

**Міністерство освіти і науки України
Державний вищий навчальний заклад
"Національний гірничий університет"**

Механіко-машинобудівний факультет
(факультет)

Кафедра Збагачення корисних копалин
(повна назва)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
дипломної роботи**

галузь знань 18 Виробництво та технології
(шифр і назва галузі знань)

спеціальність 184 Гірництво
(код і назва спеціальності)

спеціалізація Збагачення корисних копалин
(назва спеціалізації)

освітній рівень магістр
(назва освітнього рівня)

кваліфікація 2147.2 Інженер – технолог (гірничий)
(код і назва кваліфікації)

на тему: Обґрунтування параметрів важкосередовищного збагачення алмазовміщуючої сировини родовища «Катока»

Виконавець:

студент 6 курсу, групи 184 – 16м – 2ММФ

Жозе Бібіану Лізанія ді Ассуансан
(підпис) (прізвище, ім'я, по-батькові)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка	Підпис
роботи			
розділів:			
Технологічний	доц. Левченко К.А.		
Спецрозділ	доц. Левченко К.А.		
Охорона праці	проф. Чеберячко С.І.		

Рецензент	доц. Анциферов О.В.		
------------------	---------------------	--	--

Нормоконтроль	доц. Левченко К.А.		
----------------------	--------------------	--	--

**Міністерство освіти і науки України
Державний вищий навчальний заклад
"Національний гірничий університет"**

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри

Збагачення корисних копалин

(повна назва)

Левченко К.А.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« _____ » _____ 2017 року

ЗАВДАННЯ

на виконання кваліфікаційної роботи магістра

спеціальності 184 Гірництво

(код і назва спеціальності)

спеціалізації Збагачення корисних копалин

студенту 184 – 16м – 2ММФ Жозе Бібіану Лізанія ді Ассуансан

(група)

(прізвище та ініціали)

Тема дипломної роботи Обґрунтування параметрів
важкосередовищного збагачення алмазовміщуючої сировини родовища
«Катока» _____

1 ПІДСТАВИ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ

Наказ ректора ДВНЗ "НГУ" від _____ № _____

2 МЕТА ТА ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ РОБІТ

Об'єкт досліджень Технологія збагачення алмазовміщуючої сировини

Предмет досліджень збагачення алмазів у важкому середовищі

Мета НДР Підвищення вилучення мінералів важкої фракції при збагаченні у важкому середовищі з використанням гідроциклонів

Вихідні дані для проведення роботи Технологічний регламент роботи
збагачувальної фабрики гірничорудного підприємства "Катока"

3 ОЧІКУВАНІ НАУКОВІ РЕЗУЛЬТАТИ

Наукова новизна зменшення щільності суспензії в технологіях збагачення алмазів дозволить збільшити їх вилучення при сепарації у важкому середовищі, що призведе до зменшення їх втрат із відходами виробництва

Практична цінність_обґрунтовані технологічні показники розділення у важкосередовищному гідро циклоні, що дозволяє удосконалити технологію збагачення алмазовміщуючої сировини_____

4 ВИМОГИ ДО РЕЗУЛЬТАТІВ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

5 ЕТАПИ ВИКОНАННЯ РОБІТ

Найменування етапів робіт	Строки виконання робіт (початок-кінець)
Технологічний	01.10.17 ... 31.10.17
Спеціальна частина	01.11.17 ... 30.11.17
Охорона праці	01.12.17 ... 31.12.17

6 РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Економічний ефект_ Підвищиться вилучення мінералів важкої фракції, а значить і алмазів, що забезпечить зниження їх втрат. Крім того зниження щільності суспензії розділення дозволить використовувати в якості обважнювача магнетит, замість феросиліцію, який значно дорожче.____

Соціальний ефект_____

7 ДОДАТКОВІ ВИМОГИ

Завдання видав _____ Левченко К.А.____
(підпис) (прізвище, ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____ Жозе Бібіану Лізанія ді Ассуансан
(підпис) (прізвище, ініціали)

Дата видачі завдання: _____

Термін подання дипломної роботи до ЕК _20 січня 2018 року__

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка: 55 с., 9 рис., 10 табл., 5 источников.

Объект исследования: технологическая схема обогащения алмазов месторождения “Катока”.

Предмет исследования: обогащения алмазов в тяжелой среде.

Целью дипломного проекта является обоснование параметров тяжелосреднего обогащения, что позволит повысить извлечение алмазов в черновой концентрат при уменьшении содержания тяжелой фракции в исходном продукте, и таким образом, снизить потери мелких переизмельченных алмазов со шламами производства.

В технологическом разделе параметры тяжелосреднего обогащения алмазов месторождения “Катока”, произведен расчет и выбор необходимого оборудования. Показана экономическая целесообразность применения в качестве утяжелителя магнетита.

В разделе “Охрана труда” разработаны мероприятия по технике безопасности для безопасной эксплуатации оборудования на производстве.

ТЯЖЕЛОСРЕДНОЕ ОБОГАЩЕНИЕ, ГИДРОЦИКЛОН, УТЯЖЕЛИТЕЛЬ, МАГНЕТИТ, ФЕРРОСИЛИЦИЙ, ТЯЖЕЛАЯ, ЛЕГКАЯ ФРАКЦИЯ.

СОДЕРЖАНИЕ

ВЕДЕНИЕ.....	7
1 КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ «КАТОКА»	9
1.1 Краткая характеристика кимберлитов месторождения трубка “Катока“	9
1.2 Технологическая схема обогащения кимберлитов месторождения “Катока“	14
2 ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ УЗЛА ТЯЖЕЛОСРЕДНЕГО ОБОГАЩЕНИЯ.....	18
2.1 Предварительная оценка показателей разделения при тяжелосредном обогащении	18
2.2 Влияние плотности рабочей суспензии ТСУ на показатели тяжелосредной сепарации	21
2.2.1 Анализ технологических показателей работы тяжелосредного гидроциклона при производительности 16...18 т/ч.....	21
2.2.2 Анализ технологических показателей работы тяжелосредного гидроциклона при производительности 20...22 т/ч.....	24
2.2.2 Анализ технологических показателей работы тяжелосредного гидроциклона при производительности 26...28 т/ч.....	27
2.3 Влияние производительности ТСУ на показатели тяжелосредной сепарации.....	29
Выводы	31
3 РАСЧЕТ УЗЛА ТЯЖЕЛОСРЕДНЕГО ОБОГАЩЕНИЯ.....	33
3.1 Схема цепи аппаратов.....	33
3.2 Выбор технологических параметров работы тяжелосредного гидроциклона	34
3.3 Сравнение показателей суспензии при применении различного утяжелителя.....	37
3.4 Выбор оборудования для сброса суспензии и обезвоживания	38

3.5 Выбор оборудования для перекачки суспензии и подачи пульпы в тяжелосредний гидроциклон	39
3.6 Выбор оборудования для регенерации магнетитовой суспензии...	40
3.7 Техничко – экономическое обоснование	41
4. ОХРАНА ТРУДА.....	43
4.1 Анализ производственных опасностей и вредностей при эксплуатации обогатительной фабрики и разработка мероприятий относительно их предотвращения.....	43
4.2 Выбор параметров вентиляции	44
4.3 Электробезопасность	45
4.4 Пожарная безопасность	47
4.5 План ликвидации аварий при пожаре.....	49
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	53
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	54

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность:

При обогащении алмазов месторождения «Катока», по существующей технологической схеме на тяжелосреднее обогащение в гидроциклоны направляется тяжелый продукт отсадочных машин. Содержание алмазов и сопутствующих тяжелых минералов в месторождении подвержено значительному колебанию в широких пределах. Поэтому при уменьшении нагрузки на тяжелосредний гидроциклон, слив последнего (отходы) заворачивается в циркулирующую нагрузку на измельчение, хотя в нем и находятся раскрытые алмазы. Несмотря на высокую прочность, алмаз хрупок. Проход раскрытых мелких алмазов через измельчающий узел ведет к повышению их потерь со шламами.

Цель исследования

Обоснование параметров тяжелосреднего обогащения, что позволит повысить извлечение алмазов в черновой концентрат при уменьшении содержания тяжелой фракции в исходном продукте, и таким образом, снизить потери мелких переизмельченных алмазов со шламами производства.

Задачи:

1. исследование вещественного состава тяжелой фракции месторождения «Катока»;
2. исследование технологических режимов работы тяжелосреднего обогащения;
3. разработка технологических решений по усовершенствованию работы установки тяжелосреднего обогащения алмазов месторождения «Катока».

Объект исследования

Технологическая схема обогащения алмазов месторождения «Катока»

Предмет исследования

Обогащения алмазов в тяжелой среде

Методы исследования

Аналитический.

Идея

Повышение извлечения алмазов возможно за счет снижения плотности суспензии в тяжелосредной установке

Практическая ценность

Обоснованы технологические показатели разделения в тяжелосредном гидроциклоне, что позволяет усовершенствовать технологию обогащения алмазосодержащего сырья и снизить потери алмазов со шламами.

1 Краткая характеристика обогатительной фабрики «Катока»

1.1 Краткая характеристика кимберлитов месторождения трубка «Катока»

Месторождение кимберлитов Катока находится на северо-востоке Анголы, в северо-западной части Южная Лунда. На региональном уровне, Южная Лунда граничит на севере - с провинцией Лунда-Норте, на юге - с Мошико, на западе - с Маланже и восточной границей Демократической Республики Конго, и представлена на рис. 1.1.

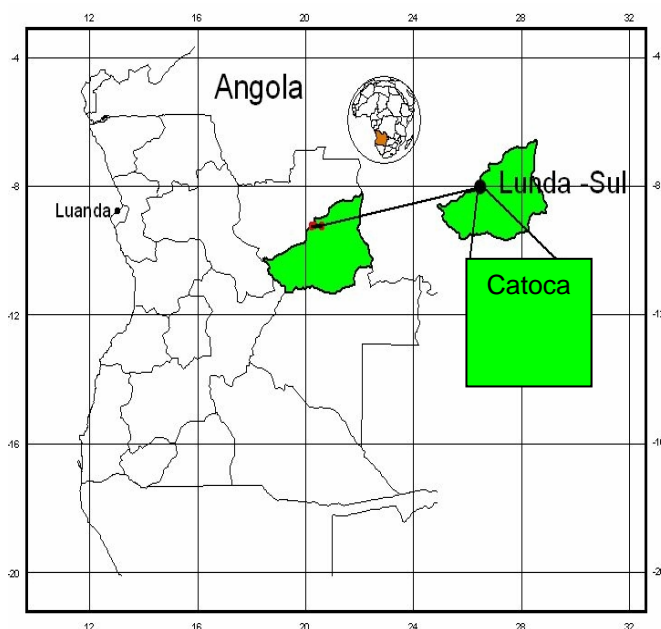


Рисунок 1.1 – Географическое положение месторождения «Катока»

Рельеф территории региона представляет однообразную равнину, которая является восточной частью плато Лунда, с общим уклоном поверхности с юга в северном направлении, а абсолютные координаты 1078 в 1036 м над уровнем моря и 1000-900 м в речных долинах.

Гидрогеографическая сеть региона также ориентирован на север и является частью бассейна большого водного пути – реки Конго. Реки Luembe, Chicara, Luachimo, Chiumbe, Luxico и других, которые текут с юга на север.

Их долины имеют формы U и V, являющимися реками средней длины, протекающие в каменистой местности, непригодны для навигации.

В этом аспекте, более привлекательным является река Чисара, которая проходит вдоль восточного края области Катока концессии и находится в Лунда-Сул-Сауримо протяженностью 37 км, площадью 60 га.

Месторождение алмазов трубки «Катока» мощностью 40 млн. карат имеет сложное строение [1]. В кимберлитах, слагающих трубку, выделяют несколько их типов: кимберлитовые брекчии с массивной текстурой цемента (КБМ); автолитовые кимберлитовые брекчии (АБК); кимберлитовые туфы, туфобрекчии и туфогравелиты с прослоями туфопесчаников (КТБ); песчаники, туфопесчаники, туфоалевролиты, аргеллиты (ВОП); кимберлитовые породы переходной зоны (ЗП) и кимберлитовые породы зоны, подстилающей вулка-ногенно-осадочный комплекс, обильно насыщенный ксенолитами вмещающих гнейсов, – так называемой «зоной ксенолитов» (КС).

Кимберлитовое крутопадающее тело ($75...80^\circ$ к горизонту) прорывает гнейсовые породы до глубины 120...140 м. На глубине 150...200 м, оно на протяжении 100...110 м выполаживается до угла $40...45^\circ$, затем опять круто погружается на глубину ($80...85^\circ$).

Преобладающим типом руды на данном этапе отработки месторождения являются кимберлитовые брекчии (КБМ). Они имеют зеленовато-серый цвет, изменяющийся местами на коричнево-красный и фиолетовый. Состав основной массы кимберлитов карбонатно-серпентиновый. Порфиновые выделения представлены псевдоморфозами серпентина по оливину ($70...80\%$), флогопитом ($5...15\%$), зернами пикроильменита, пиропы, циркона, хромдиоксида. В меньшем количестве они содержат магнетит, кальцит, магнезит, гидроокислы железа.

В верхней части трубки кимберлиты имеют бурую окраску, интенсивно выветренные, малопрочные. С глубиной их прочность возрастает.

Резкой границы между кимберлитовой брекчией и вулканогенно-осадочными породами нет. В месте контакта кимберлиты приобретают по-

лосчатую текстуру, в их составе появляется примесь глинистого и песчаного материалов. Окраска изменяется от зеленовато-серой до коричнево-красной.

Содержание алмазов в кимберлитах трубки “Катока“ чрезвычайно неравномерное. Средняя плотность алмазов равна 3520 кг/м^3 .

Основную массу минералов тяжелой фракции составляют пикроильменит, пироксены, гранат и циркон.

Пикроильменит. Обычно встречается в виде неправильных округлых или угловатых зерен, а также обломов. Довольно часто с поверхности покрывается буроватым налетом гидроокислов железа (лимонита) и, возможно, тонкодисперсным магнетитом. Спайность не характерна. Установлены как монокристаллические образования, имеющие неровный раковистый излом, так и агрегатные, для которых характерен зернистый излом. Непрозрачный. Блеск металлический или металловидный. Цвет железисто-черный. Черта также черная или буроватая. Магнитные свойства минерала колеблются в широких пределах: от сильномагнитных (такие зерна “тянутся“ за железной иглой) до слабомагнитных.

Гранаты пиропового ряда представлены прозрачными, просвечивающимися (характерно для сильно трещиноватых разновидностей) округлыми, овальными, часто уплощенными зернами или их обломками. Магматическая поверхность кристаллов – леденцовая, матовая, переходящая в шагрень и далее до каплевидного и мелкобугорчатого рельефа. Келифитовые каймы на них отсутствуют. Цвета фиолетовый, лиловый, малиновый, красный, оранжевый и желтый. Твердость более 7. Видимая спайность отсутствует. Излом неясно раковистый до неровного. Блеск стеклянный. Хрупкие. Преобладают сильно-трещиноватые (многочисленные поверхностные и глубокие трещины). Магнитные свойства колеблются в зависимости от содержания в гранатах железа. Гранат выделяется в магнитные фракции, обладающие средней и слабой магнитной восприимчивостью. Гранаты пиропового ряда содержат включения других минералов, среди которых наиболее часто встречается хромдиопсид.

Хромдиопсид встречается в виде изумрудно-зеленых, бутылочно-зеленых удлинено-призматических кристаллов, часто с характерным пирамидально-черепитчатым рельефом поверхности. Как правило, подвергается постмагматическим изменениям с образованием по периферии зерна белых примазок или корочек тонкокристаллического кальцита. Спайность совершенная как минимум в нескольких направлениях. Излом неровный. Блеск стеклянный. Плотность изменяется в пределах $3,5 \dots 3,6 \text{ г/см}^3$.

Пироксены – обширная группа цепочечных силикатов. Пироксены – высокотемпературные минералы, входящие в состав магматических и самых глубинных метаморфических горных пород, а также скарнов. Сподумен – характерный минерал гранитных пегматитов, эгирин и эгирин-авгит – щелочных пород. Пироксены – типичные цепочечные силикаты: их кристаллическая решетка построена из простых одинарных цепочек кремнекислородных тетраэдров, между которыми располагаются катионы (Mg, Fe, Li, Mn, Ca). Кристаллы имеют призматический облик – от короткопризматического (диопсид) до столбчатого или даже шестоватого, игольчатого (эгирин), но всегда с явной вытянутостью в одном направлении. Они характеризуются высокой твердостью и удельным весом и совершенной спайностью по призме, причем углы между трещинами спайности равны 87 и 93° . Твердость $5,5 \dots 6$. Плотность изменяется в пределах $3,1 \dots 3,5 \text{ г/см}^3$. Спайность у пироксенов плохо заметна (у сподумена совершенная). Цвет минералов обычно определяется содержанием в них железа и меняется от белого (сподумен, антофиллит, тремолит) через зеленый (диопсид, актинолит, эгирин) до зелено-черного (геденбергит, роговые обманки, щелочные амфиболы). Как исключение у редких хромсодержащих разновидностей он яркий изумрудно-зеленый (таков, например, цвет хромдиопсида).

Циркон обычно имеет желтую, светло-желтую окраску и представлен поврежденными или расколотыми прозрачными кристаллами или их обломками призматического габитуса с незначительной трещиноватостью. Наблюдаются прямые сколы по несовершенной спайности. Твердость более 7.

Блеск алмазный. Черта бесцветная. Немагнитный. Люминесцирует под действием рентгеновских лучей.

Флогопит характеризуется светло-желтовато-бурыми, бледно-зелеными, зелеными кристаллами таблитчатого псевдогексагонального короткопризматического облика, обычно имеющие округлые очертания, или отдельные листочки. Спайность весьма совершенная по направлению. При надавливании иглой кристаллы флогопита легко расщепляются по спайности на отдельные гибкие тонкие чешуйки. Блеск стеклянный, на плоскостях спайности перламутровый, жирный. Твердость не более 3. Слабомагнитный. Прозрачный до просвечивающего.

Магнетит содержится в незначительном количестве в виде мелких зерен неправильной формы. Спайность отсутствует. Излом неясно-раковистый, неровный. Хрупкий. Блеск металлический или матовый полуметаллический. Цвет железисто-черный. Черта черная. Непрозрачный. Сильномагнитный. Плотность составляет 4,9...5,2 г/см³.

Кальцит встречается в кристаллах в виде ромбоэдров, зернистых массах, а также в виде корочек. Цвет белый, розовато-красный, часто бесцветный. Спайность весьма совершенная, соответствующая граням ромбоэдра. Излом раковистый. Твердость 3. Блеск стеклянный или перламутровый. Черта белая. Прозрачный до просвечивающего. Немагнитный. Сильно люминесцирует в катодных и рентгеновских лучах.

Магнезит образует тонкозернистые корочки или неправильно изометричные зерна. Цвет белый, иногда с красновато-буроватым оттенком. Блеск матовый. Излом неровный. Хрупкий. Просвечивающий до прозрачного.

Гидроокислы железа представлены скрытокристаллическими или металлоидными разновидностями, а именно гидрогетитом (лимонитом). Встречаются в виде коричневато-бурых, охристо-желтых корковидных пористых и землистых образований. Наблюдаются примазки гидроокислов железа по зернам пикроильменита, магнетита и по частицам карбонатных пород. Излом неправильный, для плотных образований раковистый. Непрозрачные. Маг-

нитные свойства колеблются в зависимости от степени изменения первичных минералов, в результате разрушения которых они образовались.

1.2 Технологическая схема обогащения кимберлитов месторождения “Катока”

Обогащение руды трубки “Катока” осуществляется по следующей принципиальной технологической схеме (рис 1.2) [1].

Исходная руда доставляется из карьера на фабрику автосамосвалами и разгружается на решетки бункеров, с размером отверстий решета 400x400 мм. Верхний продукт решета при перелопачивании фронтальным погрузчиком частично дробится, частично вывозится на склад крупнокусковой руды. Нижний продукт из бункера пластинчатым питателем подается в мельницы мокрого самоизмельчения ММС–50x23. Продукт разгрузки мельниц поступает на обесшламливание в спиральные классификаторы с непогруженной спиралью 1КСН-24. Сливы классификаторов являются отходами. Пески классификаторов подвергаются расसेву на двухситных виброгрохотах производства фирмы «Вибромех» с получением классов крупности –25+13, –13+5 и –5 мм. Классы крупности –25+13 и –13+5 для извлечения алмазов направляются на рентгенолюминесцентную сепарацию. Рентгенолюминесцентная сепарация включает основной прием (сепараторы ЛС-20-05М) и два перечистных (соответственно сепараторы ЛС-20-04-2М и ЛС-ОД-50-03). Отходы люминесцентных сепараторов объединяются и направляются на измельчения в виде циркулирующей нагрузки.

Класс –5 мм подвергается разделению на виброгрохоте, с получением двух классов –1,4 мм, который является отходами, и –5+1,4 мм, который направляется на обогащение в отсадочные машины МО-105. Легкая фракция (надрешетный продукт) выводится в отходы, а камерный продукт после дополнительного удаления класса –1,4 мм направляется на тяжелосреднюю сепарацию, осуществляемую в гидроциклонах.

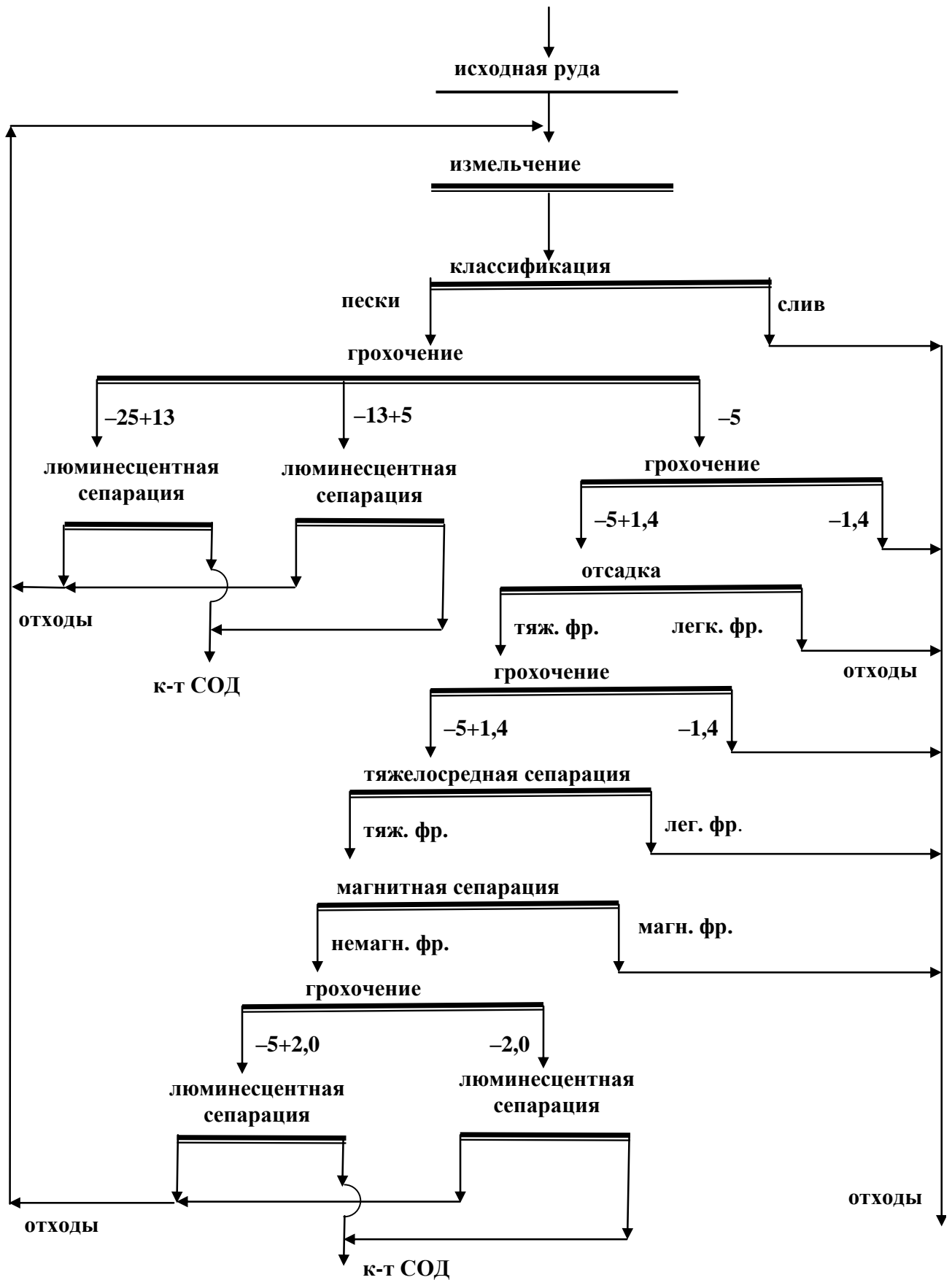


Рисунок 1.2 – Принципиальная технологическая схема обогащения руды месторождения “Катока”

Суспензия для операции тяжелосреднего обогащения по рекомендациям фирмы Бейтман [1] готовится из смеси: 80% измельченного ферросилиция «Samancor» 270D, и 20% гранулированного ферросилиция «KUMBA». Содержание кремния в них 15,5-16,0%, плотность ферросилиция саманкор («Samancor» 270D) составляет 6,80 г/см³, а «KUMBA» – 7,25 г/см³. Гранулометрический состав приведен в табл. 1.1. Для плотности разделения 3,15 г/см³, плотность суспензии составляет 2,4...2,45 г/см³.

Таблица 1.1

Гранулометрический состав ферросилиция разных марок

Классы крупности, мм	Ситовый состав, %	
	«Samancor» 270D	«KUMBA»
-0,5+0,2	0,01	0,8
-0,200+0,177	0,10	0,6
-0,177+0,149	0,08	2,9
-0,149+0,105	0,22	0,5
-0,105+0,085	0,15	1,5
-0,085+0,074	0,85	2,0
-0,074	98,59	91,7
Итого	100,00	100,0

Основные показатели работы тяжелосреднего гидроциклона приведены в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Технологический режим работы тяжелосреднего гидроциклона

С360-20-1/В-А/90

№№ п/п	Наименование	Значения
1	2	3
1	Диаметр циклона, мм	360
2	Размер песковой насадки, мм	90
3	Максимальная производительность, т/ч	30
4	Рекомендуемая производительность, т/ч	24...28
5	Крупность питания, мм	-5+1,4

Продолжение табл. 1.2.

1	2	3
6	Выход концентрата при содержании тяжелой фракции в питании (30 %), % от операции	27...28
7	Извлечение алмазов, %	99...100
8	Извлечение граната, %	99...100
9	Извлечение тяжелой фракции, %	85...90
10	Содержание тяжелой фракции в концентрате, %	97...99
11	Плотность ферросилициевой суспензии, г/см ³	2,40...2,45
12	Давление на входе в гидроциклон, кПа	132...135
13	Утяжелитель – смесь FeSi разных марок (%): “Samancor” 270D “KUMBA”	80 20

После удаления утяжелителя, легкая фракция направляется в отходы. Тяжелая фракция подвергается магнитной сепарации, осуществляемая на сепараторе ЭБМ-90/60. Магнитная фракция направляется в отвал, а немагнитная, после разделения на узкие классы ($-5+2,0$ и $-2,0$ мм), на люминесцентную сепарацию, с получением концентрата и отходов, направляемых на измельчения в виде циркулирующей нагрузки.

Безвозвратные потери ферросилиция при перечистке концентратов отсадки МО-105А в тяжелосреднем гидроциклоне составляют – 90...120 г/т питания, из которых 45...65 % теряется при отмывке утяжелителя от продуктов сепарации, а остальные в узле регенерации [1]. В натуральном выражении потери ферросилиция в узле регенерации не превышают 0,035 г/л стоков магнитного сепаратора. При обогащении исходной руды общие безвозвратные потери ферросилиция возрастают в 2,5...2,6 раза – до 222...305 т/ч, причем основная доля ферросилиция (55...82%) теряется с продуктами разделения.

2 ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ УЗЛА ТЯЖЕЛОСРЕДНОГО ОБОГАЩЕНИЯ

Для изучения эффективности тяжелосредной сепарации на пересортировке концентратов отсадки МО-105А при различных режимах были использованы результаты проведенных технологических испытаний проведенных на обогатительной фабрике горнорудного общества “Катока” [1]. Испытания включали три серии опытов при производительности тяжелосредной установки (ТСУ) соответственно 16...18 т/ч, 20...22 т/ч и 26...28 т/ч на четырех разных плотностях рабочей суспензии – 2,65; 2,5; 2,3 и 2,1...2,2 г/см³, и одна серия экспериментов – при трех разных содержаниях минералов тяжелой фракции в питании. Плотность рабочей суспензии задавалась по компьютеру и поддерживалась автоматическом режиме с помощью радиоизотопного плотнотера и периодически контролировалась весовым методом. Также по компьютеру с помощью весового питателя устанавливалась и поддерживалась в автоматическом режиме заданная производительность. Эффективность тяжелосредной сепарации оценивалась по извлечению в концентрат минералов тяжелой фракции плотностью более 2,9 г/см³ путем деления проб продуктов обогащения в тяжелой жидкости.

2.1 Предварительная оценка показателей разделения при тяжелосредном обогащении

Для предварительной оценки показателей процесса обогащения в тяжелой суспензии были проведены исследования на имитаторах алмазов (трассерный контроль), который заключался в следующем. Перед началом испытаний были изготовлены имитаторы алмазов кубической формы 2; 4 и 8 мм различной (фиксированной) плотности – 2,90; 2,95; 3,00; 3,05; 3,10; 3,15; 3,20; 3,30; 3,40 и 3,5 г/см³. Исследования проводились при различной плотности рабочей среды – 2,1; 2,3; 2,5 и 2,65 г/см³. Трассеры загружались в смеси-

тельную камеру, через которую циркулировала суспензия по схеме. Имитаторы, поступающие в гидроциклон, разделяются по плотности. Руда в это время в процесс не подавалась. Улавливание трассеров осуществлялось в приемники, установленные на разгрузке отмывочных грохотов.

На рисунках 2.1 и 2.2 приведены результаты трассерного контроля технологического процесса обогащения в тяжелосреднем гидроциклоне, соответственно для трассеров крупностью 8 мм и 4 и 2 мм.

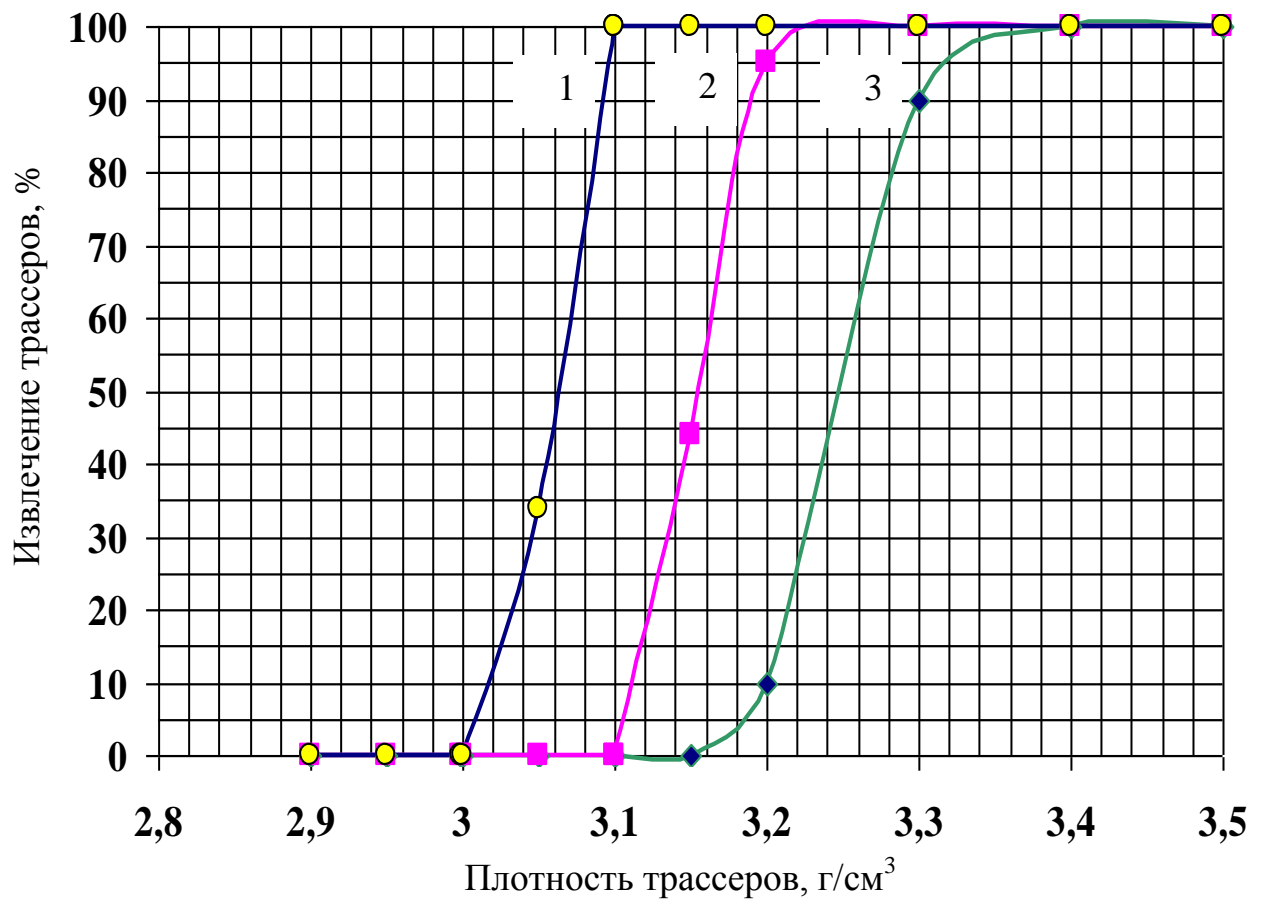


Рисунок 2.1 – Кривые Тромпа при различной плотности рабочей суспензии для трассеров крупностью 8 мм

- 1 – плотность суспензии 2,30 г/см³;
- 2 – плотность суспензии 2,50 г/см³;
- 3 – плотность суспензии 2,65 г/см³

Анализ кривых обогатимости Тромпа показывает, что с уменьшением плотности рабочей среды с 2,65 до 2,50 и 2,30 г/см³ плотность разделения по трассерам размером 8 мм снижается с 3,25 до 3,16 и 3,06 г/см³ (рис.2.1).

Средневероятное отклонение (E_{pm}) получено достаточно высокое и составляет соответственно 0,028; 0,023 и 0,02 г/см³.

Для трассеров крупностью 4 мм и 2 мм кривые Тромпа совпали для одноименной плотности разделения (рис.2.2). При плотности суспензии 2,65; 2,50; 2,30 г/см³ получены плотности разделения 3,26; 3,18 и 3,05 г/см³, что практически не отличается от параметров при обогащении трассеров крупностью 8 мм. Средневероятное отклонение несколько возрастает, но оно остается на сравнительно высоком уровне, соответственно – 0,035; 0,03 и 0,027 г/см³.

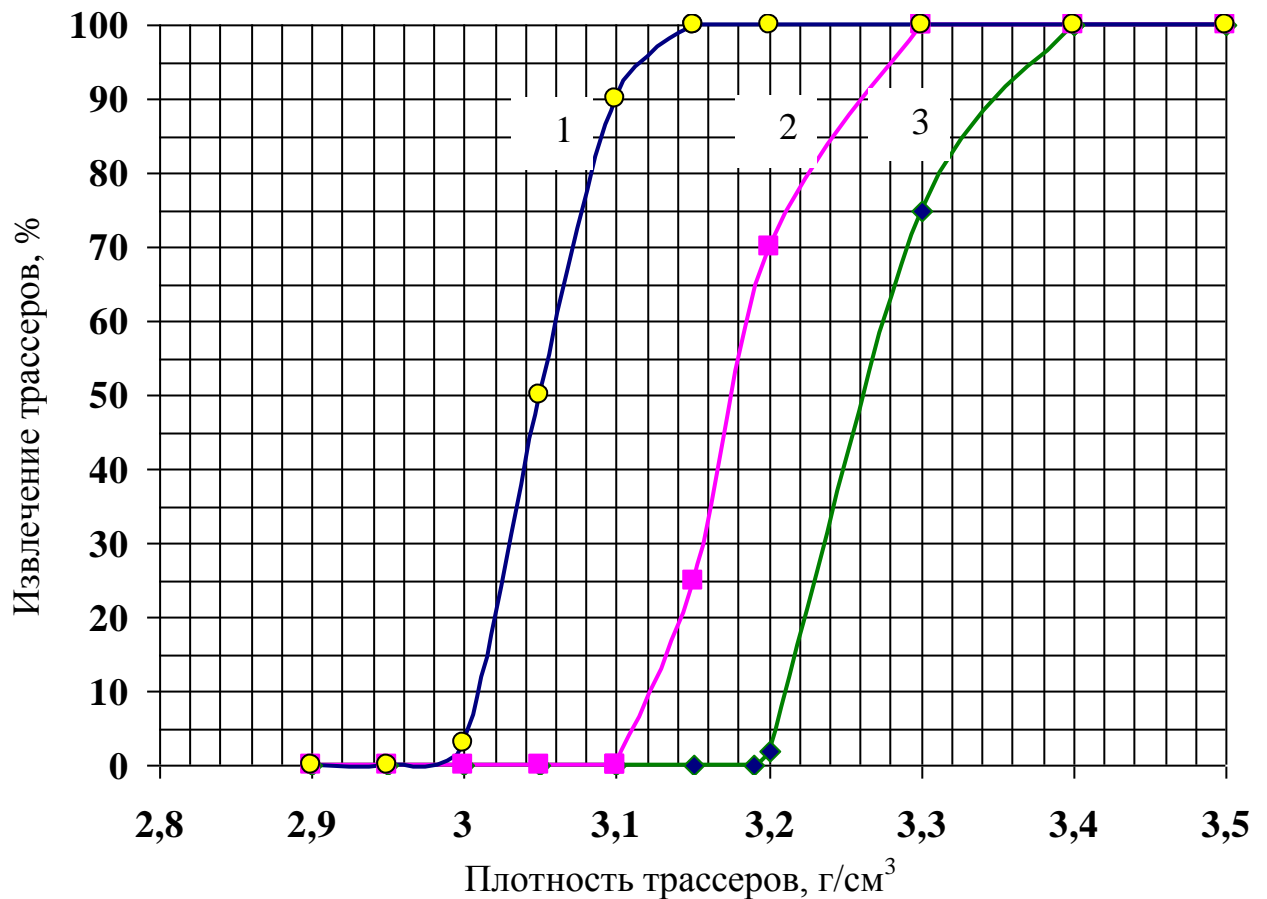


Рисунок 2.2 – Кривые Тромпа при различной плотности рабочей суспензии для трассеров крупностью 4 и 2 мм

- 1 – плотность суспензии 2,30 г/см³;
- 2 – плотность суспензии 2,50 г/см³;
- 3 – плотность суспензии 2,65 г/см³

2.2 Влияние плотности рабочей суспензии ТСУ на показатели тяжелосредней сепарации

Как уже было отмечено выше, для изучения режимов работы тяжелосреднего гидроциклона были проведены три серии экспериментов при различных значениях плотности рабочей суспензии и производительности тяжелосреднего гидроциклона.

В связи с тем, что содержание минералов тяжелой фракции плотностью более $2,9 \text{ г/см}^3$ в питании ТСУ (концентраты отсадки МО-105) в периоды испытаний изменялась в широких пределах – от 23 до 64%, выход материала в концентрат ТСУ приводится как по выходу от нагрузки по питанию (% по операции), так и в % от содержания минералов тяжелой фракции в питании (т.е. выход материала в концентрат по операции делится на содержание тяжелой фракции в питании).

Анализ работы тяжелосредней сепарации можно выполнять по содержанию минералов, плотность которых более $3,0 \text{ г/см}^3$. Это – гранаты и пироксены. Они были выбраны для контроля процесса тяжелосредней сепарации не случайно. Во-первых, они имеют близкую плотность с алмазами, при этом у гранатов в целом плотность несколько выше – $3,6...3,8 \text{ г/см}^3$, а у пироксенов, наоборот, в среднем плотность немного ниже – $3,2...3,6 \text{ г/см}^3$. Плотность алмазов составляет $3,4...3,6 \text{ г/см}^3$. Во-вторых, они в достаточном количестве содержатся в обогащаемом материале.

2.2.1 Анализ технологических показателей работы тяжелосреднего гидроциклона при производительности 16...18 т/ч

При производительности 16...18 т/ч, снижение плотности рабочей суспензии с $2,65$ до $2,30 \text{ г/см}^3$ приводит к росту выхода концентрата (по классу – $5 + 1,4 \text{ мм}$) в 1,7 раза с 58 до 99% от содержания тяжелой фракции в питании (рис. 2.3 и табл. 2.1). Извлечение гранатов при плотностях суспензии $2,30...2,40 \text{ г/см}^3$ практически полное и составляет $99,7...100\%$, и лишь при

плотности рабочей среды 2,5...2,65 г/см³ незначительно снижается до 97,6% (рис. 2.3).

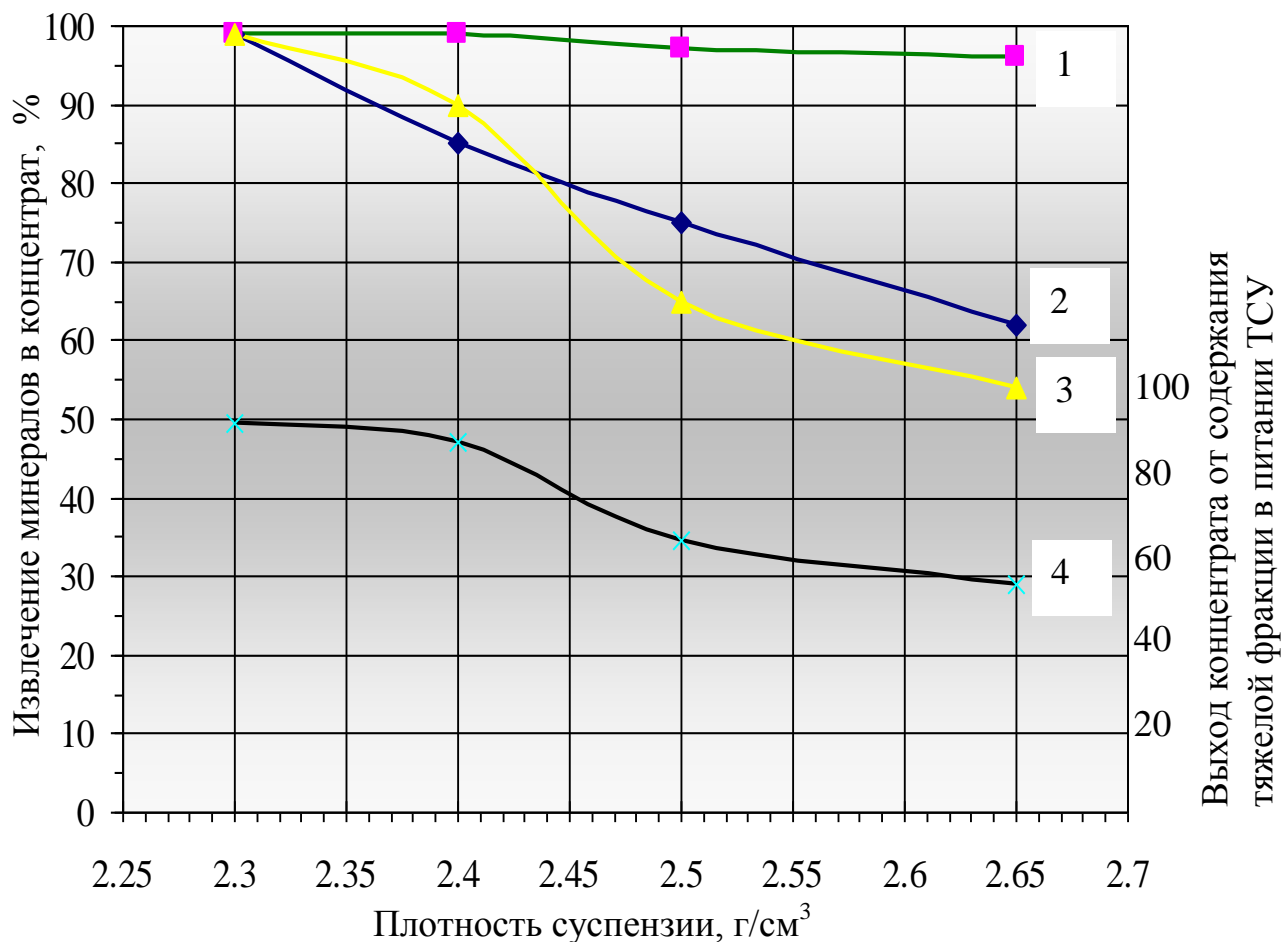


Рисунок 2.3 – Зависимость показателей работы тяжелосредной установки от плотности суспензии при производительности 16...18 т/ч

- 1 – извлечение гранатов;
- 2 – извлечение пироксенов;
- 3 – извлечение тяжелой фракции;
- 4 – выход тяжелой фракции

Извлечение в концентрат минералов тяжелой фракции и пироксенов крупностью –5+1,4 мм максимально при плотности суспензии 2,30 г/см³, при этом массовая доля минералов тяжелой фракции (β) в концентрате составляет – 98,3...97,6%. С увеличением плотности суспензии, с одной стороны повышается массовая доля минералов тяжелой фракции (β) в концентрате до 99,1...99,6%. С другой стороны наблюдается снижение извлечения минералов тяжелой фракции: при 2,4 г/см³ – на 10%; при 2,5 г/см³ – на 35% и при 2,65 г/см³ – на 45%, а пироксенов аналогично – при 2,4 г/см³ на 14%;

при $2,5 \text{ г/см}^3$ – на 25% и при $2,65 \text{ г/см}^3$ – на 38%. Аналогично снижается при повышении плотности суспензии и выход концентрата (кривая 4, рис. 2.3).

Так, как оценку работы ТСУ производят по извлечению тяжелой фракции, которое пропорционально произведению выхода на содержание тяжелой фракции, то снижение извлечения чревато безвозвратными потерями алмазов с отходами производства.

Таким образом, при производительности 16...18 т/ч для полного извлечения алмазов необходимо поддерживать плотность суспензии равной $2,3 \text{ г/см}^3$, что соответствует плотности разделения $3,06...3,08 \text{ г/см}^3$.

2.2.2 Анализ технологических показателей работы тяжелосреднего гидроциклона при производительности 20...22 т/ч

При производительности 20...22 т/ч изменение кривых выхода и извлечения тяжелой фракции протекает аналогично, как и при производительности 16...18 т/ч, но с некоторыми особенностями.

При снижении плотности суспензии с $2,65$ до $2,50$ и $2,30 \text{ г/см}^3$ растет выход концентрата (по классу $-5 +1,4 \text{ мм}$) в 1,42 раза с 66 до 82 и 94,0% от содержания тяжелой фракции в питании (рис. 2.4). При этом содержание минералов тяжелой фракции в концентрате в режиме работы на повышенных плотностях рабочей среды $2,65...2,50 \text{ г/см}^3$ высокое – 99,0...99,7% и незначительно снижается до 96,9% при пониженной плотности суспензии равной $2,30 \text{ г/см}^3$ (табл. 2.2).

Извлечение гранатов при всех плотностях суспензии $2,30...2,65 \text{ г/см}^3$ практически полное и составляет 99,7...100% (рис. 2.4 и табл. 2.2). Извлечение в концентрат минералов тяжелой фракции и пироксенов крупностью $-5+1,4 \text{ мм}$ получено близкое и повышается с уменьшением плотности суспензии соответственно с 59,6 % до 81,5 и 92,0% и с 63,2 % до 87,1 и 91,8%.

Таблица 2.2 – Технологические показатели тяжелосредной сепарации при различной плотности рабочей суспензии и нагрузке 20...22 т/ч (Питание ТСУ - концентраты 1 и 2 камер МО-105А)

	Режим работы ТСУ	Наименование продуктов	Выход продуктов		Ситовая характеристика, % по классам крупности, мм							Содержание минералов тяжелой фракции ($\delta > 2,9 \text{ г/см}^3$), %						Содержание Гранатов, %			Содержание Пироксенов, %		
			т/ч	%	-5+2	-2+1,4	-5+1,4	-2+1,6	-1,6+1,4	-1,4+1	-1+0	-5+2	-2+1,4	-5+1,4	-2+1,6	-1,6+1,4	-1,4+1	-5+2	-2+1,4	-5+1,4	-5+2	-2+1,4	-5+1,4
Опыт 13	$\delta_c = 2,65 \text{ г/см}^3$ P=143-144 кПа	Концентрат	3,22	15,8	59,5	22,6	82,1	19,7	2,9	17,0	0,9	99,9	99,5	99,7	99,5	99,2	99,0	32,2	38,5	33,9	20,0	6,4	16,3
		Хвосты	17,19	84,2	75,9	15,9	91,8	14,4	1,5	7,6	0,6	12,1	7,7	11,3	7,8	6,5	6,1	-	0,013	0,002	1,5	2,0	1,6
		Питание	20,40	100,0	73,3	16,9	90,3	15,2	1,8	9,0	0,7	23,3	27,0	24,0	26,5	30,3	33,6	4,1	8,1	4,9	1,6	2,9	3,7
Опыт 12	$\delta_c = 2,50 \text{ г/см}^3$ P=135-136 кПа	Концентрат	7,25	33,0	77,3	13,2	90,4	11,4	1,7	9,1	0,5	99,1	98,6	99,0	98,8	98,6	98,3	29,5	38,9	30,9	30,9	12,7	28,2
		Хвосты	14,75	67,0	74,1	16,0	90,1	14,0	2,0	9,3	0,6	11,7	8,0	11,1	7,8	6,5	6,9	0,005	0,023	0,008	1,4	5,0	2,1
		Питание	22,0	100,0	75,1	15,1	90,2	13,2	1,9	9,3	0,6	41,4	34,0	40,1	33,9	33,6	36,4	10,0	11,2	10,2	1,6	7,2	10,7
Опыт 14	$\delta_c = 2,30 \text{ г/см}^3$ P=123-124 кПа	Концентрат	5,31	25,6	66,7	19,3	86,0	16,6	2,7	13,1	0,9	96,9	96,9	96,9	96,8	96,6	96,2	25,5	32,3	27,0	28,2	14,7	25,2
		Хвосты	15,45	74,4	65,4	23,8	89,2	19,4	4,4	9,9	0,9	4,6	2,7	4,1	3,2	2,2	4,0	-	0,037	0,010	1,1	0,9	1,1
		Питание	20,8	100,0	65,7	22,6	88,4	18,7	4,0	10,7	0,9	28,6	23,2	27,2	24,5	18,8	32,8	6,6	7,1	6,7	1,6	3,9	7,1
Опыт 15	$\delta_c = 2,10 \text{ г/см}^3$ P=110-111 кПа	Концентрат	16,01	71,2	69,2	18,9	88,1	16,5	2,4	11,1	0,7	30,0	39,8	32,1	39,4	37,6	46,6	29,1	36,5	30,7	26,4	11,3	23,1
		Хвосты	6,46	28,8	57,2	27,6	84,8	24,6	3,0	14,1	1,1	0,2	0,4	0,3	0,5	0,7	0,8	-	0,054	0,018	0,05	0,23	0,11
		Питание	22,47	100,0	65,8	21,4	87,2	18,8	2,6	12,0	0,8	22,6	25,2	23,2	24,8	25,2	31,1	21,80	23,0	22,1	1,6	7,2	16,7
	Режим работы ТСУ	Наименование продуктов	Выход продуктов		Распределение материала по продуктам обогащения, %							Извлечение минералов тяжелой фракции ($\delta > 2,9 \text{ г/см}^3$), %						Извлечение Гранатов, %			Извлечение Пироксенов, %		
			т/ч	%	-5+2	-2+1,4	-5+1,4	-2+1,6	-1,6+1,4	-1,4+1	-1+0	-5+2	-2+1,4	-5+1,4	-2+1,6	-1,6+1,4	-1,4+1	-5+2	-2+1,4	-5+1,4	-5+2	-2+1,4	-5+1,4
Опыт 13	$\delta_c = 2,65 \text{ г/см}^3$ P=143-144 кПа	Концентрат	3,22	15,8	12,8	21,0	14,3	20,4	25,7	29,6	21,2	54,8	77,3	59,6	76,6	84,1	87,2	100,00	99,87	99,96	66,3	45,9	63,2
		Хвосты	17,19	84,2	87,2	79,0	85,7	79,6	74,3	70,4	78,8	45,2	22,7	40,4	23,4	15,9	12,8	-	0,13	0,04	33,7	54,1	36,8
		Питание	20,40	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,00	100,00	100,00	100,0	100,0	100,0
Опыт 12	$\delta_c = 2,50 \text{ г/см}^3$ P=135-136 кПа	Концентрат	7,25	33,0	33,9	28,7	33,0	28,6	29,5	32,3	30,6	81,2	83,3	81,5	83,6	86,4	87,2	99,97	99,85	99,95	91,8	50,4	87,1
		Хвосты	14,75	67,0	66,1	71,3	67,0	71,4	70,5	67,7	69,4	18,8	16,7	18,5	16,4	13,6	12,8	0,03	0,15	0,05	8,2	49,6	12,9
		Питание	22,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,00	100,00	100,00	100,0	100,0	100,0
Опыт 14	$\delta_c = 2,30 \text{ г/см}^3$ P=123-124 кПа	Концентрат	5,31	25,6	26,0	21,8	24,9	22,7	17,6	31,2	26,2	88,0	91,0	88,6	89,9	90,2	91,6	100,0	99,6	99,9	90,0	81,3	88,8
		Хвосты	15,45	74,4	74,0	78,2	75,1	77,3	82,4	68,8	73,8	12,0	9,0	11,4	10,1	9,8	8,4	-	0,41	0,11	10,0	18,7	11,2
		Питание	20,8	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,00	100,00	100,00	100,0	100,0	100,0
Опыт 15	$\delta_c = 2,10 \text{ г/см}^3$ P=110-111 кПа	Концентрат	16,01	71,2	75,0	62,9	72,0	62,4	66,4	66,2	61,9	99,7	99,5	99,7	99,3	99,1	99,1	100,00	99,91	99,98	99,94	98,79	99,82
		Хвосты	6,46	28,8	25,0	37,1	28,0	37,6	33,6	33,8	38,1	0,3	0,5	0,3	0,7	0,9	0,9	-	0,09	0,02	0,06	1,21	0,18
		Питание	22,47	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

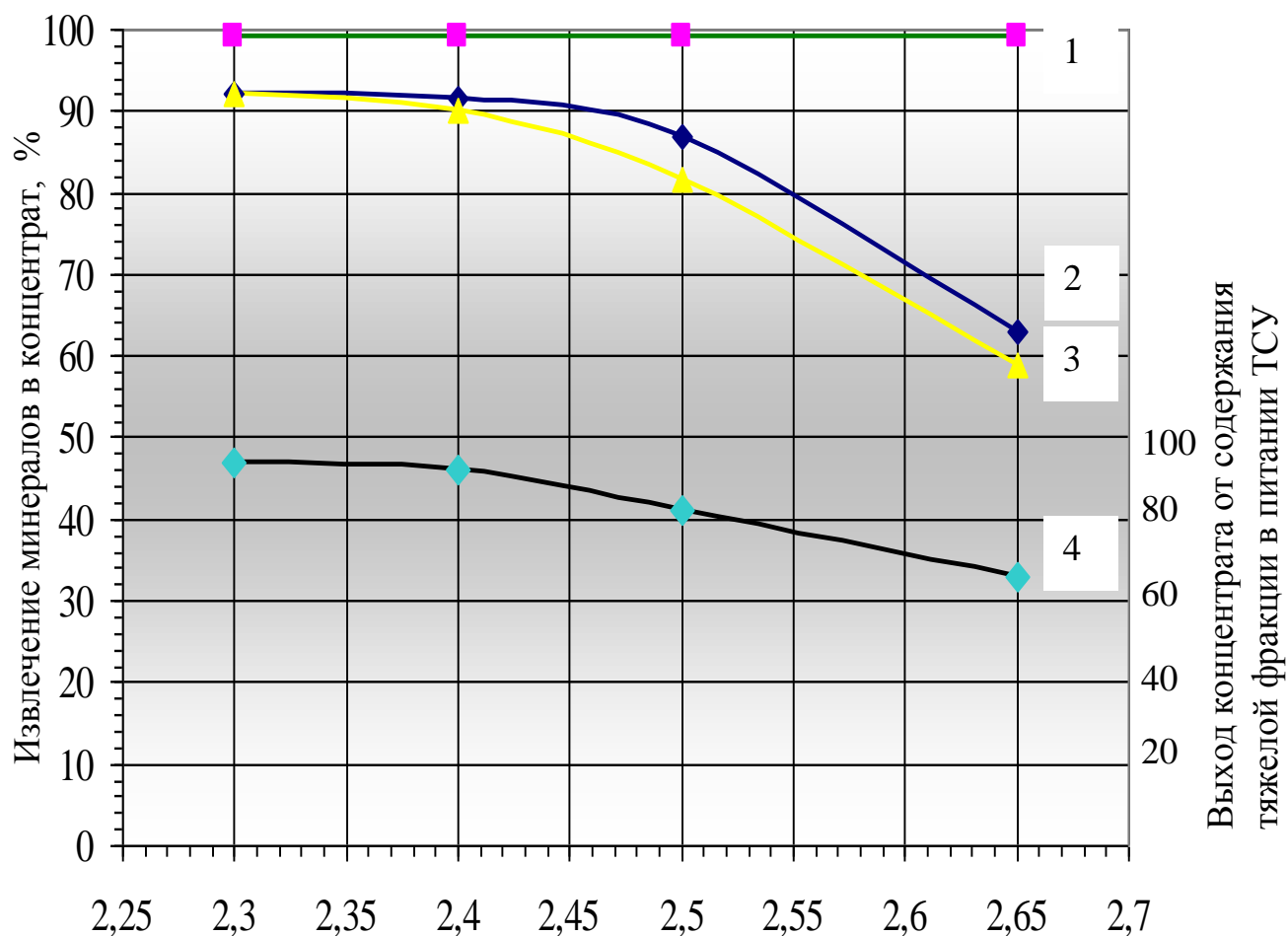


Рисунок 2.4 – Зависимость показателей работы тяжелосредной установки от плотности суспензии при производительности 20...22 т/ч

- 1 – извлечение гранатов;
- 2 – извлечение пироксенов;
- 3 – извлечение тяжелой фракции;
- 4 – выход тяжелой фракции

Таким образом, при производительности 20...22 т/ч наиболее высокий выход и извлечение минералов тяжелой фракции достигается при плотности суспензии равной 2,30...2,40 г/см³, и при дальнейшем ее повышении до плотности 2,65 г/см³ резко снижаются в 1,4 раза (выход снижается до 66,0%, а извлечение – до 59,6%).

2.2.3 Анализ технологических показателей работы тяжелосредного гидроциклона при производительности 26...28 т/ч

При производительности 26...28 т/ч снижение плотности рабочей суспензии с 2,65 до 2,30 г/см³ также приводит к росту выхода концентрата (по классу –5 +1,4 мм) примерно в 1,4 раза с 72 до 99% от содержания тяжелой фракции в питании (рис. 2.5). Извлечение гранатов на всех исследуемых плотностях суспензии 2,30...2,65 г/см³ практически полное и составляет 99,7...99,9% (рис. 2.5 и табл. 2.3).

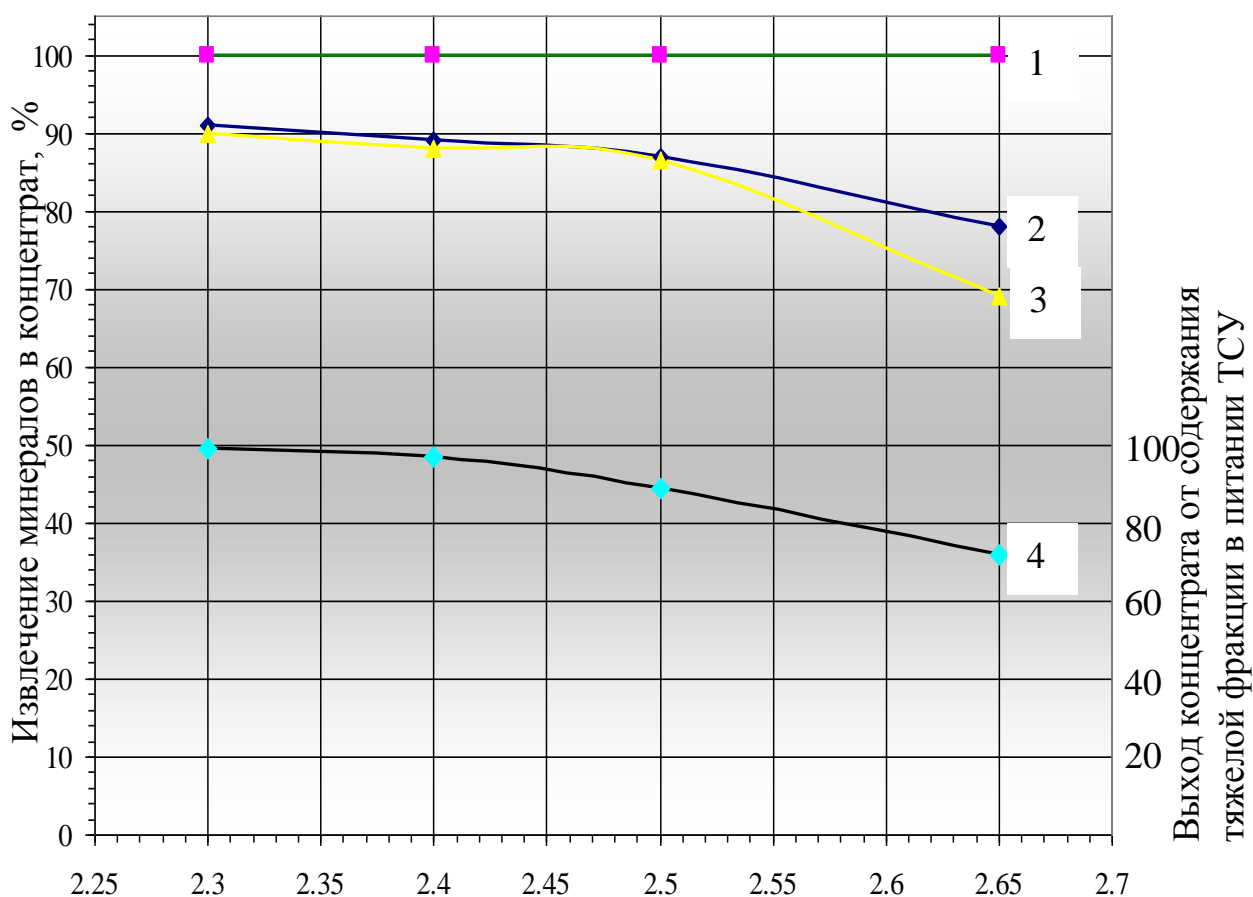


Рисунок 2.5 – Зависимость показателей работы тяжелосредной установки от плотности суспензии при производительности 26...28 т/ч

- 1 – извлечение гранатов;
- 2 – извлечение пироксенов;
- 3 – извлечение тяжелой фракции;
- 4 – выход тяжелой фракции

Таблица 2.3 – Технологические показатели тяжелосредней сепарации при различной плотности рабочей суспензии и нагрузке 26...28 т/ч (Питание ТСУ - концентраты 1 и 2 камер МО-105А)

	Режим работы ТСУ	Наименование продуктов	Выход продуктов		Ситовая характеристика, % по классам крупности, мм							Содержание минералов тяжелой фракции ($\delta > 2,9 \text{ г/см}^3$), %						Содержание Гранатов, %			Содержание Пироксенов, %		
			т/ч	%	-5+2	-2+1,4	-5+1,4	-2+1,6	-1,6+1,4	-1,4+1	-1+0	-5+2	-2+1,4	-5+1,4	-2+1,6	-1,6+1,4	-1,4+1	-5+2	-2+1,4	-5+1,4	-5+2	-2+1,4	-5+1,4
Опыт 8	$\delta_c = 2,65 \text{ г/см}^3$ P=138-139 кПа	Концентрат	6,68	25,7	65,0	19,7	84,7	17,4	2,3	13,8	1,4	98,8	99,1	98,9	98,2	98,3	97,5	38,6	46,5	40,4	32,6	12,2	27,9
		Хвосты	19,30	74,3	71,4	17,0	88,4	14,5	2,5	10,1	1,4	14,3	15,6	14,6	13,9	13,6	12,8	-	-	-	1,8	5,3	2,5
		Питание	26,0	100,0	69,8	17,7	87,5	15,3	2,5	11,1	1,4	34,6	39,5	35,6	38,6	33,9	40,1	9,3	13,3	10,1	9,2	7,3	8,8
Опыт 9	$\delta_c = 2,50 \text{ г/см}^3$ P=129-130 кПа	Концентрат	8,66	31,6	64,8	22,2	87,0	19,8	2,4	12,2	0,8	98,4	98,8	98,5	99,2	98,4	97,4	29,8	45,6	33,8	44,0	24,1	38,9
		Хвосты	18,75	68,4	77,3	14,7	92,0	13,0	1,7	7,1	0,9	7,6	8,6	7,8	8,5	9,0	7,9	-	0,033	0,005	2,5	4,8	2,9
		Питание	27,41	100,0	73,3	17,0	90,4	15,1	1,9	8,7	0,9	33,0	45,7	35,4	46,0	44,6	47,5	8,3	18,8	10,3	14,1	12,7	13,8
Опыт 10	$\delta_c = 2,30 \text{ г/см}^3$ P=117-118 кПа	Концентрат	7,31	27,5	61,9	20,8	82,8	18,4	2,4	15,2	2,0	97,7	97,3	97,6	97,2	96,2	97,1	32,3	45,9	35,7	39,0	21,7	34,6
		Хвосты	19,29	72,5	70,2	16,6	86,8	13,0	3,6	11,3	1,9	3,3	3,5	3,3	3,7	3,2	3,9	0,002	0,013	0,004	0,6	2,0	0,9
		Питание	26,6	100,0	67,9	17,7	85,7	14,5	3,3	12,4	1,9	26,9	33,8	28,4	36,4	22,1	35,4	8,1	14,8	9,5	10,2	8,4	9,8
Опыт 11	$\delta_c = 2,20 \text{ г/см}^3$ P=112 кПа	Концентрат	7,30	27,0	66,2	18,7	84,8	16,0	2,6	13,5	1,7	90,5	94,2	91,3	94,1	92,4	91,9	29,1	45,9	32,8	36,9	22,1	33,6
		Хвосты	19,73	73,0	69,0	18,0	86,9	16,0	2,0	11,3	1,8	3,1	2,9	3,0	2,9	3,8	2,8	0,014	0,006	0,012	0,7	1,8	0,9
		Питание	27,02	100,0	68,2	18,2	86,4	16,0	2,1	11,9	1,7	26,0	28,2	26,4	27,6	33,1	30,0	7,63	12,8	8,7	10,2	7,4	9,6
	Режим работы ТСУ	Наименование продуктов	Выход продуктов		Распределение материала по продуктам обогащения, %							Извлечение минералов тяжелой фракции ($\delta > 2,9 \text{ г/см}^3$), %						Извлечение Гранатов, %			Извлечение Пироксенов, %		
			т/ч	%	-5+2	-2+1,4	-5+1,4	-2+1,6	-1,6+1,4	-1,4+1	-1+0	-5+2	-2+1,4	-5+1,4	-2+1,6	-1,6+1,4	-1,4+1	-5+2	-2+1,4	-5+1,4	-5+2	-2+1,4	-5+1,4
Опыт 8	$\delta_c = 2,65 \text{ г/см}^3$ P=138-139 кПа	Концентрат	6,68	25,7	24,0	28,6	24,9	29,3	23,9	32,2	25,7	68,5	71,8	69,2	74,5	69,4	78,3	100,0	100,0	100,0	84,8	48,1	78,7
		Хвосты	19,30	74,3	76,0	71,4	75,1	70,7	76,1	67,8	74,3	31,5	28,2	30,8	25,5	30,6	21,7	-	-	-	15,2	51,9	21,3
		Питание	26,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Опыт 9	$\delta_c = 2,50 \text{ г/см}^3$ P=129-130 кПа	Концентрат	8,66	31,6	27,9	41,1	30,4	41,3	39,8	44,3	29,2	83,3	88,9	84,7	89,2	87,8	90,8	100,00	99,90	99,96	87,0	78,0	85,4
		Хвосты	18,75	68,4	72,1	58,9	69,6	58,7	60,2	55,7	70,8	16,7	11,1	15,3	10,8	12,2	9,2	-	0,10	0,04	13,0	22,0	14,6
		Питание	27,41	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,00	100,00	100,00	100,0	100,0	100,0
Опыт 10	$\delta_c = 2,30 \text{ г/см}^3$ P=117-118 кПа	Концентрат	7,31	27,5	25,1	32,3	26,5	35,0	20,3	33,7	28,9	90,8	92,9	91,3	93,3	88,4	92,6	100,0	99,9	100,0	95,4	83,8	93,4
		Хвосты	19,29	72,5	74,9	67,7	73,5	65,0	79,7	66,3	71,1	9,2	7,1	8,7	6,7	11,6	7,4	0,02	0,06	0,03	4,6	16,2	6,6
		Питание	26,6	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Опыт 11	$\delta_c = 2,20 \text{ г/см}^3$ P=112 кПа	Концентрат	7,30	27,0	26,2	27,8	26,5	27,1	33,0	30,6	25,9	91,3	92,7	91,6	92,4	92,2	93,6	99,86	99,97	99,90	95,1	82,8	93,1
		Хвосты	19,73	73,0	73,8	72,2	73,5	72,9	67,0	69,4	74,1	8,7	7,3	8,4	7,6	7,8	6,4	0,14	0,03	0,10	4,9	17,2	6,9
		Питание	27,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,00	100,00	100,00	100,0	100,0	100,0

Уровень извлечения в концентрат пироксенов и минералов тяжелой фракции в крупности $-5 +1,4$ мм получен близкий между собой и немного ниже, чем в предшествующей серии опытов и составил при плотности суспензии $2,30 \text{ г/см}^3$ соответственно 91,0 и 90,4% при достаточно высоком (91,3...98,5%) содержании минералов тяжелой фракции в нем (табл. 2.3). С повышением плотности рабочей среды до $2,50 \text{ г/см}^3$ извлечение данных минералов плавно снижается до 87,2 и 86,7%, а при дальнейшем увеличении резко падает до 69,2 и 78,7%.

Таким образом, при производительности 26...28 т/ч с увеличением плотности суспензии с $2,30$ до $2,50 \text{ г/см}^3$ выход и извлечение минералов тяжелой фракции монотонно снижается, соответственно, с 99,0% и 90,2% до 89,0 и 86,5%, при дальнейшем повышении плотности суспензии до $2,65 \text{ г/см}^3$ выход и извлечение резко снижаются (выход снижается до 72,0%, а извлечение – до 69,0%).

2.3 Влияние производительности ТСУ на показатели тяжелосредной сепарации

При сравнении технологических показателей тяжелосредной сепарации во всех трех сериях опытов, проведенных на разных производительностях, установлено, что извлечение гранатов в концентрат на всех исследуемых нагрузках получено практически полное 99,0...100,0%, за исключением эксперимента при плотности суспензии $2,65 \text{ г/см}^3$ и производительности 16...18 т/ч, в котором извлечение гранатов составило 97,2 % (рис. 2.3). Извлечение минеральных зерен тяжелой фракции плотностью более $2,9 \text{ г/см}^3$ при работе на плотности рабочей среды $2,30 \text{ г/см}^3$ и при нагрузке на ТСУ 20...22 т/ч и 26...28 т/ч примерно одинаковые, достаточно высокие и составляют 88,6...91,3%, а при снижении нагрузки до 16...18 т/ч оно возрастает до 97,2% (рис. 2.6). При повышении плотности суспензии до $2,40...2,5 \text{ г/см}^3$ при нагрузке 20...22 т/ч и 26...28 т/ч наблюдается снижение извлечения тяжелой

фракции, которое имеет особенно резкий характер при плотности суспензии более 2,50...2,65 г/см³. При нагрузке 16...18 т/ч резкое падение извлечения наблюдается уже при плотности суспензии более 2,40 г/см³.

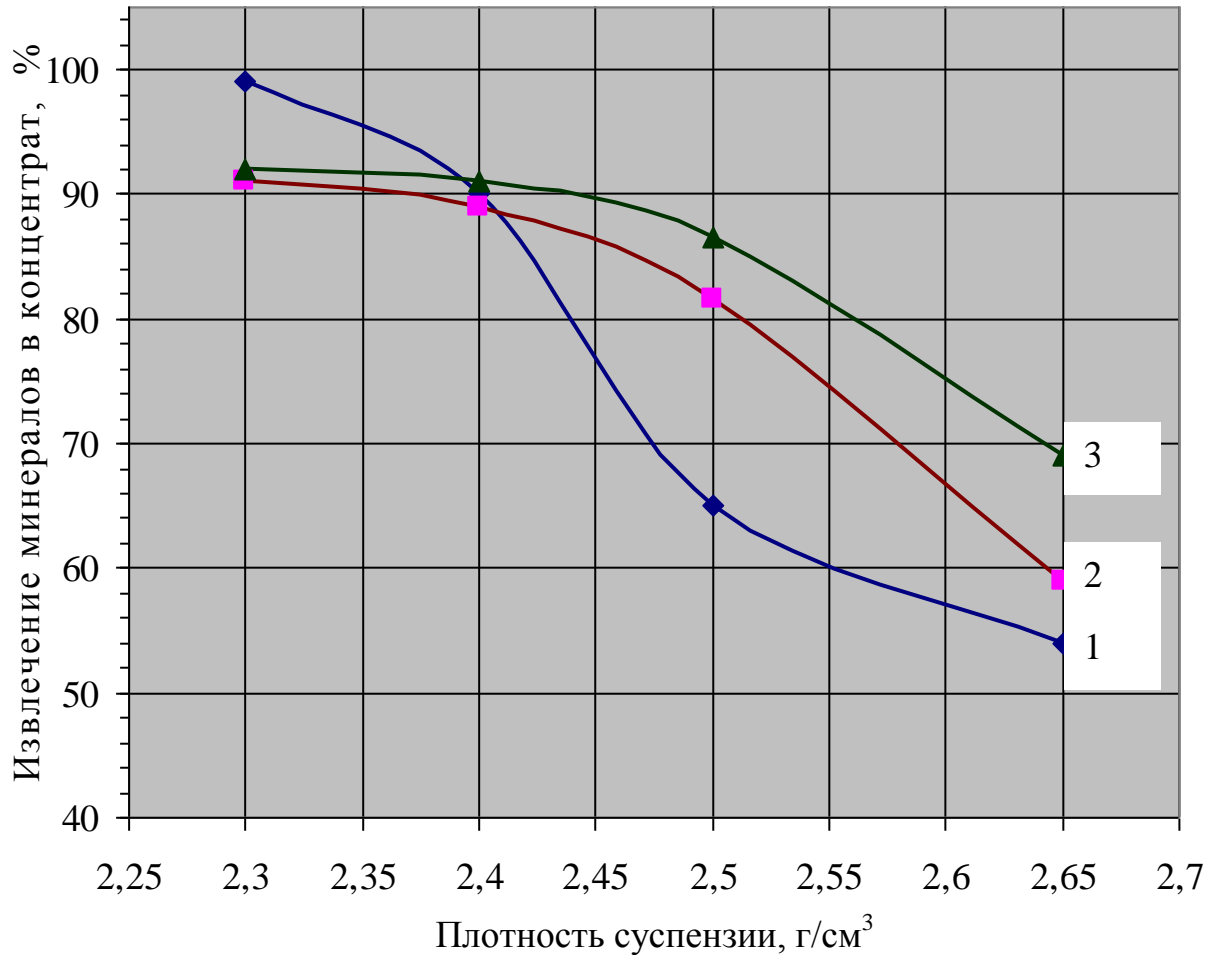


Рисунок 2.6 – Зависимость извлечение минералов тяжелой фракции в концентрат от плотности суспензии при различной производительности тяжелосредной установки

- 1 – 16...18 т/ч;
- 2 – 20...22 т/ч;
- 3 – 26...28 т/ч.

Выход концентрата от содержания тяжелой фракции в питании ТСУ при снижении нагрузки ведет себя аналогично, как и кривая извлечения тяжелой фракции. На одной и той же плотности суспензии выход концентрата тяжелосредного гидроциклона возрастает с повышением производи-

сти. Однако, необходимо отметить, что наибольший выход был получен при плотности суспензии $2,3 \text{ г/см}^3$, производительности $16...18 \text{ т/час}$ и составил $99,0\%$.

Выводы

Обобщая результаты проведенных исследований можно констатировать следующее:

1. Установлена высокая эффективность тяжелосредной сепарации при перемешивании концентратов отсадочных машин МО-105А на производительностях $16...27 \text{ т/ч}$ и содержаниях тяжелой фракции в питании $7...50\%$ и практически не зависит от изменения данных параметров в указанных интервалах. Стопроцентное извлечение гранатов, обеспечивается практически при всех исследуемых плотностях суспензии, что нельзя сказать о пироксенах и тяжелой фракции, а значит можно предполагать и алмазов. Концентраты тяжелосредного гидроциклона на всех режимах содержат $98...99\%$ минералов тяжелой фракции, а максимальный его выход (от содержания тяжелой фракции в питании) был достигнут при плотности суспензии $2,3 \text{ г/см}^3$, производительности $16...18 \text{ т/ч}$ и составил 99% .

2. Наиболее предпочтительный режим работы ТСУ при плотности суспензии $2,3 \text{ г/см}^3$, производительности $16...18 \text{ т/ч}$, так как в этом режиме достигается 99% выход и извлечение тяжелой фракции в концентрат. При работе на более высоких плотностях суспензии на ТСУ наблюдается падение выхода концентрата и извлечения тяжелой фракции.

3. Трассерным контролем тяжелосредной сепарации выявлено, что с уменьшением плотности рабочей среды с $2,65$ до $2,50$ и $2,30 \text{ г/см}^3$ плотность разделения по трассерам размером 4 мм и 2 мм в тяжелосредном гидроциклоне, рассчитанная по кривым Тромпа, снижается с $3,27$ до $3,18$ и $3,05 \text{ г/см}^3$. Среднее вероятное отклонение (E_{pm}) получено достаточно высокое соответственно $0,035$; $0,032$ и $0,027 \text{ г/см}^3$.

4. Применение режима работы ТСУ при плотности суспензии $2,3 \text{ г/см}^3$, производительности 16...18 т/ч позволит отходы тяжелосреднего гидроциклона направлять в отходы, а не в циркуляционную нагрузку.

Тяжелая фракция отсадки поступает на вибрационный грохот для дополнительного обесшламливания. Подрешетный продукт $-1,4$ мм направляется в отходы, а класс $-5+1,4$ мм в смеситель для приготовления пульпы для тяжелосреднего обогащения. Затем пульпа подается непосредственно в тяжелосредний двухпродуктовый гидроциклон. После разделения сливы (легкая фракция), содержащие 70% суспензии, и концентрат (тяжелая фракция) подаются на дуговые грохота, для удаления основной части кондиционной суспензии (до 50%). Затем легкая и тяжелая фракция поступает на обезвоживание, где происходит смыв утяжелителя (ферросилиция) с поверхности материала сливами магнитных сепараторов, с получением некондиционной суспензии, и обезвоживание продуктов разделения.

Некондиционная суспензия и часть кондиционной суспензии (30%) поступают на регенерацию. Регенерация осуществляется по двухстадиальной схеме в электромагнитных противоточных сепараторах ЭБМ-80/170. Получаемый ферросилиций направляется в бак приготовления кондиционной суспензии. Сливы сепараторов направляется на смыв утяжелителя.

3.2 Выбор технологических параметров работы тяжелосреднего гидроциклона

Производительность тяжелосредних гидроциклонов пропорциональна диаметру и определяется из выражения [2]:

$$Q = 200 \cdot D^2, \text{ т/ч}, \quad (3.1)$$

где D – диаметр гидроциклона, м.

Из формулы (2.1) находим диаметр:

$$D = \sqrt{\frac{Q}{200n}}, \quad (3.2)$$

где n – число гидроциклонов.

$$D = \sqrt{\frac{Q}{200}} = \sqrt{\frac{25}{200}} = 0,36 \text{ м}.$$

Таким образом, принимаем к установке тяжелосредний гидроциклон С360-20-1/В-А/90, техническая характеристика которого приведена в табл. 3.1.

Таблица 3.1 – Техническая характеристика тяжелосреднего гидроциклона С360-20-1/В-А/90

№ п/п	Технологический параметр	Значение
1	Диаметр гидроциклона, мм	360
2	Размер песковой насадки, мм	90
3	Нагрузка по питанию до т/час	30,0
4	Производительность, м ³ /час	70,0
5	Давление на входе в гидроциклон, кПа	130-140
6	Средневероятностное отклонение г/см ³	0,03

Обогащаемая руда вводится в аппарат в смеси с тяжелой суспензией через патрубок, соединенный по касательной с цилиндрической частью корпуса [3]. Касательный ввод разделительной среды под давлением формирует внутри аппарата вихревой поток с воздушным столбом вдоль оси циклона. Доминирующее действие на вводимые в вихревой поток зерна разделяемых минералов оказывает центробежная сила.

В циклоне минералы разделяются по плотности с высокой селективностью; продукты обогащения еще в зоне разделения приобретают противоположное друг другу направление движения, что гарантирует их чистоту на выходе.

Плотность минеральной суспензии в обогатительных циклонах снижается с уменьшением радиуса к воздушному столбу. Диапазон отклонений от среднего значения наибольший в вершине конической части, где у стенок имеет место максимальное уплотнение суспензии.

Движущиеся в циклоне минеральные зерна имеют тангенциальную скорость, отличающуюся от скорости потока суспензии. Скольжение в потоке будет тем больше, чем больше крупность и плотность зерна.

Под действием центробежных сил и скоростного напора потока суспензии частицы тяжелых минералов, преодолевая сопротивление среды, устремляются к стенке конической части, где через песковый насадок выводятся наружу.

Зерна легких минералов вытесняются внутрь вихря к воздушному столбу, перемещаются по спирали в противоположном направлении и через центральный патрубок в крышке вихревой камеры выносятся в разгрузочную камеру, из которой через касательный патрубок выходят из аппарата.

В разделе 2 показано, что для поддержания высоких технологических показателей при колебании нагрузки на тяжелосредний гидроциклон необходимо использовать суспензию плотностью $2,3 \text{ г/см}^3$. При уменьшении плотности суспензии, как видно из графиков 2.3...2.6, выход тяжелой фракции изменится незначительно в пределах 5...7%. Значительные колебания нагрузки от 28,0 до 16 т/час ведут к тому, что при плотности суспензии равной $2,4...2,45 \text{ г/см}^3$ (указанной в техрегламенте) извлечение тяжелой фракции резко снижается на 20...25%, что обуславливает необходимость заворачивать легкий продукт гидроциклонирования в циркулирующую нагрузку в связи с возможными потерями с отходами алмазной фракции. Снижение плотности суспензии до $2,3 \text{ г/см}^3$ обеспечивает высокие технологические показатели, сброс легкой фракции гидроциклонирования в отходы и позволяет в качестве утяжелителя использовать магнетит вместо ферросилиция, стоимость которого в пять раз выше в сравнении с магнетитом. Магнетитовый концентрат должен иметь содержание железа не менее 66,0% в этом случае, его удельный вес составит не менее 5000 кг/м^3 .

3.3 Сравнение показателей суспензии при применении различного утяжелителя

Определим основные показатели суспензии при использовании ферросилиция и магнетита.

Массовая концентрация твердого при плотности суспензии 2300 кг/м^3 и плотности утяжелителя 6800 кг/м^3 (для ферросилиция) составит:

$$p = \frac{\delta_m(\delta_c - \Delta)}{\delta_c(\delta_m - \Delta)},$$

где Δ – плотность воды, кг/м^3 ; δ_m – плотность утяжелителя, кг/м^3 ; δ_c – плотность суспензии, кг/м^3 ; p – содержание твердого, д. ед.

$$p = \frac{\delta_m(\delta_c - \Delta)}{\delta_c(\delta_m - \Delta)} = \frac{6900(2300 - 1000)}{2300(6900 - 1000)} = 0,661 \text{ или } 66,1\%.$$

Для магнетита данный показатель составит – 70,7%.

Объемная концентрация ферросилиция составит:

$$p^o = p \frac{\delta_c}{\delta_m} = 0,661 \frac{2300}{6900} = 0,22 \text{ или } 22\%.$$

Магнетита – 32,0%

Массовый расход суспензии при максимальной производительности равной 30 т/час составит:

$$m_c = m_T \frac{1-p}{p} = 30 \frac{1-0,3}{0,3} = 70 \text{ (т/час)}.$$

Максимальный расход утяжелителя составит: $P_\phi = m_c p$.

Подставляя данные, получим, что расход ферросилиция составит 46,3 т/час, магнетита – 49,3 т/час.

$$\text{Объемный расход суспензии: } V_c = \frac{m_c}{\delta_c} = \frac{70}{2,3} = 30,4 \text{ (м}^3\text{/час)}.$$

Количество суспензии, уходящей с продуктами обогащения, составит для тяжелой фракции 30% ($10,1 \text{ м}^3$) и для легкой фракции – 70% ($20,3 \text{ м}^3$).

$$\text{Объем пульпы составит: } V_n = V_c + \frac{m_m}{\delta_m}$$

где δ_m – плотность твердого, кг/м³; m_m – масса твердого, кг.

$$V_n = V_c + \frac{m_m}{\delta_m} = 30,4 + \frac{30}{2,6} = 30,4 + 11,5 = 41,9 \text{ (м}^3\text{/час)}.$$

3.4 Выбор оборудования для сброса суспензии и обезвоживания

Для отделения кондиционной суспензии для легкой и тяжелой фракции предлагаем к установке дуговые сита типа 219А-ГР [4], техническая характеристика которых приведена в табл. 3.2.

Таблица 3.2 – Основные параметры дугового сита 219А-ГР

№ п/п	Параметры	Значение
1	Ширина решетки, мм	1000
2	Площадь решетки, м ²	0,67
3	Ширина щели решетки, мм	1,8
4	Материал колосников	сталь
5	Производительность по твердому, т/час	75

Произведем расчет дуговых сит на объемную производительность, которая рассчитывается по выражению: $W = 160Fv$,

где: F – площадь сита, м², v – скорость подачи пульпы, м/с (при безнапорной подачи пульпы примем $v = 1,0$ м/с, тогда: $W = 160 \cdot 0,67 \cdot 1 = 107 \text{ м}^3\text{/час}$,

что вполне достаточно для наших условий $W_{\max} = 70$, что значительно ниже объемной производительности гидроциклона..

Для смыва утяжелителя и отделения тяжелой суспензии от продуктов обогащения предлагается к установке Гис-3,0×1-М [4], техническая характеристика которого приведена в табл. 3.3.

Таблица 3.3 – Основные параметры грохота Гис-3,0×1-М

№ п/п	Параметры	Значение
1	Площадь просеивающей поверхности, м ²	10,0
2	Частота виброперемещений корпуса, с ⁻¹	15,3-24,4
3	Мощность двигателя, кВт	2х2,2
4	Габаритные размеры: длина, мм ширина, мм высота, мм	3300 2300 1300
5	Масса, кг	2000

3.5 Выбор оборудования для перекачки суспензии и подачи пульпы в тяжелосредний гидроциклон

Объем суспензии необходимый для подачи в смесители составляет 41,9 м³/час. Согласно технической характеристике [4] принимаем к установке суспензионный насос ГШН-75/30.

Техническая характеристика суспензионного насоса ГШН-75/30.

Производительность, м ³ /час	70
Напор, м	30
Мощность электродвигателя, кВт	22
Число оборотов, об/мин	1500
Плотность гидросмеси до, кг/м ³	2500
Максимальная крупность твердых частиц, до, мм	20
Габаритные размеры, мм	
длина	1862
ширина	590
высота	740
Масса, кг	670

Согласно технической характеристики этот же насос возможно использовать и для подачи пульпы в тяжелосредний гидроциклон.

3.6 Выбор оборудования для регенерации магнетитовой суспензии

Для смыва утяжелителя используются сливы магнитных сепараторов.

Для регенерации магнетитовой суспензии предлагается к установке сепаратор ЭБМ-П-80/170 [3], техническая характеристика которого приведена в табл. 3.4.

Таблица 3.4 – Техническая характеристика электромагнитного сепаратора ЭБМ-П-80/170

№ п/п	Параметры	Значение
1	Производительность по питанию, м ³ /час по магнетиту, т/час	270
2	Магнитная индукция на поверхности барабана, Тл	0,2...0,25
3	Крупность материала, мм	1,0
3	Диаметр барабана, мм	800
4	Длина барабана, мм	1700
5	Мощность привода барабана, кВт	3,0
6	Мощность, потребляемая электромагнитной системой, не более, кВт	18,0
7	Габаритные размеры: длина, мм ширина, мм высота, мм	3100 2100 2200
8	Масса, кг	5500

Электромагнитный барабан – основной узел сепараторов – обеспечивает повышенную напряженность поля до 16 кА/м на поверхности барабана. Он состоит из немагнитного кожуха, внутри которого на неподвижной оси закреплены четыре блока «сердечник-катушка» (секторными полюсами). Внутренняя полость барабана заполнена трансформаторным маслом.

С целью повышения извлечения магнитных фракций из разбавленных суспензий магнитный барабан погружен в пульпу ниже своей оси. В связи с этим с обеих сторон ванны предусмотрены специальные емкости, в которых

располагаются лабиринтные втулки, охватывающие ступицу крышки магнитного барабана и отбойный диск, которые препятствуют выходу суспензии из ванны. Для отвода из емкости небольшого объема проникшей туда суспензии предусмотрено сливное отверстие, которое посредством штуцера и гибкого шланга соединено с точкой сливного отделения.

Под воздействием магнитного поля магнитная фракция притягивается к поверхности барабана и перебрасывается к отжимному скребку, где обеспечивается необходимая плотность (около 85% твердого). С помощью счищающего скребка магнитная фракция направляется в концентратную точку.

Крупные немагнитные частицы через окно в питающем лотке попадают в отстойное отделение и вместе с хвостами разгружаются через отверстие в нижней части ванны, а слив через порог отводится из ванны сепаратора. В сепараторе типа ЭБМ длина, зоны сепарации и магнитные силы в 2 – 3 раза больше соответствующих показателей других сепараторов такого типа, что обеспечивает более высокое извлечение магнетита из разбавленных пульп при регенерации. Сепаратор типа ЭБМ нечувствителен к изменению концентрации шлама в питании (до 240 г/л при концентрации магнетита не выше 150 г/л) и к изменению концентрации магнетита (до 240 г/л при концентрации шлама не выше 120 г/л; при концентрации шлама выше 200 г/л потери магнетита начинают увеличиваться).

Сепаратор ЭБМ-3-80/170 при регенерации магнетитовой суспензии обеспечивает производительность по пульпе до 120 м³/ч на 1 м длины барабана, что намного выше удельной нагрузки сепараторов отечественных и зарубежных конструкций сопоставимых типов.

3.7 Технико-экономическое обоснование

Для получения высоких технологических показателей, при снижении нагрузки менее 20 т/час предлагается перейти на плотность суспензии равной 2,3 г/см³, что позволит использовать в качестве утяжелителя магнетит.

Стоимость магнетита составляет 250 дол/т.

Стоимость ферросилиция – 1250 дол/т.

Расход магнетита – 49,3 т/час.

Потери магнетита – 150,0 г/т или при $Q = 30,0$ т/час – 4,5 кг/час

Расход ферросилиция – 46,3 т/час.

Потери ферросилиция – 120,0 г/т или при $Q = 30,0$ т/час – 3,6 кг/час

Годовой расход магнетита составит: $M = 1,1 \cdot T \cdot p_m + P_m$,

где T – количество часов работы в году (7056), p_m – удельные потери магнетита, т/час, P_m – расход магнетита, т.

Подставив значения, получим:

$$M = 7056 \cdot \frac{4,5}{1000} + 49,3 = 85 \text{ т/год.}$$

Годовой расход магнетита составляет 85 т. Годовые затраты на магнетит составят:

$$Ц_{ГМ} = M \cdot Ц_m,$$

где: $Ц_m$ – цена магнетита, дол/т.

Подставив значения, получим: $Ц_{ГМ} = 85 \cdot 125 = 10\ 625, \$$;

Получим, что годовые затраты на приобретение магнетита составят $Ц_{ГМ} = 10\ 625$ дол/год.

Рассчитаем аналогично годовой расход ферросилиция и годовые затраты.

Соответственно годовой расход составит $\Phi = 75$ т/год, а затраты – $Ц_\phi = 93\ 750$ дол/год

При переходе с плотности разделения 2,45 на 2,3 г/см³ снижение расхода только на приобретение утяжелителя составит 83 125 дол/год, без учета улучшения извлечения алмазов.

4 ОХРАНА ТРУДА

4.1 Анализ производственных опасностей и вредностей при эксплуатации обогатительной фабрики и разработка мероприятий относительно их предотвращения

Технологические процессы на обогатительной фабрике требуют постоянного внимания и контроль за работой машин и оборудования (процессы измельчения, классификации, отсадки, тяжелосредной, рентгенолюминесцентной сепарации и тому подобное). С увеличением уровня механизации и автоматизации производственных процессов не исключается постоянное пребывание рабочих в течение смены в производственной среде, параметры которой не отвечают требованиям санитарных норм. На отдельных производственных участках фабрики характеристики производственной среды значительно различаются. К доминирующему фактору производственной среды следует, в первую очередь, отнести повышенные уровни влажности и шума, неравномерную освещенность, особенно в вечернее и ночное время.

В отделении измельчения наиболее неблагоприятными параметрами производственной среды являются запыленность воздуха, повышенные уровни шума и вибрации. Значительная концентрация пыли в помещении приводит к снижению уровня освещенности.

Недостаточная освещенность рабочих мест приводит к усталости глаз, снижению физической работоспособности, а в ряде случаев в совокупности с другими факторами и к несчастным случаям.

Организация освещенности рабочих мест играет значительную роль в трудовом процессе. Анализ травматизма на фабриках показывает, что с факторами индивидуального в санитарно-гигиеническом характере связано 38% всех случаев.

К основным факторам индивидуального характера относятся снижение внимания и утомляемость, что связаны с факторами санитарно-

гигиенического характера (освещенность, запыленность, шум, ненормальный микроклимат) на организм человека происходит многократное усиление их влияния, которое скрывает главные причины, что особенно влияют на здоровье рабочего.

Глазные болезни складывают 15% общей заболеваемости в результате неудовлетворительной освещенности рабочих мест на обогатительных фабриках.

Сравнительно высокий уровень респираторных заболеваний, болезней уха. Частота заболеваний гипертонией и нервными болезнями, в отделениях с повышенным уровнем шума в 2,5 раза выше, чем при работе в отделениях с нормальными условиями.

Рядом с изменениями температуры, влажности, запыленности, шума, освещенности, значительное влияние на работоспособность оказывает цветовое решение отделки внутренних помещений. Разные цвета, действуя на органы зрения, по-разному влияют на степень усталости и снижения внимания.

К комплексу инженерно-технических мероприятий, которые способствуют созданию благоприятных условий труда, относят мероприятия относительного снижения шума, устройство эффективных систем вентиляции и кондиционирования воздуха, установку современных светоосветителей.

4.2 Выбор параметров вентиляции

С увеличением уровня механизации производственных процессов не исключено постоянное пребывание рабочих в течение смены в производственной среде, параметры которой не отвечают требованиям санитарных норм.

Центральное место среди мероприятий по оптимизации микроклимата на рабочих местах занимает вентиляция. Вентиляцией называется комплекс взаимосвязанных устройств и процессов, которые создают воздухообмен в на

рабочем месте путем удаления из него загрязненного воздуха и подачи вместо него свежего (или очищенного).

Перед эксплуатацией вентиляционных установок производится проверка: соотношения объема воздуха, который перемещается; полного давления вентилятора проектным значениям; правильности распределения объемов воздуха по всей сети воздуховодов; наличие подсосов или истока воздуха в узле системы; равномерности охлаждения кондиционером и соответственно проектным данным температуры, относительной влажности и скорости приточного воздуха; эффективности пылеулавливающего оборудование. Отклонения от проектных показателей не должно превышать $\pm 10\%$ (по объему воздуха) и ± 2 °C (по температуре воздуха, что подается).

4.3 Электробезопасность

Эксплуатация электрооборудования на обогатительной фабрике характеризуется рядом специфических свойств, к которым относятся повышения температуры, влажность и запыленность атмосферы, большая длина электрически связанных распределительных линий.

В связи с этим, в условиях массовой электрификации процессов обогащения один из центральных мест занимает проблема обеспечения защиты персонала от поражения электрическим током. Условия электробезопасности определяются не только параметрами организма человека, но и параметрами помещений и электроустановок.

Защитные меры, применяемые в электроустановках, разделяются на две группы:

- меры, которые обеспечивают безопасность при нормальном режиме работы электроустановок;
- меры, которые обеспечивают безопасность при аварийном состоянии электроустановок.

Безопасная эксплуатация электроустановок обеспечивается за счет большого сопротивления изоляции токоведущих частей. Изоляция обеспечивает безопасность благодаря большому сопротивлению. Сопротивление изоляции уменьшается с повышением температуры, увеличением прикладываемого напряжения и в процессе работы в результате стирания.

Параметры электробезопасности требований в соответствии со стандартом приведены в табл. 1.1.

Эффективная мера защиты в электрических сетях фабрик с изолированной нейтралью - применение защитного заземления.

Защитное заземление - умышленное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических не токоведущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Заземление устраивается на всех электроустановках с напряжением 500 В и более.

Таблица 4.1 - Параметры требований электробезопасности ГОСТ 12.1.038-82

Расчетные параметры	Продолжительность воздействия тока, с					
	0,1	0,2	0,5	1,0	1,0...30,0	более 30,0
Допустимый ток, мА	500,0	250,0	100,0	50,0	5,0	2,0
Допустимое напряжение, В	500,0	250,0	100,0	50,0	24,0	9,0
Сопротивление тела, Ом	1,0	1,0	1,0	1,0	2,5	4,5

Основные организационные мероприятия, которые обеспечивают безопасность при выполнении работы на действующих электроустановках: оформление работы нарядом или распоряжением; допуск к работе; надзор во время работы; оформление перерыва в работе, перевод на другие рабочие места и окончания работы.

Рабочие, которые обслуживают и эксплуатируют электроустановки, относятся к электротехническому персоналу, что условно разделяются на четыре группы: административно технический, оперативный, ремонтный и ремонтно-оперативный персоналы.

Установлено пять квалификационных групп по технике безопасности:

1 - присваивается рабочим, ответственным за электрохозяйство предприятия. Эта группа работающих должна иметь элементарные знания об опасности электрического тока;

2 - присваивается людям, ознакомленным с электроустановками, которые имеют четкое представление об опасности поражения электрическим током;

3 - работники группы должны иметь определенные знания электротехники, быть знакомые с устройством и обслуживанием электроустановок, знать общие правила техники безопасности;

4 - присваивается работникам, которые имеют познание в электротехнике в объеме специализированного профтехучилища;

5 - работники группы должны знать схему и оборудование своего участка, иметь твердые знания правил эксплуатации электроустановок, технику безопасности, как в общей, так и в специальных частях, уметь организовать безопасное ведение работ.

Ответственными за безопасность работы являются работники, что выдают наряд или распоряжение; и ответственные работники оперативного персонала, которые допускают к работе.

4.4 Пожарная безопасность

Для рабочих и служащих фабрики кроме первичного и повторного инструктажа проводятся занятия по пожарно-техническому минимуму в соответствии с Правилами пожарной безопасности. Ведущее место в мероприятиях относительно противопожарной профилактики на фабрике должно уде-

ляться соблюдению требований противопожарного режима. Противопожарный режим - это комплекс мер и требований пожарной безопасности, установленных для объекта и, подлежит постоянному выполнению всеми работающими.

К основным мерам и требованиям относятся:

- соответствие производства электро- и газосварочнорезальных, автогенных работ требованиям Правил пожарной безопасности при проведении сварочных и других огневых работ на предприятии, а также требованиям ведомственной инструкции на проведения огневых работ;

- соответствие электрооборудования, применяемого на фабрике, классификации взрыво- и пожарной безопасности помещений фабрики;

- безопасное ведение технологических процессов в соответствии с требованиями Инструкции из безопасной эксплуатации установок на обогатительных фабриках;

- соблюдение пылегазового режима, который предусматривает выполнение мер, которые исключают отложение пыли, а также предупреждающее возникновение взрыва внутри оборудования и выбросов продуктов взрыва в помещение;

- запрет курения и использование открытого огня во всех производственных помещениях предприятия за исключением специально отведенных для этого мест;

- сохранение на рабочих местах смазочных и обтирочных материалов в металлической таре в количестве, которое не превышает суточную потребность.

На рабочих местах необходимо вывешивать инструкции о мерах пожарной безопасности, которые разрабатывают на фабрике, согласовывают с местной пожарной охраной и утверждает руководитель предприятия. В инструкциях указываются: мероприятия для конкретных участков; порядок и нормы сохранения пожаро- и взрывоопасных веществ и материалов; порядок и

способы уборки рабочих мест, промасленной рвани и других отходов производства; обязанности и правила поведения работающих при пожаре.

4.5 План ликвидации аварий при пожаре

Для каждой вновь введенной и действующей обогатительной фабрики в соответствии с действующими требованиями правил безопасности разрабатывается план ликвидации аварий, которая предусматривает необходимые меры для спасения людей, захваченных аварией на фабрике, ликвидации аварии, действия инженерно-технических работников и рабочих в аварийной обстановке и действия горноспасательной службы.

План ликвидации аварий разрабатывается в соответствии с Инструкцией для складывания планов ликвидации аварий, главным инженером фабрики на каждый год, согласуется с командиром горноспасательной службы и утверждается техническим директором Горнорудного общества «Катока Лтд.» за 15 дней до начала года.

План ликвидации аварий должен быть изучен всем инженерно-техническим персоналом фабрики (под расписку) и командным составом горноспасательной службы, а рабочие должны быть ознакомлены с правилами поведения во время аварий по пунктам плана, которые относятся к их рабочему месту. Выписки из плана должны быть вывешены в рамке под стеклом на видных местах.

План ликвидации аварий содержит следующие разделы: оперативную часть; распределение обязанностей между отдельными должностными лицами, которые участвуют в ликвидации аварии; список должностных лиц и учреждений, которые извещаются об аварии; ситуационный план объекта с указанием дома, сооружений, подъездных и железнодорожных путей, водоемов, насосов, резервуаров, гидрантов, вентиляей, пожарных гаек и тому подобное; поверхностные планы сооружений фабрики с условной отметкой расположенного оборудования, телефонов, средств пожаротушения, путей

выхода людей и движения горноспасательной службы; схему электроснабжения фабрики.

В планах учитываются случаи возникновения следующих видов аварий: взрывы, пожары, затопления, обрушения сооружений или отдельных их конструкций. Кроме этого учитывается возможные нарушения отдельных производственных процессов и режимов работы, в том числе отключение освещения, электроэнергии, прекращение подачи воды, газа, и другие неполадки, которые могут привести к аварии.

План ликвидации аварии со всеми дополнениями находится у главного инженера предприятия (ответственного руководителя работ из ликвидации аварий), дежурного (диспетчера, оператора) и у командира горноспасательной службы.

На телефонной станции предприятия находится утвержденный главным инженером перечень лиц и учреждений, которые извещаются и вызываются в случае аварии. В этот список включены фамилии, адреса и телефоны членов горноспасательной службы, которые обслуживают предприятие, пожарной команды, главного инженера, директора, главного механика, заместителя главного инженера предприятия, горнотехнического инспектора, начальников цехов, главного врача больницы, первого, и второго руководителя вышестоящей организации, местного отдела полиции, прокуратуры.

В оперативной части плана определенные лица, ответственные за выполнение мероприятий относительно ликвидации аварии и их обязанности.

При получении сообщения об аварии сотрудники телефонной станции немедленно вызывают горноспасательную службу, прерывают все переговоры, которые не имеют отношений к аварии, включают аварийную сигнализацию и извещают всех отмеченных в списке.

Ответственный руководитель по ликвидации аварии - главный инженер предприятия. К моменту прибытия главного инженера или его заместителя дежурный инженер или диспетчер исполняет все обязанности руководителя работ.

По прибытии главного инженера дежурный инженер информирует его о состоянии работ и переходит в его распоряжение. Находясь постоянно на командном пункте ликвидации аварии, ответственный руководитель работ к моменту прибытия горноспасательной службы должен в соответствии с планом и с учетом обстановки подписать отпечатанные загодя оперативные задания всем службам.

По прибытию горноспасательной службы вместе с командиром уточняется оперативный план работ и в соответствии с этим дается письменное задание на спасение людей и ликвидацию аварии.

Главный инженер вышестоящей организации принимает необходимые меры для ликвидации аварии путем перебрасывания материалов, людей, транспорта с других предприятий или участков.

При необходимости, письменным приказом главный инженер производственного объединения имеет право принять на себя руководство работами или возложить их на другое лицо из числа инженерно-технического персонала предприятия.

Обязанности директора предприятия заключаются в организации медицинской помощи, питания членов горноспасательной службы, круглосуточной работы аварийного и материального состава, транспорта.

Главный механик, прибыв на предприятие, организует постоянное дежурство специалистов по ликвидации аварии, обеспечивает включение или выключение электроэнергии, водопровода и так далее.

Заместитель главного инженера обеспечивает выдачу специальных пропусков и следит за тем, чтобы вход людей на предприятие осуществлялся только по этим пропускам, ведет учет людей, которые выходят из предприятия и, особенно из аварийного участка.

Для предупреждения разного рода аварий и несчастных случаев командным составом горноспасательной службы проводится постоянная профилактическая работа на объектах, которые обслуживаются, что заключается в проведении инструктажей, учебы и тренировок. Работники горноспаса-

тельной службы проводят инструктаж и учат производственный персонал правилам работы, способам пользования защитной аппаратурой и основными приемами спасательных работ и самоспасению, помогают работающим подбирать противогазы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В магистровской работе, являющейся законченной научно-исследовательской работой, поставлена и решена актуальная научно-практическая задача, которая заключается в обосновании технологических параметров тяжелосредной сепарации, осуществляемая в гидроциклонах, что позволило повысить извлечение тяжелой фракции (алмазов) в тяжелый продукт при снижении производительности менее 18 т/час.

Наиболее важные результаты, выводы и рекомендации заключаются в следующем:

1. В настоящее время, при обогащении алмазов месторождения «Катокта», по существующей технологической схеме на тяжелосредное обогащение в гидроциклоны направляется тяжелый продукт отсадочных машин. Содержание алмазов и сопутствующих тяжелых минералов в месторождении подвержено значительному колебанию в широких пределах. Поэтому при уменьшении нагрузки на тяжелосредный гидроциклон, слив последнего (отходы) заворачивается в циркулирующую нагрузку на измельчение, хотя в нем и находятся раскрытые алмазы. Несмотря на высокую прочность, алмаз хрупок. Проход раскрытых мелких алмазов через измельчающий узел ведет к повышению их потерь со шламами.

2. Установлена высокая эффективность тяжелосредной сепарации при пересортировке концентратов отсадочных машин МО-105А на производительностях 16...27 т/ч и содержаниях тяжелой фракции в питании 7...50% и практически не зависит от изменения данных параметров в указанных интервалах. Стопроцентное извлечение гранатов, обеспечивается практически при всех исследуемых плотностях суспензии, что нельзя сказать о пироксенах и тяжелой фракции, а значит можно предполагать и алмазов. Концентраты тяжелосредного гидроциклона на всех режимах содержат 98...99% минералов тяжелой фракции, а максимальный его выход (от содержания тяжелой фракции в питании) был достигнут при плотности суспензии 2,3 г/см³, производительности 16...18 т/ч и составил 99%.

3. Наиболее предпочтительный режим работы ТСУ при производительности 16...18 т/ч соответствует плотности суспензии $2,3 \text{ г/см}^3$, так как в этом режиме достигается 99% выход и извлечение тяжелой фракции в концентрат. При работе на более высоких плотностях суспензии на ТСУ наблюдается падение выхода концентрата и извлечения тяжелой фракции.

4. Трассерным контролем тяжелосредной сепарации выявлено, что с уменьшением плотности рабочей среды с 2,65 до 2,50 и 2,30 г/см^3 плотность разделения по трассерам размером 4 мм и 2 мм в тяжелосредном гидроциклоне, рассчитанная по кривым Тромпа, снижается с 3,27 до 3,18 и 3,05 г/см^3 . Среднее вероятное отклонение (E_{pm}) получено достаточно высокое соответственно 0,035; 0,032 и 0,027 г/см^3 .

5. Применение режима работы ТСУ при плотности суспензии $2,3 \text{ г/см}^3$, производительности 16...18 т/ч позволит отходы тяжелосредного гидроциклона направлять в отходы, а не в циркуляционную нагрузку.

6. Снижение плотности суспензии до $2,30 \text{ г/см}^3$ позволит применять в качестве утяжелителя магнетит, стоимость которого в пять раз меньше стоимости ферросилиция. Это приведет к снижению расхода на приобретение утяжелителя на 83 125 дол/год, без учета улучшения извлечения алмазов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Отчет НИР «Разработать регламент работы установки тяжелосреднего обогащения производительностью 30 т/ч обогатительной фабрики». – Катока, 2004 – 101с.
2. Зозуля И. И., Назимко Е. И., Самойлик Г. В., Смирнов В. А. Проектирование углеобогатительных фабрик. Учебное пособие. К., УМК ВО, 1992 – 284 с.
3. Бедрань Н.Г. Обогащение углей. М., Недра, 1978. – 224с.
4. Полулях А.Д. Технологические регламенты углеобогатительных фабрик: справочно-информационное пособие. – Днепропетровск: Национальный горный университет, 2002. – 855с.
5. Полулях А. Д., Пилов П. И., Егурнов А. И. Практикум по расчетам качественно – количественных и водно – шламовых схем углеобогатительных фабрик. Учебное пособие. Д., Национальный горный университет, 2007 – 504 с.