

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт горного дела геологии и геотехнологий

Кафедра «Горные машины и комплексы»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ А.С. Морин
подпись инициалы, фамилия
« ____ » _____ 2022 г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

21.05.04 «Горное дело»
(специальность)

21.05.04.09 «Горные машины и оборудование»
(специализация)

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ФУТЕРОВАНИЯ МЕЛЬНИЦ
ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОЙ РУДЫ В УСЛОВИЯХ АО «ЛЕБЕДИНСКИЙ ГОК»**
тема

Руководитель	_____	<u>С.В. Доронин</u>
	подпись, дата	инициалы, фамилия
Выпускник	_____	<u>Г.Л-Б. Рабдаев</u>
	подпись, дата	инициалы, фамилия
Консультанты:		
<u>Экономическая часть</u>	_____	<u>Р.Р. Бурменко</u>
	подпись, дата	инициалы, фамилия
<u>Безопасность жизнедеятельности</u>	_____	<u>А.В. Галайко</u>
	подпись, дата	инициалы, фамилия
<u>Нормоконтролер</u>	_____	<u>С.В. Доронин</u>
	подпись, дата	инициалы, фамилия

Красноярск 2022

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт горного дела геологии и геотехнологий

Кафедра «Горные машины и комплексы»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

А.С. Морин

подпись инициалы, фамилия

« ____ » _____ 2022 г

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме дипломной работы**

Студенту Рабдаеву Гасрону Лубсан-Базаровичу

фамилия, имя, отчество

Группа ГМ 16-12 Направление (специальность) 21.05.04 «Горное дело»,

номер

код

специализация 21.05.04.09 «Горные машины и оборудование»

наименование

Тема выпускной квалификационной работы «Совершенствование технологий футерования мельниц измельчения железной руды в условиях АО «Лебединский ГОК»

Утверждена приказом по университету № 468/с от 19 января 2022 года

Руководитель ВКР С.В. Доронин, доцент, кандидат технических наук

кафедры Горные машины и комплексы

инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы

Исходные данные для ВКР - горно-геологические и горно-технические условия добычи полезного ископаемого в условиях Лебединского ГОКа;

- конструкции оборудования и технологии механического измельчения руды для обогащения.

Перечень разделов ВКР Введение, технология производства, конструкции мельниц самоизмельчения и условия работы футеровок, экономика производства, охрана труда и окружающей среды.

Перечень графического материала иллюстрационный материал для презентации ВКР в количестве 15 слайдов

Руководитель ВКР

подпись

С.В. Доронин

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению

_____ Г.Л-Б.Рабдаев

подпись, инициалы и фамилия студента

«__» _____ 2022 г.

Реферат

Дипломная работа на тему: «Совершенствование технологий футерования мельниц измельчения железной руды в условиях АО «Лебединский ГОК» выполнен согласно заданию и требованиям к выполнению дипломных работ.

Целью работы является увеличения сроков службы футеровки мельницы и повышения коэффициента использования оборудования, путем замены материала броней.

Основным источником информации для разработки проекта явились материалы, полученные на АО "Лебединский ГОК" во время прохождения преддипломной практики. В первой части работы описан технологический процесс производства железорудного сырья от добычи железистых кварцитов до получения окатышей.

В специальной части рассмотрены виды футеровок для шаровых мельниц, а также материалы, из которых они изготавливаются. Описаны методы крепления футеровок к металлической стенке мельницы. Предложен комплект резиновой футеровки для мельницы МШРГУ 4500х6000.

Проведён расчёт производительности мельницы МШРГУ 4500х6000. Рассчитана мощность привода мельницы.

Расчетный годовой экономический эффект от модернизации футеровочного материала составляет 10.8 млн. рублей в год, а также получена возможность получения дополнительного объема готового продукта в размере 336 840 тонн, что подтверждает целесообразность применения данного технического решения.

Пояснительная записка к дипломной работе изложена на 111 страницах, содержит 39 рисунков, 6 таблиц, список использованных источников из 15 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА	9
1.1 Характеристика и история горного предприятия	9
1.2 География и геология месторождения	10
1.3 Описание технологии производства горного предприятия	12
1.3.1 Технология и механизация горных работ	12
1.3.2 Технология и оборудование для обогащения полезного ископаемого АО «Лебединский ГОК»	17
2 КОНСТРУКЦИИ МЕЛЬНИЦ САМОИЗМЕЛЬЧЕНИЯ И УСЛОВИЯ РАБОТЫ ФУТЕРОВОК	24
2.1 Конструкции мельниц самоизмельчения.....	24
2.1.1 Барабанные мельницы самоизмельчения	26
2.1.2 Конструкция шаровых и стержневых мельниц.....	28
2.1.3 Загрузочное устройство мельниц	31
2.1.4 Вращающаяся часть мельницы	33
2.1.5 Привод мельниц.....	39
2.2 Эффективность футеровки оборудования для измельчения горных пород.....	43
2.2.1 Назначение и классификация защитных покрытий и футеровок	43
2.2.2 Износостойкость материалов при абразивном изнашивании.....	44
3 СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ФУТЕРОВКИ МЕЛЬНИЦ.....	59
3.1 Анализ работы мельницы с металлической футеровкой барабана.....	59
3.2 Возможные варианты совершенствования футеровки.....	62
3.2.1 Анализ патентов и изобретений по совершенствованию футеровок	62
3.2.2 Опыт совершенствования футеровок.....	67
3.3.1 Профили футеровок барабанных мельниц	68
3.3.2 Конструкции резиновых футеровок в барабанных мельницах	69
3.4 Цель и задачи усовершенствования методов футерования мельницы МШРГУ 4500х6000	73
3.5 Выбор футеровки для мельницы МШРГУ 4500х6000	73
4 ЭКОНОМИКА ПРОИЗВОДСТВА.....	80
4.1 Расчёт долговечности резиновых футеровок шаровых рудоразмольных мельниц с учётом старения резины	81

4.2 Расчет экономического эффекта от совершенствования методов футерования мельницы МШРГУ 4500х6000	82
4.3 Расчет дополнительного объема готового продукта мельницы МШРГУ 4500х6000	85
5 ОХРАНА ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	87
5.1 Общие требования охраны труда для машиниста мельниц.....	87
5.2 Требования охраны труда перед началом работы	90
5.3 Требования охраны труда во время работы	92
5.4 Требования охраны труда в аварийных ситуациях	102
5.5 Требование охраны труда по окончании работы	103
5.6 Ликвидация аварий.....	103
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	105
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	106

ВВЕДЕНИЕ

Горнодобывающая промышленность является одной из важнейших отраслей народного хозяйства. Техническая политика государства направлена на создание и деятельность мощных горнорудных предприятий. Одной из ведущих горнодобывающих предприятий бассейна КМА является акционерное общество "Лебединский ГОК".

Лебединский горно–обогатительный комбинат был основан в 1967 г. в районе Курской магнитной аномалии – крупнейшего месторождения железной руды.

Лебединский горно–обогатительный комбинат – единственный в России производитель брикетов железной руды (горячебрикетированного железа). На долю предприятия приходится 21% внутреннего рынка ЖРС.

Оснащенный современным горным оборудованием, технологическими комплексами, он обеспечивает извлечение и переработку железистых кварцитов в концентрат и железные окатыши. От внедрения до производства и обслуживания в эксплуатационном состоянии горнодобывающей техники зависит высокая производительность и надежность всех горнорудных предприятий. Работа в условиях значительной перегрузки горных машин и их отдельных компонентов требует постоянного совершенствования и модернизации. Внедрение новых разработок и модернизация агрегатов в конечном итоге приводит к повышению производительности труда, повышению надежности горных машин, повышению ремонтпригодности, снижению материальных затрат, значительному улучшению и облегчению условий труда в промышленности.

На обогатительной фабрике АО « Лебединский ГОК» для измельчения железистых кварцитов применяются шаровые мельницы МШРГУ 4500х6000, которые работают в тяжелых условиях в связи с высокой крепостью дробимых пород (крепость породы по шкале Протодяконова составляет 17–18 единиц). Следовательно, узлы

мельницы и особенно футеровка испытывают воздействие и подвержены интенсивному износу. Футеровочные брони мельниц больше всего подвергаются износу из-за постоянного контакта с абразивной породой и имеют наименьший ресурс по сравнению с другими узлами. Из вышеизложенного вытекает, что модернизация футеровочных броней путем замены материала футеровки для повышения износостойкости и ресурса работы является актуальной задачей.

Целью настоящей дипломной работы является увеличение ресурса футеровочных броней мельницы МШРГУ 4500х6000 за счет изменения материала футеровочной брони.

1 ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА

1.1 Характеристика и история горного предприятия

В прошлом столетии в России активно развивается промышленная металлургия. Так, в середине 60–х годов правительством Советского Союза было принято решение о строительстве горно–обогатительного комбината на основе Лебединского месторождения, расположенного в Губкинском районе, Белгородской области.

С начала 70–х годов Лебединский ГОК сильно развивается. Вводится в эксплуатацию кварцитный карьер. Предприятие выпускает свою первую тонну железнорудного концентрата. Начинает свою работу фабрика окомкования, получившая знак качества за продукцию высококачественного окатыша с содержанием железа более 70%.

По предварительным подсчетам запасы сырья горной выработки комбината (Стойло–Лебединской залежи) составляют около 11 миллиардов тонн, и представляют собой уникальные по качеству и объему залежи железнорудных кварцитов, которых вполне хватит для бесперебойной работы предприятия на несколько столетий вперед.

На сегодняшний день Лебединским карьером ведется добыча железнорудных кварцитов с объемом более 46 миллионов тонн в год.

Технология производства железнорудной продукции на предприятии состоит из нескольких этапов:

- добыча кварцитов в карьере;
- доставка вскрышных пород в отвалы, а железистых кварцитов на обогатительную фабрику;
- производство железнорудного концентрата с массовой долей железа <69,5%, ведутся путем дробления, измельчения и обогащение руды;
- дообогащение части железнорудного концентрата;
- производство неофлюсованных и офлюсованных окатышей;

· производство брикетов железной руды (железо горячебрикетированное).

В 2016 году ЛГОК предложил рынку концентрат и окатыши с новыми физическими свойствами и составом, позволяющую повысить эффективность и экологичность металлургического производства.

В 2017 году запущен комплекс горячебрикетированного железа (ГБЖ–3) – крупнейшая в России и одна из самых мощных в мире установок по производству ГБЖ.

По итогам 2016 года на АО «Лебединский ГОК» произведено 21,78 млн.т. железорудного концентрата с массовой долей железа 69,5%, 9,3 млн.т. окатышей, 2,67 млн.т. горячебрикетированного железа.

1.2 География и геология месторождения

Начиная с 1931г на территории Губкинского и Старооскольского районов Белгородской области ведутся геолого–разведочные работы, приуроченные к Курской магнитной аномалии. В результате чего в дальнейшем появилось Лебединское месторождение железных руд и железистых кварцитов, которое расположено на территории Губкинского района Белгородской области. Ближайшими населенными пунктами является поселок Лебеди и Лукьяновка. В 8км западнее месторождения расположен районный центр г.Губкин. Район пересекает железнодорожная линия от города Старый Оскол до поселка Ржава, с ближайшей станцией Губкин Южная. В одном километре севернее разработки проходит федеральная автомагистраль Москва–Донбасс и Москва–Харьков.

От Лебединского месторождения идут две полосы железистых кварцитов. Одна полоса проходит на северо–запад в Коробковскую сторону участка, а вторая проходит на юг, где находится Южно–Лебединский участок. С восточной стороны на юго–восток проходят полосы железистых кварцитов в Стойленском направлении. Глубина залежи на Курской серии варьируется от 700 до 1150 м. В границах месторождения породы пересекаются

многочисленными жилами ультраосновного, основного и кислого состава, с размером тел от нескольких сантиметров до нескольких метров. По всей площади месторождения, большое количество железистых складок докембрийской породы.

До тысячи двухсот метров достигает размах складок с углами падения от шестидесяти пяти до восьмидесяти девяти градусов, начиная от северо-восточного и заканчивая юго-западным направлением. При этом на всех породах кристаллического фундамента докембрия развита кора выветривания. Поэтому железистые кварциты разделились на три основных класса: окисленные, неокисленные и полуокисленные железистые кварциты.

Железистые кварциты в данной горнорудной разработке по физико-механическим свойствам имеют коэффициент крепости от 16 до 20, по шкале Протодяконова, объемный вес в районе 3,4 т/м и 1,5 коэффициент разрыхления.

Так же из пород местами окисленный магнетит развитый по периферии зернами в виде тонких каемок на мартите. Зерна кварца имеют диаметр примерно от 0,014 до 0,076 мм. В ходе исследований было установлено, что неокисленные кварциты на данном месторождении являются легкообогатимыми. Поэтому целесообразнее всего их обогащение производить по единой магнитной схеме с получением больших показателей по обогащению: выход 41,3%, извлечение 81,8%, содержание железа в концентратах – 68%.

На территории Лебединского ГОКа широко развиты водоносные горизонты:

- рудно-кристаллический;
- юрский;
- сеноман-альбский;
- мергельно-меловой;
- четвертичный.

Девяносто процентов водопритока в карьере происходит от мергельно–мелового, сеноман–альбского и четвертичного водоносного горизонта.

Железная руда обводнена выше чем докембрийские кристаллические образования и от них Общий приток воды в карьер около 2000 м³/ч. Так с Юрского горизонта водоприток в 500 м³/ч. Из сеноман–альбского и мергельно–меловым горизонтом составляет 1800 м³/ч. И с четвертичного водоносного горизонта водоприток 800–1000 м³/ч. Суммарный, нормальный водоприток в карьере около 6000 м³/ч. За исключением весенне–осеннего периода, когда водоприток увеличивается в среднем на 10%. Исходя из указанных данных горная выработка находится в сложных гидрогеологических условиях, поэтому добыча полезных ископаемых ведется с предварительным осушением через дренажную шахту и водоотлив.

1.3 Описание технологии производства горного предприятия

1.3.1 Технология и механизация горных работ

Добыча железистых кварцитов открытым способом в себя включает:

1. Подготовку площадок для бурения:
 - 1.1 Зачистка площадок экскаваторами до уровня проектных отметок горизонта;
 - 1.2 Планировка площадок бульдозерами;
 - 1.3 Устройство автодорог для перемещения буровых станков и подвозки материально технического обеспечения;
2. Непосредственное бурение скважин;
3. Зарядка скважин взрывчатым веществом;
4. Взрывание горной массы;
5. Подготовка к экскавации;

6. Экскаваторная погрузка горной массы на автотранспорт или экскаваторная погрузка горной массы непосредственно из прямого забоя в железнодорожный транспорт;
7. Отвалообразование;
8. Усреднение руды на перегрузочных площадках;
9. Погрузка руды с перегрузочных площадок экскаваторами в железнодорожный транспорт.

В карьере Лебединского ГОКа добыча железистых кварцитов и разработка скальной вскрыши производится по средствам комплекса буровзрывных работ. Сначала рыхлая вскрышная порода вырабатывается экскаваторами ЭКГ–6,3УС, ЭКГ–8И, ЭШ–6/45, ЭШ–10/50, ЭШ–10/60, или с применением гидромеханизации. При выработке рыхлой вскрыши по средствам гидромеханизации высота уступа составляет 25 м, а при выработке экскаваторами 10 – 13 м.

Для бурения скважин используют станки типа СБШ–250МН, СБШ–270ИЗ. После чего взрывной цех производит взрывные работы.

Взорванная порода с размером кусков более 300 мм, вырабатывается экскаваторами ЭКГ–8И, ЭКГ–10, ЭКГ–15. По рудно–скальной породе высота уступа составляет 15 м. Выработка взорванной горной массы ведется двумя способами: на железнодорожный транспорт и на автотранспорт.

При погрузке на железнодорожный транспорт ведутся продольные заходки, ширина которых ограничена определенными параметрами выемочно–погрузочных работ, согласно паспорту ведения горных работ. При буровзрывных работах ширина развала взорванной породы определяется шириной рабочей площадки и паспортом буровзрывных работ. Перед взрывом жд пути разбирают по звеньям и вывозят за пределы взрываемого блока.

При погрузке на автотранспорт ширина заходки меньше чем при погрузке на железнодорожный транспорт и может изменяться в зависимости от условий согласно паспорта погрузки. Для погрузки автотранспорта используют выработанное пространство сбоку или сзади экскаватора, так как

устройство забойных дорог не требует сильных растрат, а угол поворота экскаватора уменьшается и соответственно производительность становится больше.

Параметры забоя должны соответствовать паспорту горных работ.

Допустимая ширина рабочей площадки, в соответствии с применяемыми системами выработки, ведением буровзрывных работ, параметрами экскаваторов и транспорта, составляет от 50 до 70 метров для железнодорожного транспорта и от 30 до 60 метров для автомобильного транспорта.

Получаемые куски горной массы полностью обусловлены технологиями горных работ, а они почти полностью определяются горно-геологическими и горнотехническими условиями.

Для рыхлой вскрыши используется железнодорожный отвал №2 «Бродки» и гидроотвал «Чуфичева балка». Для складирования скальной вскрыши используют отвал №1.

Для транспортирования горной массы на отвалы и фабрики комбината используют железнодорожный транспорт. Тяговый агрегат ОПЭ-1А и ОПЭ-2 в паре с думпкарами 2ВС-105 с грузоподъемностью 105 тонн.

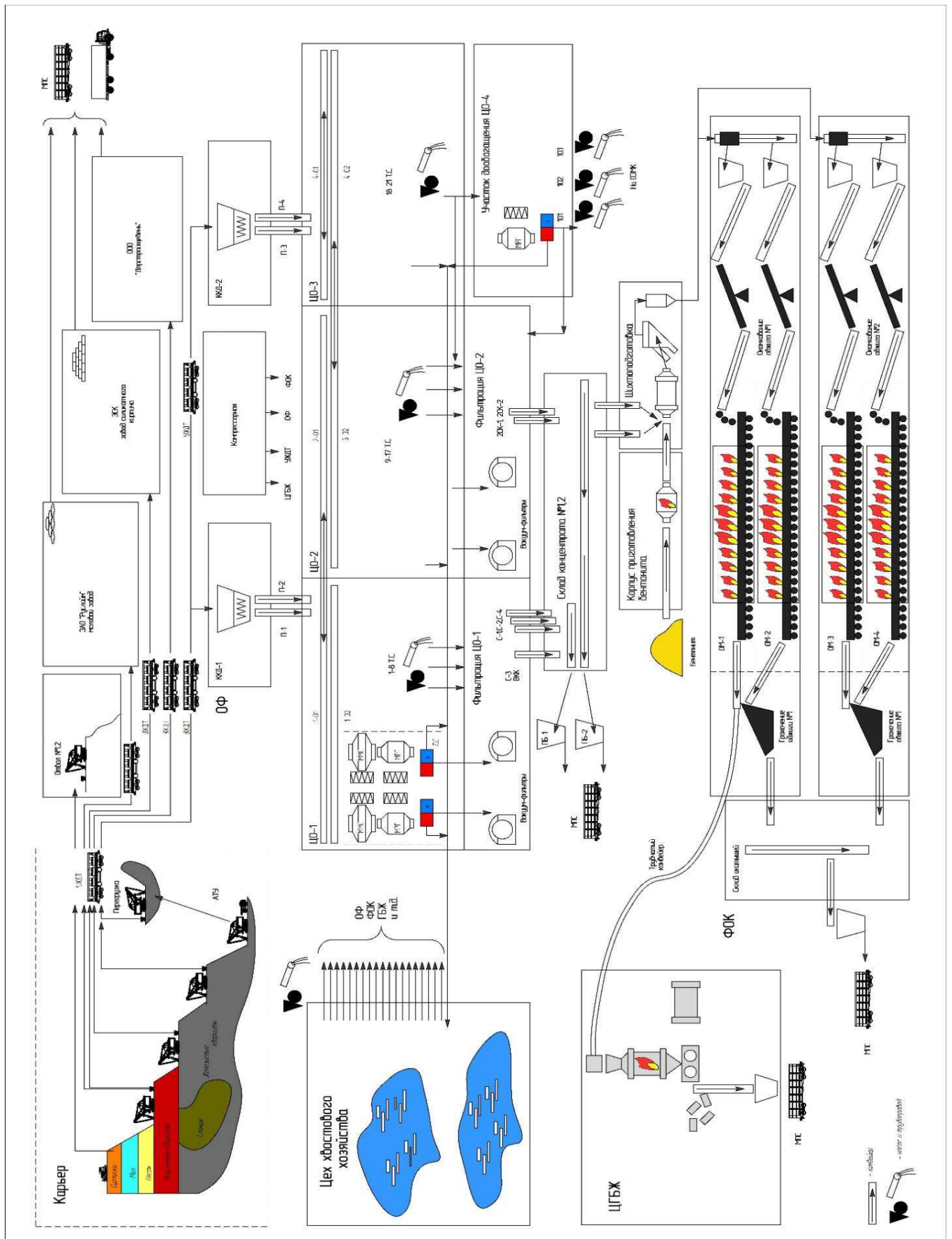


Рисунок 1.1 – Технологическая схема производства Лебединского ГОКа

Используемый на Лебединском ГОКе железнодорожный транспорт располагает электровозами и тепловозами со сцепным весом от 120 до 360 тонн. Думпкарами с грузоподъемностью до 130 тонн, а так же автодрезинами, путеподъемниками, путеочистителями и другой путевой спецтехникой.

Скорость передвижения железнодорожных составов составляет: по забойным путям – 15 – 25 км/час, по магистральным – 30 – 35 км/час.

Транспортировка горных пород до перегрузок в карьере производится автомобилями БелАЗ и Каматсу с грузоподъемностью от 40 до 130 тонн.

Высокая степень производительности экскаваторов зависит от технически правильной подготовки по следующим параметрам:

- рыхление горной породы должно производиться на куски, не более определенных габаритами ковша размерами;
- количество негабарита при взрывании должно быть наименьшим;
- высота забоя взорванной породы должна быть не выше допустимых рабочих параметров экскаватора;
- количество породы в забое должно быть достаточным для бесперебойной работы экскаватора;
- необходимо чтоб подошва уступа была достаточно проработана взрывом.

На данном предприятии принято экскаваторное отвалообразование в виде ярусов высотой 15 метров со средней длинной тупика полтора километра.

Для организации отвалообразования необходимо располагать экскаватор на пять метров ниже железнодорожных путей, по которым транспортируется горная масса.

Горная порода выгружается из думпкаров в приямок на подступе, где стоит экскаватор, затем горная масса перекидывается вокруг экскаватора.

Образование отвала происходит в два этапа: сначала отсыпается подступ с образованием траншеи; затем непосредственное заполнение траншеи.

После прохождения заходки планируется трасса для укладки новых железнодорожных путей для новой заходки. По ширине заходка примерно двадцать метров.

1.3.2 Технология и оборудование для обогащения полезного ископаемого АО «Лебединский ГОК»

Важнейшее звено в переработке железистых кварцитов Лебединского ГОКа – обогатительная фабрика. Технология обогащения железистых кварцитов заключается в трех стадийном измельчении в мельницах самоизмельчения, классификации и пятистадийном обогащении на барабанных магнитных сепараторах.

Управление обогатительного производства состоит из следующих основных сооружений:

1. Корпуса крупного дробления №1
2. Корпуса крупного дробления № 2
3. Многопролетного корпуса обогащения, условно разделенного на три отделения обогащения.
4. Складов концентрата №1 и 2 с погрузочными бункерами.
5. Корпуса дообогащения концентрата для ОЭМК.
6. Корпуса участка дообогащения концентрата цеха №4

Схема переработки руды и производства концентрата фабрики обогащения АО «Лебединский ГОК» представлена на рисунке 1.2.

В сооружениях для дробления № 1 и № 2 смонтированы по 2 дробилки типа ККД 1500/180, для крупного дробления. Используются конвейеры типа П1–П4, транспортирующие дробленую породу по подземным галереям.

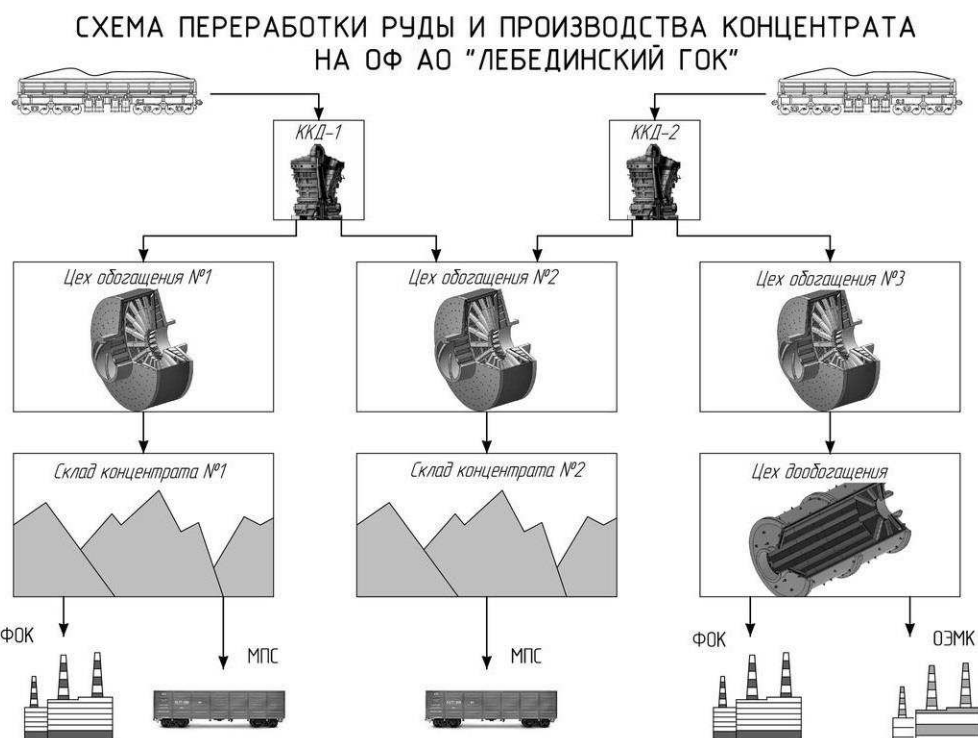


Рисунок 1.2– Схема переработки руды и производства концентрата на обогатительной фабрике АО «Лебединский ГОК»

Надбункерная часть длиной 18 метров необходима для расположения ленточных конвейеров 0–1, 0–2, 2–01, 3–01, 3–02, 4–01, 4–02 с саморазгружающимися тележками ТБР–160–3–11–К для загрузки силосных бункеров габаритом 11х15 метров в количестве 79 штук.

Силосные бункера распределяются по цехам на фабрике следующим образом:

- ЦО–1 – бункеры № 1–24;
- ЦО–2 – бункеры № 25–49;
- ЦО–3 – бункеры №50–79.

Каждый бункер объемом 1311 м³, с рабочей емкостью – 1800 тонн кварцитов. С 1 по 65 ось расположены бункеры ЦО–1 (по 3 бункера на секцию). У каждого бункера есть окно для выпуска кварцита на пластинчатый питатель П–2–18–60. Для удаления пыли при загрузке бункеров сверху смонтированы аспирационные установки ЦАУ–1, 2, 3.

Железистые кварциты с питателей попадают на конвейеры X–3, X–4, X–10. А конвейеры X–3, X–4 подают их дальше в мельницы ММС 70x23.

Участок измельчения ЦО–1 выполнен из двух пролетов по 24 метра каждый. На одном пролете расположены мельницы мокрого самоизмельчения ММС 70x23 с односпиральными классификаторами, с оборудованными бутарами для вывода «рудной гали».

На другом пролете измельчения расположены рудно–галечные мельницы МРГ 40x75 с односпиральными классификаторами, батареи гидроциклонов диаметром 500 мм, магнитные сепараторы I стадии обогащения ПБМ–ПП 120x300, магнитные гидроконцентраторы МГК.

В 30–метровом пролете размещены магнитные сепараторы II, III, IV и V стадий обогащения, магнитные гидросепараторы МГС–5, зумпфы с насосами, магнитные активаторы суспензий МАС. В этом же пролете находятся вакуум–фильтры ДШ–100x2,5 и ДОО–100–2.5 для фильтрования концентратов железорудных с массовой долей железа менее 69,5% и более 69,5%.

В помещениях вакуум–насосной установлены вакуум–насосы ВВН–300, ВВН1–300, ВВН2–300 и турбовоздуходувки ТВ–1500.

Корпус ЦО–2 является продолжением корпуса ЦО–1 в осях 65–127, представляет собой три пролета, состоящих из 8 секций по переработке и одной секции по доработки переизбытка гали, скрапа. У каждой секции измельчения есть по три силосных бункера. Железистые кварциты из бункеров, расположенных в бункерном пролете, выгружаются с пластинчатых питателей П–2–18–60 на ленточные конвейеры X–3, X–4, и следом на конвейер X–5 загружающий кварциты в мельницы ММС 90x30.

В ЦО–2 мельницы ММС 90x30 и МРГ 55x75, а также двухспиральные классификаторы, смонтированы в одном пролете шириной 30 м. Мельницы ММС 90x30 оснащены бутарами для вывода «рудной гали». Здесь же располагаются 2 мельницы шарового измельчения МШРГУ 45x60, гидроциклоны ГЦ–500.

В подземной части пролета находится лоток с двумя скрепными лебедками для уборки просыпей, а так же маслоподвалы и трубопроводы.

Во втором пролете шириной 30 м располагаются магнитные дешламаторы МД–9, магнитные гидросепараторы МГС–9, сепараторы ПБМ–ПП 120х300 и пульподелители для распределения концентрата железорудного с массовой долей железа менее 69,5%, поступающего с уплотняющих сепараторов.

К корпусу цеха обогащения пристроен двадцати–метровый пролет имеющий длину 186 метров, в нем располагаются дисковые вакуумные фильтры ДШ–100х2,5У и ДОО–100х2,5. В подземной части пристроенного пролета находится вакуумные насосы ВВН–300 и ВВН2–300, гидрозатворы вакуум–фильтров, насосы перекачки фильтрата и переливов вакуум–фильтров. В отдельно стоящем здании располагаются воздуходувки ТВ–1500. Рядом с цехом располагаются сгустители № 1, 2 диаметром 30 метров, которые необходимы для сгущения концентрата 1 сорта (продукта гидросмыва), поступающего с ФОК, и промстоков производства концентрата железорудного (сушёного).

Корпус ЦО–3 является продолжением корпуса ЦО–1 и ЦО–2 от 127 до 197 оси, состоит из пяти идентичных секций.

Бункерный пролет шириной 24 м оборудован бункерами силосного типа в количестве 30 шт. бункеры распределены по мельницам самоизмельчения следующим образом: для первой – 4 бункера, для 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10 – по три бункера, для 6–ой мельницы – 2 бункера.

Разгрузка бункеров осуществляется пластинчатыми питателями П–2–18–60 на ленточные конвейеры Х–3, Х–4, а с них на конвейер Х–5, подающий кварциты в мельницы ММС.

В первом пролете измельчения шириной 30 м установлены мельницы самоизмельчения ММС 90х30, ММС 9350х3100, ММС 9500х2900, двухспиральные классификаторы и сепараторы первой стадии магнитной сепарации ПБМ–ПП 120х300. Мельницы ММС 90х30, ММС 9350х3100, ММС

9500x2900 оборудованы бутарами для вывода «рудной гали». На полусекциях №№ 18–1, 19–2, 21–1 и 21–4 производится додраблывание избытка «гали» и скрапа в дробилках НР–100, расположенных в пристройках к корпусу.

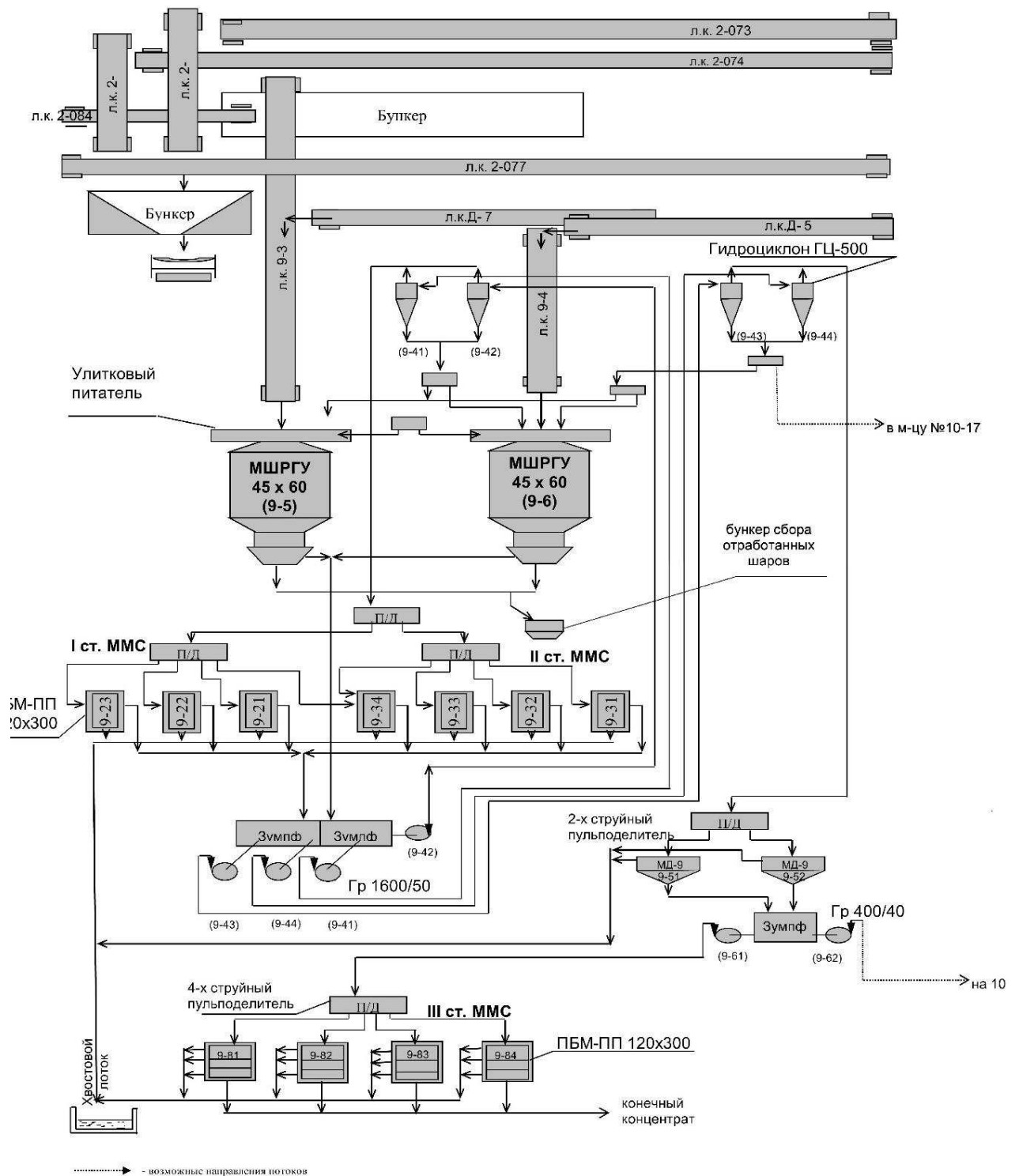


Рисунок 1.3 – Схема девятой технологической секции ЦО-2

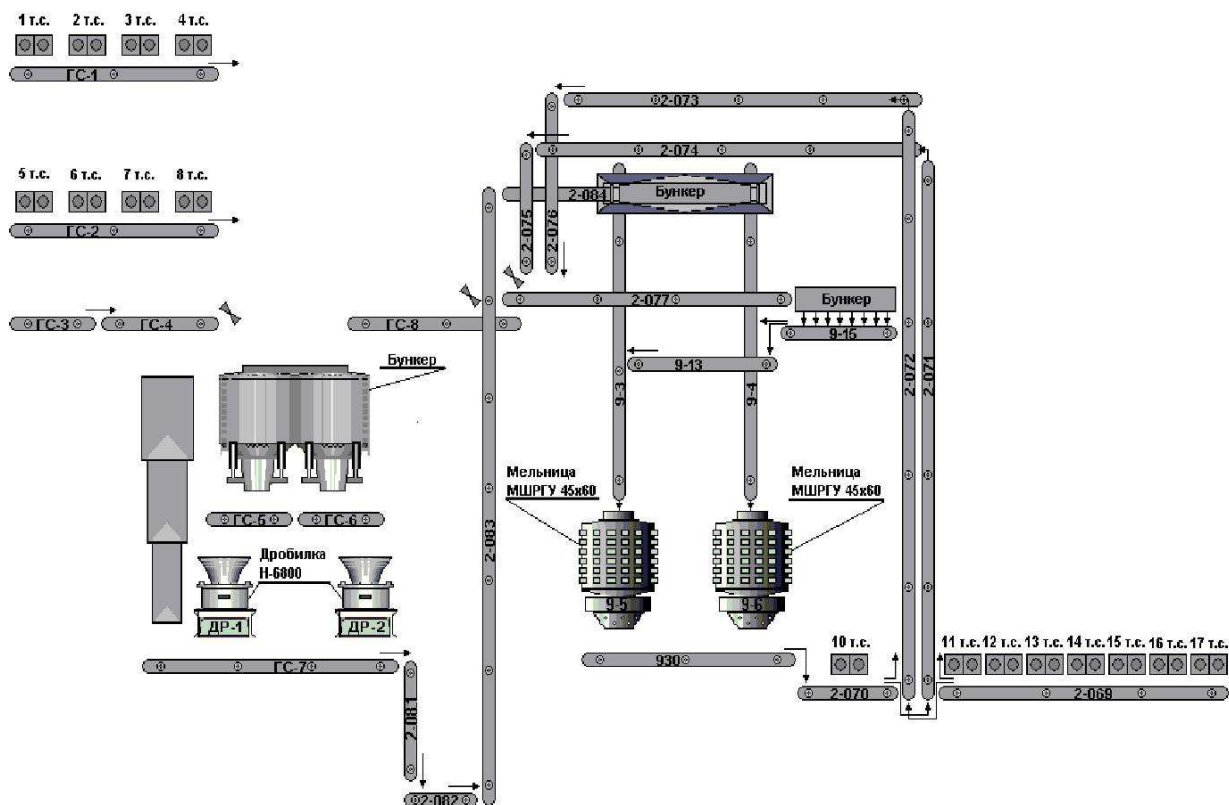


Рисунок 1.4 – Схема цепи аппаратов вывода и доработки рудной гали и скрапа ЦО–1, ЦО–2

Во втором пролете измельчения шириной 36 м установлены мельницы рудно–галечного измельчения МРГ 55x75, которые работают в замкнутом цикле с односпиральными классификаторами магнитные дешламаторы МД–9, магнитные гидросепараторы МГС–9, магнитные сепараторы ПБМ–ПП 120x300 для II, III, IV, V стадий сепарации, гидроциклоны диаметром 500 мм. В подземной части находятся технологический и сантехнические насосы.

Состоящий из отдельно стоящих корпусов участок дообогащения и подготовки концентрата для цеха ГБЖ цеха № так же имеет склад шаров, сгустители № 3, 4 диаметром 30 м, эстакады напорного трубопровода диаметром 219 мм для перекачки сгущенного продукта в цех обогащения № 2, эстакады напорного трубопровода диаметром 325 миллиметров для перекачки обогащенного концентрата с долей железа более чем 69,5% (пульпа) на

изначальную насосную станцию ОАО «ОЭМК», которая располагается между ФОК и ЦХХ ОФ АО «Лебединский ГОК».

Корпус участка дообогащения, подготовки концентрата для цеха ГБЖ представляет собой двухпролетное здание длиной 168 м, шириной 66,5 м, состоит из пяти секций. Ширина мельничного пролета составляет 36 метров, он располагает в себе шаровые мельницы МШЦ 45х60, перемешиватели 12 метров в диаметре, гидроциклоны 250 мм в диаметре и сепараторы ПБМ–ПП размером 120х300. В подземной части корпуса установлены технологические трубопроводы с насосами.

2 КОНСТРУКЦИИ МЕЛЬНИЦ САМОИЗМЕЛЬЧЕНИЯ И УСЛОВИЯ РАБОТЫ ФУТЕРОВОК

2.1 Конструкции мельниц самоизмельчения

Барабанные мельницы подразделяют на мельницы с вращающимся барабаном, вибрационные и центробежные. На обогатительных фабриках и в рудоподготовительных отделениях металлургических предприятий применяют мельницы первого типа. Барабанные мельницы с вращающимся барабаном классифицируют по типу измельчающей среды, геометрической форме барабанов, способу разгрузки материала из барабана и способу измельчения.

В зависимости от вида измельчающей среды различают мельницы шаровые, стержневые, рудногалечные и самоизмельчения.

В шаровых мельницах измельчающей средой являются стальные или чугунные шары одного или нескольких размеров. Измельчающая среда стержневых мельниц – стальные стержни одного или нескольких диаметров. Длина стержней близка к внутренней длине барабана. В рудногалечных мельницах в качестве измельчающей среды используют крупно–кусковые фракции, выделенные из измельчаемой руды. В мельницах самоизмельчения измельчающей средой являются крупные куски измельчаемой руды.

В зависимости от формы барабана различают мельницы цилиндрические и цилиндроконические. Первые в свою очередь подразделяют на короткие, длинные и трубные. К коротким мельницам относят такие, у которых длина барабана меньше или равна его диаметру, к длинным – у которых длина барабана больше одного, но меньше трёх его диаметров, к трубным – мельницы с длиной барабана больше трёх диаметров.

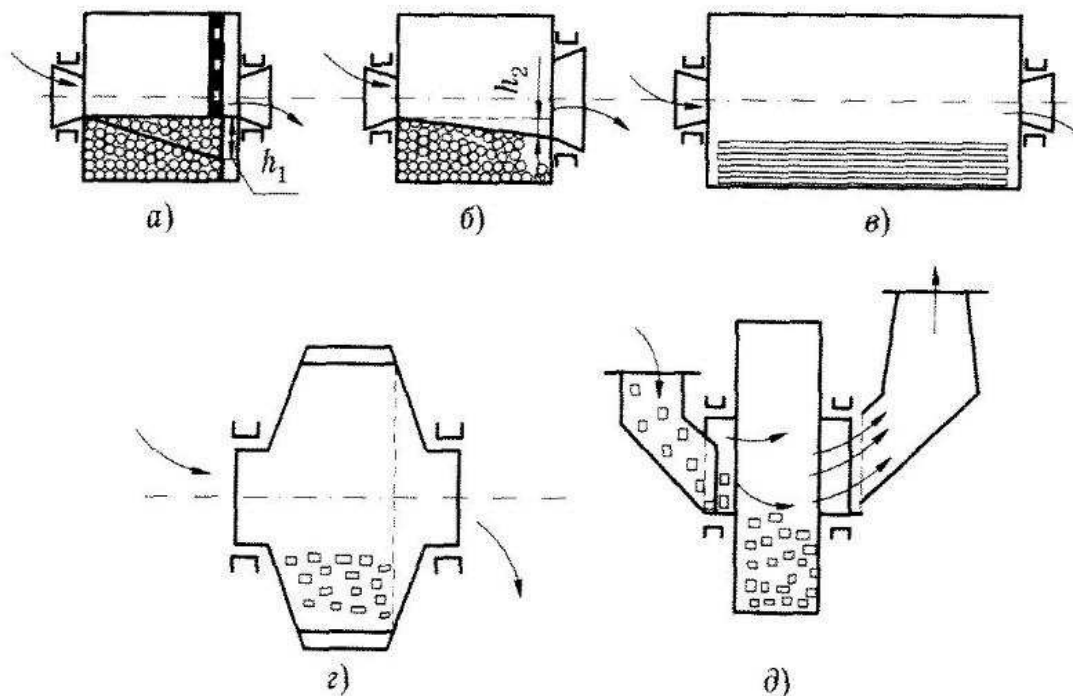
По способу разгрузки измельчённого материала различают мельницы с центральной разгрузкой и разгрузкой через решётку.

Мельницы с центральной разгрузкой используют для шарового и стержневого измельчения. Измельчённый материал в этих мельницах удаляется со сливом через разгрузочную цапфу, поэтому уровень пульпы в мельнице несколько выше нижней образующей поверхности отверстия разгрузочной цапфы. Мельницы с центральной разгрузкой называют также мельницами с высоким уровнем пульпы или мельницами сливного типа.

Мельницы с разгрузкой через решётку используют для шарового и рудногалечного измельчения, а также для самоизмельчения. Измельчённый материал удаляется из мельницы через щелевидные или круглые отверстия в торцевой решётке.

По способу измельчения различают мельницы сухого и мокрого измельчения.

Принципиальные схемы вращающихся барабанных мельниц показаны на рисунке 2.1.



а – шаровая с решёткой; б – шаровая с центральной разгрузкой; в – стержневая с центральной разгрузкой; г – рудная для мокрого самоизмельчения; д – рудная для сухого самоизмельчения

Рисунок 2.1 – Схемы барабанных мельниц

К центробежным и вибрационным мельницам относят большое число измельчительных машин различного конструктивного исполнения. Мельницы этих типов используют в керамической, фармацевтической, химической и других отраслях промышленности.

2.1.1 Барабанные мельницы самоизмельчения

Мельница мокрого самоизмельчения ММС (рис. 2.2) состоит из цилиндрического барабана 6 с торцевыми крышками 4 и 7, загрузочной 2 и разгрузочной 9 цапф, опирающихся на подшипники 3 и 10. Вращение мельницы осуществляется от электродвигателя 15 большой мощности. Через редуктор 13 и вал–шестерню оно передаётся на зубчатый венец 11, смонтированный на фланце разгрузочной цапфы. Вал электродвигателя и редуктора соединён с помощью зубчатой муфты 14.

Исходная руда загружается в мельницу при помощи загрузочной тележки 1, представляющей собой патрубок, передвигаемый на рельсах механическим приводом. Футеровка барабана состоит из броневых плит и лифтов 5. Измельчённый продукт разгружается через решётку 8 и разгрузочную цапфу 9, к которой крепится съёмная бутара 12 для классификации пульпы, выходящей из мельницы.

Для сухого самоизмельчения применяют мельницы «Аэрофол», аналогичные по конструкции мельницам ММС. Мельницы работают в замкнутом цикле с воздушным классификатором. Для отсоса измельчённого материала необходимой крупности предусмотрена система, состоящая из вентилятора, циклонов и аппаратов для очистки воздуха.

Рудногалечные мельницы (рис. 2.3) по конструкции сходны с шаровыми мельницами с разгрузкой через решётку. Отличительной конструктивной особенностью рудногалечных мельниц является форма футеровки,

обеспечивающая подъём измельчающих тел на большую высоту, чем футеровка шаровых мельниц.

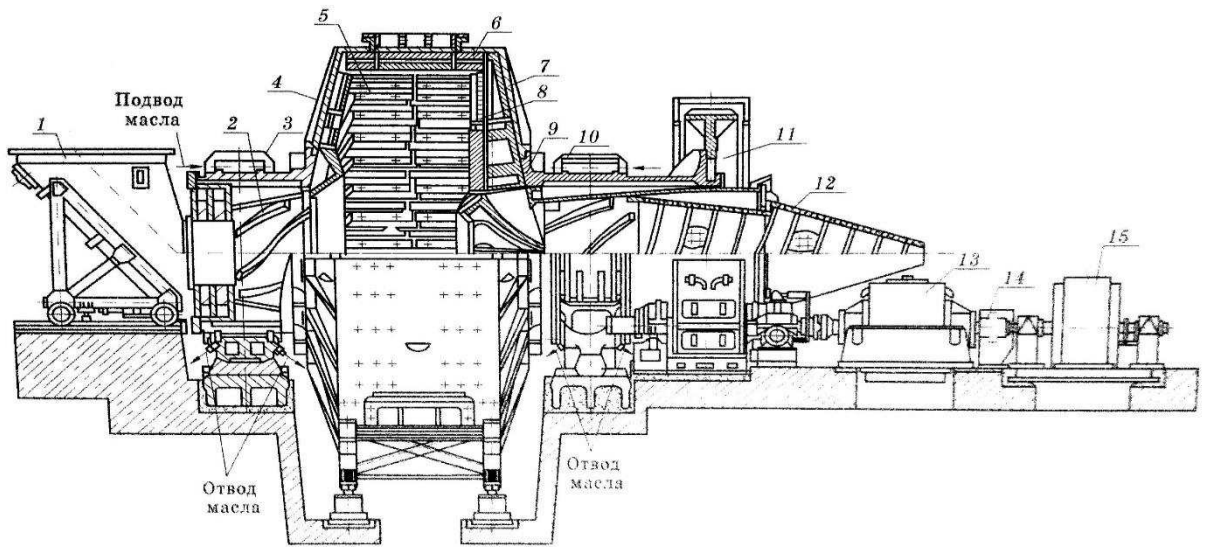


Рисунок 2.2 – Мельница для мокрого самоизмельчения руд – ММС 7000x2300

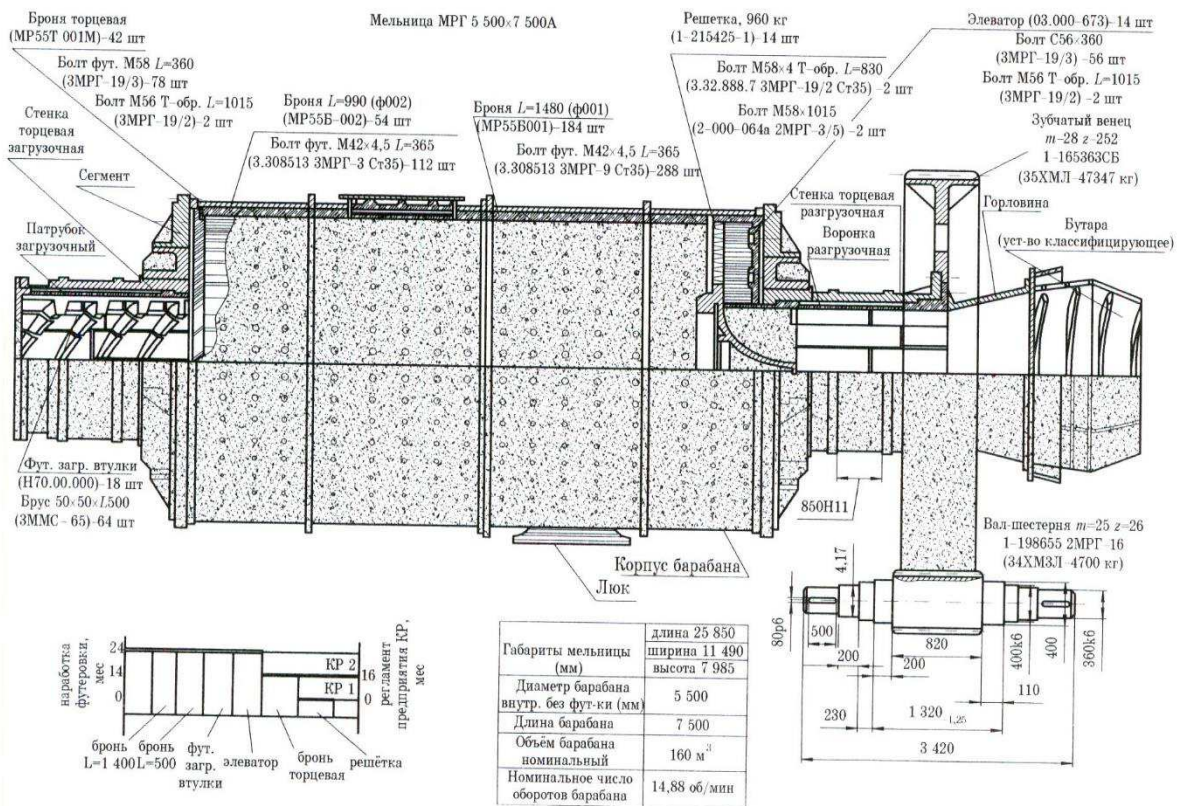


Рисунок 2.3 – Мельница рудногалечная – МРГ 5500x7500

2.1.2 Конструкция шаровых и стержневых мельниц

Шаровая мельница с разгрузкой через решётку (рис. 2.4) (МШР) состоит из цилиндрического барабана 1, к которому по бокам с помощью болтов крепятся торцевые крышки 2 и 16, отлитые вместе с загрузочной 4 и разгрузочной 14 полыми цапфами. Цапфы опираются на подшипники 3 и 15. В барабан загружают чугунные и стальные шары разной крупности (от 40 до 150 мм) примерно на половину его объёма.

Для предотвращения износа барабан и торцевые крышки футеруют броневыми плитами 8, которые закрепляют болтами 9. На барабане предусмотрены один или два смотровых люка 17. В разгрузочном конце барабана установлена решётка 20, через отверстия которой удаляется измельчённый материал. В пространстве между решёткой 10 и торцевой крышкой 16 имеются радиальные перегородки (элеваторы) 12. При вращении барабана элеваторы 12 поднимают пульпу до уровня цапфы 14 и выгружают из неё измельчённый материал. Диаметр горловины 13 разгрузочной цапфы несколько больше диаметра горловины загрузочной цапфы.

Исходное питание загружается в мельницу комбинированным питателем 5 через его центральное отверстие 6, а пески классификатора – при помощи улиткового черпака 7.

Барабан вращается от электродвигателя посредством малой шестерни 18, насаженной на приводном валу 19, и зубчатого венца 11, закреплённого на барабане.

Шаровая мельница с центральной разгрузкой (рис. 2.5) (МШЦ) по конструкции аналогична вышеописанной. Её отличительная особенность в том, что пульпа из мельницы сливается через отверстия в разгрузочной цапфе.

Стержневые мельницы типа МСЦ выпускают с центральной разгрузкой. В конструктивном исполнении они идентичны шаровым мельницам с центральной разгрузкой. Отличаются от последних увеличенным диаметром загрузочной и разгрузочной цапф и длиной барабана.

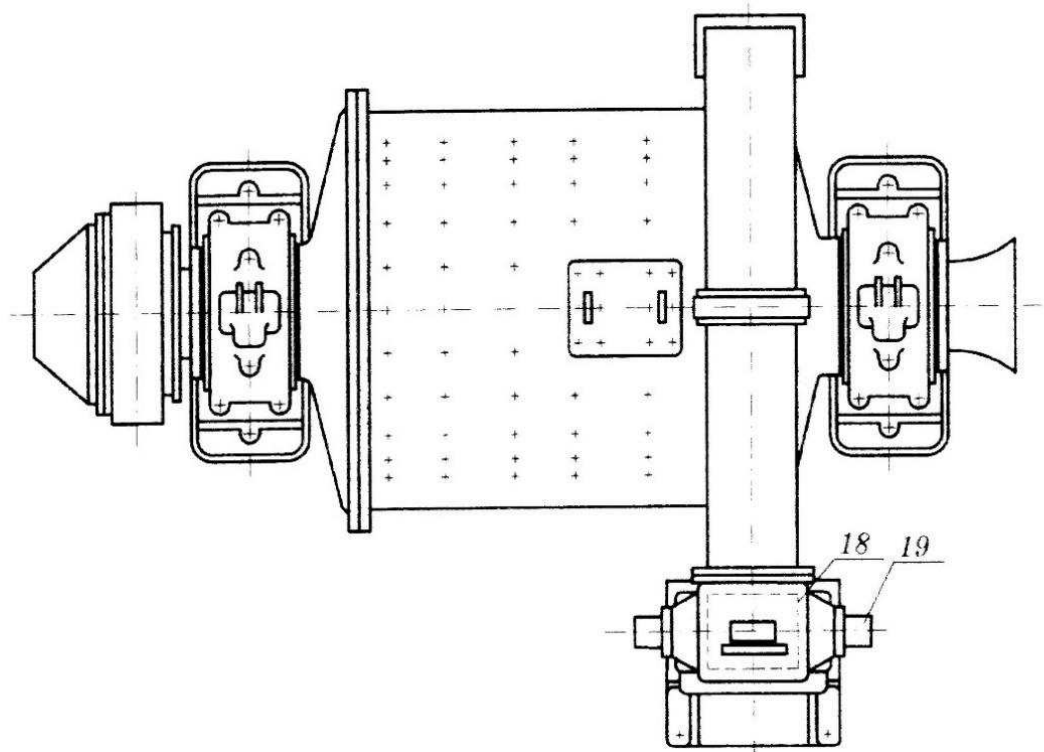
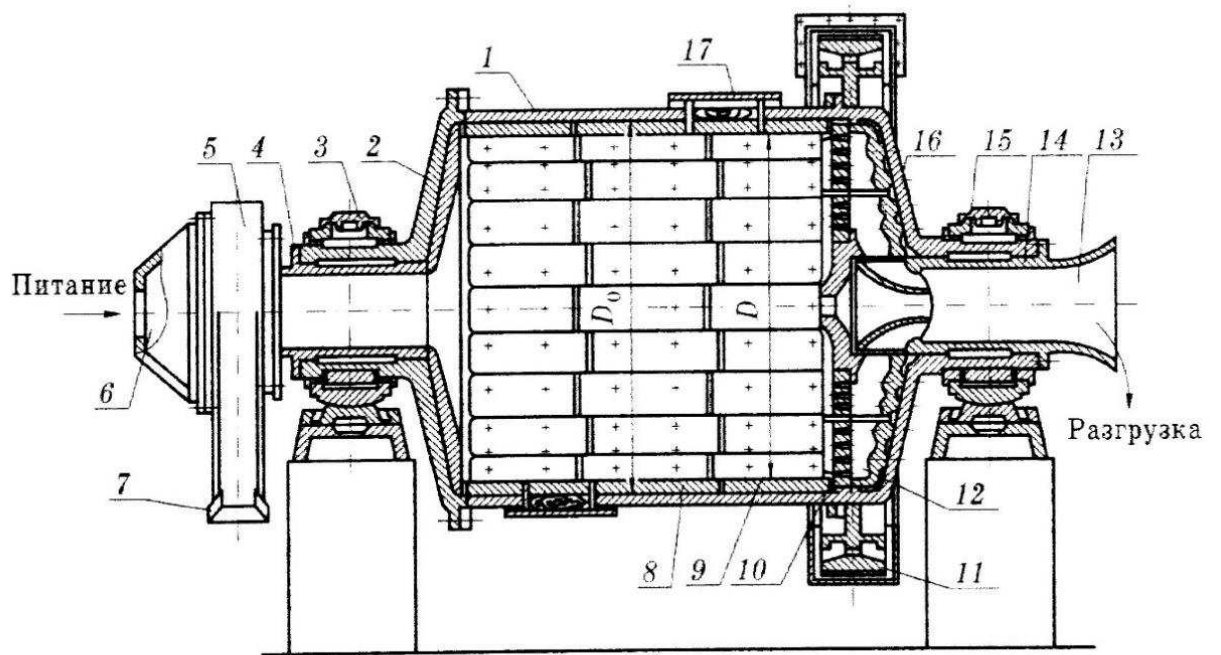
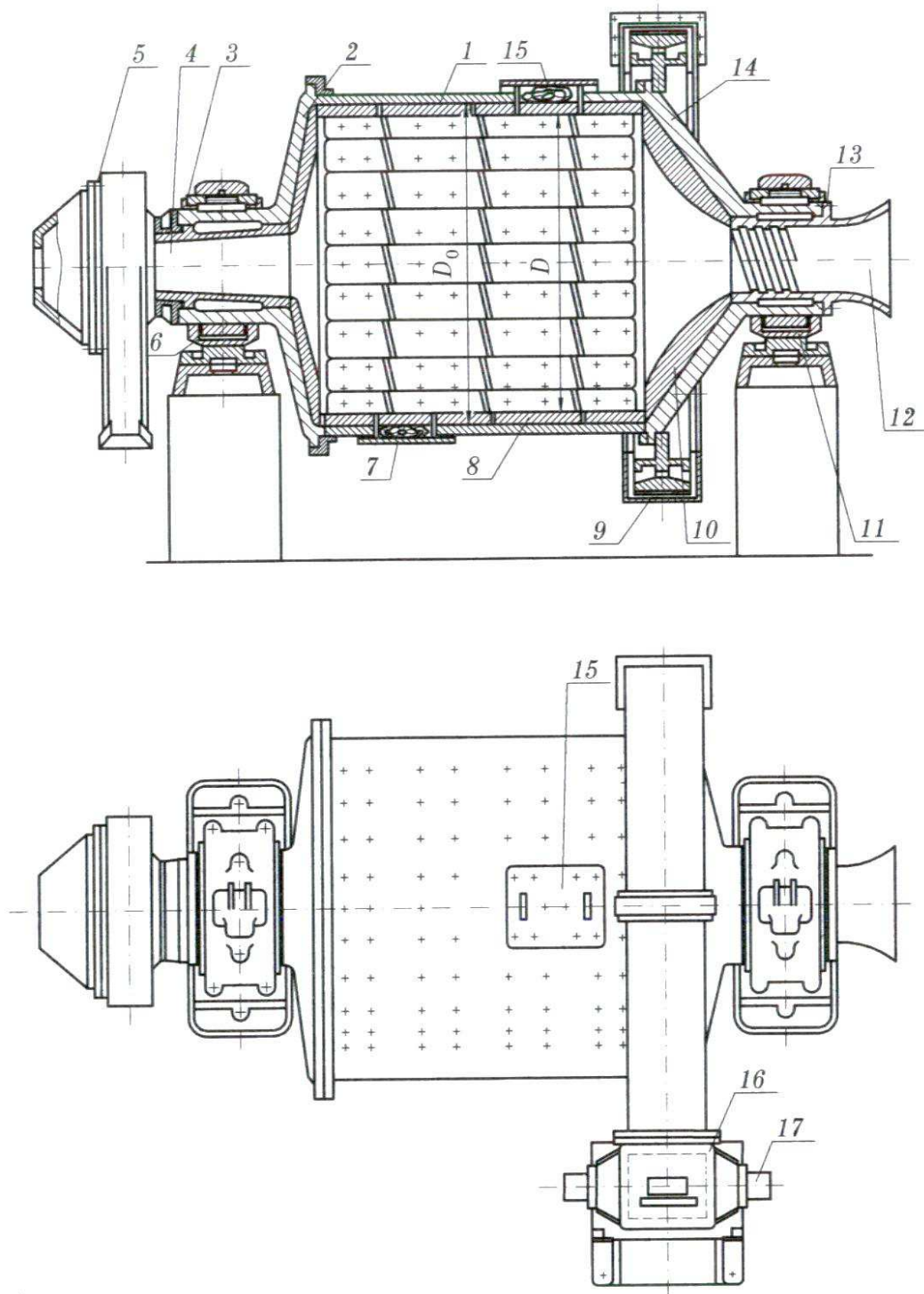


Рисунок 2.4 – Шаровая мельница с разгрузкой через решетку



1 – барабан; 2 и 14 – торцевые стенки; 3 и 13 – пустотелые цапфы;
 4 и 12 – загрузочная и разгрузочная воронки; 5 – комбинированный
 питатель; 6 и 11 – подшипники; 7 и 15 – люки; 8 и 10 – футеровочные плиты;
 9 – зубчатый венец; 16 – ведущая шестерня; 17 – вал
 Рисунок 2.5 – Шаровая мельница с центральной разгрузкой

2.1.3 Загрузочное устройство мельниц

Руда (галька) в мельницы ММС–7000х2300, ММС–9000х3000, МГР–5500х7500 и ММС–7000х6000 поступает через загрузочное устройство (рис. 2.6), которое представляет собой патрубок сварной конструкции, боковые стенки и днище которого для защиты от износа футерованы бронями.

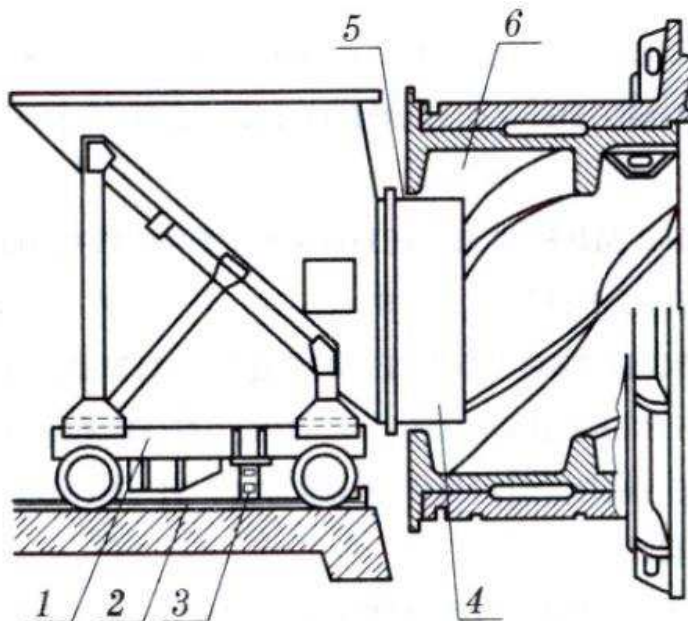


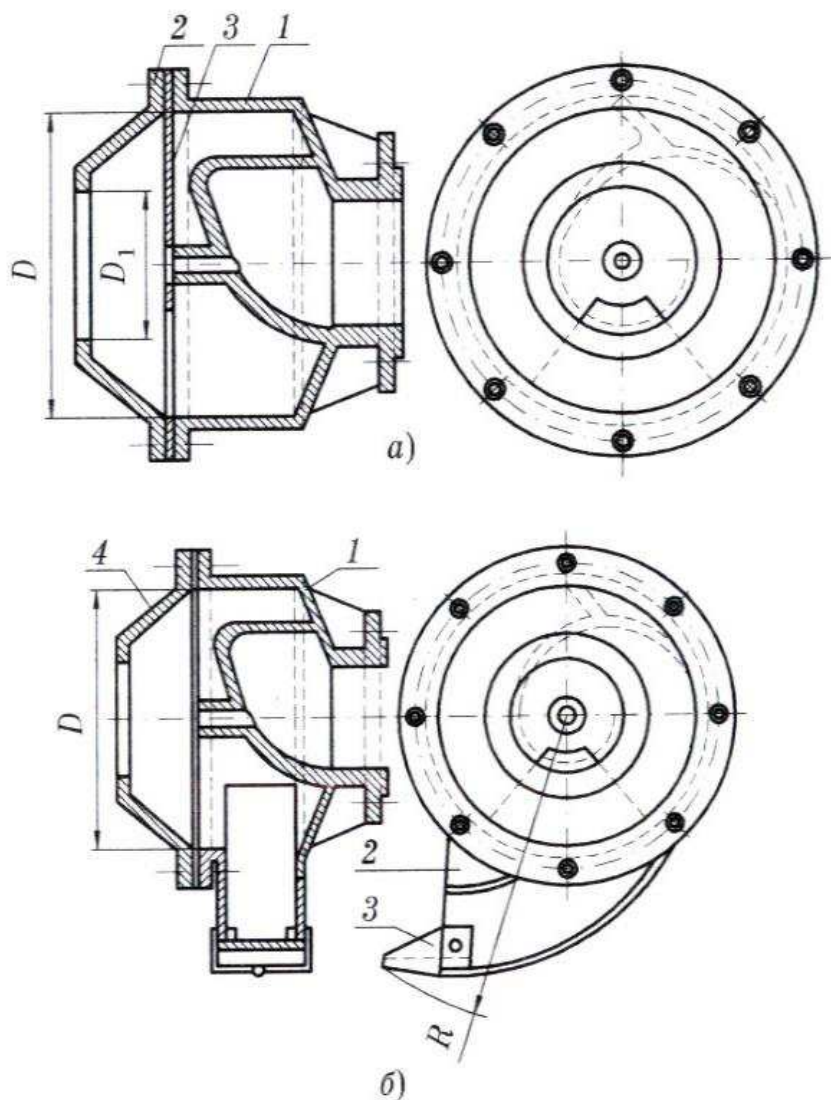
Рисунок 2.6 – Загрузочное устройство мельниц ММС

Для обеспечения свободного доступа внутрь мельницы загрузочное устройство смонтировано на тележке 1, передвигающейся по рельсам 2. Загрузочное устройство сопрягается с загрузочной втулкой 6 мельницы с зазором 10 мм. Для предотвращения возможных утечек пульпы через зазор предусмотрено резиновое уплотнение 5. Выходная часть патрубка 4 съёмная. Положение загрузочного устройства фиксируется двумя рельсовыми захватами 3.

Привод загрузочного устройства осуществляется от мотор–редуктора через червячный редуктор. Предусмотрена возможность ручного привода с помощью специальной рукоятки или отдельной лебёдки.

Для загрузки шаровых мельниц исходным материалом применяют барабанный питатель (рис. 2.7а), который состоит из цилиндрической камеры

1, переходящей в конус, крышки 2 и диафрагмы 3 с секторным отверстием. Питатель крепят болтами к загрузочной цапфе мельницы. Материал проходит через отверстие крышки 2 и секторное отверстие диафрагмы и попадает на спираль футеровки загрузочной цапфы. Мельницы, работающие в I стадии измельчения, обычно оборудуют барабанными питателями.



а – барабанный; б – комбинированный

Рисунок 2.7 – Конструкции питателей

Для одновременной загрузки в мельницу исходного материала и песков классификатора, работающего в замкнутом цикле с этой мельницей, применяют комбинированные питатели. Комбинированный питатель (рис. 2.7б) представляет собой комбинацию барабанного и улиткового питателей. К

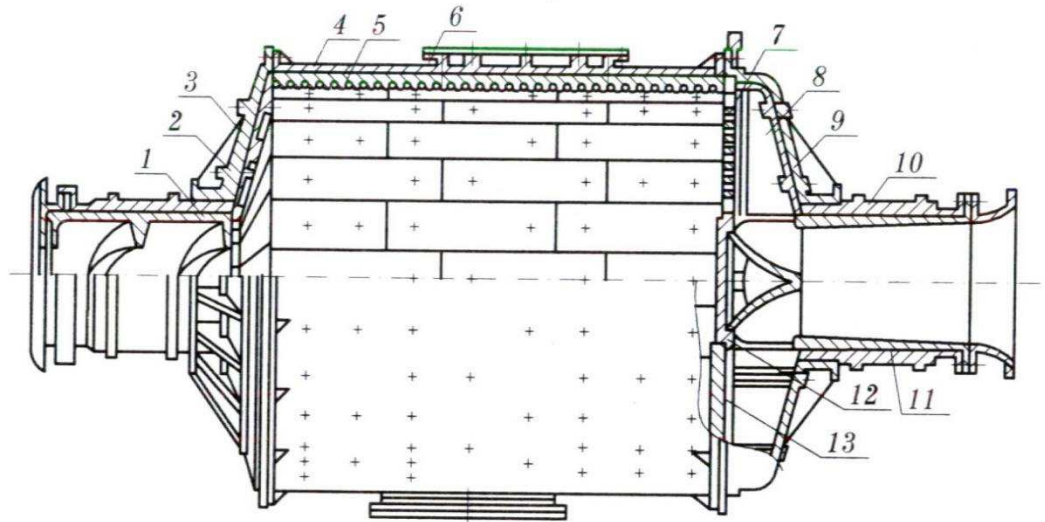
цилиндрическому барабану корпуса 1 прикреплён хобот 2, а к его концу – сменный черпак 3. Питатель крепят болтами к загрузочной цапфе мельницы. Исходный материал загружается через отверстие крышки, а пески, захватываемые черпаками из загрузочной коробки («шахты») питателя (ниже уровня оси мельницы), попадают внутрь барабана питателя.

2.1.4 Вращающаяся часть мельницы

Вращающаяся часть мельницы является ее рабочим органом. Она состоит из трёх основных секций: загрузочной, средней и разгрузочной. Общий вид вращающейся части мельниц показан на рисунках 2.8, 2.9, 2.10.

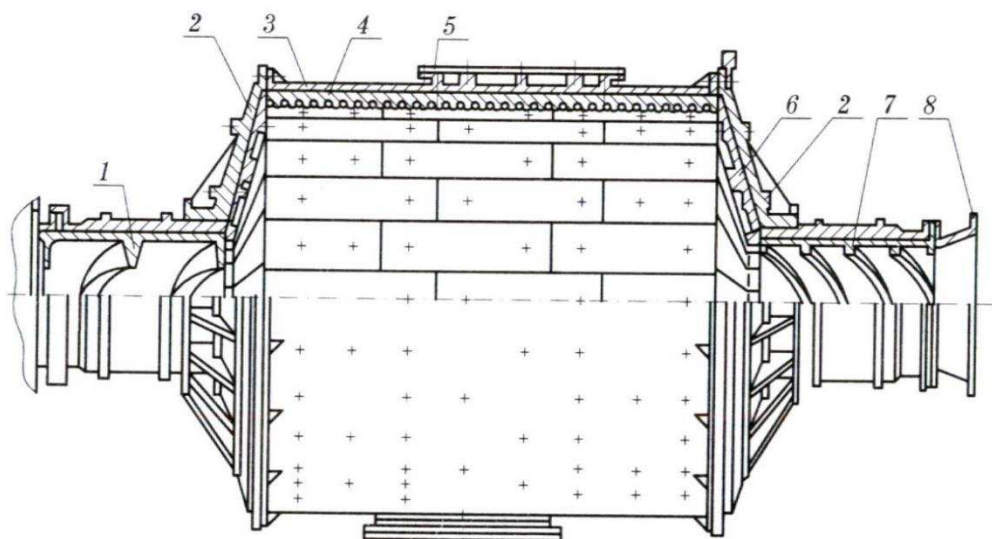
Загрузочная секция представляет собой торцевую крышку, отлитую совместно с цапфой (на мельницах МГР–4000х7500, шаровых и стержневых). На мельницах типа ММС каждая из крышек (загрузочная и разгрузочная) состоит из двух сварных половинок. Загрузочную и разгрузочную цапфы крепят к крышкам фланцевым болтовым соединением. На мельнице ММС–9000х3000 цапфа дополнительно приварена к крышке. Торцевая крышка крепится к корпусу барабана болтами специальной конструкции, изготовленными из легированной стали. Фланцевое соединение уплотняется резиновым шнуром. На внутренней поверхности торцевой крышки укреплены болтами, бронеплиты, защищающие её от износа. Цапфами барабан опирается на коренные подшипники. Внутри полой цапфы вставлена втулка (на мельницах типа ММС) или патрубок (на мельницах типа МГР, шаровых, стержневых). Втулка (патрубок) предназначена для предохранения цапфы от износа и подачи материала в барабан. Для подачи материала во втулке имеется спираль, способствующая продвижению материала в барабан. Для предотвращения попадания пульпы в пространство между цапфой и втулкой (патрубком) устанавливают резиновые прокладки или же втулку приваривают к цапфе (мельницы типа ММС). На мельницах МГР–5500х7500 пространство между цапфой и патрубком через контрольные отверстия на цапфе

цементируют. К наружному концу загрузочной цапфы на мельницах МГР–4000х7500, шаровых и стержневых крепят барабанный, улитковый или комбинированный питатель.



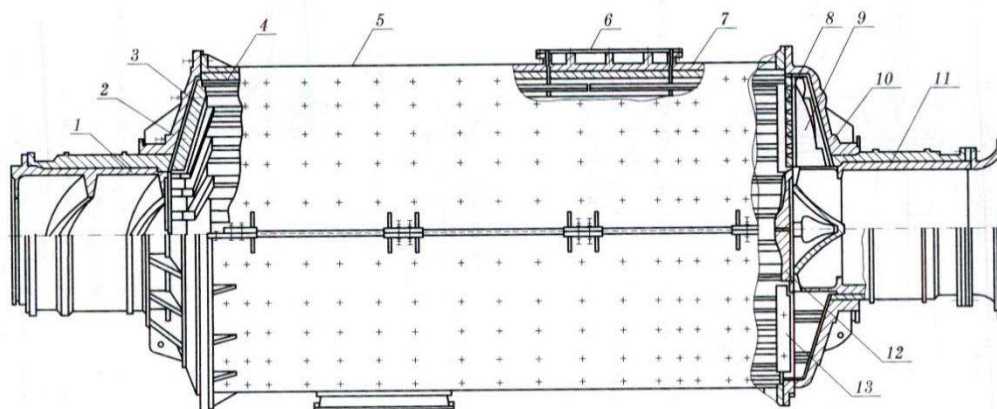
1 – загрузочный патрубок; 2, 9 – торцевые крышки; 3, 5 – бронеплиты;
4 – барабан; 6 – люк; 7 – решётка; 8 – элеватор; 10 – разгрузочная воронка; 11
– цапфа; 12 – центральная бронеплита; 13 – клинья

Рисунок 2.8 – Вращающаяся часть шаровой мельницы с решёткой
МШРГУ 4500х6000



1 – загрузочный патрубок; 2 – торцевые крышки; 3 – корпус барабана;
 4 – барабанные бронеплиты; 5 – люк с крышкой; 6 – торцевые бронеплиты;
 7 – разгрузочная воронка; 8 – разгрузочная горловина

Рисунок 2.9 – Вращающаяся часть шаровой мельницы с центральной разгрузкой



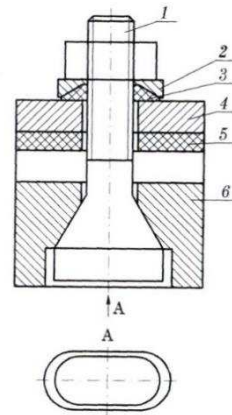
1 – загрузочный патрубок; 2, 10 – торцевые крышки;
 3 – торцевые бронеплиты; 4, 7 – барабанные бронеплиты; 5 – барабан; 6
 – люк; 8 – решётка; 11 – разгрузочная воронка; 12 – центральная бронеплита;
 13 – клинья

Рисунок 2.10 – Вращающаяся часть мельницы МРГ 4000х7500

Средняя секция вращающей части мельницы представляет собой цилиндрический барабан сварной конструкции (шаровые и стержневые мельницы). Корпус барабана мельниц типа ММС состоит из двух половин, соединённых фланцами. Он изготовлен из листовой стали толщиной 20...30 мм. Внутренняя поверхность барабана защищена от износа бронеплитами (шаровые и стержневые мельницы), которые крепятся к барабану специальными болтами (рис. 2.11).

Внутренняя поверхность барабана мельниц ММС (рис. 2.12) защищена от износа футеровкой, состоящей из лифтёров (подъёмников) 4 и бронеплит 3. Внутри барабана, со стороны разгрузочной цапфы, устанавливается разгрузочная решётка 2, состоящая из наружного и внутреннего секторов и

подрешетной футеровки 5. Лифтёры 1 предназначены для подъёма кусков руды и крепления секторов решётки.



1 – футеровочный болт; 2 – стальная шайба;
3 – резиновое или пеньковое кольцо; 4 – цилиндр барабана;
5 – резиновая прокладка; 6 – футеровочная плита
Рисунок 2.11 – Узел крепления футеровочных плит к барабану

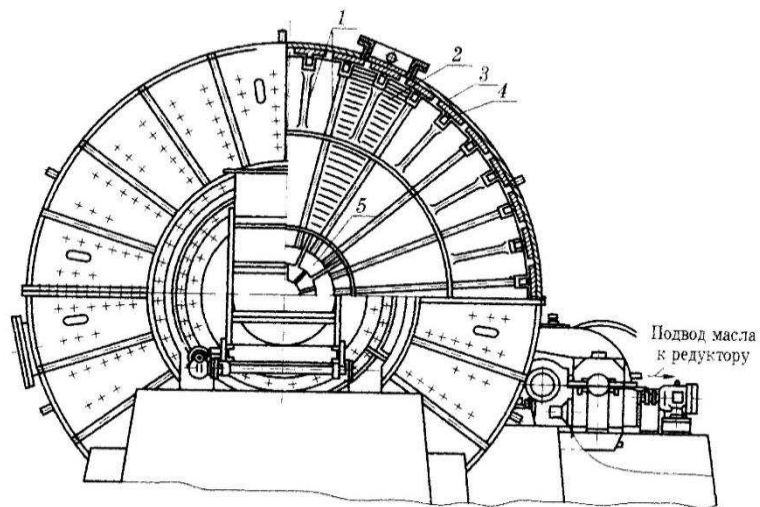


Рисунок 2.12 – Поперечный разрез мельницы для мокрого самоизмельчения руд

Эффективность измельчения и производительность мельниц в значительной степени зависят от профиля футеровки барабана. При сравнительных испытаниях футеровок разных профилей установлено следующее: для шаровых мельниц I стадии измельчения, загружаемых

шарами диаметром 100...120 мм, лучше использовать ребристую футеровку типа «Норильск–III» (рис. 2.13а); для шаровых мельниц II стадии – ребристую футеровку типа «Норильск–IV» (рис. 2.13б). В стержневых мельницах чаще применяют футеровку волнового профиля (рис. 2.13в); для шаровых мельниц II стадии измельчения используют также резиновые футеровки (рис. 2.13г), основными элементами которой являются лифтёры 1, плиты 2 и секторы решётки 3. Срок службы резиновых и стальных футеровок либо одинаковый, либо первые служат на 15...20 % дольше вторых. Рабочий объём мельницы увеличивается примерно на 5...6% при установке резиновой футеровки, так как она тоньше. Удельный расход шаров в мельнице с резиновой футеровкой меньше, чем в мельницах со стальной футеровкой. К преимуществам резиновых футеровок относят меньшую трудоёмкость монтажа, большую герметичность, меньший уровень шума.

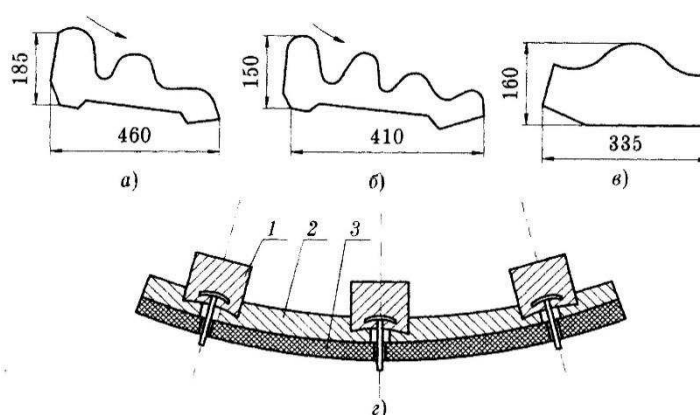
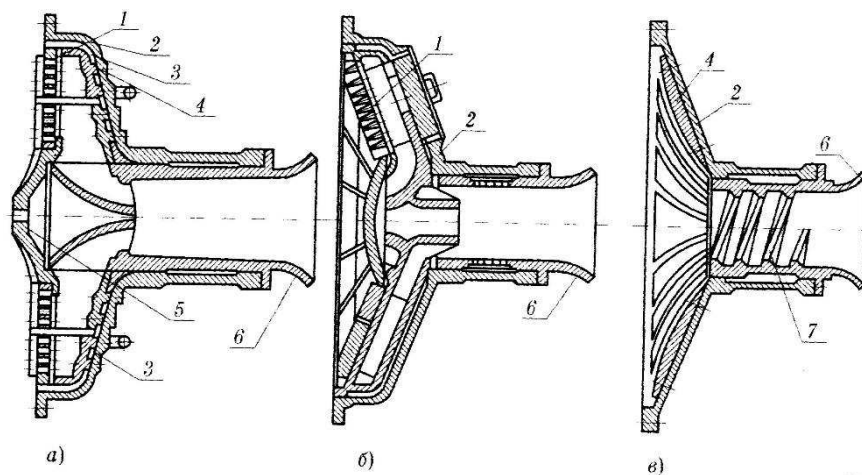


Рисунок 2.13 – Профили футеровочных плит

Для предохранения внутренней поверхности корпуса барабана от абразивного износа и уменьшения шума под бронеплиты укладывают листовую резину. В барабанах шаровых и стержневых мельниц имеются один или два люка, а в мельницах ММС – три. Люки закрывают крышками.

Разгрузочная секция состоит из торцевой крышки, отлитой вместе с цапфой (шаровые и стержневые мельницы, МГР–4000х7500), решётки, элеваторов, клиньев и центральной бронеплиты. На рисунке 2.14 показаны разгрузочные крышки шаровых мельниц. Разгрузочная цапфа опирается на

радиально–упорный подшипник. Внутри цапфы мельниц ММС вставлена разгрузочная втулка, спирали которой способствуют разгрузке измельчённого материала. На мельницах МГР, шаровых и стержневых вместо разгрузочной втулки установлена разгрузочная воронка, не имеющая спиралей. Решётка мельницы характеризуется суммарной площадью всех отверстий (живым сечением). Щели в решётках (рис. 2.15) клинообразные с расширением в сторону разгрузки для уменьшения забивки материалом. За решёткой имеются футеровочные короба, которые не только предохраняют крышку от износа, но и обеспечивают выгрузку из мельниц измельчённого материала. Рёбра футеровки препятствуют возвращению пульпы в барабан и при его вращении выполняют функции элеватора (подъёмника).

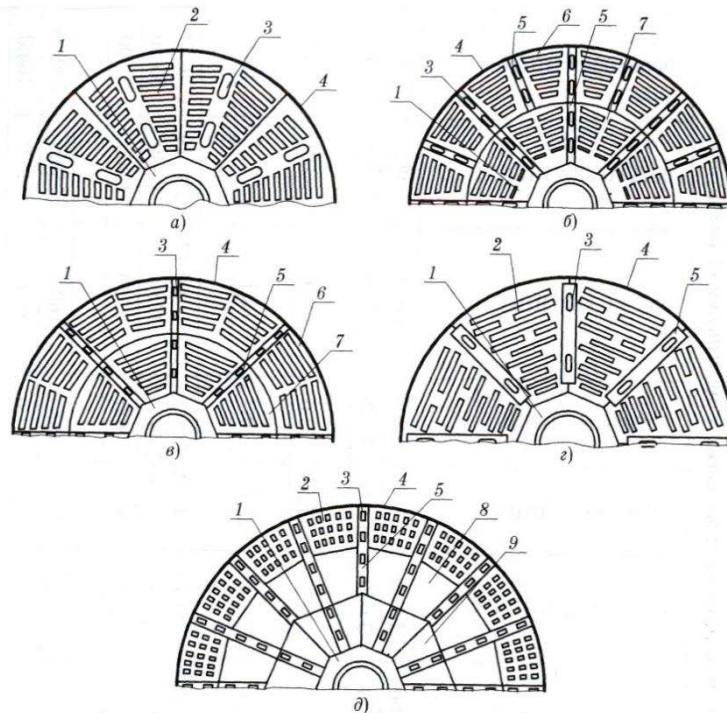


а – с плоской решеткой; б – с конической решеткой; в – ребристая (для мельницы с центральной разгрузкой); 1 – решетка; 2 – крышка торцевая; 3 – цементный раствор; 4 – футеровка; 5 – центральная футеровка; 6 – разгрузочная воронка; 7 – обратная спираль

Рисунок 2.14 – Разгрузочные крышки шаровых мельниц

К концу разгрузочной цапфы на мельницах ММС–7000x2300, ММС–9000x3000 и МГР–5500x7500 прикреплена бутара, предназначенная для классификации измельчённого материала по крупности. Бутара представляет собой вальцованную металлическую конструкцию конической формы, на поверхности которой просверлены отверстия диаметром 20 мм.

Вращающаяся часть стержневой мельницы по конструкции аналогична вращающейся части шаровой мельницы с центральной разгрузкой. Отличие только в форме футеровки барабана и крышек.



- 1 – диффлектор; 2 – решётка; 3 – отверстие под болт в лифтёре
 (решётке); 4 – барабан; 5 – лифтёр; 6 – решётка № 1;
 7 – решётка № 2; 8 – броня № 2;
 9 – броня № 3, отлитая заодно с лифтёром

Рисунок 2.15 – Разгрузочные решётки мельниц: а – МГР–5500х7500; б – ММС–7000х6000; в – ММС–7000х2300; г – типа МШР и МШЦ; д – ММС–9000х3000

2.1.5 Привод мельниц

Как и любая машина, мельница состоит из трёх основных узлов: двигателя, передаточного механизма, собственно рабочей машины. Двигатель и передаточный механизм объединяют общим названием «привод».

Привод мельницы ММС–7000х2300 (рис. 2.16) состоит из цилиндрического зубчатого венца 1 с косым зубом, приводной шестерни 2, зубчатой муфты 3, редуктора 4. Один конец быстроходного вала редуктора через зубчатую муфту 5 соединён с валом электродвигателя б, а другой – через кулачковую муфту 7 с валом редуктора ЦЧ–360 вспомогательного привода 8. Вспомогательный привод работает от электродвигателя 9. Его используют для медленного проворачивания барабана мельницы при ремонтных работах.

Блокирующее устройство исключает возможность включения главного привода мельницы при работе вспомогательного привода. Червячное зацепление в редукторе играет роль тормоза и исключает возможность самопроизвольного проворачивания барабана.

На мельнице МГР–4000х7500 привод располагают со стороны загрузки по схемам а и б (рис. 2.17). Мельница вращается от тихоходного синхронного электродвигателя 5 через промежуточный вал 6 с зубчатой 4 и эластичной 3 муфтами и открытую зубчатую пару. Зубчатая пара состоит из вал–шестерни 2 и зубчатого венца 7, смонтированного на корпусе барабана. Зубчатая пара заключена в защитный кожух. Для повышения долговечности работы и снижения шума привода вал–шестерня и венец выполнены с косым зубом. Приводная шестерня вращается на двух роликоподшипниках 1.

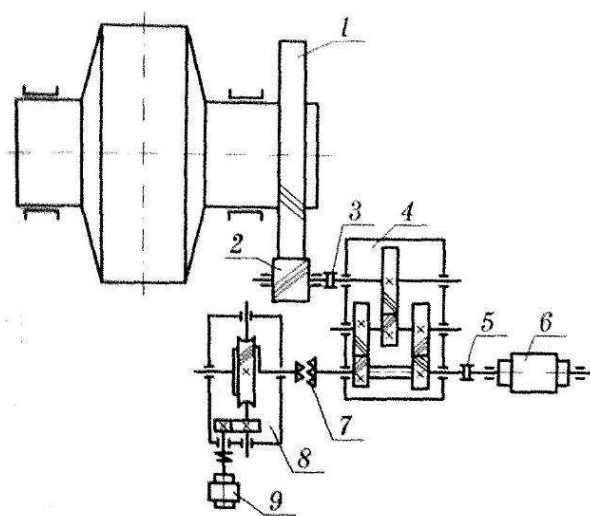


Рисунок 2.16 – Кинематическая схема привода мельницы ММС
7000х2300

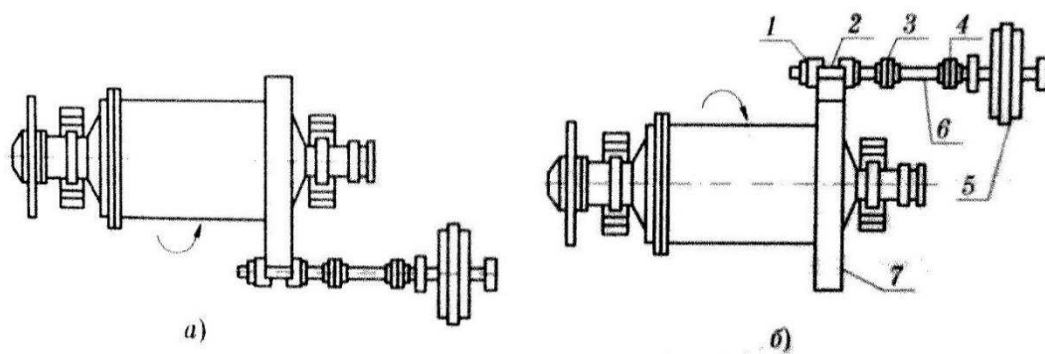


Рисунок 2.17 – Расположение привода мельницы МГР–4000х7500

Шаровая мельница МШРГУ–4500х6000 приводится во вращение от тихоходного синхронного электродвигателя через муфты 2 с промежуточным валом 3 и открытую зубчатую пару (рис. 2.18). Зубчатая пара состоит из вал-шестерни 1 и зубчатого венца, смонтированного на корпусе барабана. Зубчатая передача закрыта сварным кожухом 4 с уплотнениями. Для удобства монтажа, регулировки зацепления и его фиксации предусмотрена возможность перемещения корпуса подшипников вал-шестерни по фундаментной плите привода с помощью клиньев.

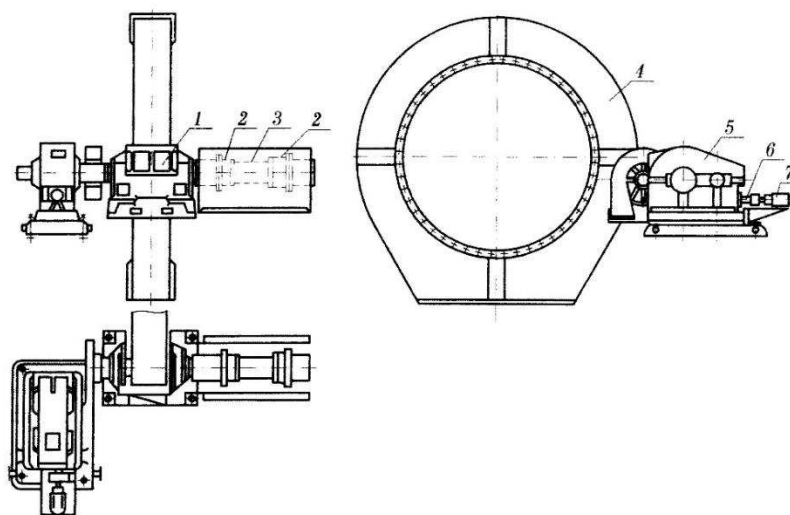


Рисунок 2.18 – Привод мельницы МШРГУ–4500х6000

При перефутеровке и обтяжке болтов барабан мельницы поворачивают с помощью вспомогательного привода, который состоит из двигателя 7, муфты с тормозным шкивом 6, редуктора 5 и открытой зубчатой передачи.

Вспомогательный привод смонтирован на раме, передвигаемой по фундаментной плите с помощью винта и стойки. При вращении винта происходит перемещение рамы и ввод в зацепление шестерни вспомогательного привода с колесом, насаженным на конец вал–шестерни, после чего раму крепят к фундаментной плите с помощью болтов.

Привод мельницы МГР–5500х7500 (рис. 2.19) состоит из цилиндрического зубчатого венца с косым зубом 4, смонтированного на фланце разгрузочной цапфы, приводной шестерни 3, соединённой с помощью упругой муфты 5 с валом электродвигателя 6. На другой конец вал–шестерни насажено зубчатое колесо 3, с которым может вводиться в зацепление ведущая шестерня вспомогательного привода 1.

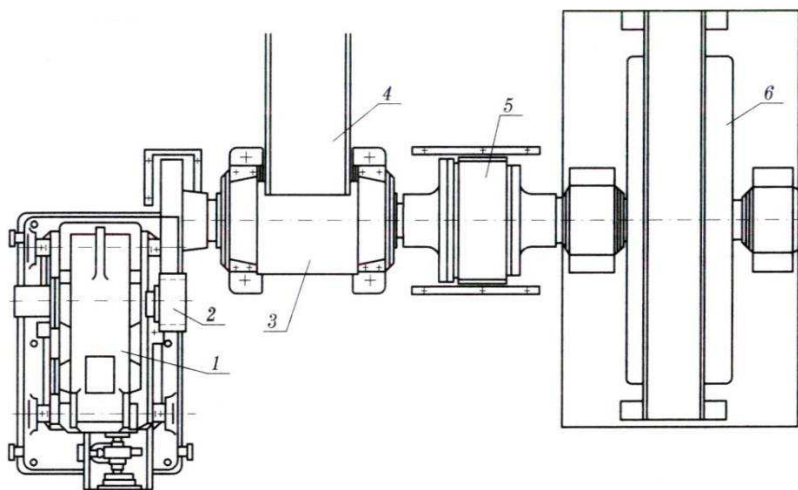


Рисунок 2.19 – Привод мельницы МРГ–5500х7500

Привод мельниц ММС–9000х3000 и ММС–7000х6000 состоит из цилиндрического косозубого венца, смонтированного на фланце разгрузочной цапфы, приводной шестерни, напрессованной на вал и установленной на роликовых сферических подшипниках, муфт упругой и зубчатой – с промежуточным валом, соединяющим вал приводной шестерни с валом электродвигателя.

На вал приводной шестерни со стороны, противоположной электродвигателю, насаживается звёздочка стопорного устройства.

Зубчатый венец, приводную шестерню, муфты с промежуточным валом и звёздочку стопорного устройства ограждают.

Для соединения валов применяют различные муфты: упругие, эластичные, компенсирующие.

2.2 Эффективность футеровки оборудования для измельчения горных пород

2.2.1 Назначение и классификация защитных покрытий и футеровок

Для защиты деталей и рабочих поверхностей горно–обогатительного оборудования, подверженных механическому, коррозионно–механическому и коррозионному повреждениям, применяются защитные покрытия и футеровки.

Под покрытием понимается слой или несколько слоев материала, искусственно полученных на покрываемой поверхности.

Футеровка в отличие от покрытия представляет собой облицовку внутренних и наружных поверхностей оборудования и отдельных деталей, предназначенную для их предохранения от возможного повреждения. Футеровка заменяется по мере изнашивания, благодаря чему продлевается срок службы основных элементов. Во многих случаях экономически целесообразно для изготовления основных элементов применять более дешевые и недефицитные материалы, а для формирования их рабочей зоны использовать материалы с необходимыми физико–механическими и технологическими характеристиками, осуществляя известный в технике принцип взаимного дополнения качества. Этот принцип полностью относится и к защитным покрытиям, а в случае применения футеровок позволяет обеспечивать высокие технологические показатели процессов за счет придания оптимальных конструктивных форм рабочим зонам и поверхностям и их периодического восстановления при перефутеровке.

Применительно к условиям работы горно–обогатительного оборудования защитные покрытия и футеровки по назначению делятся на износостойкие и антикоррозионные.

Некоторые защитные покрытия и футеровки выполняют эргономические функции, например, снижение уровня шума, гашение вибрации оборудования и т. п.

Наибольшее распространение для футеровок и покрытий получили металлы, металлические сплавы и наплавочные материалы на их основе, резина, полиуретан и другие полимеры, а также силикатные покрытия, композиционные материалы и лакокрасочные покрытия.

Некоторые материалы в силу своих физико–механических и химических свойств могут использоваться и как износостойкие, и как антикоррозионные. Так, износостойкий чугун при содержании 12–24 % хрома обладает высоким сопротивлением износу в абразивных средах, а при содержании около 34%, кроме того, и хорошей коррозионной стойкостью в окислительных средах.

Технологические особенности некоторых материалов позволяют использовать их как для защитных покрытий, так и для футеровок. Например, резиновые покрытия, нанесенные на поверхности методами гуммирования, выполняют роль износо– и коррозионно–стойких, а формовые и литьевые резиновые детали используются как футеровки.

2.2.2 Износостойкость материалов при абразивном изнашивании

Под износостойкостью понимают свойство материала оказывать сопротивление изнашиванию в определенных условиях взаимодействия с твердой, жидкой и газообразной средами. При решении вопросов повышения износостойкости материала в основном решается материаловедческая задача – создание или подбор материалов с такими физико–механическими свойствами и структурно–фазовым состоянием, которые при данном

конкретном виде изнашивания будут обеспечивать максимальное сопротивление ему.

2.2.2.1 Износостойкость металлических сплавов

Все применяемые металлические сплавы в зависимости от назначения, определяемого уровнем напряжений и видом абразивного изнашивания, можно в основном разделить на три группы: I – для изнашивающихся деталей и рабочих поверхностей с высокими сжимающими и ударными нагрузками при незначительном абразивном истирании; II – для изнашивающихся деталей и рабочих поверхностей с высоким абразивным истирающим фактором при средних сжимающих или ударных нагрузках; III – для изнашивающихся деталей и рабочих поверхностей с чрезвычайно высоким абразивным истиранием при незначительных или умеренных механических нагрузках.

Первая группа объединяет аустенитные высокомарганцовистые стали, вторая – мартенситные стали, легированные хромом, марганцем, никелем, молибденом и ванадием; третья – износостойкие чугуны.

Аустенитные высокомарганцовистые стали обладают способностью упрочняться при наклепе, износостойки и незаменимы при изготовлении деталей и целых узлов машин и оборудования, работающих в сложных условиях комбинированного воздействия истирающих и ударных нагрузок или значительных удельных статических давлений. Самой распространенной в отечественном машиностроении является высокомарганцовистая сталь 110Г13Л, применяемая для производства сельскохозяйственных и транспортных машин, на заводах горнорудного, обогатительного и транспортного оборудования.

Согласно ГОСТ 2176–77, сталь 110Г13Л должна иметь следующий химический состав, %: углерод 0,90–1,30; марганец 11,5–14,5; кремний 0,40–1,0; сера $\leq 0,050$; фосфор $\leq 0,10$; хром $\leq 0,50$; никель $\leq 0,50$; медь $\leq 0,30$.

Комплекс механических и эксплуатационных характеристик металла зависит от содержания в нем примесей. При установлении оптимального химического состава стали для тех или иных отливок необходимо учитывать конкретные условия их эксплуатации. Так, при больших ударных или статических нагрузках содержание углерода должно быть в пределах от 0,9 до 1,10–1,15 %, марганца от 12,0 до 13,5 %, кремния менее 0,6 % и фосфора не более 0,08 %. Для отливки, работающей в условиях преимущественного истирания, концентрацию углерода в металле следует повысить до 1,2–1,3 %. Достаточно высокие показатели ударной вязкости, прочности и пластичности обеспечиваются при соотношении $Mn: C \geq 10$.

Понижение содержания фосфора способствует увеличению износостойкости, ударной вязкости, хладостойкости, укреплению аустенитического зерна и транскристаллического строения, заметно уменьшает образование трещин.

В отливке сталь 110Г13Л имеет аустенитную структуру с включениями карбидов, снижающих механические и эксплуатационные свойства. Кроме карбидов, в структуре этой стали иногда присутствует перлит и тройная фосфидная эвтектика. При этом марганец между структурными составляющими распределяется неравномерно. Наиболее обогащены им фосфидная эвтектика (≈ 23 %) и карбиды эвтектического происхождения (≈ 27 %). Чем выше в литой стали содержание углерода и кремния, тем больше в ней карбидов. Количество карбидов в металле возрастает также с увеличением массы и толщины стенок отливок и с уменьшением скорости их охлаждения в форме.

Для растворения образовавшихся карбидов и получения чисто аустенитной структуры отливки из этой стали подвергают закалке в воде при температуре 850–1000 °С или для ускорения растворения карбидов и выравнивания концентрации марганца при 1050–1150 °С.

Учитывая пониженную теплопроводность стали 110Г13Л и высокий коэффициент ее линейного расширения, нагрев отливок под закалку следует

вести осторожно, особенно до 700–750 °С, так как при ускоренном нагреве (особенно в области низких температур) в металле возникают значительные внутренние напряжения, обуславливающие образование в отливках трещин. Поэтому нагрев отливки из стали 110Г13Л до температуры 700 °С рекомендуется вести со скоростью не более 50°С/ч. Дальнейший нагрев разрешается вести со скоростью 150 °С/ч и более.

Работы над повышением износостойкости стали 110Г13Л в настоящее время ведутся в следующих направлениях:

1. Улучшение физико–механических характеристик стали путем понижения содержания фосфора (до 0,04 %), модифицирования и легирования титаном, хромом, ванадием.

2. Совершенствование технологии отливок благодаря тщательной подготовке шихтовых материалов к плавке, соблюдению строгого температурного режима, улучшению обработки и т. п.

3. Выбор рациональных конструкций литых деталей.

При производстве высокомарганцовистой стали из всех элементов–модификаторов наиболее эффективен титан, который примерно в 2 раза измельчает зерно отливок и способствует повышению устойчивости стали к трещинам, а также улучшению ее механических свойств и износостойкости.

Износостойкость высокомарганцовистой стали увеличивается при легировании хромом в количестве 0,8–1,2 % благодаря появляющимся в аустенитной матрице хромистым карбидам, обладающим высокими твердостью и прочностью.

Мелкую структуру крупных отливок получают легированием ванадием, способным образовать в высокомарганцовистой стали тугоплавкие и твердые частицы нитридов и карбидов, регулирующие процесс кристаллизации. Особенно эффективно легирование стали 110Г13Л ванадием, если в ней присутствует титан в количестве 0,04–0,07 %. Совместное действие присадок ванадия и титана измельчает структуру стали и повышает ее способность к наклепу.

2.2.2.2 Износостойкость резин и полиуретанов

Значительная часть оборудования испытывает одновременно высокие ударные нагрузки и истирающие воздействия. До настоящего времени в металлических сплавах не удалось совместить два таких важных показателя физико–механических свойств – твердость и пластичность, т. е. создать материал, обладающий одновременно и высокой износостойкостью при ударных или больших статических нагрузках, и сопротивлением изнашиванию при абразивном воздействии, которое сопровождается кавитационным, коррозионным и другими смешанными видами износа.

Таковыми свойствами обладают эластомерные материалы при правильном подходе к их использованию.

Применение износостойких эластичных материалов, в первую очередь резин и полиуретанов, является одним из наиболее эффективных направлений в области повышения надежности и долговечности работы оборудования.

Резина представляет собой сложную многокомпонентную систему из каучука и 10–15 (иногда более) разнообразных веществ (ингредиентов). Свои ценные технические свойства резина приобретает в завершающем цикле ее производства – вулканизации.

Основным сырьем для изготовления резины являются каучуки, тип которых определяют технические и технологические свойства резиновой смеси. Все каучуки – синтетические и натуральные – представляют собой высокомолекулярные соединения.

Способность каучуков и резин на их основе к большим обратимым высокоэластичным деформациям, проявляющимся в широком интервале температур, позволяет отнести эти материалы к особой группе высокомолекулярных соединений – эластомерам.

Если основные параметры металлических сплавов определяются микроструктурой и химическим составом, то основные свойства резин – прочность, эластичность, износостойкость, коррозионная стойкость –

молекулярной структурой каучука и ингредиентов, входящих в резиновую смесь, а также технологией ее изготовления.

Резина – более сложный материал, чем металлические сплавы, и эффективность ее применения в тех или иных условиях эксплуатации зависит от правильного использования ее свойств.

Резины благодаря своему многообразию не только сочетают свойства различных по характеристикам материалов, но и превосходят по качеству применяемые в горно–обогатительной промышленности сплавы и композиционные материалы.

Для правильной оценки свойств резины и полимерных материалов и изготавливаемых из них деталей необходимо иметь представление о характеристиках каучука и компонентов, входящих в состав резиновой смеси.

Натуральный каучук (НК). Резины из натурального каучука обладают прочностью, эластичностью, высоким сопротивлением истиранию и морозостойкостью, но имеют невысокую масло–, озono–, и теплостойкость. Резины на основе НК хорошо крепятся к металлам большинством известных методов и поэтому широко применяются для изготовления ответственных резинометаллических деталей.

Из множества синтетических каучуков ниже рассмотрены лишь те, которые используются при изготовлении ответственных силовых деталей.

Изопреновые каучуки (СКИ). Изопреновый каучук СКИ–3 по химико–физической и механической структуре и свойствам равноценен натуральному каучуку. Этот каучук обладает высокой прочностью, хорошей клеится, сохраняет свои свойства при повышенных температурах, стойкий к окислениям. По техническим свойствам СКИ–3 используется для изготовления конвейерной ленты, напорных рукавов, резинотехнических изделий, защитных футеровок и прочего. На сегодняшний день применяется каучук марки СКИ–ЗНТ с повышенными химико–физическими и механическими свойствами, и наименьшим содержанием летучих веществ. Он

используется при изготовлении резины для изделий, работающих при экстремальных нагрузках и знакопеременных режимах нагружения.

Бутадиен–нитрильные каучуки (СКН) характеризуются маслостойкостью и высокой стойкостью к истиранию. Поэтому он используется в изготовлении изделий для авиационной, нефтяной, тракторной, автомобильной и других отраслей. Так же вулканизаты на основе СКН обладают большой теплостойкостью, и в зависимости от рецептуры применяются при температурах до 120–140 °С. Такая резина хорошо крепится к металлам и используется при изготовлении бензостойких агрессивных сред применяемых изделий: конвейерные ленты, шланги, топливные баки, прокладки, уплотнители и сальники и прочее.

Хлоропреновые каучуки по сопротивлению разрыву (3–6 МН/м²) близки к натуральному каучуку. Они имеют повышенную свето-, озono- и огнестойкость, а также хорошую стойкость к действию топлива и масел. Хлоропреновые каучуки имеют невысокую морозо- и теплостойкость, но обладают высокой клейкостью, и получаемые из них резины хорошо присоединяются к металлам. Применяются эти каучуки для изготовления деталей, которые должны быть высокоэластичными и стойкими к маслам и бензину, т. е. прокладок и диафрагм насосов для перекачки нефтепродуктов, рукавов, сальников и т. д.

Силоксановые каучуки. Основной особенностью резин на основе силоксановых каучуков является очень высокая термо- и морозостойкость, позволяющая сохранять основные физико-механические свойства вулканизата в диапазоне температур от –60 до +250° С. В некоторых случаях этот диапазон может быть расширен как в сторону низких температур (до –110 °С), так и высоких (до +350 °С). Силоксановые каучуки обладают очень высокими диэлектрическими свойствами, сопротивлением к действию озона, различных окислителей и ультрафиолетовых лучей. Резины на их основе используются для изготовления деталей, работающих в условиях низких и высоких температур при значительной концентрации озона и наличии

агрессивных сред; это прокладки, уплотнители, диафрагмы, сальники и герметизаторы для авиационной промышленности, вибропоглощающие устройства и элементы протезирования в медицине, детали для машин пищевой промышленности и т. д.

Фторкаучуки (СКФ) по сравнению с другими каучуками значительно более стойки к различным агрессивным средам, в том числе к бензину и маслам. Резины на основе СКФ обладают высокой термостойкостью и могут применяться в интервале температур от -30 до $+250$ °С. По этим свойствам резины из фторкаучуков приближаются к силоксановым резинам, но значительно превосходят их по прочности, износостойкости и устойчивости к различным органическим растворителям. Из таких резин изготавливают термостойкие, маслобензостойкие и антикоррозионные изделия для химической и авиационной промышленности: рукава, трубки, уплотнения, прокладки, диафрагмы и т. д.

Уретановые (изоцианатные) каучуки (СКУ) предназначены для изготовления резин, обладающих повышенной износостойкостью, масло- и озоностойкостью, а также вибро- и радиационностойкостью. Уретановые эластомеры могут длительное время работать в диапазоне температур от -35 до $+100$ °С и кратковременно (до 120 ч) при $+130$ °С в присутствии озона и различных масел в условиях абразивного износа. Однако каучуки СКУ нестойки к действию горячей воды и концентрированных щелочей и кислот. Эластомеры СКУ-6, СКУ-7, СКУ-7П и СКУ-8 применяются для изготовления изделий для угольной, автотранспортной и других отраслей промышленности, когда наряду с эластичностью требуется повышенная стойкость к истиранию в агрессивной среде. Так, СКУ-6, СКУ-7 и СКУ-8 применяются для изготовления различных уплотнений, клапанов карбюраторов, тормозных и направляющих роликов, шестерней бесшумных передач, а также износостойких и эластичных покрытий деталей пневмоинструмента, прядильных машин.

Каучук СКУ–6, кроме того, является оптически активным материалом и используется для изучения напряжений в различных конструкциях методом фотоупругости.

Каучук СКУ–7П широко используется в углеобогадательной промышленности при изготовлении просеивающих карт грохотов, износостойкой футеровки мельниц, центрифуг, в качестве противоабразивной футеровки рудных спусков, для изготовления различных технических деталей: прокладок, манжет, подшипников скольжения, мембран, вкладышей, рулевых тяг автомобилей, деталей лентопотяжных механизмов магнитофонов, демпферов и т. д.

Тиокаучуки (тиоколы) применяются в основном в виде замазок и покрытий, стойких к различным растворителям.

Для придания резине требуемых свойств каучуки смешивают с различными ингредиентами: вулканизирующими веществами, ускорителями вулканизации, активаторами ускорителей вулканизации, наполнителями, пластификаторами, противостарителями и красителями. К вулканизирующим веществам относятся сера, некоторые полисульфидные ускорители, органические перекиси, хиноны и их производные, окислы некоторых металлов (цинка, свинца, кадмия, магния), различные смолы и т. д. В последнее время получает распространение радиационная вулканизация резины, осуществляемая действием ионизирующих излучений. Одним из наиболее распространенных вулканизирующих веществ является сера, которая, взаимодействуя с каучуком, придает ему ряд ценных, специфических для резины свойств: высокую эластичность, прочность, химическую стойкость и т. д. Мягкие резины содержат обычно 1–4 массовые части (мас. ч.) серы на 100 мас. ч каучука. Для получения полутвердых резин в смеси вводят около 15–20 мас. ч. серы, а для получения эбонита – 30–50 мас. ч.

Для сокращения времени процесса вулканизации в резиновую смесь добавляют ускорители: тиурамы, дитиокарбаматы, тиазолы, сульфанамиды, гуаниды, ксантогенаты, производные тиомочевины, продукты конденсации

альдегидов с аминами и ускорители специального назначения. Ускорители, которые вводят обычно в небольшом количестве (0,5–2 %), оказывают активное действие в присутствии некоторых окислов металлов (активаторов вулканизации): окиси цинка, свинца, магния, кальция, кадмия и др. Активаторы не только существенно ускоряют вулканизацию, но и улучшают свойства вулканизаторов, повышают предел прочности при растяжении и сопротивлении раздиру, увеличивают динамическую выносливость.

Для защиты резин от старения, основной причиной которого является окисление, в них вводят специальные вещества (антиоксиданты, ингибиторы) – противостарители, замедляющие реакции окисления резины. Противостарители представляют собой, как правило, сложные органические соединения, такие, как фенолы, аминифенолы, продукты конденсации альдегидов с аминами и ацетона с анилином, вторичные нафтиламины, стеараты, полимерные вторичные ариламины, различные воски, соли поливалентных металлов и т. д.

В состав резиновой смеси вводят также пластификаторы (называемые иногда смягчителями), повышающие ее пластичность. Присутствие таких пластификаторов, как продукты переработки нефти, каменноугольные и растительные смолы, облегчает приготовление резиновых смесей, их формирование, заполнение смесями форм, уменьшает теплообразование в процессе смешения.

Для повышения прочности, износостойкости, сопротивления химическим воздействиям и т. д. в резиновую смесь добавляют наполнители, наиболее распространенным из которых является сажа.

Благодаря приведенным свойствам каучуков и ингредиентов резиновых смесей современная химическая промышленность может выпускать резины и изготавливать резиновые детали с самыми разнообразными физико–механическими свойствами.

Исходя из условий применения резины можно разделить на следующие группы:

1. Теплостойкие. К этой группе относятся паро- и огнестойкие резины, а также резины, предназначенные для эксплуатации в условиях тропического климата.
2. Морозостойкие.
3. Пористые.
4. Специальные. Это маслбензостойкие, кислотостойкие, электропроводящие, рентгенозащитные, и износостойкие резины.
5. Твердые (эбониты).

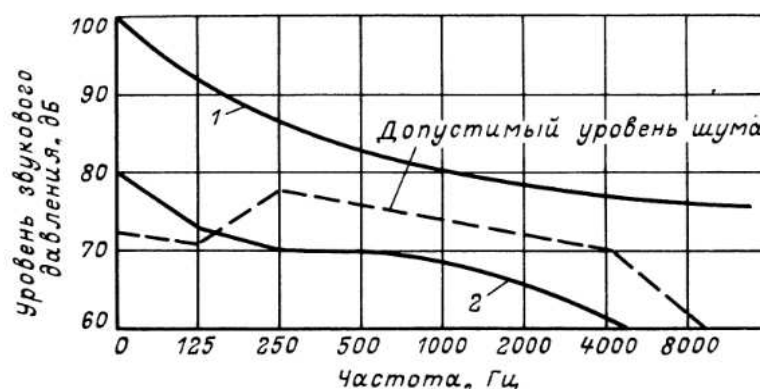


Рисунок 2.20 – Зависимости уровня шума при работе шаровых мельниц со стальной (1) и резиновой (2) футеровкой

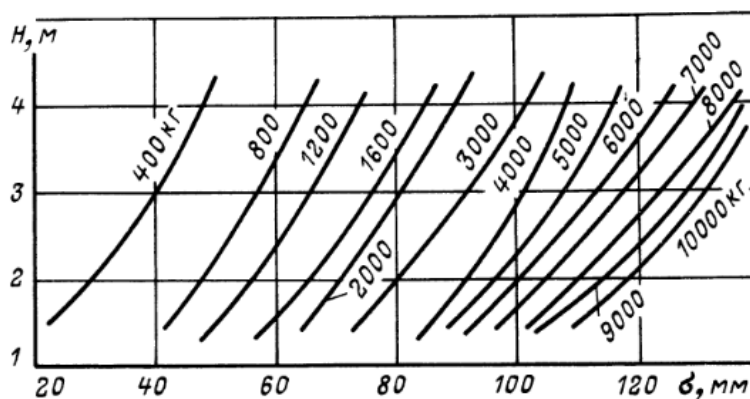


Рисунок 2.21 – Зависимости рекомендуемой толщины резиновой футеровки от высоты падения и массы кусков

Из всех перечисленных резин для футеровок и покрытий наиболее широко применяют износостойкие резины, объемы производства и разработка составов которых с каждым годом все больше увеличиваются.

В горно–обогатительной отрасли промышленности резина используется в качестве износостойких и коррозионных покрытий для изготовления деталей и футеровок.

С помощью износостойких резин для тяжелонагруженного оборудования, работающего с ударными и знакопеременными нагрузками, добиваются снижения уровня шума и вибраций опорных оснований. На рис. 2.2. показаны зависимости уровня шума при работе рудоизмельчительной барабанной мельницы с резиновой и металлической футеровкой. В области низких и средних частот, особенно вредных для человека, наблюдается снижение уровня шума. Если уровень шума на частоте 250 Гц при стальных футеровках составляет 85–88 дБ, то при резиновой футеровке – 70 дБ, что ниже допустимого уровня на заданной частоте.

При выборе толщины резины как футеровочного материала необходимо учитывать размер и форму кусков, угол и высоту падения материала, амортизационные свойства резины.

Если размеры резиновой плиты выбраны правильно, то при падении куска перпендикулярно к поверхности футеровки с высоты не более 3–4 м износа резины практически наблюдаться не будет. При недостаточной толщине резины в месте удара она не будет полностью поглощать энергию за счет упругих свойств, и из–за недопустимых растягивающих напряжений будет происходить разрыв ("пробой") резины. На рис. 2.3 показаны зависимости рекомендуемой толщины, резиновой футеровки от высоты падения материала и массы кусков.

Высокая износостойкость резины проявляется при угле падения материала свыше 40–50 °, что особенно важно учитывать при выборе формы резинового износоустойчивого элемента. Зависимости абразивного и усталостного износа стальной и резиновой футеровок от угла падения материала показаны на рис. 2.4.

Износ резиновых элементов зависит также от скорости потока материала, соприкасающегося с резиной. Резины твердостью 60 ед. по Шору

при скорости потока минерального сырья более 6 м/с не успевают поглотить энергию удара и работают как твердый материал.

Мягкие резины с повышенными энергопоглощающими свойствами могут успешно работать в песковых и грунтовых насосах при скорости потока до 25 м/с, а в отдельных случаях при малых размерах частиц (–1,0 мм), – до 30 м/с.

Интенсивность износа стали в значительной степени зависит от крепости перерабатываемого материала в отличие от резины, влияние крепости на интенсивность износа которой сказывается мало (при условии, что твердость резины значительно меньше крепости перерабатываемого материала).

На рис. 2.5 показаны зависимости износа стали и резины от крепости сырья, перерабатываемого в горной промышленности (в диапазоне, обозначенном пунктирными линиями).

При переработке таких материалов, как кварц и пирит, имеющих крепость, превышающую твердость стали, резиновые футеровки имеют преимущества перед стальными. Однако при переработке таких материалов, как известняк, износ резиновых деталей значительно выше стальных.

Резина в зависимости от марки применяемого каучука и ингредиентов обладает различными износостойкостью, эластичностью, амортизирующей способностью, механической прочностью, стойкостью к воздействию химических и агрессивных веществ.

Как правило, наибольший эффект дает применение резины, разработанной с учетом конкретных условий эксплуатации. Так, разработанная Свердловским заводом РТИ щелочностойкая резина марки 4–54 при работе в среде с концентрацией щелочи до 320 г/л и температурой +105 °С имеет стойкость в 1,5 раза выше резины 1801–6, используемой для изготовления футеровок рудоизмельчительных мельниц.

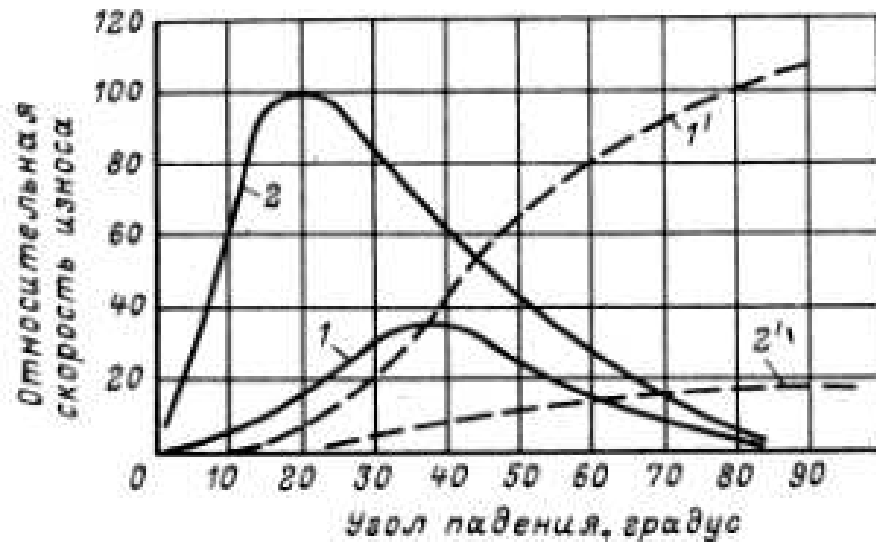


Рисунок 2.4 – Зависимости абразивного (—) и усталостного (---) износов стальной (1,1') и резиновой (2,2') футеровок от угла падения материала.

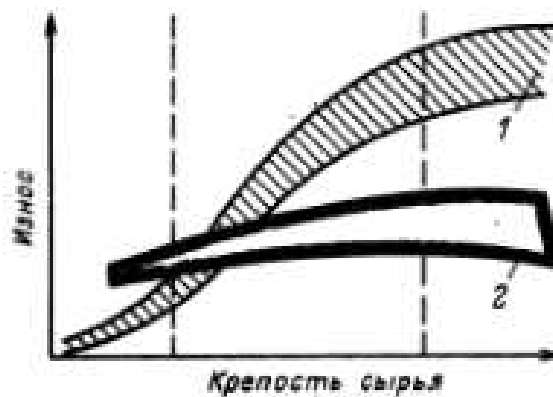


Рисунок 2.5 – Зависимости износов стали (1) и резины (2) от крепости сырья, перерабатываемого в горной промышленности

Резина марки 10954 для футеровки шкивов шахтных подъемных машин имеет срок службы в 2–3 раза больше, чем резина 34–РИ–12, применявшаяся ранее для изготовления этих футеровок.

Шведская фирма "Скега" для футеровки мельниц в зависимости от крупности исходного продукта, размеров шаров и диаметра мельниц применяет три различные марки резины (6160001, 6160002 и 6170006).

Важным условием эффективного применения резиновой футеровки, особенно в шаровых мельницах, является эластичность ее крепления.

Как показывает опыт эксплуатации, срок службы резиновой футеровки с эластичным креплением на 50 % выше, чем футеровки, прикрепленной к каркасу методом вулканизации.

По физико–механическим и технологическим свойствам полиуретаны близки к резинам. Наиболее широкое распространение получили литьевые полиуретаны благодаря простоте технологического процесса изготовления из него деталей и снижения требований к точности пресс–форм. Синтезируются полиуретаны на основе сложных и простых полиэфиров в присутствии различных сшивающих агентов. Особенностью процесса является практически одновременное протекание их синтеза из полиэфира и диизоуоната, осуществляемого в реакторе под вакуумом при 70–80 °С, и образование поперечных связей после заливки в формы.

Главное преимущество литьевых полиуретанов состоит в возможности изготовления изделий непосредственно на месте их потребления методом свободного вакуумного или центробежного литья в формы. Применяются полиуретаны для изготовления крупногабаритных изделий сложного профиля, массивных шин поддерживающих отжимных валков тонколистовых прокатных станков, просеивающих поверхностей и т. д.

3 СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ФУТЕРОВКИ МЕЛЬНИЦ

3.1 Анализ работы мельницы с металлической футеровкой барабана

В процессе эксплуатации размольного оборудования фабрики обогащения наблюдается интенсивный износ футеровки внутренних поверхностей мельниц. Интенсивность износа футеровок во многом зависит от режима работы мельничного оборудования, крупности и твердости измельчаемого продукта, а также от материала, из которого выполнена футеровка. По мере стирания футеровки, требуется регулярная ее замена, на осуществление которой требуется много времени, а также материальных затрат. На отдельных предприятиях механизация футеровочных работ маловероятна ввиду ограниченного пространства вокруг мельницы для специализированных манипуляторов типа «мехрука», что делает перефутеровку более трудоемким процессом, так как необходимо привлечение дополнительных человеческих ресурсов: стропальщиков, машинистов кранов и т.д. Отдельные плиты металлической футеровки имеют относительно большую массу, что повышает риск производственного травматизма при выполнении футеровочных работ.

В результате укрупнения измельчительного оборудования в целях общего повышения производительности, улучшения качества продуктов измельчения и сокращения обслуживания и ремонтов в настоящее время эксплуатируются шаровые мельницы диаметром 4500 мм, разрабатываются и осваиваются шаровые мельницы диаметром 6000 мм и мельницы самоизмельчения диаметром 9000 мм. Толщина футеровочных плит таких мельниц составляет 180–200 мм и масса 500 кг. В связи с этим требуются существенные затраты труда и времени при выполнении перефутеровочных работ, что, в свою очередь, вызывает производственные потери от простоев оборудования.

Как показывает практика эксплуатации мельниц, металлическая футеровка имеет сравнительно небольшой ресурс работы, в связи с низкой износостойкостью при абразивной истирании. По данным АО «Лебединский ГОК» срок службы металлических броней центральной части мельницы МШРГУ 4500х6000 составляет 6 месяцев.

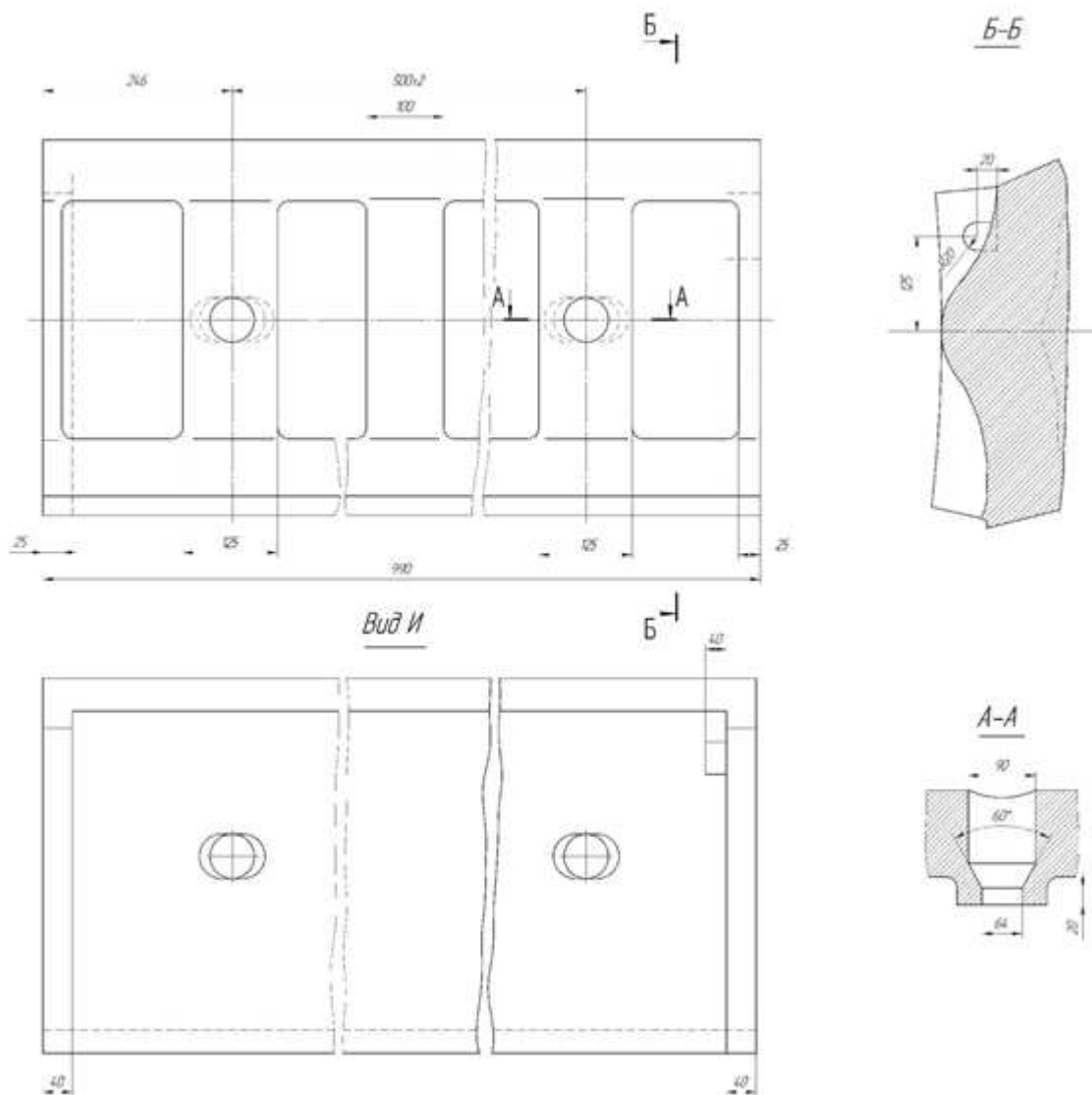


Рисунок 3.1 – Металлическая футеровка

Работа мельницы без замены футеровки может привести к сквозному износу плит, приводящему к выпадению крепежных болтов и утечке пульпы через болтовые отверстия, а также к износу корпуса барабана, что в свою очередь приводит к длительному и очень затратному ремонту мельницы.

Чтобы избежать подобного случая, необходимо постоянно держать на контроле износ футеровочных плит, и выполнять своевременную их замену.

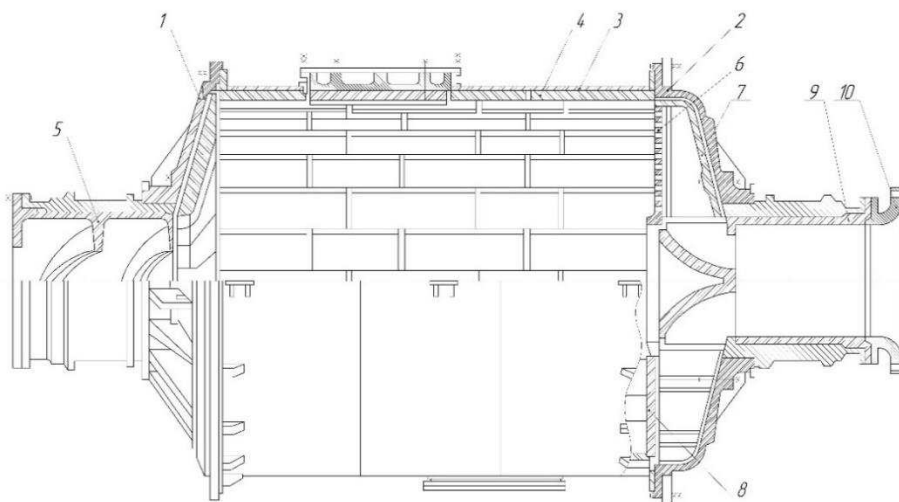
Для полной замены футеровки барабана мельницы МШРГУ 4500х6000 требуется 10–12 суток. Одной из основных задач предприятия является повышение коэффициента использования оборудования (КИО), от которого зависит его производительность. Простои оборудования в ремонтах ведут к снижению КИО. Следовательно, для увеличения коэффициента использования оборудования, необходимо применять новые методы ремонтов обогатительных машин или модернизировать их, чтобы увеличить межремонтный период.

Таблица 3.1 – Норматив наработки футеровки мельниц МШРГУ 4500×6000

№ п/п	Наименование футеровки	Чертеж	Материал	Кол-во в комплекте, шт.	Вес ед., тн.	Масса комплекта, тн.	Норматив наработки, мес.
1	2	3	4	5	6	7	8
<u>МШРГУ 45×60</u>							
<u>Футеровка стенки загрузочной</u>							
1	Броня торцевая	МШ-45Т-001	110Г13Л	15	0,850	12,750	12
<u>Футеровка барабана</u>							
2	Броня	1-162882	110Г13Л	45	0,353	15,885	6
3	Броня	1-162883	110Г13Л	90	0,523	47,070	6
<u>Футеровка стенки разгрузочной</u>							
4	Решётка	1-143308-У42СБ	110Г13Л	10	0,990	9,900	6
5	Элеватор	1-127604-У42СБ	110Г13Л	10	1,630	16,300	18

Возникшее противоречие между необходимостью увеличения срока службы и уменьшением массы футеровки может быть решено путем изготовления плит из материалов, обладающих меньшей плотностью и

высокой износостойкостью. Такими материалами являются специальные износостойкие резины.



1–торцовая стенка загрузочная; 2–торцовая стенка разгрузочная;
3–барабан; 4–футеровка; 5–патрубок загрузочный; 6–решетка;
7–элеватор; 8–клин; 9–воронка разгрузочная; 10–горловина воронки.
Рисунок 3.2 – Барабан мельницы МШРГУ 4500х6000, футерованный
стальной броней

3.2 Возможные варианты совершенствования футеровки

3.2.1 Анализ патентов и изобретений по совершенствованию футеровок

Рассмотрим ряд патентов на конструктивные решения и совершенствования футеровки.

1.) Патент № 2 546 881 «Футеровка барабанной вращающейся мельницы (варианты)»

1. Футеровка барабанной вращающейся мельницы, состоящая из продольных лифтеров и примыкающих к ним плит, изготовленных из эластомеров, отличающаяся тем, что плиты армированы стальными стержнями, размещенными в теле плиты перпендикулярно к нижней ее

поверхности, при этом высота стержней равна толщине плиты, нижние их торцы расположены на уровне нижней поверхности плиты, а расстояние между стержнями находится в пределах $l=d\div 3d$, где d - диаметр наибольших шаров в мельнице.

2. Футеровка барабанной вращающейся мельницы, состоящая из продольных лифтеров и примыкающих к ним плит, изготовленных из эластомеров, отличающаяся тем, что лифтеры армированы стальными стержнями, размещенными в теле лифтера параллельно продольной верхней поверхности лифтера в виде ряда, закрепленными на установленных по торцам лифтера стальных пластинах, нижние кромки-срезы которых выступают под нижней поверхностью лифтера на высоту слоя плиты, защемляемого лифтером при установке футеровки в барабане мельницы.

3. Футеровка по п.2, отличающаяся тем, что стержни установлены в теле лифтера в 2-3 ряда по высоте, при этом смежные стержни располагаются в шахматном порядке.

4. Футеровка по п.2, отличающаяся тем, что примыкающие к армированным лифтерам плиты армированы стальными стержнями, размещенными в теле плиты перпендикулярно к нижней ее поверхности, при этом высота стержней равна толщине плиты, нижние их торцы расположены на уровне нижней поверхности плиты, а расстояние между стержнями находится в пределах $l=d\div 3d$, где d - диаметр наибольших шаров в мельнице.

2.) Патент № 2 575 114 «Износостойкая футеровка для мельниц»

1. Износостойкая футеровка для шаровых мельниц, содержащая основу (3), выполненную из упругодеформируемого материала на рабочей поверхности (4), подвергаемой износу, углубления (5), подходящие для размещения в них тел из твердого материала, наличие которых предназначено для создания повышенной износостойкости

рабочей поверхности (4), поскольку они являются подходящими для вступления в контакт с мелющими телами или шарами (6), выполненными из твердого материала, которые используют в мельнице, при этом по меньшей мере часть указанных углублений (5) имеет такие размеры и пропорции, что каждое из углублений способно вмещать по меньшей мере одно из указанных мелющих тел или шаров (6), причем указанные углубления (5) имеют такую форму и размеры по отношению к форме и размерам мелющих тел или шаров (6), что после завершения их внедрения и закрепления определяют конфигурацию рабочей поверхности, в которой указанные мелющие тела или шары (6) неподвижно размещены в соответствующих углублениях (5), отличающаяся тем, что каждое из указанных углублений (5) выполнено в форме полости, ограниченной участком сферической поверхности сферического сегмента, глубина которого не меньше радиуса соответствующей сферы.

2. Износостойкая футеровка по п. 1, отличающаяся тем, что по меньшей мере часть каждого мелющего тела или шара (6), неподвижно размещенного в соответствующем углублении (5), выступает наружу по меньшей мере частично, от указанной рабочей поверхности (4).

3. Износостойкая футеровка по п. 1, отличающаяся тем, что углубления (5) имеют форму и размеры по отношению к форме и размерам мелющих тел или шаров (6), обеспечивающие после завершения их внедрения и закрепления возможность размещения по меньшей мере части каждого из указанных мелющих тел или шаров (6) на том же уровне, что и рабочая поверхность (3), не выступая над указанной поверхностью.

4. Износостойкая футеровка по п. 1, отличающаяся тем, что углубления (5) имеют форму и размеры по отношению к форме и размерам мелющих тел или шаров (6), обеспечивающие возможность размещения мелющих тел или шаров (6), или их частей ниже уровня,

установленного рабочей поверхностью (4) после завершения их внедрения и закрепления.

5. Износостойкая футеровка по п. 1, отличающаяся тем, что в начальном, не изношенном состоянии указанные мелющие тела или шары (6) имеют взаимно равные диаметры.

6. Износостойкая футеровка по п. 5, отличающаяся тем, что в начальном, не изношенном состоянии указанные мелющие тела или шары (6) имеют диаметры, обеспечивающие возможность закрепления путем посадки мелющего тела или шара (6) в углублении (5).

7. Износостойкая футеровка по п. 1, отличающаяся тем, что каждое из указанных углублений (5) имеет форму цилиндрического углубления (50), ограниченную боковой цилиндрической поверхностью с осью, перпендикулярной рабочей поверхности (4), и диаметр, обеспечивающий соединение путем посадки с одним мелющим телом или шаром (6), в начальном не изношенном состоянии.

8. Износостойкая футеровка по п. 1, отличающаяся тем, что каждое из указанных цилиндрических углублений (50) имеет глубину не меньше диаметра одного из указанных мелющих тел или шаров (6) в начальном, не изношенном состоянии.

9. Износостойкая футеровка по п. 1, отличающаяся тем, что она содержит основу (3), имеющую углубления различной формы и размеров, подходящие для вмещения мелющих тел различной формы и размеров.

10. Износостойкая футеровка по п. 1, отличающаяся тем, что она содержит основу (3), имеющую углубления различной формы и размеров, подходящие для вмещения ряда мелющих тел, плотно упакованных рядом друг с другом.

11. Износостойкая футеровка по п. 1, отличающаяся тем, что она содержит основу (3), имеющую углубления различной формы и размеров, подходящие для вмещения ряда мелющих тел, плотно

упакованных рядом друг с другом, причем указанные мелющие тела имеют различные формы и размеры.

3.) Патент № 2 038 149 «Футеровка шаровой мельницы»

1. Футеровка шаровой мельницы, содержащая выполненные из эластичного материала секции из набора вкладышей, которые образуют рабочую поверхность, при этом со стороны нерабочей поверхности на каждом из них выполнен внутренний продольный паз, поперечный профиль которого соответствует профилю размещенного в нем элемента крепления, отличающаяся тем, что на рабочей поверхности каждого вкладыша выполнены продольные углубления, расположенные под углом к оси вращения мельницы, при этом набор вкладышей в каждой секции составляет рабочую поверхность в форме наклонных участков, образующих последовательные ступеньки, кроме того, на нерабочей поверхности каждого вкладыша выполнен дополнительный внутренний продольный паз, при этом пазы размещены симметрично продольной оси вкладыша, а элементы крепления между собой и с барабаном мельницы связаны промежуточным элементом крепления аналогичного им профиля, размещенным в выемке между пазами;

2. Футеровка по п.1, отличающаяся тем, что угол между осью продольного углубления и осью вращения мельницы составляет 35-45°.

3. Футеровка по п.1, отличающаяся тем, что размер продольных углублений по высоте составляет 2-3 максимальных диаметра мелющего шара, а по ширине равен 0,8-0,9 диаметра последнего.

4. Футеровка по п.1, отличающаяся тем, что высота более низкой стороны одного вкладыша равна высоте более высокой стороны контактирующего с ним вкладыша той же секции.

4.) Патент № 110 294 «Резинометаллическая футеровка шаровой мельницы»

Резинометаллическая футеровка барабана шаровой мельницы, содержащая резинометаллические лифтеры и резиновые плиты, крепится к барабану с помощью соединений типа «ласточкин хвост», отличающаяся тем, что закрепленный к резиновому основанию лифтера с рабочей стороны металлический вкладыш имеет ребристую форму, при этом рабочая сторона лифтера представлена поперечными ребрами, образующими ячейки, расстояние между ребрами составляет 0,85-0,95 диаметра наибольшего используемого шара, а ширина плиты определяется в соответствии с соотношением:

$$L=H/ \operatorname{tg}\alpha,$$

где L - ширина плиты;

H - высота выступающей части лифтера;

α - угол атаки.

Выводы:

1) Существует множество способов совершенствования футеровки, некоторые из них были проанализированы выше, а именно такие способы как:

- замена стальной футеровки на резиновую,
- армирование футеровочных плит стальными стержнями,
- изменение геометрической формы поверхности футеровки,
- привулканизирование к резиновому лифтеру металлического вкладыша,
- изменение способа крепления футеровки.

2) Недостатки:

- сложность реализации
- невозможность использования в эксплуатационных условиях
- необходимость дополнительных экспериментальных исследований и обоснований

3.2.2 Опыт совершенствования футеровок

3.3.1 Профили футеровок барабанных мельниц

В мельницах всех типов измельчение частиц происходит под действием как ударных импульсов, так и скалывающих усилий. В барабанных мельницах при вращении барабана измельчающая среда (шары, стержни, рудная галя) поднимается на некоторую высоту, а затем сползает, скатывается или падает вниз. Материал измельчается под ударами падающей измельчающей среды и от трения между слоями технологической загрузки. Следовательно, и на внутреннюю поверхность барабана мельницы действуют интенсивные ударные и истирающие нагрузки. Для защиты барабана от изнашивающего и разрушающего действия применяют сменные футеровочные элементы: цилиндрической поверхности барабана, торцевые (в мельницах с разгрузкой через решетку она служит и торцевой футеровкой), цапф мельниц.

Кроме защиты внутренней поверхности от износа профиль футеровки цилиндрической части барабана существенно влияет на механику дробящей среды, которая определяет эффективность и производительность мельницы. Это должно быть учтено при разработке профиля футеровки.

Таким образом, при конструировании футеровок следует исходить из двух основных требований: обеспечения режима движения измельчающей среды и максимальной износостойкости, а также максимальной унификации элементов футеровок для мельниц различных размеров и типов в целях сокращения номенклатуры запасных частей, несложной их установки и замены, подбора футеровочных деталей с одинаковым по возможности сроком службы для одновременной их замены при ремонтах.

За счет рациональной формы футеровки могут быть повышены технико-экономические показатели работы мельницы: срок службы футеровки; расход футеровки (г/т материала); удельный расход электроэнергии (кВт/т материала), производительность по готовому классу – 0,074 мм (т/ч·м³).

3.3.2 Конструкции резиновых футеровок в барабанных мельницах

Наибольшее распространение для футерования мельниц получили сорта резин шведских фирм "Скега" и "Треллеборг". В 1973 г. за рубежом эксплуатировалось 400 мельниц с диаметром до 6 м, футерованных резиной фирмы "Скега". Срок службы резиновой футеровки по сравнению со сроком службы металлических плит выше не менее чем в 1,5 раза.

Производство резин 1801–6 по рецептурам и технологии фирмы "Скега" освоено в СССР, и в 1981 г. на предприятиях Минцветмета СССР футеровка из резины этой марки была установлена на 85 % рудоразмольных мельниц II и последующих стадий измельчения. Благодаря этому износостойкость футеровок по сравнению со стальными увеличилась в 2–3 раза.

Износостойкость некоторых сортов резин отечественного производства в гидроабразивной среде в 2–3 раза выше износостойкости стали 110Г13Л. Для изготовления футеровок мельниц рекомендованы сорта резин 4–54 Свердловского завода РТИ и 2529 Курского завода РТИ.

Проверку износостойкости марок резин (1801–6 фирмы «Скега», 4–54 Свердловского завода РТИ, 2529 Курского завода РТИ и 6252 завода "Каучук"), рекомендованных для изготовления футеровок мельниц, в промышленных условиях проводили на ЦГОКе на мельнице МШЦ–3600х5000. Шаровая загрузка составляла 90–95 т шарами диаметром 80 и 60 мм (по 50 %). Крупность исходного продукта составила 30% класса –1,0 + 0,52 мм при производительности мельницы 350–380 т/ч.

Для испытаний из каждого типа резины были изготовлены 30 футеровочных плит, которые закреплялись в мельнице поочередно рядами по длине барабана.

Ввиду большого различия плотности резины и металла за критерий износостойкости в этих условиях принимали скорость изнашивания, т. е. уменьшение толщины футеровки за один час работы мельницы. Средняя скорость изнашивания футеровок за период работы мельницы в течение двух

лет приведена в табл. 3.2. Самую высокую износостойкость показала отечественная резина марки 4–54, несколько ниже резина марки 2529. Однако резина марки 2529 имеет ряд других преимуществ, например, значительно лучше поддается технологической обработке при изготовлении футеровочных плит литьевым способом. Резины 4–54 и 2529 более экономичны по сравнению с резиной марки 1801–9, так как в них вместо натурального применен синтетический каучук.

Таблица 3.2 – Средняя скорость изнашивания футеровок

Резиновая футеровка			Металлическая футеровка		
Марка	Тип и количество каучука (вес в частях)	Скорость изнашивания, мм/ч	Материал	Профиль	Скорость изнашивания, мм/ч
4-54	СКИ 3-100	0,0010–0,0012	Сталь 110Г13Л	Шаро-шиповой	0,0078 0,0122
2529	СКИ 3-100	0,0012–0,0015	То же	Каскадный	0,0081 0,0100
6252	НК-100	0,0030–0,0035	–"–	Ребристый	0,0080 0,0112
1801-6	НК-50 СКД-50	0,0018–0,0025			

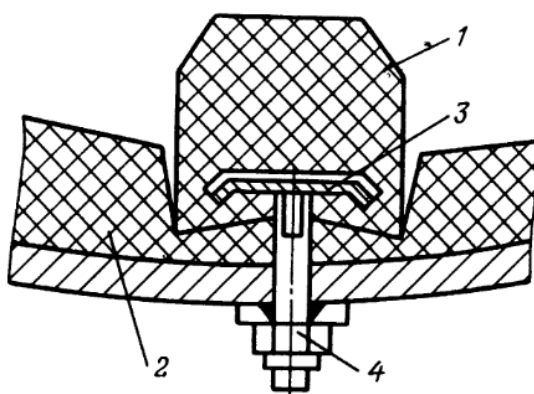
Проведенные испытания подтвердили целесообразность использования резин марок 2529 и 4–54 для изготовления футеровок мельниц.

Первые предложения по использованию резиновых футеровок относятся к началу 30–х годов, однако из-за отсутствия надежных средств крепления или чрезвычайно сильного износа они не нашли применения. Пользуясь термином вычислительной техники, эти футеровки можно назвать футеровками первого поколения.

В начале 60–х годов предложено решение крепления резиновых футеровочных плит резиновыми брусками (лифтерами), которые условно можно назвать футеровками второго поколения.

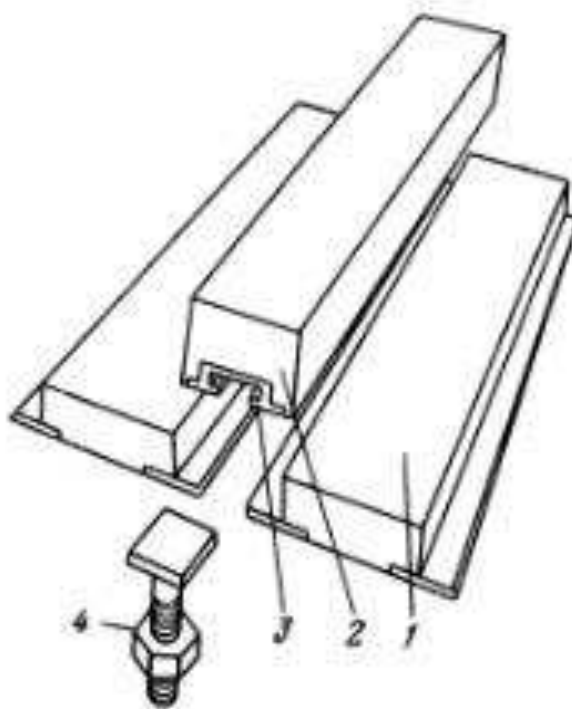
В настоящее время применяются в основном две системы крепления резиновых футеровочных плит лифтерами, предложенные шведскими фирмами "Скега" и "Треллеборг". По системе "Скега" крепление осущест-

вляется прижимной скобой, вставляемой в Т-образную прорезь цельно-резинового лифтера, который прижимает футеровочную плиту по всей длине (рис. 3.3). Для крепления по системе фирмы "Треллеборг" применяется металлическая планка, которая прикрепляется к цельнорезиновым лифтерам клеевым способом в процессе вулканизации и прижимным болтом (рис. 3.4). Вторая конструкция лифтера менее технологична при изготовлении и находит ограниченное применение.



1 – цельнорезиновый лифтер; 2 – футеровочные плиты; 3 – прижимная скоба; 4 – крепежный болт

Рисунок 3.3 – Система крепления резиновых футеровок фирмы «Скега»



1 – футеровочная плита; 2 – резиновый лифтер; 3 – металлическая планка; 4 – крепежный болт

Рисунок 3.4 – Система крепления резиновых футеровок фирмы «Треллеборг»

На рис. 3.5 показаны варианты профилей поверхности резиновых футеровок плита–лифтер цилиндрической поверхности барабана: внахлестку (рис. 2.10,а), обладающий высоким сцеплением с шаровой загрузкой; волновой (рис. 2.10, б), обеспечивающий высокую производительность размола (38); сочетающий гибкие и жесткие лифтеры (рис. 2.10, в); гладкий (рис. 2.10, г), применяемый в шаровых мельницах с большой частотой вращения.

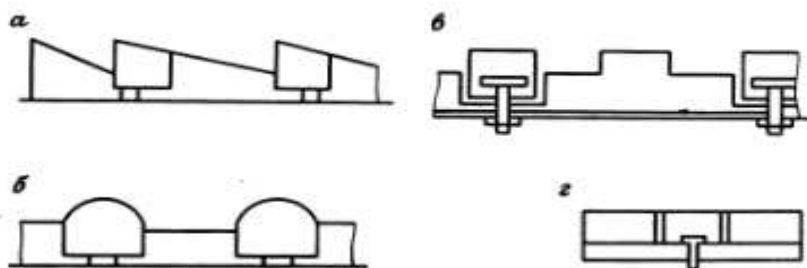


Рисунок 3.5 – Профили резиновых футеровок типа плита–лифтер

Опыт эксплуатации резиновых футеровок – плита–лифтер показал, что большое значение для их долговечности и экономических показателей измельчения имеют форма и размеры лифтеров.

На рис. 3.6 показаны конструкции лифтеров, применяемых в резиновых футеровках: квадратный (рис. 3.6, а), применявшийся в первых конструкциях резиновых футеровок; скошенный (рис. 3.6, б), получивший преимущественное распространение, так как срок его службы в 1,5–2 раза больше, чем квадратного; сегрегирующий (рис. 3.6, в), оказывающий избирающее воздействие на шаровую загрузку; асимметричный (рис. 3.6, г), показавший при испытаниях производительность на 30 % большую, чем квадратный.

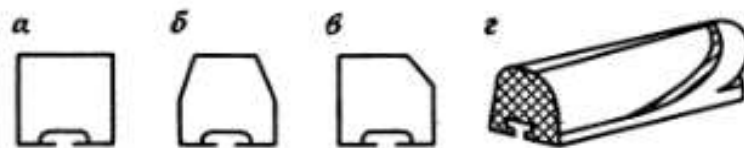


Рисунок 3.6 – Конструкции лифтеров, применяемых в резиновых футеровках

3.4 Цель и задачи усовершенствования методов футерования мельницы МШРГУ 4500х6000

В связи с выявленными недостатками в работе рудоразмольных мельниц в данном дипломной проекте предлагается усовершенствование методов футерования мельниц МШРГУ 4500х6000 путем замены материала броней с целью увеличения сроков службы футеровки барабанной части мельницы и повышения коэффициента использования оборудования.

Для реализации поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- подобрать новые виды футеровочных броней для барабанной части мельницы МШРГУ 4500х6000;
- определить ресурс предлагаемой футеровки;
- сравнить расчетные параметры ресурса работы броней до и после модернизации.
- определить условный экономический эффект от усовершенствования метода футерования мельницы.

3.5 Выбор футеровки для мельницы МШРГУ 4500х6000

Во время жесткой конкуренции на рынках добычи и переработки полезных ископаемых, наиболее остро стоит вопрос снижения себестоимости перерабатываемого сырья. Опыт ведущих мировых производителей горно-обогатительного оборудования показал, что использование резины в качестве

материала для футеровки мельниц обеспечивает существенное снижение затрат на процесс измельчения.

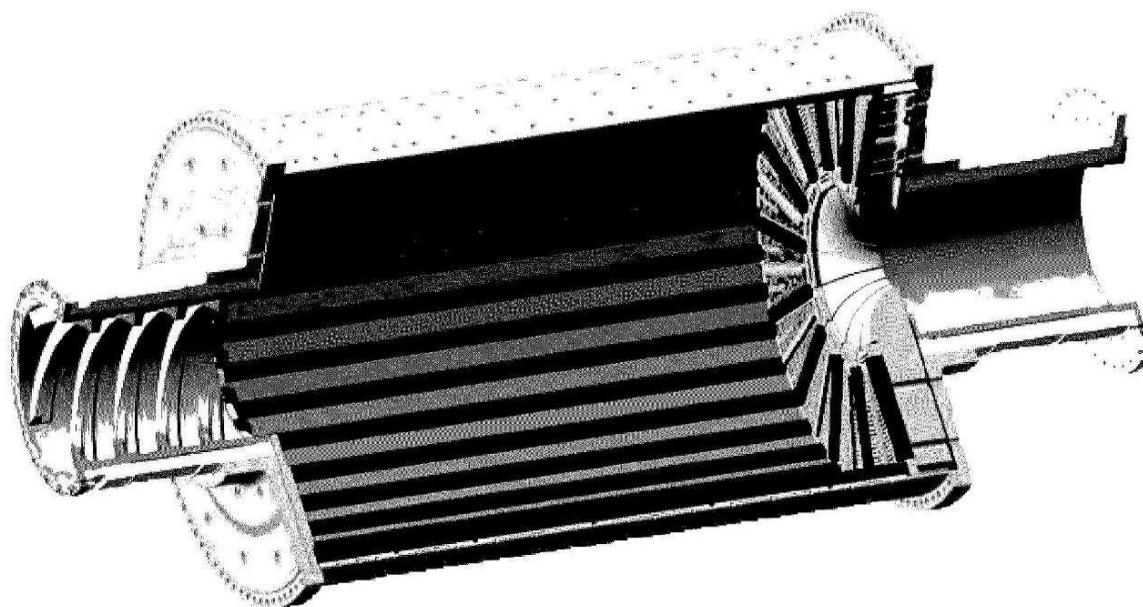


Рисунок 3.7 – Мельница футерованная в резиновой броне

Износостойкие покрытия из резины для футеровок, занимают лидирующие позиции в роли защиты горнообогатительного технологического оборудования. Резина защищает от абразивного и агрессивного воздействия внешней среды.

В футеровках из резины наиболее распространенной является классическая конструкция типа «лифтер – плита» (рис. 3.8), наряду с которой находят применение одноэлементные плиты различных профилей.

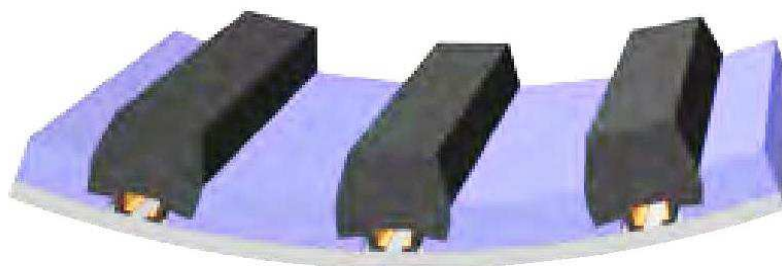


Рисунок 3.8 – Футеровка лифтер–плита «Классика»

Такая футеровка применяется для мельниц второй и третьей стадий измельчения. Для мельниц первой стадии измельчения используется комбинированная полиметаллическая футеровка, изготавливаемая из резины и вставок из износостойкого металла. На эксплуатационные и технологические показатели футеровки существенно влияют ее геометрические размеры и устойчивость к износу. Поэтому, выбор наиболее оптимальной конструкции футеровки является определяющим фактором, влияющим на эксплуатационные показатели мельницы.

ОАО «Уральский завод РТИ» – единственный в России производитель резиновой футеровки, который предлагает РТИ на все типоразмеры мельниц, в том числе для цементной промышленности.

Для футеровки шаровой мельницы МШРУ 4500х6000 была подобрана футеровка, состоящая из нескольких видов футеровочных плит.

Ниже приведен рисунок, на котором изображена мельница МШРГУ 4500х6000 в резиновой футеровке.

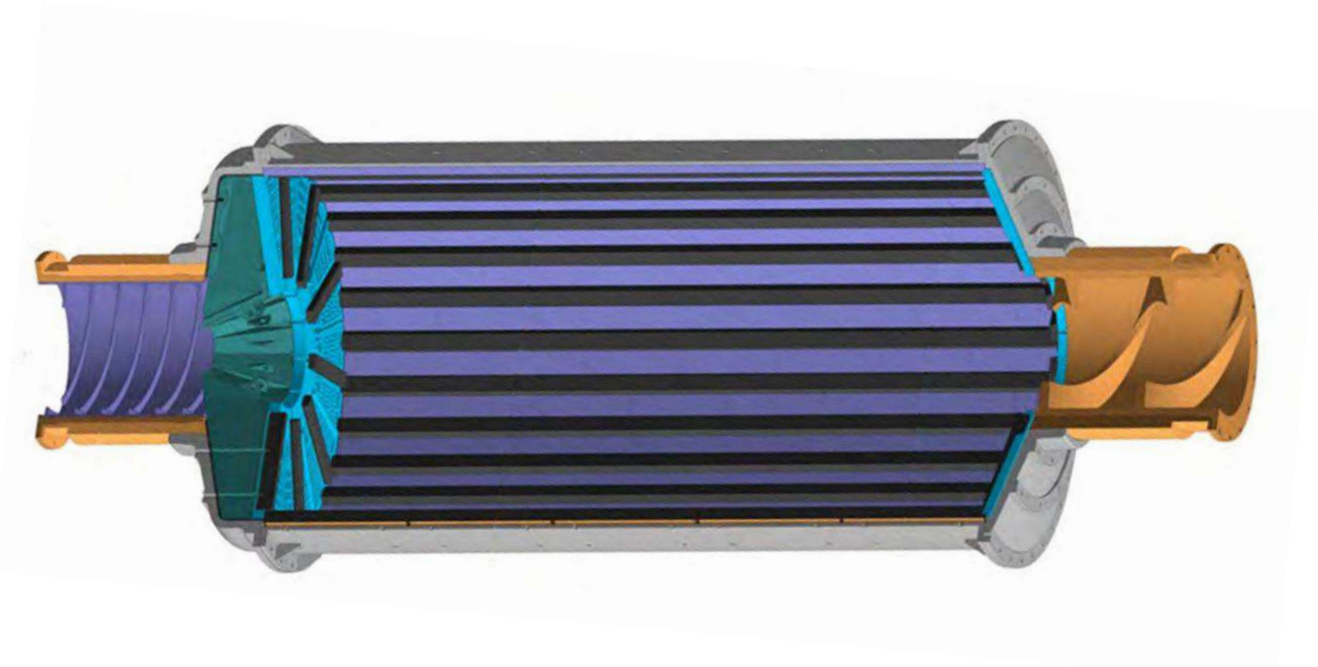


Рисунок 3.9 – Мельница МШРГУ 4500х6000 в резиновой футеровке

В таблице 3.3 приведены виды резиновых футеровочных плит для мельницы МШРГУ 4500х6000.

Таблица 3.3 – Комплект футеровки для мельницы МШРГУ 4500х6000

Футеровочная плита	Наименование	Количество
	Торцевая плита	15
	Торцевой лифтер	15
	Лифтер барабана	135
	Плита барабана	180
	Лифтер разгрузочной решетки	10
	Плита разгрузочной решетки	10

	Элеватор	10
---	----------	----

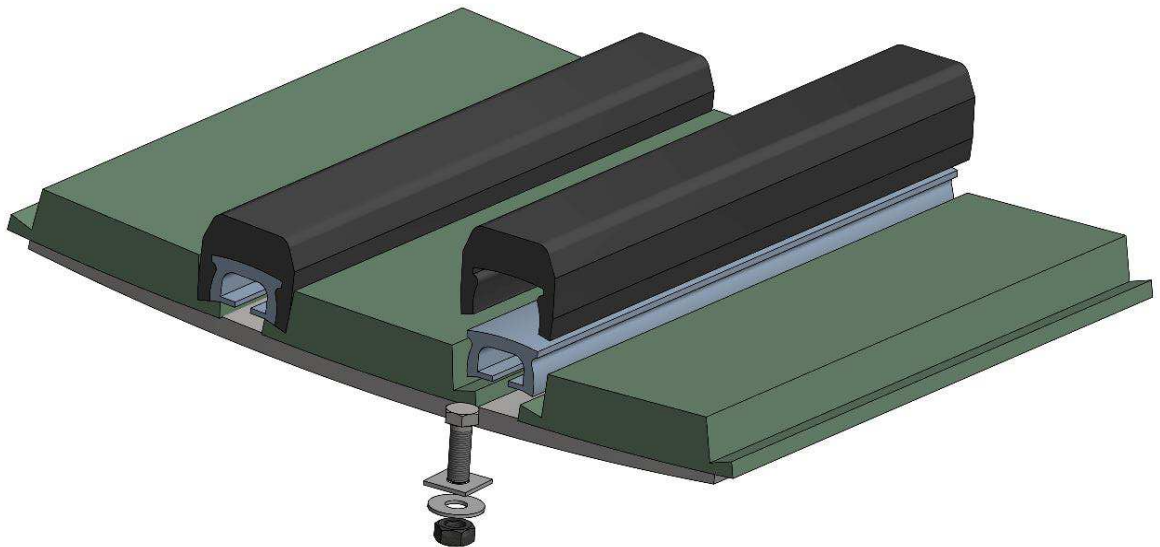


Рисунок 3.10 – Схема креплений футеровок при монтаже

Крепление футеровочных плит осуществляется с помощью фиксации лифтеров крепежными болтам.

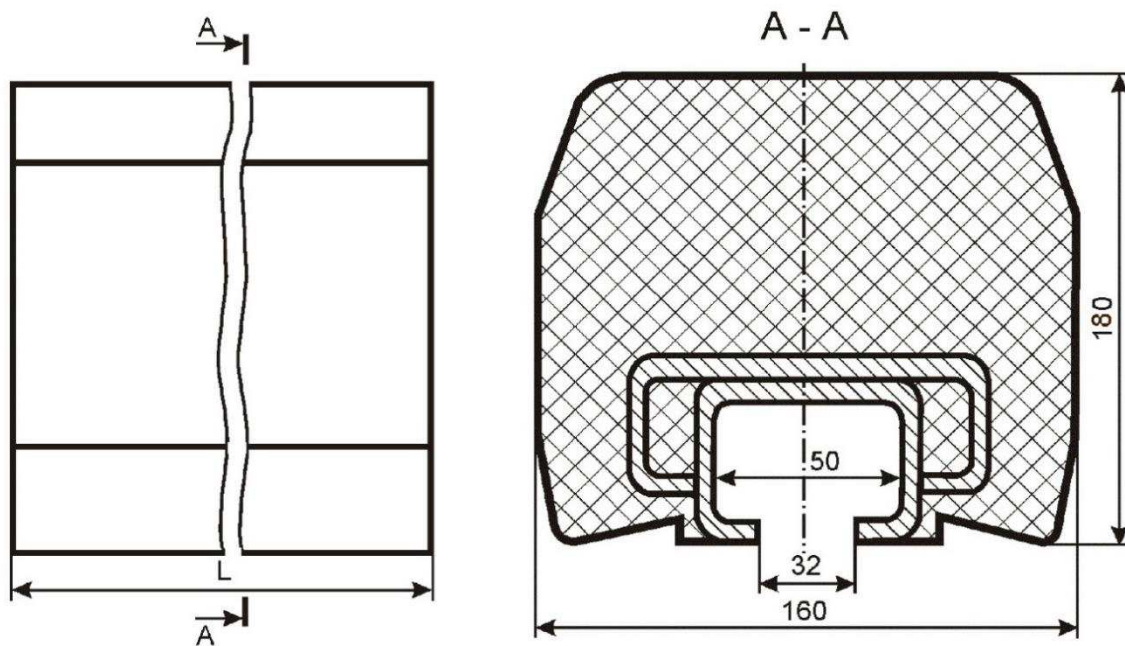


Рисунок 3.11 – Лифтер

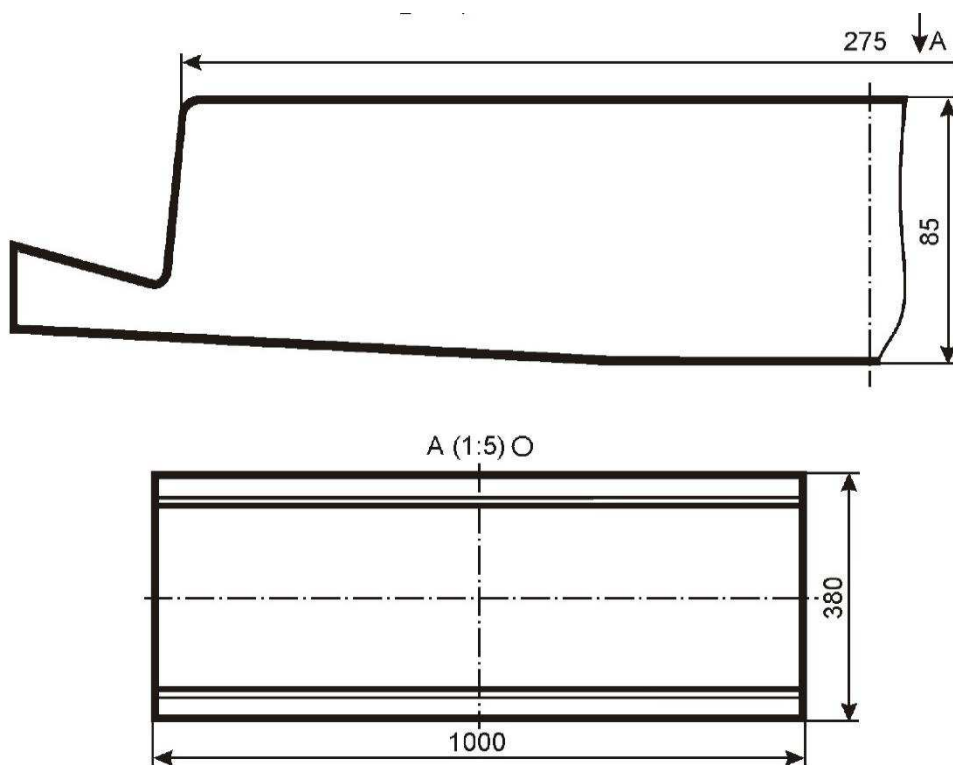


Рисунок 3.12 – Футеровочная плита

Полное использование всех уникальных свойств резины (исключение коррозии, повышенные антифрикционные свойства, высокая

амортизационная способность), как футеровочного материала позволяет получить существенные преимущества перед металлом.

4 ЭКОНОМИКА ПРОИЗВОДСТВА

В выпускной дипломной работе рассматриваются пути повышения ресурса работы футеровки шаровой мельницы МШРГУ 4500х6000 за счет замены металлической футеровки на футеровку из резины.

Экономическая эффективность рассматриваемого процесса определяется рядом преимуществ применения резиновой футеровки по сравнению с металлической:

- меньший износ, что приводит к большему сроку службы.
- снижение расхода мелющих тел. Опыт эксплуатации резиновых футеровок мельниц свидетельствует об уменьшении удельного расхода мелющих тел в 1,1–1,5 раза.
- снижение веса футеровочного слоя. Обуславливает повышение эксплуатационных показателей. Вес резиновой футеровки в 5–6 раз меньше металлической, что уменьшает давление на опорные подшипники мельницы, снижает их износ и на 1,5–2% экономит расход электроэнергии, а также снижает затраты на транспортные расходы.
- простота монтажа футеровочного слоя (демонтажа) – повышение коэффициента готовности оборудования. На монтаж (демонтаж) резиновой футеровки затраты времени уменьшаются в 3–4 раза, сокращается время текущих осмотров и ремонтов, при этом опасность травматизма минимальна.
- по сравнению со стальной футеровкой, резиновая футеровка не требует частого осмотра и ремонта, подтяжки крепежа. Плотность прилегания обеспечивает отсутствие утечки пульпы через болтовые соединения.
- замена стальных футеровочных плит на резиновые позволяет в 2–2,5 раза увеличить межремонтные периоды мельниц и в целом сокращает общее время простоев оборудования.
- снижение шума и вибрации. Резиновая футеровка уменьшает уровень шума в 2–3 раза. Тем самым улучшает условия труда на рабочем месте.

4.1 Расчёт долговечности резиновых футеровок шаровых рудоразмольных мельниц с учётом старения резины

Данные для расчёта

Мельница МШРГУ 4500х6000: шаровая загрузка – шары диаметром 100 мм; скорость вращения барабана $\omega = 16,6$ об./мин ($\omega/60 = 0,28$ циклов/с).

Резиновая футеровка: лифтеры прямоугольной формы, максимальная высота лифтеров $h_{\phi} = 180$ мм; экспериментально найденная усреднённая деформация плит $\Delta_d = 6,4$ мм (относительное сжатие $\varepsilon = 0,041$); $\eta_{\phi} = 1,20$; $\delta_m = 1,12$.

Резина типа «А» со следующими физико– механическими характеристиками:

динамический модуль Юнга $E_d = 5,4 \cdot 10^6$ Па; коэффициент диссипации энергии $\psi = 0,71$; коэффициент $\eta_r = 0,48$; функция распределения полей напряжения и деформации согласно расчёту $f(x, y, z) = 1,23$.

Экспериментально найденная суммарная энергия разрушения резиновой футеровки при абразивно–усталостном механизме износа

С учетом этих данных количество циклов до локального разрушения резиновой футеровки можно определить по зависимости

$$N^* = \frac{\delta_m \cdot \eta_{\phi} \cdot \Delta U_p^*}{0,5 \cdot E_d \cdot \varepsilon^2 \cdot \psi \cdot (1 - \eta_r) \cdot f(x, y, z)} =$$
$$= \frac{1,12 \cdot 1,2 \cdot 1,61 \cdot 10^{10}}{0,5 \cdot 5,4 \cdot 10^6 \cdot 0,041^2 \cdot 0,71 \cdot (1 - 0,48) \cdot 1,23} = 0,105 \cdot 10^8 \text{ циклов}$$

или

$$t^* = \frac{N^*}{\omega} = \frac{0,105 \cdot 10^8}{0,276} = 0,381 \cdot 10^8 \text{ с} = 10572 \text{ ч.}$$

Исходя из полученных данных, срок службы лифтера при наработке 650 часов/месяц, составляет:

$$10572/650=16,3 \text{ месяца}$$

4.2 Расчет экономического эффекта от совершенствования методов футерования мельницы МШРГУ 4500х6000

Экономический эффект рассмотренного внедрения представляет собой разницу затрат на футеровку мельницы базового варианта (металл) и предлагаемого метода: футерования мельницы резиной.

Таблица 4.1 – Норматив наработки металлической футеровки мельниц МШРГУ 4500×6000

№ п/п	Наименование футеровки	Стоимость 1 плиты футеровки, руб	Материал	Кол-во в комплекте, шт.	Вес ед., тн.	Масса комплекта, тн.	Норматив наработки, мес.
1	2	3	4	5	6	7	8
МШРГУ 45×60							
<u>Футеровка стенки загрузочной</u>							
1	Броня торцевая	59000	110Г13Л	15	0,850	12,750	12
<u>Футеровка барабана</u>							
2	Броня	21000	110Г13Л	45	0,353	15,885	6
3	Броня	29000	110Г13Л	90	0,523	47,070	6
<u>Футеровка стенки разгрузочной</u>							
4	Решётка	58000	110Г13Л	10	0,990	9,900	6
5	Элеватор	61000	110Г13Л	10	1,630	16,300	18

Для расчета экономического эффекта было принято решение использовать срок работы мельницы 10 лет, учитывая наработку футеровки.

За весь период службы мельницы количество замен футеровки будет составлять $\frac{10 \text{ лет} - 12 \text{ мес.}}{T_{\text{норм.мес.}}} = \frac{120}{16} = 7$ замен, т.е. 7 капитальных ремонтов.

Производитель резиновой футеровки гарантирует срок службы работы в 2–2,5 раза больше, чем металлической. Учитывая высокую абразивность и твердость измельчаемой породы, примем увеличение ресурса работы

резиновой футеровки в 2 раза. В таблице 4.2 представлены нормативы наработки резиновой футеровки по сравнению с металлической.

Таблица 4.2 – Норматив наработки резиновой футеровки мельниц МШРГУ 4500×6000

№ п/п	Наименование футеровки	Стоимость 1 плиты футеровки, руб	Материал	Кол-во в комплекте, шт.	Норматив наработки, мес. (резина)
1	2	3	4	5	6
<u>МШРГУ 45×60</u>					
<u>Футеровка стенки загрузочной</u>					
1	Броня торцевая	35400	Синтетический каучук	15	32
<u>Футеровка барабана</u>					
2	Лифтер	12600	Синтетический каучук	135	16
3	Броня	17400	Синтетический каучук	180	16
<u>Футеровка стенки разгрузочной</u>					
4	Решётка	34800	Синтетический каучук	10	16
5	Элеватор	36600	Синтетический каучук	10	48

Исходя из таблиц 4.1 и 4.2 выполнен расчет необходимого количества каждого вида футеровки на десять лет эксплуатации одной мельницы МШРГУ 4500х6000.

За 120 месяцев потребуется разное количество плит футеровок каждого вида, учитывая ресурсы их работы, получены следующие результаты, которые занесены в таблицу 4.3.

Таблица 4.3 – Необходимое количество футеровочных плит для футеровки мельницы МШРГУ 4500х6000 в течение 10 лет.

Наименование футеровки	Количество футеровок в комплекте, шт	Металлическая футеровка		Наименование футеровки	Количество футеровок в комплекте, шт	Резиновая футеровка	
		Норматив наработки, мес	Необходимое количество за 120 месяцев, шт			Норматив наработки, мес	Необходимое количество за 120 месяцев, шт
Броня торцевая	15	12	150	Броня торцевая	15	32	56
Броня	45	6	900	Лифтер	135	16	1012
Броня	90	6	1800	Броня	180	16	1350
Решётка	10	6	200	Решётка	10	16	75
Элеватор	10	18	67	Элеватор	10	48	25

После расчета необходимого количества футеровок, найдем затраты на каждый вид футеровок. Результаты занесены в таблицу 4.4.

Таблица 4.4 – Расчет затрат на футеровку в течение 10 лет

Наименование футеровки	Металлическая футеровка			Наименование футеровки	Резиновая футеровка		
	Необходимое количество за 120 месяцев, шт	Стоимость 1 плиты футеровки, рублей	Затраты на футеровку, тыс. рублей		Необходимое количество за 120 месяцев, шт	Стоимость 1 плиты футеровки, рублей	Затраты на футеровку, тыс. рублей
Броня торцевая	150	59000	8850	Броня торцевая	56	35400	1982
Броня	900	21000	18900	Лифтер	1012	12600	12751
Броня	1800	29000	52200	Броня	1350	17400	23490
Решётка	200	58000	11600	Решётка	75	34800	2610
Элеватор	67	61000	4087	Элеватор	25	36600	915
ИТОГО, рублей			95 637 000	ИТОГО, рублей			41 748 600

Результаты расчета показали, что на металлическую футеровку одной мельницы МШРГУ 4500х6000 за 10 лет потребуется 95 637 000 рублей, а на резиновую – 41 748 600 рублей.

Годовой экономический эффект от использования резиновой футеровки взамен металлической для мельницы МШРГУ 4500х6000 за один год составит:

$$\frac{95\ 637\ 000 - 41\ 748\ 600}{10} = 5\ 388\ 840 \text{ рублей/год}$$

В итоге за один год при использовании резиновой футеровки для 2-х мельниц МШРГУ 4500х6000 получен годовой экономический эффект:

$$5\ 388\ 840 * 2 = 10\ 777\ 680 \text{ рублей/год,}$$

что показывает высокую экономическую эффективность предложения, рассмотренного в настоящей дипломной работе.

4.3 Расчет дополнительного объема готового продукта мельницы МШРГУ 4500х6000

Используя, тот факт, что необходимое количество времени для монтажа резиновой футеровки меньше на 70%, чем для металлической, рассчитан дополнительный объем выходного продукта мельницы.

Для монтажа металлической футеровки требуется 12 суток, т.е. 12 суток мельница в простое и не выдает объемов, что приводит к снижению коэффициента использования оборудования. Для монтажа резиновой футеровки потребуется на 70% меньше времени, т.е. 4 суток. Количество остановок мельницы на замену футеровки рассчитано по самым изнашивающимся футеровкам – барабанная часть. Чтобы выполнять перефутеровку в металле в течение 10 лет потребуется сделать 20 остановок, а это 240 суток простоя мельницы, а для резины – 10 остановок по 4 дня, в итоге 40 суток простоя. Разница за 10 лет составит:

$$240 - 40 = 200 \text{ суток.}$$

С учетом суточной производительности мельницы МШРГУ 4500х6000 $Q_{\text{сут.}}=8\,421$ тонн/сутки – получен дополнительный объем продукции с одной машины.

За 10 лет эксплуатации одной мельницы с резиновой футеровкой количество простоев уменьшится на 200 суток.

Таким образом дополнительный объем продукции составит:

$$200 \text{ суток} * 8\,421 \text{ тонн/сутки} = 1\,684\,200 \text{ тонн},$$

а за год дополнительный объем продукции с 2-ух машин равен:

$$1\,684\,200 * 2 / 10 = 336\,840 \text{ тонн}.$$

Средняя стоимость 1 тонны продукции составит 10000 рублей, или в стоимостном выражении:

$$P = V * C = 336\,840 * 10\,000 = 3\,368\,400 \text{ тыс. рублей},$$

где V – объем продукции, C – средняя цена 1 тонны продукции по заводским данным.

Полученные результаты показывают, что использование резиновой футеровки для мельницы МШРГУ 4500х6000, является экономически выгодным предложением, так как ведет к экономии денежных средств на футеровку, а также позволит увеличить объём производства, что, в свою очередь, приводит к увеличению прибыли предприятия в целом.

5 ОХРАНА ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

5.1 Общие требования охраны труда для машиниста мельниц

К работе в качестве машиниста мельниц могут допускаться лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинский осмотр и не имеющие противопоказаний к выполнению данной работы, прошедшие специальное обучение и имеющие соответствующее квалификационное удостоверение.

При приеме на работу машинист мельниц обязан пройти инструктаж по охране труда (вводный, первичный на рабочем месте).

К самостоятельной работе машинист мельниц допускается распоряжением по обогатительной фабрике после:

- прохождения стажировки по безопасному выполнению работ под руководством опытного машиниста мельниц не менее 2 смен;
- проверки знаний требований охраны труда;
- обучения и проверки знаний по электробезопасности в объеме II квалификационной группы и получения соответствующего удостоверения.

В процессе трудовой деятельности машинист мельниц обязан проходить:

- повторный инструктаж по охране труда – не менее одного раза в шесть месяцев;
- проверку знаний требований охраны труда – не менее одного раза в год;
- противопожарный инструктаж на рабочем месте – один раз в полгода;
- медицинский осмотр – согласно графику;
- обучение и проверку знаний по электробезопасности – один раз в год.

При перерывах в работе более чем 30 календарных дней (отпуск, болезнь) машинист мельниц обязан пройти внеплановый инструктаж.

При совмещении профессии машинист мельниц обязан пройти обучение и инструктаж по видам совмещаемых работ.

Наряду с опасными и вредными производственными факторами машинист мельниц подвергается воздействию опасностей и рисков, определенных «Картой опасностей и рисков машиниста мельниц...». Наиболее значимыми рисками являются:

- возможность падения при проведении работ на значительной высоте относительно пола (земли) при отсутствии ограждений;
- негабаритные места;
- падение предметов с вышерасположенных отметок;
- падение ненадежно закрепленных частей оборудования при перемещении их грузоподъемными механизмами;
- передвижение по просыпи руды, неровным поверхностям, вблизи перепадов по высоте, лестничным маршам, переходным площадкам, а также по скользким поверхностям.

Для защиты от опасных и вредных производственных факторов, а также от опасностей и рисков машинист мельниц должен предпринимать следующие меры:

- не приближаться к не ограждённым вращающимся и движущимся частям оборудования и машин, при отсутствии постоянных ограждений немедленно поставить в известность непосредственного руководителя о выявленных фактах отсутствия или неисправности ограждений;
- не наклоняться за перильные ограждения и не приближаться на расстояние ближе 2м к не ограждённым проемам при перепаде по высоте более 1,8м, а также, если высота ограждения этих площадок менее 1,1м;
- работы на высоте выполнять после проведения технико–технологических и организационных, мероприятий с применением систем обеспечения' безопасности на высоте по разработанному плану производства работ (ППР) на. высоте или технологическим картам;

- при передвижении в негабаритных местах соблюдать личную осторожность;
- при работе грузоподъемных механизмов в зону их работы не заходить;
- при нахождении на этажах зданий и сооружений, где происходит монтаж (демонтаж), ремонт конструкций и оборудования, не находиться на этажах в одной захватке, над которыми выполняются данные работы;
- при передвижении по лестничным маршам, переходным площадкам рукой придерживать за перила;
- при образовании просыпи руды по возможности исключить передвижение по просыпи, при работах по уборке просыпи соблюдать личную осторожность;
- при образовании проливов горючесмазочных материалов для исключения возможности падения на скользкой поверхности, произвести посыпку их песком, промасленный песок убрать в специально предназначенные емкости.

При движении по территории АО «Лебединский ГОК» и цеха необходимо соблюдать следующие требования:

При передвижении пешком ходить разрешается по тротуарам, а где нет тротуаров, по обочине автодорог навстречу направлению движения автотранспорта.

Переходить автомобильную дорогу под прямым углом, предварительно убедившись в отсутствии движущегося автотранспорта и механизмов.

Передвигаться по территории комбината согласно маршрутов передвижения, а по территории цеха по проектным проходам и лестничным маршам.

Быть внимательным к подаваемым звуковым сигналам автомашин, грузоподъемных кранов, конвейеров, выполнять указание предупредительных надписей плакатов.

Запрещается:

- хождение по железнодорожным путям, под линиями электропередач, находиться в радиусе и опасной зоне работающих машин и механизмов;

ездить на подножках, в кузовах автосамосвалов и тракторных тележках; находиться под подвешенным грузом в зоне действия кранов, (автопогрузчика);

- заходить и перелезать через ограждения; передвигаться на конвейерах.

Машинист мельниц обязан знать места расположения средств пожаротушения и правила пользования ими, курить только в специально отведенных для этого местах.

Соблюдать правила личной гигиены:

– Мыть руки перед приемом пищи.

– Не применять для мытья рук бензин, керосин и различные растворители.

– Не принимать пищу на рабочем месте.

– Содержать спецодежду и средства защиты в чистоте и хранить их отдельно от повседневной одежды.

Машинист мельниц должен, применять средства индивидуальной защиты, работать в сертифицированной спецодежде и спецобуви, а именно: костюм хлопчатобумажный, сапоги резиновые (ботинки кожаные), защитная каска, рукавицы или перчатки, респиратор, защитные очки, противозумные вкладыши или антифоны.

Машинист мельниц, не выполняющий требований по охране труда, изложенных в настоящей инструкции, в зависимости от тяжести допущенных нарушений и их последствий, привлекается к ответственности в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.

5.2 Требования охраны труда перед началом работы

Перед началом работы машинист мельниц обязан:

– Переодеться в выданную ему по нормам спецодежду и спецобувь, проверить состояние СИЗ, инструмента и приспособлений. Одежду необходимо заправить так, чтобы не было свисающих концов или развевающихся частей. Обувь должна быть закрытой. Запрещается засучивать рукава спецодежды.

– Прибыть на сменно–встречное собрание, получить письменный наряд на выполнение работ с указанием мероприятий по безопасному выполнению от мастера, поставить подпись и время получения наряда в «Журнале наряд–заданий на выполнение работ».

– Получить от машиниста мельниц, сдающего смену, информацию о техническом состоянии обслуживаемого оборудования, ознакомится с записями предыдущих смен в журнале приема–сдачи смены, и поставить подпись о приеме смены.

Машинист мельниц до начала выполнения работ должен удостовериться в безопасном состоянии своего рабочего места, проверить наличие и исправность предохранительных устройств, защитных средств, инструмента, приспособлений, требующихся для работы. При обнаружении на рабочем месте нарушений машинист мельниц обязан, не приступая к работе, сообщить об этом лицу технического надзора, а, заметив опасность, угрожающую людям, производственным объектам, обязан сообщить об этом техническому руководителю смены, а также предупредить людей, которым угрожает опасность.

Машинист мельниц обязан проверить:

- а) чистоту и освещенность рабочего места;
- б) наличие и исправность ограждений, исключаяющих доступ к движущимся, вращающимся частям оборудования, надежность их крепления и правильность их установки;
- в) наличие, исправность и надежность крепления заземления электродвигателей и пусковой аппаратуры;

- г) техническое состояние оборудования;
- д) исправность переходных мостиков, перильных ограждений, лестниц к рабочим площадкам, механизмам;
- е) состояние проходов;
- ж) наличие и исправность телефонной связи;
- з) наличие и исправность блокировочных устройств;
- и) исправность инструмента и приспособлений;
- к) наличие и исправность контрольно–измерительных приборов;
- и) наличие источников ионизирующего излучения.

Не приступать к работе, если условия ее выполнения противоречат инструкции по охране труда или другому документу, регламентирующему безопасное производство работ. Обо всех неисправностях необходимо сообщить непосредственному руководителю.

5.3 Требования охраны труда во время работы

Машинист мельниц обязан использовать безопасные способы и приемы выполнения работы по обслуживанию оборудования, ремонтных операций, пользоваться исправным инструментом и приспособлениями.

Обслуживать оборудование согласно инструкции по эксплуатации.

Следить за исправностью предупредительной сигнализации, защитных ограждений, поддерживать порядок и чистоту на рабочем месте,

Остановку оборудования на техническое обслуживание и ремонт производить с разрешения начальника смены (мастера) с соблюдением требований Стандарта организации «Бирочная система» (с разборкой электрической схемы и получением бирки на руки). В ремонт оборудование должно сдаваться подготовленным: очищенным от смазки, грязи, технологических остатков. Площадки обслуживания должны быть чистыми. Перед запуском агрегата после ремонта машинист мельниц обязан проверить наличие и исправность ограждений, заземляющих устройств, аварийных

выключателей, блокировочных устройств. Доложить начальнику смены (мастеру) смены о готовности оборудования к запуску.

Перед запуском оборудования из ремонта убедиться в исправности и наличии заземления, ограждения и блокировочных устройств. Производить запуск оборудования при полной исправности оборудования и удалении людей из опасной зоны.

Машинист мельниц обязан следить за:

- работой оборудования, исправностью: контрольно-измерительных приборов, блокировочных устройств;
- наличием и исправностью телефонной связи;
- исправностью инструментов и приспособлений;
- работой предупредительной сигнализации и других средств коллективной защиты;
- наличием источников ионизирующих излучений;
- исправностью, надежностью крепления защитного – заземления, правильностью установки защитных ограждений оборудования.

Запуск оборудования после ремонта производить с разрешения начальника смены (мастера).

Машинисту мельниц запрещается:

Производить запуск остановившегося оборудования до выявления причин остановки и их устранения.

Оставлять рабочее место без присмотра, уходить с рабочего места или поручать обслуживание оборудования другому лицу без разрешения начальника смены (мастера).

Снимать и устанавливать ограждения, производить какой-либо ремонт во время работы механизма.

Эксплуатировать оборудование со снятыми или неисправными защитными ограждениями.

Производить ремонт запорной арматуры и трубопроводов, находящихся под давлением.

Снимать крышки с пускорегулирующей аппаратуры во время работы.

Допускать попадание воды и пульпы на электрооборудование.

Оставлять открытыми запорную арматуру систем гидросмыва и рукавов напорных.

Загромождать рабочее место и проходы.

Использовать для работы неисправный инструмент, приспособления, средства защиты с просроченным сроком испытания.

Применять открытый огонь в производственных помещениях и на прилегающей территории.

Хранить обтирочные, легко воспламеняющиеся материалы на рабочем месте.

Производить работы неисправным слесарным инструментом и приспособлениями.

Эксплуатировать оборудование с неисправными блокировочными устройствами.

Проникать за ограждения площадок и лестничных маршей со съёмными ограждениями, ведущих к обслуживанию коренных подшипников мельниц, дешламаторов.

Требования охраны труда при эксплуатации и обслуживании питателей:

Работники обязаны пользоваться исправным инструментом и приспособлениями, следить за:

- техническим состоянием питателя (исправностью бортов, укрытий, натяжением ленты питателя, при необходимости произвести её регулировку);

- наличием и исправностью защитных ограждений;

- работой систем орошения (пылеподавления) и вытяжной вентиляции;

- наличием приборов КИП, РИП;

- исправностью предупредительной сигнализации;

- чистотой и порядком на рабочем месте;

- наличием, правильностью установки, исправностью решеток дренажных каналов.

При остановке питателя на ремонт произвести выработку руды.

Остановку питателя на техническое обслуживание и ремонт производить с разрешения непосредственного руководителя работ (начальника смены, мастера) с соблюдением требований Стандарта организация «Бирочная система» (с разборкой электрической схемы и получением жетон–бирки). В ремонт оборудование должно сдаваться подготовленным: очищенным от грязи, смазки, технологических остатков. Площадки обслуживания должны быть чистыми.

При внеплановой остановке питателя выяснить причину остановки и по возможности устранить ее.

Пуск оборудования после внеплановой остановки производить только после проверки отсутствия в опасной зоне людей, а также посторонних предметов.

При обслуживании питателей работникам запрещается:

- эксплуатировать оборудование при отсутствии или неисправности защитных ограждений, смотровых люков и их креплений, приспособлений для сбора просыпи;
 - находиться под работающей лентой питателя для его очистки;
 - работать при недостаточном освещении рабочего места;
 - производить ремонт оборудования без разборки электрической схемы;
 - допускать попадание воды на электрооборудование;
 - снимать и устанавливать защитные ограждение вращающихся, движущихся частей оборудования во время работы механизма;
- эксплуатировать питатель с отключенной (неисправной) системой пылеподавления (орошения);

- оставлять оборудование без присмотра, уходить с рабочего места, а также поручать обслуживание другому лицу без разрешения руководителя работ;
- оставлять рукава напорные на проходах после работ по гидросмыву;
- заходить, проникать в опасную зону работающего оборудования;
- вскрывать электроаппаратуру, переключать какие-либо электрические провода электрооборудования, прикасаться к изолированным токоведущим частям;
- применять открытый огонь в корпусах фабрик и территории без разрешения работников пожарной охраны.

Выявленные нарушения, отказы и принятые меры по их устранению записывать в журнал приема–сдачи смен и сообщать о них руководителю работ,

Требования охраны труда при эксплуатации и обслуживании ленточных конвейеров:

Перед пуском конвейера в работу машинисту мельниц необходимо:

- а) убедиться, что в зоне его действия отсутствуют люди и не производятся какие-либо работы;
- б) убедиться, что включена в работу система аспирации (пылеподавления);
- в) проверить состояние средств защиты (доступность тросиков аварийной остановки, наличие предусмотренных ограждений); устройств от бокового схода транспортной ленты;
- г) проверить визуально состояние транспортной ленты и ее стыков, наличие и исправность роликов;
- д) кнопкой опробования на посту местного управления проверить исправность звуковой и световой сигнализации;
- е) наличие защитного заземления корпусов электрооборудования.

О выявленных нарушениях (неисправностях) сообщить начальнику смены, мастеру и не включать конвейер в работу до их устранения. Не допускается запускать в работу ленточный конвейер при захламленности и загроможденности проходов и площадок обслуживания.

Установку и снятие уплотнений, ограждений, укрытий, очистных устройств, производить только на неработающем конвейере, с выполнением требований стандарта организации «Бирочная система».

Уборку просыпи материала вручную из-под головных, хвостовых и отклоняющих барабанов производить исправным инструментом после полной остановки конвейера, с выполнением требований стандарта' организации «Бирочная система».

Запрещается становиться на органы конвейера (став, ограждение и т.п.).

Ленточный конвейер или конвейерная линия должны быть немедленно остановлены:

- при пробуксовке конвейерной ленты на приводных, барабанах;
- при появлении запаха гари, дыма, пламени;
- при ослаблении натяжения конвейерной ленты сверхдопустимого;
- при сходе конвейерной ленты на роlikоопорах или барабанах до касания неподвижных частей конвейера;
- при неисправности, средств аварийной остановки конвейера;
- при отсутствии ограждающих устройств;
- при нарушении футеровки приводного и прижимного барабанов;
- при забивке транспортируемым материалом перегрузочного узла;
- если выдающиеся (движущиеся) части конвейера (барабаны, ролики, лента) засыпаны транспортируемым материалом и создана опасность аварийной остановки;
- при повреждениях конвейерной ленты и ее стыкового соединения, создающих опасность аварии;
- при заклинивании барабанов.

Машинисту мельниц запрещается:

– Использовать устройства блокировки и аварийных остановок на конвейере в качестве аппаратов управления его пуском и остановом.

Подсыпать на приводной барабан какие-либо материалы с целью устранения пробуксовки.

– Удалять посторонние предметы из течек и с ленты конвейера без остановки конвейера и без разборки электросхемы его привода.

– Механическим способом убирать просыпь материала со става конвейера при работающем конвейере.

– Направлять вручную движение ленты конвейера, а также поправлять бортовые уплотнения при работающем конвейере.

– Использовать конвейер в качестве средства передвижения и перемещения на нем деталей и других каких-либо материалов.

Очистку обслуживаемого оборудования и узлов от ГСМ при подготовке их к ремонту производить ветошью в перчатках, промасленную ветошь убирать в специальные емкости.

Требования охраны труда при эксплуатации и обслуживании магнитных сепараторов:

Перед запуском магнитного сепаратора в работу машинист мельниц обязан:

- убедиться, что в опасной зоне отсутствуют люди и что исправно работает световая и звуковая предупредительная сигнализация;

- посмотреть его рабочую площадку и удалить посторонние предметы, обратив особое внимание на отсутствие металлических предметов;

- проверить состояние ванны, желобов, шпальтовых сит и брызгал при необходимости удалить посторонние предметы и заторы;

- осмотр состояния питающих коробок сепараторов, желобов, пульподелителей, решеток и при необходимости их размыв осуществлять с исправных площадок обслуживания;

- техническое обслуживание магнитных сепараторов производить на неработающем оборудовании (с разборкой электрической схемы, и получения бирки на руки);

- при обслуживании магнитных (электромагнитных) сепараторов машинист мельниц во время работы сепаратора не должен иметь при себе железных инструментов и деталей, так как они будут притягиваться к магнитной системе сепаратора, и могут служить причиной несчастных случаев;

- при остановке магнитного сепаратора машинист мельниц обязан закрыть пробку (заслонку) пульподелителя подачи промпродукта на магнитный сепаратор и перекрыть подачу технологической воды.

Машинисту мельниц запрещается:

Оставлять рукава напорные на проходах после работ по гидросмыву, загромождать рабочее место и проходы.

Становиться на барабан сепаратора при чистке загрузочных коробов.

Выявленные во время работы нарушения, отказы оборудования и принятые меры по их устранению необходимо записывать в журнал приема–сдачи смен и сообщать о них руководителю работ.

Требования охраны труда при эксплуатации и обслуживании насосных установок:

Остановку агрегата на техническое обслуживание и ремонт производить только с разрешения руководителя работ.

Ремонт и техническое обслуживание насосной установки и ее оборудования производить после полной остановки, с выполнением стандарта организации «Бирочная система». Запорная арматура механизма должна быть установлена в положение, обеспечивающее безопасность выполнения ремонтных работ.

Работу с применением ГСМ при подготовке оборудования в ремонт (очистка от смазки, грязи, технологических остатков), смазку подшипников

выполнять в перчатках с нитрильным покрытием, рабочее место не загрязнять промасленной ветошью.

На отключенных приводах и пусковом устройстве механизма должны быть вывешены знаки безопасности «Не включать! Работают люди», а на месте производства работ знак «Работать здесь».

Запрещается ремонтировать оборудование без выполнения технических мероприятий исключающих его ошибочное, или самопроизвольное включение в работу (пуск двигателя, подача воды и др.).

Затяжку болтов фланцевых соединений производить при снятом избыточном давлении в трубопроводе. Затяжку болтов выполнять постепенно, поочередно с диаметрально противоположных сторон. Допускается производить подтяжку при избыточном давлении не более 0,5МПа (5кгс/см²); только при опробовании трубопроводов и оборудования. Запрещается производить подтяжку болтовых фланцевых соединений на оборудовании и арматуре без снятия давления и отключения от технологической схемы.

Замену (добивку) сальниковой набивки запорной арматуры и уплотнения валов насосов производить при давлении в трубопроводе не более 0,02МПа (0,2кгс/см²), с соблюдением мер личной безопасности.

При техническом обслуживании и ремонте насосной установки необходимо исключить попадание на электрооборудование масел, смазок и воды.

При пуске, отключении, испытании оборудования и трубопроводов повышенным давлением (опресовка) машинисту мельниц запрещается находиться вблизи них.

Во время работы машинист мельниц обязан следить за нормальной работой электрического двигателя; за отсутствием течи из сальников насоса и запорной арматуры; за показанием манометров и, не допускать работу оборудования в предельных режимах.

При изменении режима работы насосов, появления стука или посторонних шумов внутри механизмов, сильной вибрации, перегрева

подшипников и электродвигателя (парение, дым, запах гари), предельных режимов работы оборудования машинист мельниц обязан немедленно отключить электродвигатель и доложить руководителю работ.

При обнаружении свищей в трубопроводах, корпусах арматуры необходимо оградить опасную зону и выставить знаки безопасности «Осторожно! Опасная зона».

Перед пуском электродвигателя установки после ремонта, а также перед опробованием установки в режиме холостого хода, необходимо установить все ограждения вращающихся частей, снять знаки безопасности, убрать инструмент и материалы и вывести людей с места работы.

Открытие и закрытие задвижек выполнять осторожно во избежание срыва приспособления с маховика задвижки. Открывать и закрывать арматуру с применением рычагов, удлиняющих плечо рукоятки или маховика, а также использовать для этой цели ломы, трубы и другие предметы запрещается.

При отогреве замерзших трубопроводов и арматуры паром, горячей водой или открытым пламенем соблюдать осторожность, чтобы не получить ожоги тела.

Во время работы машинисту мельниц установок запрещается;

Оставлять без присмотра работающее оборудование.

Допускать работу насосных агрегатов без защитных ограждающих устройств, при неисправных ограждениях, без заземлений электродвигателей.

Надевать, снимать и поправлять во время работы вращающихся механизмов защитные ограждения с муфт и валов.

Под напряжением открывать дверки распределительных шкафов, щитов и сборок, производить очистку светильников и замену перегоревших ламп освещения, прикасаться к оголенным или неизолированным проводам.

Ходить по трубопроводам, а также по конструкциям и перекрытиям, не предназначенным для прохода по ним и не имеющим специальных ограждений и перил.

Чистить, обтирать и смазывать вращающиеся или движущиеся части механизмов при их работе.

5.4 Требования охраны труда в аварийных ситуациях

Машинист мельниц в случае обнаружения нарушений (неисправностей) в техническом состоянии и работе оборудования и защитных устройств, представляющих опасность для людей, оборудования или окружающей среды, должен немедленно об этом сообщить непосредственному руководителю и действовать по его указанию. Работы по ликвидации аварийных ситуаций выполнять в соответствии с Планом мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных производственных объектах обогатительной фабрики АО «Лебединский ГОК».

Оказывать первую помощь пострадавшим при травмировании и внезапном заболевании в следующей последовательности:

Вызвать скорую медицинскую помощь по телефону «03», «55–81» или через диспетчера по рации или внутренней телефонной связи.

Устранить воздействие на организм повреждающих факторов, угрожающих здоровью и жизни пострадавшего (освободить от воздействия электрического тока, вынести из опасной зоны, погасить горящую одежду и др.).

Оценить состояние пострадавшего.

Выполнить мероприятия по спасению пострадавшего в порядке срочности (восстановить проходимость дыхательных путей, провести искусственное дыхание, непрямой массаж сердца, остановить кровотечение, иммобилизовать место перелома, наложить повязку).

Поддерживать основные жизненные функции пострадавшего до прибытия медицинского работника.

При возникновении пожара вызвать пожарных по телефону «01», «50–01» или «53–18», сообщить мастеру (начальнику смены), и принять меры к

ликвидации пожара имеющимися первичными средствами пожаротушения, не подвергая себя опасности.

5.5 Требование охраны труда по окончании работы

Машинист мельниц обязан:

Выполнить уборку закрепленной территории и рабочего места, очистить и убрать инструмент в отведенное место.

Сдать смену сменщику и поставить подпись в журнале приема сдачи смен об окончании смены. В случае неявки сменщика сообщить об этом руководителю работ.

Поставить подпись об окончании трудовых обязанностей с указанием времени в «Журнале наряд–заданий на выполнение работ», доложив руководителю работ об окончании трудовых обязанностей и обо всех изменениях, замечаниях и работе оборудования, имевших место в течение смены.

Спецодежду и спецобувь поместить в специальное для ее хранения место.

Выполнить требования по соблюдению личной гигиены (вымыть лицо и руки с мылом, принять душ), переодеться в повседневную одежду.

5.6 Ликвидация аварий

Не смотря на принятие и соблюдение техники безопасности нельзя исключать вероятность аварий, и поэтому должен составлен план ликвидации аварий (ПЛА), который изучен всеми трудящимися. ПЛА содержит распределение обязанностей между персоналом при ликвидации аварий. Ответственный руководитель при ликвидации аварий является главным инженером предприятия, а в его отсутствие начальник смены.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе проведена модернизация футеровочных броней мельницы шаровой МШРГУ 4500х6000 с целью повышения ресурса футеровки, которая заключается в изменении материала футеровки. Для реализации поставленной цели были выполнены следующие задачи:

- выполнен обзор по направлению повышения износостойкости броней, а также изучены материалы из которых выполняют отливку футеровочных броней. В связи с этим в данной работе предложено техническое решение, заключающееся в изменении материала изготовления футеровки мельницы МШРГУ 4500х6000;

- проанализирована работа существующих металлических броней мельницы МШРГУ 4500х6000. Согласно результатам анализа, выявлен средний ресурс работы футеровочных броней цилиндрической части, который составляет 6 месяцев;

- предложено повысить износостойкость броней за счет изменения материала, из которого изготавливают футеровку на резину;

- предложен комплект новой резиновой футеровки для мельницы МШРГУ 4500х6000, который должен обеспечить большой запас наработки брони;

- приведен расчет ресурса работы резиновой футеровки, результатом которого является увеличение ходимости броней до 16,3 месяцев;

- определен экономический эффект от модернизации броней для мельницы МШРГУ 4500х6000, который составил 10,7 млн. рублей в год.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Анурьев, В.И. Справочник конструктора–машиностроителя в 3–х т.: Т. 2 / В.И. Анурьев; под ред. И.Н. Жестковой. – 8–е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001. – 912 с.
2. Аввакумов, М.В. Расчет цилиндрических зубчатых передач: методические указания / М.В. Аввакумов, А.Б. Коновалов. – СПб.: СПб ГТУРП, 2012. 45 с.
3. Глухарёв, Ю.Д. Техническое обслуживание и ремонт горного оборудования: учебник / Глухарёв Ю. Д., В.Ф. Замышляев. – М.: АСАДЕМ А, 2003. – 400 с.
4. Донченко, А.С. Справочник механика рудообогатительной фабрики / А.С. Донченко, В.А. Донченко. – 2–е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1986. – 543 с.
5. ЕПБ при дроблении, сортировке, обогащении полезных ископаемых и окусковании руд и концентратов. – М.: НПО ОБТ, 2003. – 49 с.
6. Ибрагимова, З.А. Исследование параметров износостойкости тяжело нагруженных зубчатых передач: дис. ... д–ра наук: 6D071200 / Ибрагимова Зауре Асилбековна. Алматы, 2014. – 169 с.
7. Инструкция по эксплуатации: Мельница 4500х6000, 1982. – 79 с.
8. Разумов, К.А. Проектирование обогатительных фабрик: учебник для вузов / К.А. Разумов, В.А. Перов. – 4–е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1982. – 518 с.
9. Справочник по измельчению: справочник / С. А. Саблин. – Старый Оскол: ТНТ, 2016. – 216 с.
10. Ржевский, В.В. Открытые горные работы: учебник для вузов в 2–х ч. Ч. 1 / В.В. Ржевский. – 4–е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1985. – 509 с.
11. Чернавский, С.А. Курсовое проектирование деталей машин: учебное пособие / С.А. Чернавский, К.Н. Боков, И.М. Чернин, Г.М. Ицкович,

- В.П. Козинцов. – 3–е изд., перераб. и доп. – М.: ООО ТИД «Альянс», 2005. 416 с.
12. Технологическая инструкция по производству железнорудного концентрата. АО "ЛГМК", 2012. – 48 с.
 13. Шур, И.А. Машины и агрегаты металлургического производства: механическое оборудование для подготовки шихтовых материалов к плавке: курс лекций / И.А. Шур, Н.А. Чиченев, С.М. Горбатюк. – Москва: Издательский дом МИСиС, 2009. – 124 с.
 14. Ящура А. И.. Система технического обслуживания и ремонта общепромышленного оборудования: справочник / А. И. Ящура. – М.: НЦ ЭНАС, 2006. – 504 с.
 15. Яговкин А. И. Организация производства технического обслуживания и ремонта машин: учебное пособие / А. И. Яговкин. – М.: Академия, 2006. – 400 с.

Приложение А

Патенты и изобретения

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 575 114** ⁽¹³⁾ **C2**

(51) МПК
F27D 100 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013126339/02, 03.06.2013
(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
03.06.2013
Приоритет(ы):
(30) Конвенционный приоритет:
11.06.2012 IT MO2012A000151
(43) Дата публикации заявки: 10.12.2014 Бюл. № 34
(45) Опубликовано: 10.02.2016 Бюл. № 4
(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: (см. прод.)
Адрес для переписки:
191036, Санкт-Петербург, а/я 24, "НЕВИНПАТ"

(72) Автор(ы):
ПАЛЛАДИНИ, Альберто (IT)
(73) Патентообладатель(и):
ЧЕРТЕК С.П.А. а Сочью Уинко (IT)

(54) ИЗНОСОСТОЙКАЯ ФУТЕРОВКА ДЛЯ МЕЛЬНИЦ

(57) Реферат:

Изобретение относится к износостойкой футеровке для шаровых мельниц. Футеровка содержит основу, выполненную из упругодеформируемого материала на рабочей поверхности, подвергаемой износу, множество углублений, пригодных для вмещения в них тел из твердого материала с образованием износостойкой рабочей поверхности, поскольку они являются подходящими для вступления в контакт с мелющими телами или шарами, выполненными из твердого материала, которые используют в мельнице. По меньшей мере, часть

указанных углублений имеет такие размеры и пропорции, что каждое из них способно вмещать, по меньшей мере, одно из мелющих тел или шаров. Углубления имеют такую форму и размеры по отношению к форме и размерам мелющих тел или шаров, что после завершения их внедрения и закрепления мелющие тела или шары неподвижно размещены в соответствующих углублениях. Обеспечиваются упрощение монтажа, снижение потребления материала и массы футеровки. 10 з.п. ф-лы, 5 ил.

RU 2 575 114 C 2

RU 2 575 114 C 2



(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013126339/02, 03.06.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
03.06.2013

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
11.06.2012 IT MO2012A000151

(43) Дата публикации заявки: 10.12.2014 Бюл. № 34

(45) Опубликовано: 10.02.2016 Бюл. № 4

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: (см. прод.)Адрес для переписки:
191036, Санкт-Петербург, а/я 24, "НЕВИНПАТ"

(72) Автор(ы):

ПАЛЛАДИНИ, Альберто (IT)

(73) Патентообладатель(и):

ЧЕРТЕК С.П.А. в Сочью Унико (IT)

(54) ИЗНОСОСТОЙКАЯ ФУТЕРОВКА ДЛЯ МЕЛЬНИЦ

(57) Реферат:

Изобретение относится к износостойкой футеровке для шаровых мельниц. Футеровка содержит основу, выполненную из упругодеформируемого материала на рабочей поверхности, подвергаемой износу, множество углублений, пригодных для вмещения в них тел из твердого материала с образованием износостойкой рабочей поверхности, поскольку они являются подходящими для вступления в контакт с мелющими телами или шарами, выполненными из твердого материала, которые используют в мельнице. По меньшей мере, часть

указанных углублений имеет такие размеры и пропорции, что каждое из них способно вмещать, по меньшей мере, одно из мелющих тел или шаров. Углубления имеют такую форму и размеры по отношению к форме и размерам мелющих тел или шаров, что после завершения их внедрения и закрепления мелющие тела или шары неподвижно размещены в соответствующих углублениях. Обеспечиваются упрощение монтажа, снижение потребления материала и массы футеровки. 10 з.п. ф-лы, 5 ил.



РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) **RU** (11) **2 038 149** (13) **C1**
(51) МПК⁶ **B 02 C 17/22**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 5048099/33, 17.06.1992

(46) Опубликовано: 27.06.1995

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: 1. Авторское свидетельство СССР N 1369796, кл. В 02С 17/22, 1988.2. Проспект фирмы "SKEGA PolyMet" - М., 1987, выставка "Химия-87", с.7, рис.11.

(71) Заявитель(и):

Совместное научно-производственное малое предприятие "Механобр-полимет" (UA)

(72) Автор(ы):

Чижик Евгений Федорович[UA],
Мельников Леонид Александрович[UA],
Круппа Павел Иванович[RU],
Титневский Ефим Макарович[RU]

(73) Патентообладатель(ли):

Совместное научно-производственное малое предприятие "Механобр-полимет" (UA)

(54) ФУТЕРОВКА ШАРОВОЙ МЕЛЬНИЦЫ

(57) Реферат:

Использование: горное машиностроение, в частности защита рабочих поверхностей измельчительного оборудования. Сущность изобретения: футеровка выполнена из эластичного материала. Ее секции имеют набор вкладышей, на рабочей поверхности которых выполнены продольные углубления, расположенные под углом к оси вращения мельницы. Набор вкладышей в каждой секции составляет рабочую поверхность в

форме наклонных участков, образующих последовательные ступеньки. В каждом вкладыше выполнен дополнительный внутренний продольный паз, пазы расположены симметрично продольной оси вкладыша со стороны нерабочей поверхности по его краям. Элементы крепления между собой и с барабаном мельницы связаны промежуточным элементом крепления аналогичного им профиля, размещенным в выемке между пазами. 3 з.п. ф-лы, 4 ил.

RU 2 038 149 C 1

RU 2 038 149 C 1



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2011100268/13, 11.01.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
11.01.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 11.01.2011

(45) Опубликовано: 20.11.2011 Бюл. № 32

Адрес для переписки:

355000, г.Ставрополь, пр. Кулакова, 4/4, П.В.
Малярову

(72) Автор(ы):

Маляров Петр Васильевич (RU),
Скляр Евгений Валерьевич (RU),
Ковалев Павел Алексеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Маляров Петр Васильевич (RU),
Скляр Евгений Валерьевич (RU),
Ковалев Павел Алексеевич (RU)

(54) РЕЗИНОМЕТАЛЛИЧЕСКАЯ ФУТЕРОВКА ШАРОВОЙ МЕЛЬНИЦЫ

Формула полезной модели

Резинометаллическая футеровка барабана шаровой мельницы, содержащая резинометаллические лифтеры и резиновые плиты, крепится к барабану с помощью соединений типа «ласточкин хвост», отличающаяся тем, что закрепленный к резиновому основанию лифтера с рабочей стороны металлический вкладыш имеет ребристую форму, при этом рабочая сторона лифтера представлена поперечными ребрами, образующими ячейки, расстояние между ребрами составляет 0,85-0,95 диаметра наибольшего используемого шара, а ширина плиты определяется в соответствии с соотношением:

$$L=H/tg\alpha,$$

где L - ширина плиты;

H - высота выступающей части лифтера;

 α - угол атаки.

RU 110294 U1

RU 110294 U1

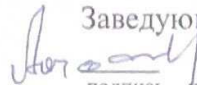
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт горного дела геологии и геотехнологий

Кафедра «Горные машины и комплексы»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой



А.С. Морин

подпись инициалы, фамилия

« 31 » 01 2022 г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

21.05.04 «Горное дело»

(специальность)

21.05.04.09 «Горные машины и оборудование»

(специализация)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ФУТЕРОВАНИЯ МЕЛЬНИЦ
ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОЙ РУДЫ В УСЛОВИЯХ АО «ЛЕБЕДИНСКИЙ ГОК»

тема

Руководитель



подпись, дата

С.В. Доронин

инициалы, фамилия

Выпускник



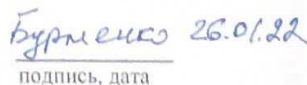
подпись, дата

Г.Л.-Б. Рабдаев

инициалы, фамилия

Консультанты:

Экономическая часть

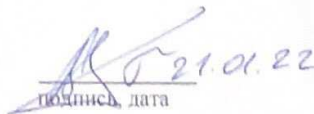


подпись, дата

Р.Р. Бурменко

инициалы, фамилия

Безопасность
жизнедеятельности



подпись, дата

А.В. Галайко

инициалы, фамилия

Нормоконтролер



подпись, дата

С.В. Доронин

инициалы, фамилия

Красноярск 2022