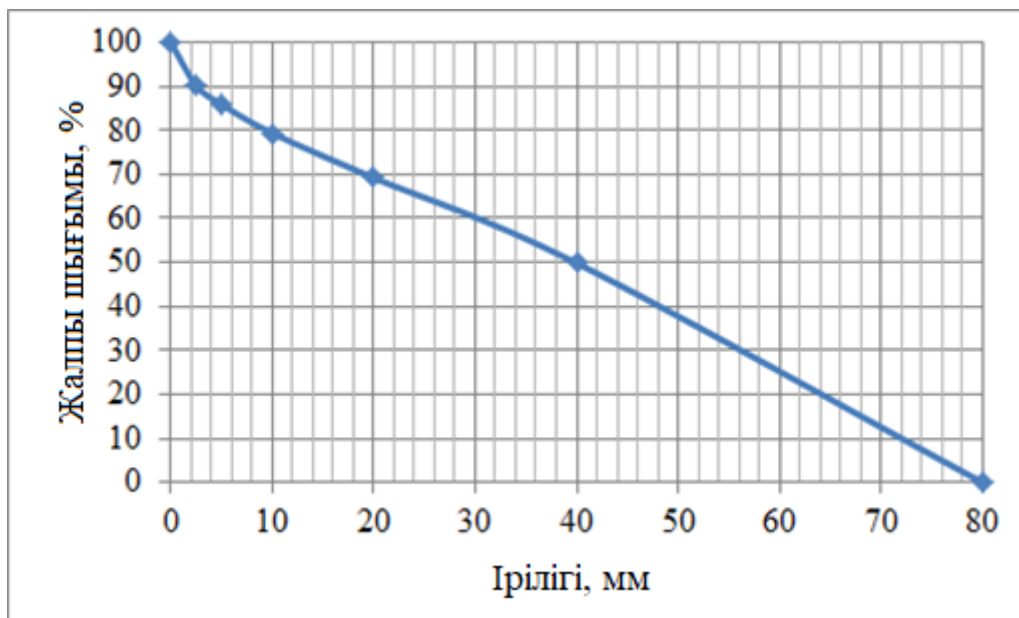
Көлемі 80 – 0 мм көмірдің гранулометриялық құрамын анықтау үшін саңылауларының өлшемі: 80; 40; 20; 10; 5; 2,5; елеуіште, елеу процесін жүргіздік.

Елеуден алынған сынаманың өлшемдері мен массасы төмендегі кестеде көрсетілген.

1-Кесте – Көмірдің гранулометриялық құрамы

Ірілік классы, мм	Шығымы, %		күлділігі $A^d$ , %
	жеке	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

Іріліктің жалпы сипаттамасының қисығы



8-сурет - Електі талдау графигі

Елек талдауының нәтижелері бойынша зерттеуге түскен көмір сынамасының орташа күлділігі 18,71% -. құрады.

Ең үлкен өнімділік -80+40 мм – 49,82 %, -40+20 мм – 19,42% және 20+10 мм – 10,14% кластарға сәйкес келеді. Іріліктің қалған кластарының шығуы 4,28-9,79% диапазонында.

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

Көлемі -80+10 мм машина класының жиынтық шығымы 79,38 %, орташа күлі 20,74% құрады.

Ең ұсақ кластың өнімділігі -2,5+0,0 мм, күлі 12,0% болатын 9,79% құрады

## **2.4 Көмір кенін гравитациялық байыту.**

Гравитациялық байыту – кен және минерал түйіршіктерінің тығыздықтың айырмашылықтарына негізделген және ауырлық күші арқылы жүргізілетін байыту процесі.

Гравитациялық байыту әдісі, байытылу ортасына қарай бірнеше түрлі болып классификацияланады.

Ауыр ортада байыту – ауыр суспензияда тығыздығы бойынша бөліп алу  $\Delta = 1,5 - 2 \text{ г/см}^3$

Отсадкa - судың тік пульсациялық ағынымен қопсыту арқылы, тығыздығы бойынша бөлу.

Қисық су ағынында байыту – центробеждік күшті пайдалану арқылы, тығыздығы бойынша бөлу әдісі.

Концентрациялық столдарда – судың көлбеу ағысы арқылы бөліп алу әдісі.

Пневматикалық байыту - ауадағы тік пульсациялық ағынмен қопсыту арқылы тығыздықтарға бөлу әдісі.

Көмірді гравитациялық байыту 0,5мм – 300 мм аралығындағы көмір кендерін байыту кезінде қолданылады. Ауыр ортада байыту және отсада процесі, жоғарыда көрсетілген байыту әдістерінің арасында, тиімді және ең көп қолданылатындарының бірі.

Қазіргі уақытта көмірді ауыр ортада байыту жиі қолданылатын процестердің бірі болып табылады. Ауыр ортада көмірді байыту, көмір өндіруші елдерде тұрақты түрде қолданылып келеді. Себебі: ірі классты көмір кендерін байыртуда, ауыр ортада байыту технологиялық және экономикалық жағынан тиімі болып келеді.

Ауыр ортада байыту процесі сұйық тығыздығы жоғары ортада жүргізіледі немесе аэросуспензиялар қолданылады. Ауыр орта ретінде, органикалық сұйықтықтар мен олардың ерітінділері, тұзды ерітінділер қолданылады. Біз зерттеу жұмыстары кезінде біз магнетитті қолдандық.

Ауыр ортада байыту кезінде кен түйіршіктері екіге бөлінеді. Су бетіне қалқып шыққан және де батып кеткен фракция түрінде. Кей жағдайларда, қиын фракция кездесуі мүмкін. Қиын фракцияның бөліну тығыздығы  $\pm 100 \text{ кг/м}^3$  дейін айырмашылық береді.

## 2.5 Отсадкада байыту процесі

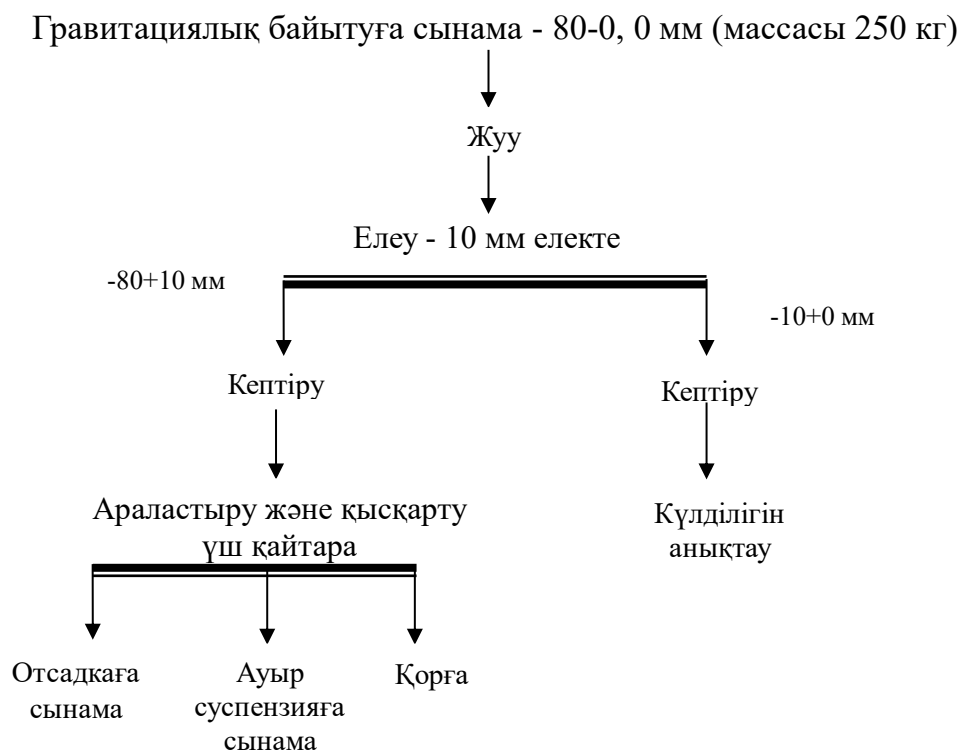
Отсадка процесін университет қабырғасындағы поршеньсіз ауа-роликті шөгу машинасында орындадық. (Беспоршневые воздушно-золотниковые отсадочные машины)

Ауа-пульсациялық шөгу машиналары басқалардан, шөгу бөлімінде судың ауытқуын жасау үшін сығылған ауаны пайдалануының арқасында ерекшеленеді. Машина – ауа және симметриялы - асимметриялық циклдермен, сондай-ақ камераларға ауа беруді реттеу мүмкіндігімен қамтамасыз ететін әмбебап жетекпен жабдықталған. Сығылған ауа, ауа бөліміне мезгіл-мезгіл әр камераға бір-бірден орнатылатын әр түрлі типтегі пульсаторлар арқылы енеді, сонымен қатар мезгіл-мезгіл ауа бөлігінен тысқа шығарылады. Ауа кірген кезде ауа бөліміндегі су деңгейі төмендейді, ал шөгу бөлімінде жоғарылайды; ауа шыққан кезде кері процестер жүреді. Осының арқасында шөгу бөлімінде тербелмелі қозғалыстар жасалады.

Поршеньді машиналардың басты артықшылығы-шөгу циклін реттеу және жоғары дәлдікке қол жеткізу. Бұл машиналар негізінен көмірді, сирек қара металл кендерін байыту үшін қолданылады.

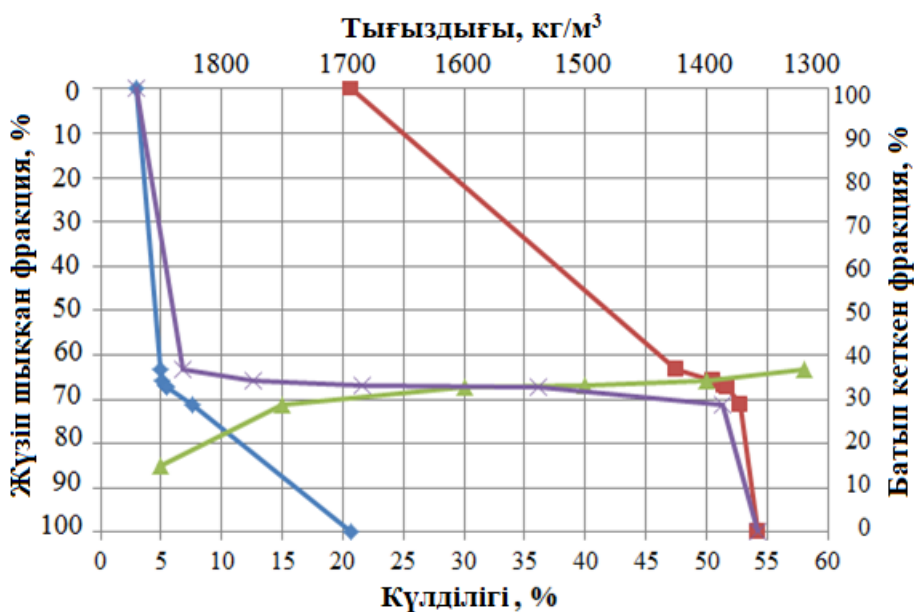
Машинаға алдын ала фракциялық процестен алынған көмір кесектерін жүктеп алып процесті жүргіздік. Көмірді машинаға жүктеу және отсадкаланған көмірді алу механикалық жолмен жүргізілді. Отсадкаланған көмір, машина камерасында үш қабатты құрады. Жоғары өнім, аралық өнім және төменгі өнім. Тығыздығы ең жоғары көмір кесектері астында, ал тығыздығы төмен көмір кені жоғарыда қалады. Отсадкалық байытылған көмірді бөліп алып, ары қарай массасын өлшеу арқылы, есептеу жұмыстарын жүргіздік. Әрбір фракцияның күлділігін анықтау үшін, алдын ала көмірдің мейілінше жақсы жануы үшін, көмірді ұнтақтап алдық. Барлық ұнтақталған фракциялардың әрқайсысынан 100 миллиграмм көмір ұнтағын таразыда өлшеп, алдын ала массасы белгілі болған тигельдерге салып шықтық. Көмір ұнтағын жандыру үшін муфельдік пешті қолдандық. Процес 800 °C температурада 90 минут бойы жүргізілді. Жанып біткен көмір ұнтағынан қалған күлдің мөлшерін өлшеп, әрбір фракцияның күлділігін өлшеу арқылы анықтап алдық.

250 кг және ірілігі -80+0,0 мм сынама алынды. Бұл сынама байытуға ұшыраған -80+10 мм машина классын отсадкада және ауыр суспензияларда байыту үшін жуылып, електен өткізіліп алынды.



9-сурет -80+10 мм байытуға сынама дайындау сұлбасы

Отсадқада байыту кезінде жеңіл фракцияның шығымы машиналық кластағы байыту қисықтары бойынша құрастырылған металдың теориялық балансынан 6,7% күлі бар жеңіл фракцияның шығуына сәйкес екендігі анықталды, 2-кесте, 10-сурет.



10-сурет - Жалпы класс -80+10 мм байыту қисықтары

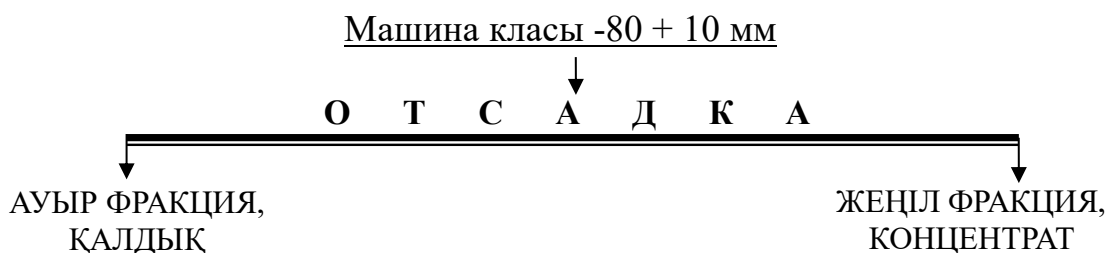


2-кесте - 1710 кг/м<sup>3</sup> тығыздығы бойынша -80+10 жиынтық класты гравитациялық байытудың теориялық балансы

Бөліну өнімдері	Шығым, %		Күлділігі, %
	Класс	Көмір	
1710-нан аз Фракция	70,00	55,57	6,70
1710-нан астам фракция	30,00	23,81	53,07
Класс -80+10,0	100,00	79,38	20,61
Класс -10+0,0	-	20,62	11,40
Бастапқы көмір	-	100,00	18,71

Теориялық тепе-теңдікке сәйкес, жеңіл фракцияның машина класынан шығуы 70%, күлі 6,7% құрады. Дәл осындай шығу отсадкамен байытылған кезде де сақталды.

-80+10 мм өлшемдегі машина класының шөгуін сынау үшін пневматикалық жетегі бар зертханалық пульсатор пайдаланылды. Пульсация жиілігі минутына 60 тербелісті, тербеліс амплитудасы 80 – 100 мм, пульсация циклі синусоидалы болды (50 – 0 – 50), камераның диаметрі 250 мм, тор саңылауларының мөлшері - 2,0 мм, табиғи төсектің биіктігі 250 мм, жер асты суының шығыны 2 м<sup>3</sup> / т және меншікті жүктеме 20 т / сағ·м<sup>2</sup>. Сұлбасы 11-суретте көрсетілген.



11-сурет -80+10 мм машина кластың отсадка сұлбасы

3-кесте – Көлемі -80 + 10 мм классты отсадкалау нәтижелері 3-кестеде келтірілген.

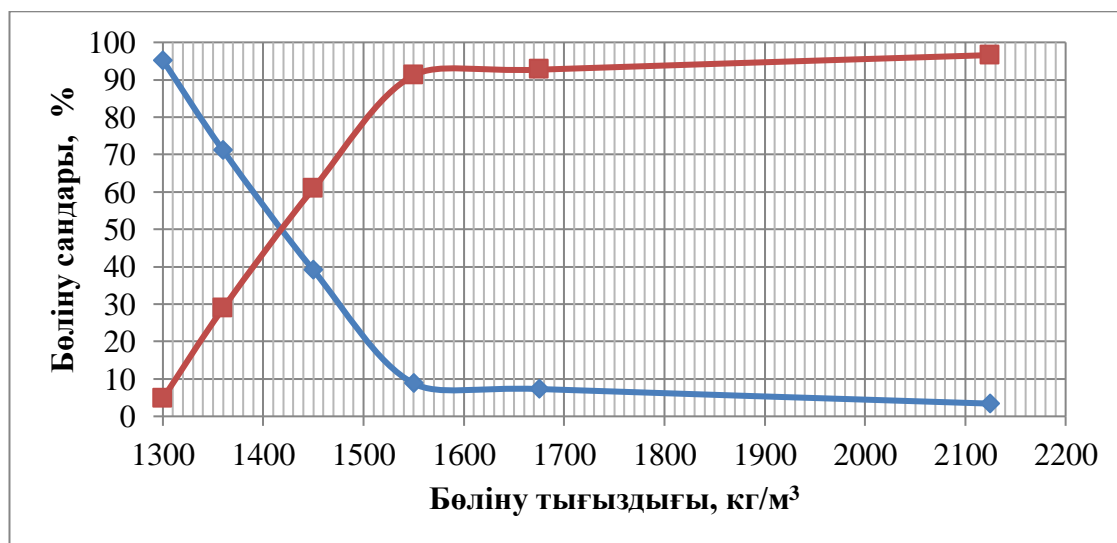
Бөліну өнімдері	Шығымы, %		Күлділігі, %
	Классы	Көмір	
Жеңіл фракция, концентрат	70,00	55,57	7,53
Ауыр фракция, қалдық	30,00	23,81	51,14
Класс -80+10,0	100,00	79,38	20,61

Жеңіл фракцияның өнімділігі 7,53% күлмен класстың 70% құрады.

Жеңіл, ауыр фракцияны фракциялық талдау нәтижелері және бөліну сандарын есептеу 3-кестеде келтірілген.

4-кесте – отсадкалау өнімдерінің фракциялық құрамы және тарату сандары

Фракция тығыздығы, кг/м³	Жеңіл фракция шығымы, %		Күлділігі $A^d$ , %	Ауыр фракция шығымы, %		Күлділігі $A^d$ , %	Класстың шығымы, %	Күлділігі $A^d$ , %
	От л.ф.	от класс а		О т т.ф.	от класс			
-1320	96,70	67,69	6,80	10,63	3,19	7,20	70,88	6,82
- 1400+1320	1,73	1,21	10,00	1,60	0,48	12,00	1,69	10,57
- 1500+1400	0,13	0,09	27,00	0,50	0,15	25,00	0,24	25,76
- 1600+1500	0,08	0,06	35,00	2,17	0,65	37,00	0,71	36,84
- 1750+1600	0,06	0,04	45,00	1,70	0,51	47,00	0,55	46,85
+1750	1,30	0,91	53,00	83,40	25,02	58,10	25,93	57,92
Итого	100,00	70,00	7,53	100,00	30,00	51,14	100,00	20,61
Тарату сандары								
Фракция тығыздығы, кг/м³	Орташа тығыздығы	Бөліну нәтижелері, шығымы, %				Есептік фракциялық құрам.	Тарату сандары	
		Жеңіл фракция		Ауыр фракция			Қисық ж.ф.	Қисық а.ф
		ж.ф	класстан	а.ф	класстан			
-1320+1280	1300	96,70	67,69	10,63	3,19	70,88	95,50	4,50
-1400+1320	1360	1,73	1,21	1,60	0,48	1,69	71,60	28,40
-1500+1400	1450	0,13	0,09	0,50	0,15	0,24	37,50	62,50
-1600+1500	1550	0,08	0,06	2,17	0,65	0,71	8,45	91,55
-1750+1600	1675	0,06	0,04	1,70	0,51	0,55	7,27	92,73
-2500+1750	2125	1,30	0,91	83,40	25,02	25,93	3,51	96,49
Жалпы		100,00	70,00	100,00	30,00	100,00	-	-



12-сурет - Байыту өнімдерін бөлу қисықтары

Ықтимал ауытқуды, жетілмегендік коэффициентін және көмірді отсадка процесімен байыту тиімділігін есептейміз:

$$E_{pm} = \frac{(\Delta_{75} - \Delta_{25})}{2} = \frac{(1490 - 1350)}{2} = 70;$$

$$I = \frac{E_{pm}}{\Delta_p - 1000} = \frac{70}{1420 - 1000} = 0,167;$$

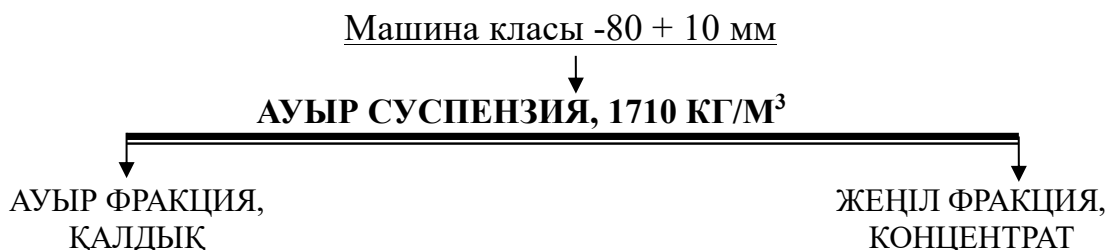
$$E = 100 \frac{\gamma(\beta - \alpha)}{\alpha(100 - \alpha)} = 100 \cdot \frac{30 \cdot (51,14 - 20,61)}{20,61 \cdot (100 - 20,61)} = 55,92 \ %.$$

## 2.6 Ауыр суспензияда байыту процесі

Бөлу 30 л сыйымдылықта орындалды, оған есептеуге сәйкес су құйылып, ауырлатқыш құйылды. Ең маңызды шарттардың бірі-суспензияны суспензияда ұстау. Ол үшін механикалық араластыру қолданылды. Мұқият араластырғаннан кейін, белгілі бір көлемдегі цилиндр бөліну аймағынан суспензияны алып тастады, өлшенді және оның тығыздығы анықталды. Тығыздықты реттеу қажет болған кезде салмақ немесе су қосылды.

Бөлінетін материалдың ілмегі ауыр суспензияға құйылып, бөлінуге ұшырады. Жеңіл фракция перфорацияланған шөмішпен жоғарыдан алынып тасталды, оны толығымен алып тастағаннан кейін ауыр батып кеткен фракция алынды. Осылайша, бүкіл кен суспензиясының бөліну циклдары қайталанды. Алынған бөлу өнімдері ауырлатқыштан жуылды, кептірілді, ұсақталды және күлді талдау үшін сынамалар алынды.

Бөлу тығыздығы ..... кестеде келтірілген теориялық баланстан алынды, ол 1710 кг/м<sup>3</sup> құрады. Ауыр суспензиялардағы байыту тәжірибесінің схемасы суретте көрсетілген.



Сурет – 13 -80+10 мм ауыр машина класындағы суспензиялардағы байыту сұлбасы

-80+10 мм класты ауыр суспензиялардағы байыту нәтижелері 5-кестеде келтірілген.

### 5-кесте - Ауыр суспензиялардағы байыту нәтижелері

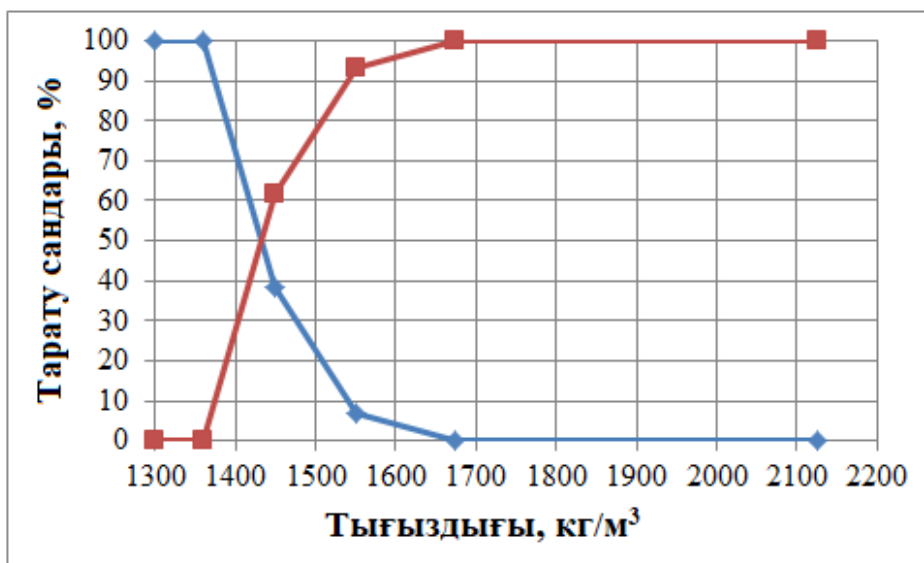
Бөліну өнімдері	Бөліну тығыздығы, кг/м <sup>3</sup>	Шығымы, % от		Күлділігі, %
		Классы	Көмір	
Жеңіл фракция, концентрат	1710	68,00	53,98	6,90
Ауыр фракция, порода		32,00	25,40	49,74
Класс -80+10,0		100,00	79,38	20,61

Жеңіл фракцияның шығымы 6,90% күлмен класстың 68% құрады. Жеңіл, ауыр фракцияны фракциялық талдау нәтижелері және тарату сандарын есептеу 6-кестеде келтірілген.

6-кесте – Ауыр суспензиялардағы байыту өнімдерінің фракциялық құрамы және тарату сандары

Фракция тығыздығы , кг/м³	Жеңіл фракция шығымы, %		Күлділіг і $A^d$ , %	Ауыр фракция шығымы, %		Күлділіг і $A^d$ , %	Класс шығым ы, %	Күлділіг і $A^d$ , %
	ж.ф.	класс тан		ж.ф.	класстан			
-1320	98,30	66,84	6,80	0,00	0,00	-	66,84	6,80
-1400+1320	1,30	0,88	9,00	0,00	0,00	-	0,88	9,00
-1500+1400	0,30	0,20	23,00	1,00	0,32	26,00	0,52	24,83
-1600+1500	0,10	0,07	33,00	3,00	0,96	34,00	1,03	33,93
-1750+1600	0,00	0,00	-	6,00	1,92	43,00	1,92	43,00
+1750	0,00	0,00	-	90,00	28,80	50,98	28,80	50,98
Барлығы	100,0 0	68,00	6,90	100,00	32,00	49,74	100,00	20,61
Тарату сандары								
Фракция тығыздығы , кг/м³	Орта ша тығы здығы	Бөліну нәтижелері, шығымы, %				Есептік фракция лық құрам.	Тарату сандары	
		Жеңіл фракция		Ауыр фракция			Қисық ж.ф.	Қисық а.ф
		ж.ф	класстан	а.ф.	класстан			
-1320+1280	1300	98,30	66,84	0,00	0,00	66,84	100,00	0,00
-1400+1320	1360	1,30	0,88	0,00	0,00	0,88	100,00	0,00
-1500+1400	1450	0,30	0,20	1,00	0,32	0,52	38,46	61,54
-1600+1500	1550	0,10	0,07	3,00	0,96	1,03	6,80	93,20
-1750+1600	1675	0,00	0,00	6,00	1,92	1,92	0,00	100,00
-2500+1750	2125	0,00	0,00	90,00	28,80	28,80	0,00	100,00
Итого		100,0 0	68,00	100,00	32,00	100,00	-	-

Ауыр суспензияларда -80+10 мм ірі машиналық класты байыту кезінде тарату қисығы 14 - суретте келтірілген



14-сурет - Байыту өнімдерін бөлу қисықтары

Ауыр суспензиялардағы байыту процесі арқылы көмірді байытудың ықтимал ауытқуын, жетілмегендік коэффициентін және тиімділігін есептейміз:

$$E_{pm} = \frac{(\Delta_{75} - \Delta_{25})}{2} = \frac{(1480 - 1400)}{2} = 40;$$

$$I = \frac{E_{pm}}{\Delta_p - 1000} = \frac{40}{1430 - 1000} = 0,09;$$

$$E = 100 \frac{\gamma(\beta - \alpha)}{\alpha(100 - \alpha)} = 100 \cdot \frac{32(49,74 - 20,61)}{20,61(100 - 20,61)} = 56,97 \ %.$$

## 2.7 Ауыр суспензияда және отсадкада байыту әдістерінің тиімділігі салыстыру

Көмірді гравитациялық байыту процесін негіздеу және ұсыну үшін ықтимал ауытқуды, жетілмегендік коэффициентін және ауыр суспензияларда және отсадкада байыту процестерімен көмірді байыту тиімділігін салыстырамыз. Салыстырылатын көрсеткіштер 7-кестеде келтірілген.

7-кесте-гравитациялық байыту процестерінің тиімділігінің салыстырылатын көрсеткіштері

Көрсеткіштің атауы	Отсадка	Ауыр суспензия
Ықтимал ауытқу, кг/м <sup>3</sup>	70	40
Жетілмегендік коэффициенті	0,167	0,09
Байыту тиімділігі, %	55,92	56,97
Жеңіл фракцияның шығуы, %	70	68
Күлділігі, %	7,53	6,9

Тиімділік көрсеткіштері мен байыту нәтижелерін отсадкада және ауыр суспензиялармен байыту арқылы талдауда төмендегі нәтижелер анықталды:

- ауыр суспензияда байыту процесі отсадкаға қарағанда тиімдірек, ауыр суспензиядағы байыту кезінде ықтимал ауытқу шамасы отсадкада байытуға қарағанда 30 кг/м<sup>3</sup> төмен, жетілмегендік коэффициенті 0,077 төмен, тау жыныстарын бөлу бойынша байыту тиімділігі 1,05 жоғары %;

- жеңіл фракцияның (концентраттың) шығуы 70% отсадка кезінде бір деңгейде, ауыр суспензияларда 68 %;

- ауыр суспензияларда байыту кезінде жеңіл фракциядағы күл 0,63% - ға төмен.

Ауыр суспензиялардағы байыту процесі анағұрлым жетілдірілгеніне карамастан, көмірдің жеңіл байытылуына байланысты отсадкамен салыстырғанда байыту көрсеткіштерінің айырмашылығы шамалы екендігі анықталды.

## Қорытынды

Бұл дипломдық жұмыстың мақсаты процестердің жетілмегендік коэффициентін анықтау мақсатында Шұбаркөл кен орнынан алынған көмір кенін, ауыр суспензияда және отсадкада байытылу процесін зерттеу болды.

Ауыр суспензияда және отсадкада байыту бойынша эксперименттер жүргізілді. Байыту өнімдерінде фракциялық талдау жасалды және тарату қисықтары салынған тарату сандары есептеліп алынды.

Тромп – Терра әдісін қолдана отырып, отсадка және ауыр суспензиялармен байытудың тиімділігі бағаланды.

Отсадкалау және ауыр суспензиялармен байыту арқылы тиімділік көрсеткіштері мен байытылу нәтижелері анықталды.

- ауыр суспензиялардағы байыту процесі шөгуге қарағанда тиімдірек, ауыр суспензиялардағы байыту кезінде ықтимал ауытқу шамасы шөгінділермен байытуға қарағанда  $30 \text{ кг/м}^3$  - қа төмен, жетілмегендік коэффициенті 0,077 төмен, тау жыныстарын бөлу бойынша байыту тиімділігі 1,05 % жоғары;

- жеңіл фракцияның (концентраттың) шығуы 70% тұндыру кезінде бір деңгейде, ауыр суспензияларда 68 %;

- ауыр суспензияларда байыту кезінде жеңіл фракциядағы күл 0,63% - ға төмен.

Ауыр суспензиялардағы байыту процесі анағұрлым жетілдірілгеніне қарамастан, көмірдің жеңіл байытылуына байланысты тұндырумен салыстырғанда байыту көрсеткіштерінің айырмашылығы шамалы шамалы екендігін байқауымызға болады.

Қорытындылай келе, көмір байыту фабрикаларында отсадкамен және ауыр суспензияда байытудың анағұрлым айырмашылығы жоқ екендігі байқалады. Өндіріс орнында көмір көлемінің ауқымды байытылатынын ескеретін болсақ, байыту процесін таңдау, әр кезде жеке дара таңдалып алынғаны жөн.



## ПАЙДАЛАНЫЛҖАН ӘДБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Прейгерзон Г.И. Обогащение угля. – М.: Недра, 1969, - С. 472.
- 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.: Интернет инжиниринг, 2001. – 631 С.
- 4 ГОСТ 4790-80. Метод фракционного анализа. – М.: Недра, 1988. – 22 С.
- 5 Верховский И.М. Основы проектирования и оценки процессов обогащения полезных ископаемых. – М. : Углеиздат, 1949, 50- 154 с.
- 6 Навроцки Е. Графо – аналитические методы оценки работы гравитационных аппаратов. – Пер. изд., ПНР. – 1976. М.: Недра. – 1980. – 253 с.
- 7 Райвич И.Д. Гравитационная обогатимость дробленых руд цветных металлов и расчет результатов их гравитационного обогащения // учебное пособие – Алма-Ата, 1985. – 82 С.
- 8 Райвич И.Д. Индекс гравитационной обогатимости полезных ископаемых. Изв. вузов. Цветная металлургия, 1977. – № 2. – С. 13 – 17.
- 9 Коткин А.М., Ямпольский М.Н., Геращенко К.Д. Оценка обогатимости угля и эффективности процессов обогащения. – М.: Недра, 1982.