

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«СОЛИГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНО-ХИМИЧЕСКИЙ  
ТЕХНИКУМ»

Тема дипломного проекта: Обслуживание и капитальный ремонт  
стержневой мельницы МСЦ 3200х4500

Отделение заочное

Специальность 2 -36 07 01 гр.МА-04к

Студент **Ефимчик Павло Николаевич**

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение

1. Общая часть

1.1 Краткая характеристика и сравнение способов производства КС1 из сильвинита

1.2 Характеристика исходного сырья и готовой продукции

1.3 Описание технологического процесса производства хлористого калия по фабрике

1.4 Требования, предъявляемые к техническому обслуживанию и ремонту технологического оборудования

1.4.1 Требования, предъявляемые к техническому обслуживанию и ремонту стержневой мельницы МСЦ 3,2х4,5

1.5 Порядок сдачи оборудования в ремонт и прием оборудования после ремонта

2. Специальная часть

2.1 Описание технологического процесса отделения.

2.2 Назначение, устройство, принцип работы и техническая характеристика стержневой мельницы МСЦ 3200х4500

2.3 Технологический процесс капитального ремонта аппарата.

2.3.1 Составление необходимой документации на ремонт

2.3.2 Ремонт отдельных деталей аппарата.

2.4 Технологический расчет аппарата

2.5 Механический расчет аппарата

3. Правила безопасности при эксплуатации и проведении ремонтных работ

4. Охрана окружающей среды на калийных предприятиях

5. Экономическая часть.

5.1 Составление графика ППР

5.2 Расчет затрат на основные и вспомогательные материалы.

5.3 Расчет затрат на электроэнергию

5.4 Расчет затрат на амортизацию

5.5 расчет заработной платы и отчислений от фонда оплаты труда

5.6 Составление сметы затрат

5.7 Основные технико-экономические показатели

Литература

## **ВВЕДЕНИЕ**

Рациональное использование минерально-сырьевых ресурсов, максимальное извлечение всех ценных компонентов из руд – главная задача обогащательной науки и практики.

Республиканское унитарное предприятие “Производственное объединение “Беларуськалий” – один из крупнейших в мире и самый крупный на территории СНГ производитель и поставщик калийных минеральных удобрений.

Функционируя на базе Старобинского месторождения калийных солей ПО “Беларуськалий” включает в себя четыре рудоуправления, вспомогательные цеха и обслуживающие подразделения, в которых занято около 20 тысяч человек.

В состав каждого рудоуправления входят рудник для добычи калийной руды и обогащательная фабрика для ее переработки и выпуска минеральных калийных удобрений в форме мелкозернистого, мелкокристаллического и гранулированного концентрата хлористого калия, а также соли калийной смешанной. Кроме того, объединение выпускает техническую, пищевую и кормовую поваренную соль.

Располагая достаточной природной сырьевой базой, высоким производительным потенциалом, высококвалифицированными кадрами рабочих и специалистов, объединение имеет все возможности для дальнейшего повышения эффективности производства, внедрения новой техники и совершенствования технологических процессов, обеспечения высокого качества всех видов работ и конечного продукта.

Современные обогащательные фабрики - высокомеханизированные предприятия. Они оснащены большим числом сложных установок, машин и механизмов, составляющих в совокупности непрерывные технологические линии. Все оборудование этих линий связано между собой определенными технологическими зависимостями и предназначено для переработки или

транспортировки руды и продуктов обогащения в едином технологическом процессе.

Эксплуатация оборудования в таких линиях предусматривает: контроль и регулировку производительности машин, контроль состояния смазочных систем, температуры трущихся частей механизмов и обмоток электродвигателей, предотвращение аварийных ситуаций, устранение возникающих неисправностей, пуск и останов оборудования.

Для облагораживания или увеличения поверхности фазового контакта минерала, применяемого в том или ином процессе, его подвергают измельчению. На разных производствах измельчают твердое минеральное сырье, полуфабрикаты, а также готовую продукцию. Измельчаемые материалы по своей структуре могут быть твердыми, мягкими, хрупким, вязкими, а также обладать различными химическими свойствами. От свойств материала и заданной степени измельчения зависят продолжительность процесса и тип измельчающего оборудования. Отличают следующие виды измельчения: дробление крупное (размер кусков после измельчения 250 мм); дробление среднее (20мм); дробление мелкое (1мм); помол грубый (0,1—0,004мм); помол средний (0,005—0,015 мм); помол тонкий (0,001— 0,005мм); помол коллоидный (менее 0,001 мм).

Технологическое назначение операций дробления и измельчения заключается в том, чтобы раскрыть минералы при максимально возможной крупности, при минимальном переизмельчении, т.е. осуществить принцип «не дробить ничего лишнего».

Кроме того, от обслуживающего персонала требуется четкое выполнение графиков чистки и ремонта оборудования, работающего в тяжелых условиях непрерывного производства. Вследствие воздействия высоких механических нагрузок и химически агрессивной среды узлы и детали машин подвергаются высокоабразивному износу. В некоторых случаях износ узлов машин влияет на качество продуктов обогащения.

Квалифицированное обслуживание оборудования обогатительной

фабрики невозможно без знания устройства, принципа действия и возможных неисправностей машин и аппаратов.

Одним из важнейших условий эффективного использования промышленного оборудования, увеличения срока его службы и надежности в работе является правильная эксплуатация и высококачественный ремонт. Эти решаются с помощью разработанной в нашей стране системы планово – предупредительного ремонта ( ППР ), которая регламентирует периодичность, состав и объем работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования. В ремонтном деле важную роль играет слесарь, который должен иметь хорошую техническую подготовку. Он должен знать назначение и устройство сборочных единиц оборудования, распознавать признаки и причины износа деталей различных механизмов и владеть современными способами восстановления изношенных частей машины.

Постоянная работоспособность всякого оборудования, поддерживается его правильной эксплуатацией и своевременным и качественным ремонтом. Поэтому бесспорно большое значение ремонтной службы для нормальной жизнедеятельности любого предприятия.

Повышение эффективности обогащительного производства требует разработки и внедрения новых технологических процессов и оборудования, обеспечивающих получения высоких технико-экономических показателей в условиях постепенного снижения качества исходного сырья. Технологические процессы должны совершенствоваться в направлении сокращения энергозатрат и материалов на производство концентратов, обеспечения наиболее полного использования в народном хозяйстве всех компонентов сырья, устранения вредного влияния обогащительного производства на окружающую среду.

## 1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

### 1.1 Краткая характеристика и сравнение способов производства KCl из сильвинита

Флотация представляет собой метод обогащения полезных ископаемых, основанный на различии физико-химических свойств поверхности минералов, выражающимся в различной способности минералов смачиваться водой. Находясь в тонко-измельченном состоянии в водной среде, частицы одних минералов не смачиваются водой, а прилипают к содержащимся в воде пузырькам воздуха и всплывают на поверхность, в то время как частицы других минералов смачиваются водой и тонут в ней или находятся во взвешенном состоянии.

Галургический способ производства основан на различной растворимости KCl и NaCl в воде с повышением температуры. С повышением температуры растворимость KCl резко повышается в то время как растворимость NaCl незначительна и при температуре около 100°C наоборот из раствора наблюдается выпадение кристаллов NaCl. На процесс растворения KCl оказывает влияние примеси присутствующие в руде и в основном  $MgCl_2$  и н.о. (глинисто-карбонатная фракция крупностью менее 0.01 мм или 10 мкр). С повышением в руде этих примесей растворимость KCl снижается.

Каждый метод обогащения имеет преимущества и недостатки, появляющиеся в большей или меньшей степени в зависимости от состава руды. Флотационный метод характеризуется малым расходом тепла и воды, возможностью ведения процесса при нормальной температуре щелоков с получением готового продукта в виде природных зерен крупностью до 1-3 мм. К недостаткам его следует отнести более низкое качество готовой продукции, зависящее от крупности вкрапленности сильвина в руде, повышенный расход электроэнергии, необходимость применения для

флотации KCl дорогих реагентов - первичных алифатических аминов C17 – C20.

Химический метод требует меньшего расхода электроэнергии, позволяет получать готовый продукт требуемого качества, однако при этом значительно возрастает расход тепла, процесс ведется при температуре щелоков 80 – 100 С, что повышает коррозию оборудования и ухудшает санитарные условия труда. Для получения кристаллов KCl с верхним пределом крупности 1 мм требуется применение дорогостоящего оборудования. При содержании MgCl<sub>2</sub> в руде свыше 0,2% снижается селективность кристаллизации KCl, и технологическая схема требует дополнение операцией выпарки щелоков для вывода MgCl<sub>2</sub> из процесса в виде насыщенного хлормagneиевого щелока.

Сопоставление извлечения KCl в готовый продукт и расхода руды по химическому и флотационному методам переработки калийных руд показало, что при химическом методе наблюдается более высокая степень использования сырья, особенно при обогащении руд с высоким содержанием н.о.

В связи с этим наиболее рациональные методы переработки выбирались не только по затратам на обогащение, но и с учетом разницы в расходе руды для обеспечения заданной мощности фабрики. Галургический метод принимался как более эффективный в случаях, когда затраты на обогащение по этому методу оказывались ниже или равны затратам на флотационное обогащение.

## **1.2 Характеристика исходного сырья и готовой продукции**

Готовой продукцией сильвинитовой обогатительной фабрики 2 рудоуправления является:

- калия хлористый, поставляемый на экспорт, отвечающий требованиям СТО СПЭКС 00 198 " Калий хлористый поставляемый на экспорт";

- калий хлористый мелкий гранулированный, отвечающий требованиям ГОСТ 4568 - 95 "Калий хлористый";
- калий хлористый гранулированный, отвечающий требованиям ТУ РБ 600122610.010 - 2002 "Калий хлористый гранулированный";
- калий хлористый мелкий непылящий агломерированный, отвечающий требованиям ТУ РБ 600122610.011 - 2002 "Калий хлористый мелкий непылящий агломерированный".

Таблица 1.1 - Характеристика производимой продукции.

ГОСТ 4568 - 95 "Калий хлористый"

Наименование показателей	Норма для марки			
	Гранулированный		Мелкий	
	1-й сорт	2-й сорт	1-й сорт	2-й сорт
1. Внешний вид	Спрессованные гранулы неправильной формы серовато-белого или различных оттенков		Мелкие кристаллы серовато-белого или мелкие зерна различных оттенков	
2. Массовая доля калия в пересчете на K <sub>2</sub> O, %, не менее	60	58	60	58
3. Массовая доля воды, %, не более	0,5	0,5	1,0	1,0
4. Гранулометрический состав (массовая доля фракции) %:			Не нормируется	
свыше 6 мм	0	0		
от 1 до 4 мм,	95	95		
не менее менее 1мм, не более	5	5		
5. Динамическая прочность (массовая доля разрушенных гранул),% не менее	80	80	Не нормируется	
6. Рассыпчатость, %	100	100	100	100

Таблица 1.2 - Характеристика производимой продукции.

ТУ РБ 600122610.010 - 2002 "Калий хлористый гранулированный".

Калий хлористый гранулированный выпускается в виде двух марок: гранулированный и мелкогранулированный.

Наименование показателей	Норма для марки	
	Гранулированный	Мелкогранулированный
1. Внешний вид	Гранулы неправильной формы от серовато - белого до красно - бурого цвета	
2. Массовая доля калия в пересчете на K <sub>2</sub> O, %, не менее	60	60
3. Массовая доля воды, %, не более	0,5	0,5
4. Гранулометрический состав (массовая доля фракции), %:		
более 6 мм	0	0
от 1 до 4 мм, не менее	90	35
менее 1мм, не более	5	Не нормируется
5. Динамическая прочность (массовая доля неразрушенных гранул), %, не менее	85	Не нормируется
6. Рассыпчатость	100	100

Таблица 1.3 - Характеристика производимой продукции.

СТО СПЭКС 001-98 "Калий хлористый, поставляемый на экспорт".

Наименование показателя	Норма для марок				
	М	Н	О	С	Г
	2	3	4	5	6
1. Внешний вид	Мелкозернистый или мелкокристаллический продукт от серовато - белого до красно - бурого цвета				Гранулы неправильной формы от серовато - белого до красно-бурого цвета
2. Массовая доля калия в пересчете на K <sub>2</sub> O, %, не менее	60	60	60	60	60

3. Массовая доля воды, %, не более	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
4. Гранулометрический состав (массовая доля фракции): свыше 4мм, %, не более	Не нормируется				3	
от 2 до 4 мм, % не менее	Не нормируется				87	
менее 2 мм, % не менее	90	90	90	Не нормируется		
от 1 до 2 мм, % не более	Не нормируется				8	
менее 1 мм, % не более	Не нормируется				2	
в т.ч. менее 0,5 мм, % не более	Не нормируется				0,5	
от 0,25мм до 1,7мм, % не менее	Не нормируется				95	Не нормируется
менее 0,25 мм, % не более	Не нормируется				5	Не нормируется
Менее 0,1 мм, % не менее	Не нормируется		3	Не норм.	Не нормируется	
Показатели однородности:						
ОРЧ (основное размерное число)	Не нормируется		Не норм	Не норм.	260	
ИО (индекс однородности)	Не нормируется		Не норм..	Не норм.	55	
5. Динамическая прочность (массовая доля неразрушенных гранул), % не менее	Не нормируется				85	

Таблица 1.4 - Характеристика производимой продукции.

ТУ РБ 600122610.011 - 2002 "Калий хлористый мелкий непылящий агломерированный".

Наименование показателей	Требования и нормы
1. Внешний вид	Мелкие кристаллы серовато-белого или мелкие зерна различных оттенков

2. Массовая доля калия в пересчете на K <sub>2</sub> O, % не менее	60
3. Массовая доля воды, % не более	0,5
4. Гранулометрический состав (массовая доля фракции): менее 2,0 мм, %, не менее в т.ч. менее 0,1 мм, %, не более	90 10
5. Рассыпчатость, %	100
6. Пылимость, г/кг, не более	0,20

Таблица 1.5 - Физико - механические свойства готовой продукции.

№ п/п	Наименование показателей	Ед. изм.	Калий хлористый мелкий	Калий хлористый гранулированный
1	Насыпная плотность	г/см <sup>3</sup>	0,9 - 1,1	1,050 - 1,030
2	Плотность	г/см <sup>3</sup>	2,000	1,990 - 2,000
3	Угол естественного откоса	градус	33 - 35	30 - 32
4	Температура плавления	0 С	768 - 776	
5	Температура кипения	0 С	1415	
6	Удельная теплоемкость	Дж/(кг*К)	0,7 x 10 <sup>3</sup>	

### 1.3 Описание технологического процесса производства хлористого калия по фабрике

Технология обогащения полезного ископаемого состоит из ряда последовательных операций, при которых полезные ископаемые подвергаются процессам переработки, которые по назначению делятся на подготовительные, основные и вспомогательные.

К подготовительным операциям относят дробление, измельчение,

грохочение и классификацию, целью которых является раскрытие минералов с образованием механической смеси частиц различного минерального состава, пригодной для их последующего разделения в процессе обогащения.

К основным процессам относятся те процессы разделения минералов, при которых полезные минералы выделяются в концентрат, а пустая порода – в хвосты (процесс флотации). Так как в один прием обогащения не всегда удается получить концентрат с максимальным содержанием ценного компонента и минимального по содержанию полезного компонента отходы, операции обогащения повторяются (перечистная флотация концентрата и контрольная флотация хвостов).

К вспомогательным процессам относятся процессы удаления влаги из продуктов. Такие процессы называются обезвоживанием, которое проводится с целью доведения влажности продуктов до установленных норм. Сюда также относят очистку сточных производственных вод и процессы пылеулавливания, т.е. процессы очистки воздуха перед выбросом их в атмосферу.

Обогащательная фабрика 2 РУ имеет технологическую схему, предусматривающую получение хлористого калия, соответствующего требованиям действующих стандартов на готовую продукцию.

Процесс обогащения сильвинита состоит из следующих стадий технологического процесса:

1. Дробление руды с предварительным грохочением.
2. Измельчение руды с предварительной и поверочной классификацией.
3. Механическое и флотационное обесшламливание руды.
4. Флотация сильвина.
5. Сгущение и обезвоживание хвостов флотации.
6. Гидроклассификация и обезвоживание концентрата.
7. Сгущение шламов.
8. Сушка калия хлористого.

9. Приготовление реагентов.
10. Гранулирование и агломерация мелкого калия хлористого.
11. Облагораживание гранул.
12. Погрузка калия хлористого.
13. Складирование отходов производства.

### **Дробление руды с предварительным грохочением.**

Сильвинитовая руда с массовой долей не менее 21% и массовой долей нерастворимого осадка до 7,5% из надшахтных бункеров пластинчатыми питателями ПЛ-12 подается на ленточные и катучие конвейера и распределяется по приемным бункерам отделения дробления (8 шт.), откуда питателями ПКЛ-12 подается на грохоты ГИТ-51, где подвергается сухому грохочению по классу 10 мм с додрабливанием надрешетного продукта в дробилках СМ-1705 (8 шт.).

Количество стадий дробления зависит как от свойств исходного материала, так и от принятого метода переработки. При галургическом способе обогащения руду дробят до крупности 5 мм, а при флотационном способе - до 3 -1мм.

Объединенный продукт системой ленточных конвейеров подается в склад руды № 1 или на измельчение в главный корпус.

Складирование руды производится конвейером с разгрузочной тележкой. Разгрузка руды со склада производится кратцер-кранами Е-4 (3 шт.), ленточными конвейерами и питателем ПКЛ-12. В цехе отделения дробления установлены 10 аспирационных установок мокрой очистки пыли. Разгрузка аспирационных установок подается на сгустителя Ц-9, откуда откачивается на шламохранилище. На отметке +25,6 установлено 5 аспирационных установок мокрой На отметке +25,6 установлено 5 аспирационных установок мокрой очистки пыли.

### **Измельчение руды с предварительной и поверочной классификацией**

Дробленая руда ленточными конвейерами со сбрасывающей тележкой

распределяется по бункерам объемом 180 т, 2 бункера на секцию. Из бункеров руда ленточными конвейерами, оборудованными тензовесами, подается в приемные короба дуговых сит СД-2. Для обеспечения мокрой классификации в разгрузочные точки ленточных конвейеров подается промпродукт первой перечисленной операции флотации.

Цель предварительной классификации – выделение перед измельчением класса менее 1,15 мм, являющегося исходным продуктом для 1 ст. обесшламливания. Предварительная классификация осуществляется по классу 1,15 мм на дуговых ситах с размером щели между шпальтами 2 мм. Сита устанавливаются под углом 45°. Надрешетный продукт дуговых сит предварительной классификации самотеком поступает в стержневые мельницы МСЦ. Слив мельниц поступает в зумпфы, где разбавляется промежуточным продуктом 2 перечисленной операции флотации, затем насосами подается на поверочную классификацию.

Надрешетный продукт поверочной классификации возвращается самотеком в мельницу на доизмельчение и представляет собой циркулирующую нагрузку, количество которой не более 150%. Подрешетный продукт поверочной классификации объединяется с подрешетным продуктом предварительной классификации и является питанием 1 ст. обесшламливания.

### **Механическое и флотационное обесшламливание руды.**

Целью механического и флотационного обесшламливания руды является снижение содержания нерастворимого остатка в суспензии, поступающей на флотацию.

### **Флотация**

Процесс флотации предназначен для максимального выделения КС1 из руды и осуществляется в флотокамерах ФМ-6,3КСМ (10 шт.) и ФМ-6,3КСЛ (7 шт.) на одну секцию.

Процесс флотации состоит из основной, контрольной, трех перечисленных операций и операции выщелачивания.

Питание сильвинитовой флотации являются пески перечитсных циклонов и камерный продукт машин шламовой флотации.

Пески перечитсных циклонов 5 ст. обесшламливания поступают в кантактный чан КЧ-3,15 (8 шт.), а камерный продукт шламовой флотации через 8-струйный пульподелитель распределяются по работающим станциям. Время основной флотации 5-6 мин. Время перечитсных операций 3-5 мин. Для повышения массовой доли КС1 в окончательном концентрате в желоб хлористого калия 3-й перечистки подается выщелачивающий раствор. Выщелачивающим раствором являются сливы сгустителей Г-2, С-9 мокрой стадии газоочистки отделения сушки и грануляции.

Флотационный концентрат и хвосты флотации поступают на обезвоживание в отделение фильтрации.

#### **Сгущение и обезвоживание хвостов флотации.**

Хвосты контрольной флотации блок-насосами перекачиваются на предварительное сгущение в гидроциклонах СВП-500. Пески гидроциклонов поступают в смесительные емкости, слив гидроциклонов поступает на сгущение в сгустители П-30. Сгущенный продукт насосами перекачивается в пульподелитель и совместно с песками хвостовых гидроциклонов распределяется по хвостовым вакуум-фильтрам БЛК-40 и на ленточный вакуум-фильтр.

Кек хвостов с влажностью не более 10% поступает на ленточный конвейер КЛС-1400 и через ПТС удаляется и складировается на солеотвале.

Фильтрат хвостовых вакуум-фильтров через повушку, ресивер, барометрические стаканы поступает в зумпф на отметку -3,6 метров, откуда насосами 8ГРК8 перекачивается на сгущение в сгустители.

#### **Гидроклассификация и обезвоживание концентрата.**

С целью получения стандартного или обеспыленного мелкого КС1 продукт после выщелачивания поступает в отделение фильтрации на гидроклассификацию.

Предусмотрено две схемы гидроклассификации КС1: одно- и

двухстадийная. Фильтрация КС1 осуществляется на барабанных вакуум-фильтрах БПК-40-3, и на трех каскадных центрифугах с пульсирующей выгрузкой.

Обезвоженный продукт после центрифуг с влагой не более 5% системой конвейеров подается на сушку.

### **Сгущение шлаков**

Слив сгустителей обесшламливания вместе с пенным продуктом шламовых флотомашин насосами 20НДС распределяется по шламовым сгустителям П-30 1 и 2 очереди для сгущения глинистых шламов. Для увеличения скорости осаждения гл. шламов в питание штамовых сгустителей подается раствор флокулянта. Осветленный маточник насосами 20НДС с 1-ой очереди сгущения и 2-ой перекачиваются в коллектор чистого маточника гл. корпуса.

Сгущенные глинистые шламы разбавляются рассолом и откачиваются на шламохранилище насосами ГР400/40.

### **Сушка калия хлористого**

Кек калия хлористого после центрифуг с влагой до 5% системой конвейеров распределяется по сушильным барабанам типа УСБ 3200x22000. После сушки концентрат с влагой не более 0,5% системой конвейеров складировается в склад готового продукта. В смесители конвейера концентрат обрабатывается 5% раствором омина для предотвращения слеживаемости.

Кек калия хлористого после вакуум-фильтров с влагой до 8,3% распределяется по сушильным барабанам, где высушивается до влажности 2%, часть кека транспортируется через сушильный барабан без теплоносителя и по конвейеру подается в лопастной смеситель для смешивания с циклонной пылью сухой стадии газоочистки и дополнительной обработки 10-20% раствором аммофоса.

Образовавшаяся при этом смесь с влагой 3-6% по конвейеру подается в отделение грануляции для получения гранулированного продукта и агломерации мелкого зерна.

Термическая сушка конвективным способом основана на испарении содержащейся в концентрате избыточной массовой доли воды в окружающую его воздушную среду при нагреве высушиваемого калия хлористого.

В качестве теплоносителя в сушильных установках используются топочные газы, образующиеся при сжигании мазута факельным способом, путем его распыления с помощью форсунок. Во избежание конденсации паров температура на выходе из сушильного барабана поддерживается 90-180°C.

Отработанные дымовые газы, содержащие пыль KCl, отсасываются дымоотсосом и подвергаются двухстадийной очистке:

1 стадия – сухая очистка в циклонах;

2 стадия – мокрая очистка в комбинированном очистителе пыли.

В качестве орошающей жидкости используется техническая вода.

Дымовые газы после двух стадий очистки выбрасываются в атмосферу через 2 дымовые трубы: титановую – 80м, текстолитовую – 84м.

### **Приготовление реагентов**

Режим приготовления реагентов (рабочих растворов) определяется режимными картами.

### **Гранулирование и агломерация мелкого калия хлористого.**

Агломерация мелкого калия хлористого с конвейеров поступает в сушильный барабан, где происходит сушка до влажности 3%,  $t=500-600^{\circ}\text{C}$  – в камере смешения,  $t=100-110^{\circ}\text{C}$  – отходящих газов. После барабана материал подается в смеситель на конвейере, где смешивается с циклонной пылью сушильных барабанов и обрабатывается 10% раствором аммофоса. В результате смешивания получается шихта с массовой долей воды 3-6%. Подготовленная шихта поступает в печи СК С-6,3 в цеха грануляции, где и происходит сушка с агломерацией тонких классов хлористого калия. Перед складированием обрабатывается 5% раствором аммиака.

Гранулирование мелкого калия хлористого осуществляется методом

прессования на 4-х грануляционных установках.

Процесс гранулирования состоит из следующих операций:

- а) подготовка материала к прессованию;
- б) прессование;
- в) дробление плитки;
- г) рассев дробленого продукта для получения гранулированного

хлористого калия.

#### **Облагораживание гранул.**

Дополнительная обработка (облагораживание) гранулята предусматривает:

- а) повышение прочности гранул;
- б) улучшение гранулометрического состава;
- в) снижение влагопоглощения.

Дополнительная обработка состоит из следующих стадий:

- а) обработка водой с последующим перемешиванием в двухвальном смесителе;
- б) сушка и охлаждение в аппаратах "кипящего слоя".

Гранулят выгружается на ленточный конвейер и в склады готовой продукции. Гранулят получается обеспыленный, окатанный и охлажденный до 60°.

#### **Погрузка калия хлористого.**

В погрузочно-складское хозяйство готовой продукции входят:

1. Два здания погрузки, оборудованные приемными бункерами, ленточными питателями и подвижными телескопическими течками, для загрузки вагонов через верхние токи;
2. Подвесные и подземные галереи, оборудованные 2 линиями автоматизированных ленточных конвейеров.
3. Склады арочного типа:
  - а) N2 – для мелкого калия хлористого с тремя кратцер-кранами, вместимость 18000 т;

б) N 3,4,5 – для гранулированного калия хлористого с кратцер-кранами, вместимостью склада №3 – 25000т; склада №4 – 30000т; склада №5 - 20000 т;

в) N 6 – для мелкого калия хлористого с порталным кратцер-краном, вместимостью 15000т.

Заполнение складов производится ленточными конвейерами с разгрузочной тележкой.

Обеспыленный и непылящий мелкий калий хлористый со склада №2 по системе конвейеров поступает на погрузку №1.

С целью снижения пылимости продукты обрабатываются пылеподавателями.

Мелкий KCl со склада №6 по системе конвейеров поступает на погрузку №2 и через телескопические тетки направляется в железнодорожные вагоны.

Гранулированный KCl со складов №3,4,5 направляется на погрузку через цех классификации, где на ситах классифицируется на два продукта. Товарный гранулят посредством системы конвейеров и загрузочный течек загружается в железнодорожные вагоны. Подрешетный продукт (отсев) в количестве до 10% направляется вновь в цех грануляции и на погрузку.

### **Складирование отходов производства**

Основными отходами производства при флотационном методе обогащения являются гапитовые отходы.

Гапитовые отходы транспортируются на солеотвалы системой конвейерного транспорта и подаются на отвалообразователи типа ОШ-75, ОШ-110, которые складировать их в отвалы.

Топочнотранспортная система включает в себя две магистральные линии – одна рабочая, вторая – резервная и 3 полевые - одна рабочая, 2 – резервные.

Под складирование хвостов флотации отведен земельный участок площадью 200,3 га, включая дамбы обвалования и в оснований которых сооружены защитные рассолонепроницаемые экраны.

Для сбора рассолов с площадей солеотвалов предусмотрена сеть рассолосборных каналов, проходящих по периметру солеотвалов, с которых отжимные рассолы самотеком поступают в рассолосборник, откуда 2 насосами ГР400/40 перекачиваются в карты шламохранилища.

Глинистые шламы транспортируются на шламохранилища (232,3 га). Ложе карт и верховые откосы дамб защищены водонепроницаемым экраном из полиэтиленовой пленки.

Возврат осветленных рассолов на СОФ производится насосными станциями № 1,2. Рассолы со шламохранилища используются для транспортировки шламов на шламохранилища, пополнения системы маточника и частично для слива полов и размыва трубопроводов в отделениях фабрики.

#### **1.4 Требования, предъявляемые к техническому обслуживанию ремонту технологического оборудования**

Система технического обслуживания и ремонта – это комплекс организационных и технологических мероприятий по обслуживанию и ремонту оборудования.

Система ТОиР включает планирование, подготовку, реализацию технического обслуживания и ремонта с заданными последовательностью и периодичностью. Для этих целей в системе приведены нормативы продолжительности межремонтных периодов, ремонтных циклов, простоев и трудоемкости в ремонте оборудования и технологических агрегатов, примерное содержание ремонтных работ отдельных видов оборудования, даны указания по организации его ремонта и технического обслуживания.

Система ТОиР призвана обеспечить: поддержание оборудования в работоспособном состоянии и предотвращение неожиданного его выхода из строя; правильную организацию технического обслуживания и ремонта оборудования; увеличение коэффициента технического использования

оборудования за счет повышения качества технического обслуживания и ремонта, и уменьшения простоя в ремонте; возможность выполнения ремонтных работ по графику, согласованному с планом производства; своевременную подготовку необходимых запасных частей и материалов.

В основу систем ТОиР положено сочетание технического обслуживания и планово-предупредительных ремонтов.

В зависимости от значимости оборудования в техническом протесе планово-предупредительный ремонт может проводиться по методу планово-периодического ремонта и ремонта по техническому состоянию (послеосмотровый период).

На основное оборудование распространяется метод планово-периодического ремонта.

Основное оборудование – это такое оборудование, в котором проводятся основные химико-технологические процессы получения продукта и выход из строя которого приводит к остановке технологической линии или резкому снижению ее производительности.

Перечень основного оборудования составляется по каждому цеху начальниками технологических цехов совместно с представителями ремонтной службы и утверждается главным инженером предприятия.

Сущность планово-предупредительного ремонта заключается в том, что все виды ремонта планируются и выполняются в строго установленные ремонтными нормативами сроки.

Перечень оборудования, на которое распространяется метод ремонта по техническому состоянию (послеосмотровый метод), составляется по каждому цеху (производству) начальниками технологических цехов совместно с представителями ремонтной службы по форме 10 приложения 1 и утверждается главным инженером предприятия.

Сущность ремонта по техническому состоянию заключается в том, что все виды и сроки ремонта устанавливаются в зависимости от технического состояния оборудования, определяемого во время проведения

периодического ТО.

Содержание оборудования. Все оборудование, технологические сооружения, установки и коммуникации, смонтированные в цехах, находятся в ведении начальников цехов, несущих полную ответственность за их нормальное рабочее состояние, эксплуатацию и ремонт, в соответствии с правилами техники безопасности и правилами технической эксплуатации.

В целях содержания оборудования в рабочем состоянии и улучшения его использования, а также предупреждения аварий и поломок на предприятиях должна осуществляться рациональная эксплуатация и соблюдаться строгая ответственность производственного персонала за состояние оборудования.

Оборудование необходимо использовать в соответствии с его назначением и производственно-техническими характеристиками.

Эксплуатационный персонал обязан строго соблюдать нормальный технологический режим работы оборудования, содержать его в чистоте, постоянно следить за техническим состоянием оборудования, своевременно выявлять и устранять неисправности в работе оборудования.

Техническое обслуживание – это комплекс работ для поддержания работоспособности оборудования между ремонтами.

Техническое обслуживание осуществляется эксплуатационным и обслуживающим дежурным персоналом под руководством начальников смен в соответствии с действующими на предприятии по рабочим местам и регламентом.

В зависимости от характера и объема проводимых работ ГОСТ 18322-78 предусматривает ежесменное и периодическое техническое обслуживание.

Ежесменное техническое обслуживание является основным и решающим профилактическим мероприятием, призванным обеспечить надежную работу оборудования между ремонтами.

В ежесменное техническое обслуживание входят следующие основные

работы: обтирка, чистка, регулярный наружный осмотр, смазка, подтяжка сальников, проверка состояния масляных и охлаждающих систем подшипников, наблюдение за состоянием крепежных деталей, соединений и их подтяжка, проверка неисправности заземления, устранение мелких дефектов, частичная регулировка, выявление общего состояния тепловой изоляции и противокоррозионной защиты, проверка состояния ограждающих устройств с целью обеспечения безопасных условий труда.

Ежесменное техническое обслуживание проводится, как правило, без остановки технологического процесса.

Выявленные дефекты и неисправности должны устраняться в возможно короткие сроки силами технологического и ремонтного персонала данной смены, и фиксироваться в сменном журнале.

Сменный журнал по учету выявленных дефектов и работ ежесменного технического обслуживания является первичным документом, отражающим техническое состояние и работоспособность действующего оборудования, и служит для контроля работы дежурного ремонтного персонала.

Сменный журнал ведется начальником смен или бригадирами дежурного ремонтного персонала.

Периодическое техническое обслуживание – это техническое обслуживание, выполняемое через установленные в эксплуатационной документации значения наработки или интервалы времени. Планирование периодического ТО осуществляется в годовом графике.

Для оборудования химических производств с непрерывным технологическим процессом периодическое ТО может проводиться во время планово-периодической остановки оборудования в соответствии с требованиями технологических регламентов с целью проведения технологической чистки от осадков емкостей, аппаратов, агрегатов, машин, магистральных трубопроводов и другого оборудования, которое не имеет резерва и без которого технологическая система работать не может. Для остального оборудования в период нахождения оборудования в резерве или в

нерабочий период.

Основным назначением периодического ТО является устранение дефектов, которые не могут быть обнаружены или устранены в период работы оборудования. Главным методом ТО является осмотр, во время которого определяется техническое состояние наиболее ответственных деталей и узлов оборудования, а также уточняется объем предстоящего ремонта.

В зависимости от характера и объема работ для проведения периодического ТО может привлекаться ремонтный персонал технологического цеха или централизованного ремонтного подразделения.

Подготовка оборудования для проведения периодического ТО проводится сменным персоналом под руководством начальников смен, несущих персональную ответственность.

Типовой перечень работ, подлежащих выполнению ремонтным персоналом во время периодического ТО, должен составляться в виде приложения к ремонтному журналу.

Ремонт оборудования. Ремонт – это комплекс операций по восстановлению исправности или работоспособности оборудования и восстановлению ресурсов оборудования.

Задача ремонта – компенсировать износы, восстановить нормальные сопряжения, вернуть машине первоначальную работоспособность к выполнению работы, для которой она предназначена. Если ремонт выполняется при нормальных износах, он обходится недорого; если же допускаются чрезмерные износы, ремонт носит восстановительный характер и требует значительных материальных и трудовых затрат.

Технологический процесс ремонта предусматривает выполнение следующих работ: 1) разбора поступившей в ремонт машины, очистка и промыва деталей; 2) составление дефектной ведомости; 3) восстановление изношенных деталей; 4) подбор и изготовление новых деталей для замены вышедших из строя; 5) сборка узлов, механизмов с подгонкой деталей и

регулировкой узла; ; 6) общая сбора; 7) выверка машины как в части отрегулированных механизмов, та и в части точности; 8) испытание и сдача отремонтированной машины.

В соответствии с особенностями повреждений и износа составных частей оборудования, а также трудоемкостью ремонтных работ, системой ТОиР предусматривается проведение текущего, капитального и остановочного ремонтов.

#### **1.4.1 Требования, предъявляемые к техническому обслуживанию и ремонту стержневой мельницы МСЦ 3,2 – 4,5**

В течении первых десяти дней работы мельницы после ремонта следует останавливать не реже одного раза в смену и проверять состояние зацепления (контакт зубьев, отсутствие задиров) , уплотнений, крепление венца, брони. Устранять выявленные недостатки.

Не допускать перегруза мельницы мелющими телами и работы мельницы при недостаточном питании измельчаемым материалом.

Планово-предупредительный осмотр привода производить не реже одного раза в шесть месяцев. Во время плановых осмотров проверяется параллельность соосность вал-шестерни с валом электродвигателя.

В соответствии с графиком плановых осмотров необходимо:

- следить за износом футеровки и не допускать случаев эксплуатации мельницы при неполном износе даже отдельных футеровочных плит;
- не допускать смещения футеровочных плит в барабане от их нормального положения;
- не допускать течи масла через в уплотнениях коренных подшипников, своевременно производить обтяжку и замену уплотнений;
- следить за состоянием и степенью износа баббита коренных подшипников, при зазоре между цапфой и корпусом подшипника на зоне установки уплотнений менее 0,5 мм корпус подшипника заменить.

При работе мельниц необходимо следить за состоянием привода, не

допуская его пульсации и ударов. Шум, создаваемый открытой зубчатой передачей, должен быть ровным, без периодического усилия и ослабления.

Не допускается перегрев коренных подшипников мельницы выше 60 °С, так как повышение температуры выше нормы может привести к расплавлению баббитовых вкладышей.

Необходимо систематически слеза поступлением масла в подшипники через специальные смотровые окна.

Техническое состояние оборудования мельницы считается удовлетворительным при условиях:

- отсутствие механических повреждений основных узлов мельницы;
- работа без толчков и заеданий;
- отсутствие повышенного шума в приводе;
- отсутствие вибраций фундамента;
- отсутствие перегрева подшипников;
- наличие подачи масла в коренные подшипники и смазки в узлах (отсутствие течи) ;
- нормальное зацепление вал-шестерни с венцовым колесом. При этом рабочая длина зацепления зубьев по пятну контакта - не менее 65% длины зуба подвенцовой шестерни и 45% по высоте зуба, радиальный зазор в зацеплении - 6мм без учета радиального биения венца;

### **1.5 Порядок сдачи оборудования в ремонт и прием оборудования после ремонта**

Порядок приема оборудования в ремонт. Оборудование считается принятым в капитальный ремонт после подписания акта по установленной форме ответственным лицом за подготовку и сдачу оборудования в ремонт, и руководителей ремонта (механиком или энергетиком цеха, мастером централизованного ремонтного подразделения предприятия, представителем подрядной организации) о принятии оборудования в ремонт с учетом

требований «Типовой инструкции о порядке безопасного проведения ремонтных работ на предприятиях Министерства химической промышленности».

Началом текущего ремонта оборудования считается дата подписания в журнале сдачи оборудования в ремонт и приема оборудования из ремонта руководителем ремонта (механиком, энергетиком цеха или мастером централизованного ремонтного подразделения) о принятии оборудования в ремонт от начальника смены.

На всех предприятиях химической промышленности в обязательном порядке должна вестись паспортизация всего оборудования с использованием паспортов или формуляров заводов-изготовителей. При отсутствии паспорта завода-изготовителя он составляется предприятием-владельцем оборудования.

Допускается составление одного паспорта или формуляра на группу однотипного оборудования с вкладышами для каждой единицы.

Содержание казанных документов должно соответствовать требованиям ГОСТ 2.601-68.

Местонахождение паспортов или формуляров определяется руководством предприятия в зависимости от организационной структуры ремонтной службы. На предприятиях с высоким уровнем внутризаводской централизации ремонтной службы паспорта или формуляры хранятся в ремонтном подразделении, осуществляющем ремонт данного оборудования. Руководителей ремонтного подразделения (механиков или энергетиков цеха, мастером централизованного ремонтного подразделения) на каждую единицу оборудования должен быть заведен ремонтный журнал, который прилагается к паспорту на данное оборудование.

На капитальный ремонт оборудования составляется следующая документация:

Ведомость дефектов;

Смета расходов (по действующей на предприятии форме);

Технические условия на капитальный ремонт.

Ответственность за подготовку и сдачу оборудования в ремонт. Вывод оборудования в ремонт осуществляется по письменному распоряжению начальника цеха, в котором указывается дата и время остановки на ремонт, а также ответственное лицо за сдачу оборудования в ремонт.

Перед сдачей оборудование должно быть очищено от грязи, шлама, промыто и отключено от коммуникаций, а также обесточено. Оборудование связанное с производством взрыво-пожароопасных, агрессивных, вредных для здоровья веществ, передается в ремонт обязательно освобожденным от рабочей среды и обезвреженным, и отключенным от систем с помощью специальных заглушек в соответствии с действующими на предприятии инструкциями.

Оборудование готовит к ремонту эксплуатационный (машинисты, аппаратчики, операторы) и обслуживающий дежурный персонал под руководством ответственного за подготовку к ремонту лица (начальника смены, установи, отделения).

В отдельных случаях для отключения оборудования от коммуникаций и установок заглушек может привлекаться ремонтный персонал, который работает под непосредственным контролем ответственного за подготовку к ремонту лица. Оборудование в ремонт сдает начальник смены, при этом делается соответствующая запись в журнале сдачи оборудования в ремонт и приема из ремонта, который хранится у начальников смены.

Более подробный порядок подготовки оборудования к ремонту и сдачи в ремонт должен определяться соответствующими цеховыми инструкциями, которые составляются с учетом опасности производства и обязаны отвечать требованиям типовых инструкций Минхимпрома и «Правилам безопасности во взрывоопасных и взрыво-пожароопасных химических и нефтехимических производствах».

Прием оборудования из ремонта. Датой окончания капитального ремонта оборудования считается день завершения ремонтным

подразделением всего запланированного объема работ с оформлением акта на прием оборудования из капитального ремонта. Из текущего ремонта оборудование принимается путем соответствующей записи в журнале сдачи оборудования в ремонт и приема из ремонта.

Владелец оборудования осуществляет технический контроль при приемке отремонтированного оборудования от ремонтного подразделения в объеме показателей, установленных ТУ на ремонт.

После окончания капитального ремонта энергетического оборудования оно подлежит наладке для достижения режимных и энергоэкономических показателей на уровне, установленном паспортом на данное оборудование.

Акты приемки оборудования из капитального ремонта должны быть оформлены в течении суток после завершения ремонта и окончания испытаний. Одновременно оформляется гарантийный паспорт на отремонтированное основное оборудование, которым гарантируется работа в соответствии с паспортными данными.

Сроки гарантий после ремонта не должны быть меньше нормативных сроков между ремонтами. После сдачи оборудования из ремонта руководитель ремонтного подразделения обязан сделать запись о проведенном ремонте в ремонтном журнале на данное оборудование в установленной форме.

Оборудование, подведомственное Котлонадзору, сдается инспектору местного органа надзора владельцем оборудования после приемки его от ремонтной организации. Заполненные ремонтные журналы, акты приемки оборудования из ремонта, сертификаты и прочие документы на вновь установленные детали, а также на материалы, из которых они изготовлены, описание и документация на произведенные конструктивные изменения оборудования, протоколы и журналы испытаний и технологической проверки оборудования прилагаются к паспортам или формуляром оборудования.

## 2. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Описание технологического процесса отделения измельчения

Из бункеров руда ленточными конвейерами (поз.1), оборудованными тензовесами, подается в приемные короба дуговых сит СД-2 предварительной классификации (поз. 2). Для обеспечения режима мокрой классификации в разгрузочные точки ленточных конвейеров (поз. 1) подается слив перечистных гидроциклонов СВП-500 5-ой стадии обесшламливания из расчета  $(0,9-1,2)$  м<sup>3</sup> на 1 т руды, промпродукт первой перечистки с флотосекций № 1-8.

Цель предварительной классификации - выделение перед измельчением фракции менее 1,25 мм, являющейся исходным продуктом для 1 стадии обесшламливания.

Предварительная классификация осуществляется на дуговых ситах СД-2 (поз. 2) с размером щели между шпальтами 2,0 мм (2 сита на мельницу). Сита прямолинейные установлены под углом 45 градусов.

Надрешетный продукт дуговых сит предварительной классификации плотностью 1,6523-1,7303 г/см<sup>3</sup> (ж:т=0,5-0,7) самотеком поступает в стержневую мельницу МСЦ-3200×4500 (поз. 3) массовой подачей  $(175 + 2)$  т/ч. При измельчении одновременно происходит оттирка сильвина от глинистых минералов. Масса загружаемых стержней определяется производительностью мельницы, крупностью исходного и готового продуктов и составляет  $(27-30)$  т. Диаметр стержней –  $(60-90)$  мм, сортировка их производится ежеквартально.

Слив мельниц поступает в зумпфы (поз. 4), где разбавляется промежуточным продуктом первой перечистой операции флотации и пенным продуктом контрольной флотации до плотности 1,4399 – 1,4482 г/см<sup>3</sup> (ж:т=1,91-2,01), затем насосами ГРУ-800-40 (поз. 5) и НРК 250-630 (поз. 6) подается на поверочную классификацию.

Поверочная классификация осуществляется на дуговых ситах СД-2 (поз. 2) по фракции 1,25 мм, при количестве дуговых сит на мельницу – 2 рабочих и 2 резервных, с шириной щели между шпальтами 2 мм. Надрешетный продукт поверочной классификации с плотностью 1,5613-1,6073 г/см<sup>3</sup> (ж:т=0,85-1,05) возвращается самотеком в мельницу (поз. 3) на доизмельчение и представляет собой циркулирующую нагрузку, объём которой не более 146 %. Подрешетный продукт поверочной классификации объединяется с подрешетным продуктом предварительной классификации и является питанием первой стадии обесшламливания.

Уровень в зумпфах слива мельниц контролируется с помощью средств измерения уровня.

## **2.2 Назначение, устройство, принцип работы и техническая характеристика аппарата стержневой мельницы МСЦ 3,2 – 4,5**

Мельница стержневая с центральной разгрузкой (МСЦ 3200×4500) предназначена для мокрого измельчения руды в замкнутом цикле (в схеме СОФ-2).

Измельчением является заключительной операцией в цикле подготовки руды перед обогащением, связанной с уменьшением крупности ее кусков, и производится в аппаратах, называемых мельницами. Как правило, на измельчение поступает материал после дробления и имеет крупность менее 10 –25 мм.

В результате измельчения должен быть получен продукт, пригодный по крупности для последующего обогащения и содержащий полезные минералы в виде частиц, максимально освобожденных от пустой породы. Крупность частиц измельченного продукта обычно не превышает 1 мм.

Условное обозначение МСЦ – 3200х4500-УХЗЛ4-ТУ 24.00.5241-92,расшифровывается следующим образом:

М – мельница;

С – стержневая;  
Ц – с центральной разгрузкой;  
3200 – диаметр барабана внутренний, мм;  
4500 – длина барабана внутренняя, мм;  
УХЛ – климатическое исполнение;  
4 – категория размещения.

Мельница представляет собой цилиндрический барабан, закрытый торцевыми стенками. Центральная часть барабана мельницы представляет собой сварной корпус с футеровкой.

Торцевая стенка со стороны загрузки материала, вместе с футеровкой и установленным в стенку загрузочным патрубком, называется загрузочной частью барабана.

Торцевая стенка со стороны выхода измельченного материала вместе с установленными на ней торцевой футеровкой, разгрузочной воронкой и горловиной воронки называется разгрузочной частью барабана мельницы.

Стенки имеют полые цапфы с проточенными на них опорными шейками, которыми барабан опирается на коренные подшипники.

Изнутри корпус барабана и торцевые стенки с целью предохранения их от износа защищены футеровочными бронеплитами, изготовленными из износостойких материалов, так как пульпа (измельчаемый материал в смеси с водой) абразивна и поверхности деталей, соприкасающиеся с пульпой при работе мельницы, интенсивно изнашиваются. Укладка футеровки внутри барабана производится с учетом направления его вращения (острым концом основания плиты по направлению вращения) и на резиновых прокладках.

Барабан мельницы опирается на коренные подшипники. Один из подшипников (возле привода) выполняется фиксированным, второй – свободным с гарантированным зазором между буртом опорной шейки цапфы и торцом корпуса подшипника. Это обеспечивает возможность компенсации удлинения барабана работающей мельницы при нагреве его за счет энергии, выделяемой в процессе измельчения материала.

Подшипники коренные состоят из фундаментных и опорных плит, корпусов с баббитовой заливкой, крышек и уплотнений.

Для обеспечения возможности перемещения плит опорных по плитам фундаментным при установке барабана и регулировке зубчатого зацепления привода мельницы на фундаментных плитах предусмотрены регулировочные винты.

Защита коренных подшипников от перегрева осуществляется аппаратурой температурной встроенной защиты и сигнализации.

Вращение барабана мельницы осуществляется с помощью привода.

Привод мельницы состоит из тихоходного синхронного электродвигателя, упругой муфты с промежуточным валом и открытой зубчатой передачи. Зубчатая передача состоит из вал-шестерни входящей в сборку вала приводного, и зубчатого венца, установленного на барабане мельницы.

Вращение барабана мельницы имеет такое направление, чтобы усилие в зубчатом зацеплении прижимало вал приводной к фундаменту и анкерные шпильки привода не работали на отрыв.

Подлежащий измельчению материал и мелющие тела (стержни) загружаются в барабан мельницы. Подача измельчаемого материала и воды производится при работе мельницы непрерывно. Загрузка и догрузка стержней производится при остановке мельницы. подлежащий измельчению материал загружается в барабан через течку и подается на шнеки загрузочного патрубка и затем поступает в барабан.

Измельчение материала происходит за счет ударов мелющих тел (стержней), а также раздавливания и истирания его между измельчающими телами и футеровкой при вращении барабана. Измельченный материал в смеси с водой и (пульпа) свободным сливом через воронку разгрузочную, горловину воронки и бутару удаляются из барабана мельницы. Разгрузка осуществляется за счет различного уровня разгрузочной воронки и шнеков загрузочного патрубка, а также за счет подпора постоянно поступающего

нового материала.

Инородные тела, случайно попавшие в мельницу (щепа, ветошь, пласкуша), отделяются от пульпы с помощью бутары, установленной на фланце цапфы разгрузочной торцевой стенки.

#### Техническая характеристика стержневой мельницы МСЦ 3200х4500

1	Диаметр барабана внутренний (без футеровки), мм	3200	
2	Длина измельчительной камеры (без футеровки), мм	4520	
3	Рабочий объем помольной камеры, м <sup>3</sup>	32	
4	Степень заполнения барабана мелющими телами, % не более	35	
5	Расчетная потребляемая мощность, кВт, не более	610	
6	Крупность загружаемого материала (не более), мм	25	
7	Номинальная частота вращения барабана, об/мин	14,46	
8	Относительная частота вращения барабана	0,6	
9	Открытая зубчатая пара главного привода Модуль Угол наклона зуба, град число зубьев	ВЕНЕЦ	ШЕСТЕРНЯ
		20	
		5,25	
		254	22
10	Электродвигатель главного привода	ДСП 260/39-36 УХЛ	
	Мощность, кВт	900	
	Частота вращения, об/мин	167	
	Напряжение, В	6000	

### 2.3 Технологический процесс капитального ремонта стержневой мельницы МСЦ 3,2 – 4,5

При проведении капитального ремонта стержневой мельницы МСЦ 3,2 – 4,5 производятся следующие виды работ :

1. Отвернуть болты, снять ограждения узла приводной и венцовой шестерен, ограждения муфты с промежуточным валом, крышку разгрузочной камеры.
2. Демонтировать площадку обслуживания коренных подшипников.
3. Отсоединить питающий трубопровод.
4. Демонтировать бутару.
5. Удалить из барабана мелющие тела.
6. Отсоединить трубопроводы системы жидкой автоматической смазки коренных подшипников.
7. Демонтировать промежуточный вал с полумуфтами.
8. Снять крышки подшипников, демонтировать приводную вал-шестерню вместе с подшипниками, крышками и полумуфтой.
9. Отвернуть гайки болтов крепления брони на корпусе и торцевых стенках барабана.
10. Удалить через разгрузочную воронку броневые плиты (в случае износа болтов или брони).
11. Демонтировать, произвести ремонт (повернуть на 180 градусов) или заменить на новую (в случае износа двух сторон зубьев) венцовую шестерню.
12. Отвинтить болты и извлечь из цапф вращающейся части горловину воронки.
13. Снять крышки коренных подшипников.
14. Произвести ревизию цапф барабана и коренных подшипников.
15. Застопорить и поднять вращающуюся часть (при наличии дефектов).
16. Отшлифовать шейки цапф вручную (при наличии дефектов).
17. Демонтировать поочередно корпуса коренных подшипников, пришабрить их и установить (при наличии дефектов).
18. Уложить барабан на подшипники, крышки подшипников, закрепить винтами.

19. Установить разгрузочный и загрузочный патрубок.
20. Нарезать по размеру резину, разметить и пробить отверстия под болты крепления броневых плит.
21. Загрузить и установить в барабане вращающиеся части броневые плиты, закрепить их болтами (замена в случае износа).
22. Загрузить мелющие стержни.
23. Произвести ревизию и ремонт разгрузочной камеры (ремонт в случае износа).
24. Смонтировать бутару (замену в случае износа).
25. Установить вал-шестерню вместе с подшипниками, крышками и полумуфтой, с заменой закладных.
26. Установить промежуточный вал с полумуфтами.
27. Установить крышки подшипников и закрепить их.
28. Собрать компенсационную муфту (замена гибких элементов при износе).
29. Выполнить ревизию, подсоединить трубопроводы системы смазки.
30. Выполнить ремонт и подсоединить трубопровод слива.
31. Подсоединить питающий трубопровод.
32. Произвести обкатку мельницы без загрузки и устранить выявленные недостатки.
33. Сдать мельницу в эксплуатацию.

### **2.3.1 Составление необходимой документации на ремонт**

Все стадии ремонта (планирование, подготовка, проведение, сдача в эксплуатацию отремонтированного оборудования) оформляются документально. Состояние документации контролируется ОГМ предприятия и ОГМ вышестоящих организацией.

Состав документов и их содержание определяются утвержденными положениями о ППР и о системе технического обслуживания и ремонта

оборудования соответствующей отрасли промышленности. Этими положениями установлены следующие формы документов.

1 Годовой график ППР оборудования, представляемый руководством цеха (начальником и механиком). Он согласовывается с начальником производственного отдела и главным механиком и утверждается главным инженером предприятия. В этом графике указывается вид ремонта (текущий, капитальный) и месяц, в течении которого он должен быть проведен. В графике предусматриваются также нормативы времени непрерывной работы оборудования между ремонтами и времени простоя в ремонте, потребности в рабочей силе на производство ремонтных работ, данные о годовом простое в ремонте и годовом фонде рабочего времени.

2 План-график ремонта оборудования на планируемый месяц, составляемый цеховым механиком в соответствии с годовым графиком. Этот график утверждается начальником цеха, в нем указываются календарные дни и вид ремонта, а также продолжительность его проведения.

3 График остановки на капитальный ремонт заводов, цехов и особо важных объектов, представляемый главным механиком совместно с начальником отдела и утвержденный директором предприятия после согласования с руководством вышестоящей организации. В нем указывается продолжительность простоя оборудования в капитальном ремонте в сутках по месяцам за весь планируемый год.

4 Титульный список капитального ремонта, составляемый главным механиком и начальником планового отдела и утверждаемый директором предприятия. В нем показано распределение средств, выделенных на капитальный ремонт, между всеми объектами, которые должны быть подвергнуты капитальному ремонту, и дан поквартальный расход общей суммы.

5 Ведомость затрат труда на ППР оборудования, представляемая руководством цеха в ОГМ. В этой ведомости приводится дифференцированный подсчет плановых затрат труда на все виды ремонта. На

основании таких ведомостей, получаемых от цехов, ОГМ планирует общие трудовые затраты по предприятию, а также работу центральных ремонтных баз.

6 Ремонтный журнал по учету проведенного планово-предупредительного ремонта и осмотра, составляемый на каждое отдельное оборудование, которое имеет собственный инвентарный номер. В нем регистрируют дату проведенного ремонта и его вид, краткое содержание ремонта, фамилии исполнителей, а также фактическое время работы после предыдущего текущего и капитального ремонтов.

7 Ведомость дефектов, подлежащих устранению при каждом ремонте; служит основанием для определения объемов ремонтных работ по видам, необходимых для ремонта материальных ресурсов, распределение их по отдельным объектам ремонта, составления смет, разработки сетевых или линейных графиков, технологических карт производства работ на отдельных объектах ремонта, общей организации и технологии ремонта всего технологического комплекса.

ВД представляет собой подробный перечень дефектов (неисправностей, повреждений деталей, узлов технологического оборудования). ВД должна содержать перечень дефектов, не только предполагаемых или обнаруженных при осмотре в период подготовки оборудования для сдачи в ремонт, но и уточненных при разборке оборудования. ВД утверждается главным механиком завода.

8 Ведомость работ, подлежащих выполнению во время капитального ремонта. В ней указываются наименование и объем работ, перечень и количество материалов, необходимых для проведения ремонта. По этой ведомости производится сметный расчет стоимости каждого вида работ, а также распределяются все работы между исполнителями.

9 Сметы – основной плановый документ для финансирования расходов из государственного бюджета. Смета определяет объем, целевое направление и распределение бюджетных ассигнований на расходы, в частности, на

капитальный ремонт оборудования.

10 Акт сдачи оборудования в ремонт руководством технологического цеха и прием в ремонт руководством ремонтного цеха, в котором подтверждается факт готовности объекта к проведению ремонтных работ.

11 Акт сдачи оборудования из ремонта руководством ремонтного цеха руководству технологического цеха, в котором указывается качество выполненных работ, их соответствие техническим условиям, а также дата окончания ремонта.

### **2.3.2 Ремонт отдельных деталей стержневой мельницы МСЦ 3200X4500**

При капитальных ремонтах производят ремонт или замену подшипников скольжения, корпуса, приводной вал-шестерни, футеровки барабана.

Основной неисправностью является износ и повреждение рабочей поверхности шеек, износ шпоночной канавки, повреждение винтовой резьбы стопорной шайбы. Чаще всего в результате износа шеек теряется первоначальная геометрическая форма.

Ремонт изношенной поверхности вала осуществляется механической обработкой, наплавкой или металлизацией. Неправильная форма шеек, а также повреждения поверхности устраняются шлифованием или проточкой с последующим шлифованием.

Сорванную или забитую резьбу на валу прорезают на другой диаметр, а если нельзя, то ее заваривают и нарезаю новую.

Неисправностями вал-шестерни является износ зубьев по длине и толщине, ступенчатая выработка зубьев, выкрашивание закаленной рабочей поверхности зубьев, поломка зубьев.

Контроль износа зубьев по длине осуществляется штангенциркулем, по толщине – штангензубомером по начальной окружности. Остальные неисправности выявляются внешним осмотром. Износ зубьев вал-шестерни

определяется контрольной скобой. Если скоба плотно садится на вершину зуба, вал-шестерню выбраковывают.

Необходимость ремонта подшипников скольжения возникает при следующих неисправностях:

- 1) искажение первоначальной геометрической формы поверхности трения;
- 2) появление задиров и рисок на поверхностях трения;
- 3) частичное либо полное выплавление или отслаивание баббита;
- 4) образование трещин.

При износе подшипника проводят шабрение вкладыша или их перезаливку. Шабровка осуществляется путем соскабливания неровностей с поверхности баббитовой заливки. За один поход шабера снимается слой металла толщиной 0,005 – 0,007 мм.

Прилегание шеек барабана мельницы к вкладышам подшипников должно происходить по дуге не менее 60 – 80°. Равномерность прилегания определяются числом пятен касания, которое должно быть  $\geq 10$  на квадрате, имеющем размеры 25x25 мм.

При значительном износе вкладышей или расслоении баббита их перезаливают. Перезаливка складывается из следующих операций:

- 1) подготовка подшипника к ремонту;
- 2) лужение подшипника;
- 3) подготовка баббита к заливке;
- 4) заливка подшипника;
- 5) обработка и контроль.

При восстановлении вкладышей подшипников с целью замены высокооловянистых баббитов могут применяться антифрикционные сплавы, получаемые в процессе металлизации.

Причинами вытекания масла из подшипников скольжения могут быть заполнение подшипника маслом сверх допустимой нормы, применение несоответствующих сортов масла с пониженной вязкостью, повышенные

зазоры в уплотнениях, а также конструктивные недостатки, которые могут быть устранены при очередной модернизации во время ремонта.

Подшипники качения подлежат замене, если обнаружены следующие неисправности: задиры на беговых дорожках и телах качения, повреждения в местах посадки подшипника в корпусе или на валу, увеличенные зазоры между телами качения и обоймами, цвета побежалости, следы защемления, выкрашивания, отслаивания, шелушения раковин, надломы и трещины на сепараторе.

При отсутствии указанных дефектов шарикоподшипники проверяются на шум и легкость вращения от руки. Подшипник должен иметь ровный ход без заедания и шума. Проверяются с помощью индикаторов радиальный люфт и осевой зазор.

Посадка подшипника качения на вал обычно производится с натягом. Внутренняя обойма подшипника обработана пол 7 – 8 классу шероховатости, а твердость стали обоймы в 2 – 3 раза больше материала вала, так как все детали подшипника качения закалены. При посадке подшипника без нагрева происходит срезание неровностей вала, а при посадке с нагревом – смятие неровностей вала. Если вал обработан грубо, посадка с течением времени ослабевает, поэтому посадочное место вала также должно обрабатываться по 7 – 8 классу шероховатости.

Ремонт сварных соединений осуществляется путем подваривания.

Технология ремонта корпуса заключается в следующем.

1. Поврежденные места, подлежащие сварке, тщательно обрабатываются шлифовальным канем до удаления всех дефектов и придания им формы с плавными переходами.

2. Обработанные места подвергаются магнитному и ультразвуковому контролю для выявления дефектов.

3. Сквозные повреждения заправляются на подкладках. Заплавка выполняется на постоянном токе. Режим заправки – общепринятый для соответствующей марки электрода, его диаметра и материала корпуса.

Удаление дефекта осуществляется огневым или механическим способом. Форма разделки должна иметь плавные переходы к поверхности основного металла. Сквозные трещины по толщине стенки более 20 мм разделяются с обеих сторон.

В резьбовых соединениях встречаются следующие виды повреждений:

- 1) изменение профиля резьбы по среднему диаметру в соединениях с частым относительным перемещением элементов;
- 2) смятие рабочих поверхностей резьбы под действием рабочих нагрузок;
- 3) удлинение стержня болта с изменением шага резьбы в результате действия осевых рабочих нагрузок и усилий затяжки;
- 4) поломка или ослабление пружинных шайб, а также износ и смятие простых шайб и граней болтов и гаек.

Поврежденные крепежные болты, винты и гайки заменяются новыми. Исключение допускается лишь для гаек, имеющих слегка смятые грани.

Сорванная или изношенная резьба в небольших отверстиях не восстанавливается. В таких случаях деталь высверливается на небольшую глубину и в этой части нарезается резьба. При этом болт должен иметь удлиненную резьбовую часть. Иногда отверстие просверливается и нарезается новая резьба большего размера. Соответственно рассверливаются болтовые отверстия сопряженных деталей и используются болты с новой резьбой.

В шпоночных соединениях чаще всего изнашиваются рабочие поверхности шпонок и пазов.

Шпонки заменяются новыми. Пригонка шпонок по шпоночным пазам на валу и сопрягаемой с ним детали осуществляется опиливанием, строганием, фрезерованием и шлифованием.

Разработанные шпоночные пазы на валах восстанавливаются наплавкой с последующим фрезерованием. Ремонт шпоночного паза возможен путем установки точной копии шпонки, изготовленной из графита,

наплавкой краев шпоночного паза и обработкой вала после удаления графитовой шпонки.

Часто шпоночный паз изготавливают на новом месте. Обработка и изготовлении новых пазов на валах проводится на горизонтально- и вертикально-фрезерных станках дисковыми и пальцевыми фрезами.

### 2.3 Технологический расчет стержневой мельницы

Исходные данные для расчета:

Мельница эксплуатируется в схеме обогатительной фабрики 2 РУ. Производительность фабрики в 100%  $K_2O$  1,2 млн.т/год.

Производительность стержневой мельницы определяется по следующей формуле:

$$Q = q * V_b, \text{ т/ч,}$$

где  $q$  – удельная производительность мельницы,  $\text{т}/(\text{ч} * \text{м}^3)$ . Удельная производительность стержневой мельницы при измельчении от 10 – 15 мм до 0,8 – 1 мм составляет 5 – 7  $\text{т}/(\text{ч} * \text{м}^3)$

$V_b$  – рабочий объем барабана,  $\text{м}^3$ .

Определяем часовую производительность фабрики по руде, по следующей формуле:

$$Q_{\text{час}} = A_{\text{руда}}^{\text{год}} * K/a * v,$$

где  $Q_{\text{час}}$  – производительность отделения измельчения фабрики за один час;  $a$  – количество рабочих дней в году, принимают  $a = 340$  дней;  $v$  – количество рабочих часов в сутки, принимают  $v = 22,5$  часов;  $K$  – коэффициент,  $K = 1,15$ ;  $A_{\text{руда}}^{\text{год}}$  – производительность фабрики по руде за год.

$$A_{\text{руда}}^{\text{год}} = A_{\text{K}_2\text{O}} * 1,583 * 100^3 / (a * \varepsilon (100 - w_p)) = 1,2 * 10^6 * 1,583 * 100^3 / (25\% * 81,5\% (100 - 0,5\%)) = 9,3 * 10^3 \text{ т/год}$$

где  $a$  – содержание КС1 в исходной руде, %, по СОФ 2 среднее содержание КС1 в руде 25%;  $\varepsilon$  – товарное извлечение КС1 в готовый продукт, %;  $w_p$  – влажность руды,  $w_p = 0,5\%$ .

$$\varepsilon_{\text{сух.к-т}}^{\text{КС1}} = 83\%; \varepsilon = \varepsilon_{\text{сух.к-т}}^{\text{КС1}} - 1,5 = 83 - 1,5 = 81,5\%$$

$$Q_{\text{час}} = A_{\text{руда}}^{\text{год}} * K/a * B = 9,3 * 10^3 * 1,15 / 340 * 22,5 = 1404,3 \text{ т/ч}$$

Определим производительность одной мельницы за один час:

$$Q = Q_{\text{час}} / 8 = 1404,3 / 8 = 176 \text{ т/ч}$$

Для обеспечения заданной производительности требуется объем барабана:

$$V_b = Q / q = 176 / 7 = 25 \text{ м}^3$$

Используя технические характеристики, стержневых мельниц с центральной разгрузкой, принимаем к установке стержневую мельницу МСЦ 3200х4500 с объемом барабана 32 м<sup>3</sup>. Ближайшая по типоразмеру мельница МСЦ 2700х3600 имеет недостаточный объем барабана 17,5 м<sup>3</sup>.

Максимальная производительность выбранной мельницы составляет:

$$Q = 7 * 32 = 224 \text{ т/ч}$$

Коэффициент использования мельницы:

$$K_{\text{исп}} = (176 / 224) * 100\% = 78,6\%$$

В зависимости от частоты вращения барабана различают каскадный, водопадный и смешанный режимы работ мельниц. При каскадном режиме частота вращения барабана мала и стержни, поднимаясь на некоторую высоту вместе с барабаном, затем скатываются или сползают вниз параллельными слоями, измельчая материал главным образом истиранием. При увеличении частоты вращения барабана стержни под действием центробежной силы поднимаются выше и, достигнув определенной для каждой частоты вращения высоты, нанося удары по руде. Такой режим работы мельницы называют водопадным. Руда в этом случае измельчается главным образом за счет удара стержней и частично истирания. Смешанный режим осуществляется при переходе от каскадного режима к водопадному.

Частота вращения барабана может быть такой, когда центробежная сила достигает настолько большой величины, что стержни не могут оторваться от барабана и вращаются вместе с ним. Руда при этом случае не измельчается.

Частота вращения, при которой стержни прижимаются центробежной силой к внутренней поверхности барабана и начинают вращаться вместе с ним, называется критической.

Критическая частота вращения барабана мельницы определяется по диаметру барабана и равна:

$$n_{кр} = 42,4/\sqrt{D} = 42,4/\sqrt{3.2} = 23.7 \text{ об/мин}$$

Рабочая частота вращения составляет 75 – 85 % критической частоты вращения, значит должна быть в пределах:

$$n_p = (0,75 - 0,85) n_{кр} = 17,8 - 20,1 \text{ об/мин (не более)}$$

При такой частоте вращения барабана производительность и эффективность работы мельницы будут максимальными.

Установлено, что оптимальная частота вращения барабана зависит от степени его заполнения измельчающими телами, которая характеризуется коэффициентом заполнения  $\phi$ . Для стержневых мельниц коэффициент заполнения  $\phi$  обычно равен 0,3 – 0,4.

Коэффициент заполнения мельницы стержнями можно определить по следующей формуле:

$$\phi = (4 G_{ст}) / (\gamma_{ст} \pi D^2 L)$$

где  $G_{ст}$  – масса стержневой загрузки, т;

$\gamma_{ст}$  – насыпная масса стержней, т/м<sup>3</sup>;

$L$  – длина барабана, м.

Определяем массу стержней:

$$G_{ст} = (\gamma_{ст} \pi D^2 L) / 4 = (0,3 * 6,3 * 3,14 * 3,2^2 * 4,5) / 4 = 68 \text{ т} = 68000 \text{ кг}$$

Исходя из практики измельчения сильвинитовой руды, склонной к шламообразованию принимаем стержневую нагрузку 35 т, что обеспечивает измельчение до крупности 1,25 мм.

Мельница оборудована электродвигателем ДСП 260/39-36 мощностью 900 кВт, число оборотов 167 об/мин и весом 15900 кг.

#### Характеристика привода мельницы

Число зубьев вал-шестерни	22
Число зубьев зубчатого венца	254
Передаточное отношение	11,545
Модуль в нормальном сечении, мм	20
Угол зацепления, град.	20
Межцентровое расстояние, мм	2771,64
Наибольший допускаемый момент, тм	20

## Техническая характеристика мельницы МСЦ 3200х4500:

Размер мельницы, мм:	
Длина	12440
Ширина	7205
Высота	5228
Диаметр барабана внутренний, мм	3200
Длина барабана, мм	4500
Объем барабана номинальный, м <sup>3</sup>	32
Частота вращения барабана, об/мин	14,46
Мощность электродвигателя, кВт	900
Масса мельницы (без электрооборудования, смазочной станции, мелющих тел), кг	133119
Масса вращающихся частей (без мелющих тел и измельчаемого материала), кг	108000
Масса мелющих тел, кг	До 70000

### 2.4 Механический расчет открытой зубчатой передачи стержневой мельницы

Кинематическая схема открытой зубчатой передачи стержневой мельницы приведена в приложении В:

Исходные данные для расчета:

Число зубьев вал-шестерни –  $Z_1 = 22$ ;

Число зубьев зубвенца –  $Z_2 = 254$ ;

Передаточное отношение –  $U = 11,245$ ;

Модуль зацепления –  $m_n = 20$ мм;

Угол зацепления –  $\alpha = 20^\circ$ ;

Межосевое расстояние –  $a_w = 2760$ мм.

Расчет передачи сводится к проверке прочности зубьев по контактным напряжениям  $\sigma_n \leq [\sigma]_n$ , т.е. рабочее контактное напряжение должно быть меньше или равно допускаемому, в этом случае прочность зубьев в зацеплении обеспечена.

Геометрические параметры передачи следующие:

а) делительные диаметры:

$$d_1 = m_n * Z_1 = 20 * 22 = 440 \text{ мм};$$

$$d_2 = m_n * Z_2 = 20 * 254 = 5080 \text{ мм};$$

б) диаметры вершин зубьев:

$$d_{a1} = d_1 + 2m_n = 440 + 2 * 20 = 480 \text{ мм};$$

$$d_{a2} = d_2 + 2m_n = 5080 + 2 * 20 = 5120 \text{ мм};$$

в) диаметры впадин зубьев:

$$d_{f1} = d_1 - 2.4m_n = 440 - 2.4 * 20 = 392 \text{ мм};$$

$$d_{f2} = d_2 - 2.4m_n = 5080 - 2.4 * 20 = 5032 \text{ мм};$$

г) ширина зубчатого венца:

$$\text{колеса} - B_2 = 800 \text{ мм};$$

$$\text{шестерни} - B_1 = 800 \text{ мм};$$

д) межосевое расстояние:

$$a_w = (d_1 + d_2) / 2 = (440 + 5080) / 2 = 2760 \text{ мм}.$$

$$\sigma_H = k * \sqrt{F_t(U+1) / (B_2 * d_2) * K_{H\alpha} * K_{H\beta} * K_{H\nu}} \leq [\sigma]_H.$$

где  $k$  – вспомогательный коэффициент. Для прямозубой передачи  $k = 436$ ;

$F_t$  – окружная сила в зацеплении.

$$F_t = 2 * T_2 * 10^3 / d_2 .$$

$$\text{где } T_2 = 20 \text{ т} * \text{м} = 20 * 10^3 \text{ кг} * \text{м} = 20 * 10^4 \text{ Н} * \text{м};$$

$$F_t = 2 * 20 * 10^4 * 103 / 5080 = 78,7 * 10^3 \text{ Н}.$$

$$U = 11.545; B_2 = 800 \text{ мм.}$$

$K_{H\alpha}$  – коэффициент, учитывающий распределение нагрузки между зубьями передачи. Для прямозубого колеса  $K_{H\alpha} = 1,0$ ;

$K_{H\beta}$  – коэффициент неравномерности нагрузки по длине зуба. Он зависит от коэффициента ширины колеса по диаметру, т. е. от  $\psi_{Bd}$

$$\psi_{Bd} = B / d_1 = 800 / 440 = 1,8$$

по табличным данным  $K_{H\beta} = 1,0$

$K_{Hv}$  – коэффициент динамической нагрузки, зависящий от окружной скорости колес и степени точности передачи.

$$v = \omega_2 * d_2 / (2 * 10^3) = \pi n d_2 / (30 * 2 * 10^3) = 3.14 * 14.46 * 5080 / 60 * 10^3 \\ = 3.84 \text{ м/с.}$$

при данной степени точности изготовления колес и  $v = 3,84 \text{ м/с}$ ,  $K_{Hv} = 1,2$ .

Шестерню и колесо изготавливают из стали 45, термообработка – У + ТВЧ, т.е. улучшение с закалкой токами высокой частоты, твердость по Роквеллу 45.....53 HRC.

$$[\sigma]_H = K_{HL} * [\sigma]_{H01},$$

где  $K_{HL}$  – коэффициент долговечности.

При длительной работе передачи  $K_{HL} = 1$ .

$$[\sigma]_{H01} = 14\text{HRC} + 170 = 14 * 50 + 170 = 870 \text{ Н/мм}^2.$$

$$[\sigma]_H = 1 * 870 = 870 \text{ Н/мм}^2.$$

$$\sigma_H = 436 * \sqrt{78,7 * 10^3 * (11,545 + 1) / (800 * 5080) * 1 * 1 * 1,2} = 235$$

H/мм<sup>2</sup>.

$$\sigma_H = 235 \text{ H/мм}^2 < [\sigma]_H = 870 \text{ H/мм}^2.$$

В итоге недогруз:

$$([\sigma]_H - \sigma_H) / [\sigma]_H * 100\% = (870 - 325) / 870 * 100\% = 73\% > 15\%.$$

Следовательно можно оставить марку стали 45, но термообработку взять – улучшенную с твердостью HB 180.

$$[\sigma]_{HO} = 1,8 \text{ HB} + 67 = 1,8 * 180 + 67 = 391 \text{ H/мм}^2$$

$$[\sigma]_H = 391 \text{ H/мм}^2.$$

### **3. ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ПРОВЕДЕНИИ РЕМОНТНЫХ РАБОТ**

На все технологическое оборудование в обязательном порядке должны быть заведены паспорта. В них должны быть указаны устройство, назначение, техническая характеристика, требования безопасности при эксплуатации и ремонте, а также общее руко-водство по ремонту.

Оптимальный уровень надежности оборудования достигается в результате соблюдения государственных, отраслевых стандартов и стандартов предприятия по обеспечению износостойкости конструкционными и технологическими методами, применением соответствующих смазочных и защитных материалов и т. д. Фактическое состояние оборудования проверяют во время очередных ремонтов, профилактических осмотров, предусмотренными нормами и правилами испытаний, подготовки к пуску в эксплуатацию, пробных обкаток и в течение всего пускового периода.

Рабочие должны быть одеты в исправную, соответствующую данному рабочему месту спецодежду. Запрещается одежда не по размеру, с длинными и широкими полами, рукавами и штанинами, которые могут быть захвачены вращающимися частями машин.

Администрация цеха обязана ознакомить персонал цеха с распоряжением об останове объекта на ремонт, предупредить о времени и месте проведения работ. Непосредственный руководитель работ и администрация цеха должны организовать безопасное проведение работ. Организация обучения и проведения инструктажа по безопасному ведению ремонтных работ возлагается на подрядчика. Ремонтный персонал, не прошедший обучение и проверку знаний, к выполнению ремонтных работ не допускается. Все рабочие подрядчика до нала работ должны пройти первичный инструктаж, а перед этим вводный инструктаж. Результаты инструктажей с подписями инструктирующего и инструктируемого

записываются в журнал регистраций инструктажей по охране труда заказчика. Для проведения ремонтных работ в действующем цехе персонал должен быть обучен правилам пользования средствами индивидуальной защиты органов дыхания. До начала работ на объекте знать признаки отравления вредными веществами, порядок эвакуации в аварийной ситуации и уметь оказать первую помощь пострадавшему.

Перед началом ремонта оборудования необходимо:

1. Разобрать схему ремонтируемого электрооборудования и нажатием кнопки «пуск» лично убедиться, что напряжение с электродвигателей выводимого в ремонт оборудования снято, а на пусковых кнопках вывешен запрещающий плакат «Не включать – работают люди!»

2. Убедиться, что ремонтируемый агрегат не может прийти в движение от случайного самопроизвольного включения.

3. Убедиться в наличии, исправности и надежной установке защитных ограждений на близлежащих токоведущих частях, движущихся частях оборудования, горячих частях оборудования и люках в полу.

Безопасность труда во время ремонта. Содержать в порядке рабочее место: не допускать загромождения установленных проходов и проездов, а также наличия под полами проливов ГСМ и других отходов. Переносить инструмент и мелкие детали к месту работы в специальных ящиках или ящике. Работать только исправными инструментами. При работе зубилом и другими инструментами для рубки материала одевать защитные очки. Запрещается сдувать опилки металла ртом или сжатым воздухом, нужно сметать их щеткой. При работе инструментом не прикладывать чрезмерных усилий, так как это может привести к травме. Надежно закреплять деталь в станке. Если рабочие поверхности разошлись или износились – заменить его на исправный, но не пользоваться подкладками. Запрещается отворачивать гайки, болты открытыми гаечными ключами с размером зева до 30 мм с приложением на них усилий с двумя и более лицами. Запрещается пользоваться наладками при применении открытых гаечных ключей. При

необходимости применяют ключи с длинными рукоятками. При работе подручным у сварщика необходимо подчиняться его указаниям. При резке детали ручными или приводными ножовками следить, чтобы ножовое полотно и деталь были надежно закреплены. При работе шабером, если рука рабочего касается второго конца шабера, то необходимо закрыть второй его конец специальной ручкой для предотвращения рук от порезов. Промывку деталей в керосине производить в местах, безопасных в противопожарном отношении. Снимая с оборудования части и детали необходимо располагать заранее подготовленных местах, не загромождая проходы и проезды. Детали укладывать надежно и устойчиво во избежание их падения, опрокидывания и скатывания. При сборочных работах для проверки соотносительности болтовых соединений и других отверстий необходимо пользоваться специальной оправкой, а проверять пальцами запрещается. Запрещается курить вблизи газосварного аппарата или подходить к нему с открытым огнем, так как это может вызвать взрыв аппарата. Находясь около кислородных баллонов, не допускается, чтобы на них попало масло, ГСМ, жиры, не прикасаться к ним руками или ветошью, имеющими даже следы жировых загрязнений, так как соединение масла с кислородом может вызвать взрыв большой разрушительной силы.

Подъем элементов конструкций, оборудования (крупногабаритного) допускается только под непосредственным руководством руководителя работ. Подъем элементов конструкций, оборудования или других грузов грузоподъемными кранами допускается только под непосредственным руководством назначенного приказом лица, ответственного за безопасное производство данных работ. Подъем и перемещение конструкций, оборудования, все которые превышают 50 кг, должен производиться при помощи подъемно-транспортных средств. Проходы и проезды в зоне подъема конструкций или оборудования должны быть закрыты. Зоны подъема и монтажа необходимо ограждать с выставлением предупредительных подписей и сигналов, либо охранять

проинструктируемыми работниками. Освобождение крюка подъемной машины от поднятых конструкций и оборудования допускается лишь после обеспечения устойчивости их постоянными или временными приспособлениями. При использовании отклоняющих и направляющих блоков нужно находиться со стороны, противоположной их натяжению.

Оборудование, используемое на обогатительных фабриках, должно быть не только высокопроизводительным, но и безопасным. Безопасность производственного оборудования – это свойства производственного оборудования сохранять соответствие требованиям безопасности труда при выполнении заданных функций в условиях, установленных нормативно - технической документацией. Производственное оборудование должно отвечать требованиям безопасности в течение всего срока службы. Оно должно быть пожаро- и взрывобезопасным. Все эксплуатируемое оборудование, используемый инструмент и спецприспособления должны быть исправны. Осмотр, периодическая проверка и испытания их, должны производиться в соответствии с действующими инструкциями и правилами эксплуатации. Работы на неисправном оборудовании запрещаются.

Запрещается производство электросварочных работ на мельнице без оснащения сварочных трансформаторов устройствами напряжения холостого хода.

В каждом случае перед допуском электросварщика во внутрь мельницы должна быть проверена исправность указанного устройства.

Запрещается производство работ по перефутеровке мельницы без выгрузки стержней.

Внутренний осмотр и ремонт мельницы остановки должны производиться только после проветривания ее рабочего пространства. Работа внутри мельницы допускается под наблюдением лица технического надзора и в присутствии одного наблюдающего снаружи.

Смазка, обтирка, чистка и ремонт машин (мельниц) должны производиться только при полной остановке. Обязательно должны быть

приняты надежные меры против ошибочного или самопроизвольного запуска. Самым надежным обеспечением безопасности при смазке является ее централизация и автоматизация. Если это осуществить нельзя, то ручную смазку следует выполнять через масленки, вынесенные в безопасные места.

Правила пуска оборудования в эксплуатацию после его остановки или после его ремонта, как и правила нормальной или аварийной остановки оборудования, должны быть отражены в специальном разделе технологического регламента и соответствующих производственных инструкциях.

Эксплуатация мельниц должна производиться в соответствии с требованиями «Инструкции по эксплуатации», «Единых правил безопасности при дроблении, сортировке, обогащении полезных ископаемых, окусковании руд и концентратов», а также в соответствии с действующими на предприятии-потребителе правилами охраны труда и противопожарной безопасности.

Узлы обработки пожароопасными реагентами должны быть оснащены необходимыми средствами автоматической сигнализации, предупреждающей о возникновении пожара, и средствами тушения.

Характер работы мельницы не требует постоянного присутствия обслуживающего персонала в непосредственной близости от мельницы. Лица, по производственной необходимости временно находящиеся в местах, где уровень звука широкополосного шума превышает допустимый санитарными нормами уровень – 85 дБА, должны иметь индивидуальные средства защиты от шума, например, вкладыши противозумные типа «ФП» и пр.

Пусковые устройства должны располагаться так, чтобы при включении мельницы можно было просматривать все проходы около пускаемой мельницы.

Пол около мельницы должен быть ровным, чистым и не скользким. Пролитые жидкости (вода, масло) должны сразу вытираться.

Женщины должны заправлять волосы под головные уборы без свисающих концов.

Все рабочие должны быть обучены правилам по оказанию первой помощи при несчастных случаях.

Каждая смена, работающая в измельчительном отделении обогатительной фабрики, должна возглавляться ответственным лицом, ответственным за правильную техническую эксплуатацию оборудования и безопасное ведение работ. Во всех опасных местах должны быть вывешены предупреждающие плакаты и надписи, установлена световая и звуковая сигнализация. Рабочие места и проходы должны содержаться в чистоте и порядке. Хранение инструмента, запасных деталей и других посторонних предметов на рабочих местах, площадках обслуживания и проходах не допускается. Все обслуживающие площадки, переходные мостики и лестницы должны быть прочными и устойчивыми, снабжены перилами высотой не менее 1 м с перекладиной, установленной на высоте 0,5 м и со сплошной обшивкой перил по низу на высоту 0,2 м. Если площадка расположена на более 0,3 м от уровня пола, то она должна иметь перила. Угол наклона постоянно эксплуатируемых лестниц должен быть, как правило, не более 45°, а ширина их не менее 0,6 м. Трубопроводы и желоба, пересекающие рабочие и обслуживающие площадки, должны размещаться на высоте не менее 1,9 м от уровня пола. Для обеспечения нормального обслуживания оборудования должны быть устроены проходы. Ширина проходов между машинами должна быть не менее 1,2 м, а между стеной и оборудованием не менее 1 м. Минимальная ширина прохода, предназначенная для транспортирования крупных сменных узлов и деталей, определяется наибольшим поперечным сечением детали с добавлением по 0,6 м на каждую сторону.

#### **4. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА КАЛИЙНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

Охрана окружающей среды от загрязнений и сохранение ее для нынешних и будущих поколений – задача всех людей мира. В нашей стране она решается с помощью целой системы государственных и общественных мероприятий. Вредные вещества попадают в окружающую среду с выбрасываемыми в результате технологического производства газами, использованными воздухом и водой, с отходами производства. Наиболее благоприятными в отношении охраны природы являются безотходные производства. При современном уровне технологического производства добиться полного использования отходов обогатительного производства и полной очистки, выбрасываемых воздуха и воды не представляется возможным.

Производственное объединение РУП ПО «Беларуськалий» является одним из крупнейших производителей минеральных удобрений на мировом рынке, но в этом есть и отрицательные стороны, такие как:

выброс дымовых газов в окружающую среду;

просадка почвы;

загрязнение грунтовых вод;

отвод больших площадей под хвостовые отвалы.

При современном уровне технологического производства добиться полного использования отходов обогатительного производства, слива и полной очистки, выбрасываемых воздуха и воды не представляется возможным.

Все действующие и вновь строящиеся обогатительные фабрики в обязательном порядке оснащаются технологическими средствами, при правильной эксплуатации которых должны обеспечиваться предельно допустимые концентрации вредных веществ в окружающей среде. Поэтому охрана окружающей среды в современных условиях зависит от четкого

выполнения обязанностей как инженерно – техническими и руководящими работниками предприятия, как и рабочими, эксплуатирующими очистные установки и сооружения.

Выбросы в виде газов при обогащении полезных ископаемых встречаются довольно редко. Способ достижения ПДК – строительство высоких труб. Выбросные и дымовые трубы располагают на возвышенных местах. Высоту труб рассчитывают с учетом скорости и направления господствующих ветров, рельефа местности, температуры выбрасываемых газов и т. д. Для снижения вредного воздействия выбрасываемых газов от работающих требуется строгое соблюдение технологического режима работ ( например, при использовании в топках печей мазута неполное его сгорание приводит к резкому увеличению содержания СО в выбрасываемых газах )

Очистка газов и воздуха от пылевидных вредных веществ осуществляется сухим и мокрым ( с применением воды ) способами. По правилам безопасности все пылеулавливающие установки блокируются с основным оборудованием, которое должно отключаться при неисправности или остановке газоочистки.

Для сухого пылеулавливания широко применяют пылеосадительные камеры, циклоны, батарейные циклонные установки ( группа циклонов ), рукавные фильтры; для мокрого – мокрые пылеуловители, пенные мокрые фильтры с решеткой, центробежные пенные пылеуловители. Электрическое пылеулавливание осуществляют в электрофильтрах.

Лучший способ пылеулавливания – мокрый, однако при его использовании часто требуется применять обезвоживание пыли, содержащей ценный компонент.

Принцип действия пылеосадительных камер основан на том, что в результате увеличения разрежения и снижения скорости газа при переходе его из трубы в камеру большого объема частицы пыли под действием силы тяжести выпадают на дно и разгружаются с помощью специальных затворов.

Принцип действия циклонов основан на использовании вращательного

движения газового потока. Загрязненный газ по трубе поступает во входную улитку ( патрубок с тангенциальным вводом ), а затем по касательной в корпус конусной формы. В конусе под действием центробежных сил частицы пыли смещаются к стенке циклона и, накапливаясь внизу, разгружаются через насадку внизу в приемный бункер пыли, а из него через затвор. Очищенный газ, двигаясь по внутренней спирали, через центральный патрубок попадает в отводную улитку и по трубе направляется или для дальнейшей очистки или в атмосферу. Степень очистки зависит от давления газа и размера циклона. Размеры насадки входного и центрального патрубков подбирают расчетным или опытным путем. Эффективность очистки увеличивается при уменьшении размера циклона. Поэтому для тонкой очистки устанавливают вместо одного несколько циклонов меньшего размера.

Рукавный фильтр представляет собой аппарат, состоящий из нескольких рядов рукавов, сшитых из фильтровальной ткани. Фильтр разделен на две секции. Одна секция работает в разрежения ( через рукава пропускается запыленный воздух ), вторая – в режиме отряхивания рукавов от пыли. Принцип очистки газа в рукавных фильтрах аналогичен принципу работы пылесоса.

Для улавливания высокодисперсных частиц пыли применяют электрофильтры. Очистка газов в электрофильтрах основана на создании в аппарате сильного электрического поля

Принцип действия пылесосных камер основан на том, что в результате увеличения разрежения и снижения скорости газа при переходе его из трубы в камеру большего объема, частицы пыли под действием силы тяжести выпадают на дно и разгружаются.

Выбор пылеулавливающих аппаратов производится с учетом количества очищаемого газа, концентрацией пыли в газе, возможности дальнейшего использования пыли и др. факторов. Пылеулавливающие аппараты чаще всего устанавливаются последовательно по два и более. На

первом аппарате отделяется основная масса пыли, более крупная по составу, на втором – менее крупная, на последнем – производится очистка от тончайших частиц. Различают сухой, мокрый и электрический методы очистки газов.

Сухой метод применяется чаще всего в первой стадии очистки мокрый и электрический – в последних.

Наиболее широкое распространение на производстве получила мокрая газоочистка. В аппаратах для мокрой очистки газа пропускается через слой воды или другой жидкости или орошается с последующим сбором и разгрузкой насыщенной пылью жидкости.

В настоящее время только часть хвостов обогатительных фабрик используется в народном хозяйстве. Иногда хвосты закладываются в выработанное пространство при подземной добыче полезных ископаемых. В большинстве же случаев они складываются на поверхности земли в отвалах (обезвоженные хвосты) или в хвостохранилищах ( необезвоженные хвосты ). Комплекс сооружений и оборудования для складирования хвостов называется хвостовым хозяйством обогатительной фабрики. До отвала хвосты обычно транспортируются конвейерами, а до хвостохранилища подаются по хвостопроводам. Хвостопроводы бывают безнапорные – самотечный гидротранспорт ( суспензия движется под действием силы тяжести), напорно – принудительные ( суспензия движется под давлением, создаваемым насосом ).

Складирование хвостов в отвалах и хвостохранилищах позволяет в дальнейшем при более совершенной технологии вовлечь их в переработку для доизвлечения ценных компонентов.

Хвостохранилища сооружаются на расстоянии не менее 250 м от застроенных территорий, перегораживая плотинами и дамбами пониженные участки поверхности земли. Если после отстаивания в хвостохранилищах вода не содержит вредных веществ, ее не подвергают дополнительной очистке, а вновь используют в технологическом процессе или сбрасывают в

открытые водоемы.

Воды, сбрасываемые с хвостами в хвостохранилище, кроме твердых частиц содержат различные вредные вещества ( применяющиеся при обогащении реагенты, продукты их взаимодействия с минералами и др. ) которые возможно удалить отстаиванием. Поэтому при проектировании обогатительных фабрик стараются полностью исключить сброс использованных в процессе вод в открытые водоемы, т.е. технология должна предусматривать полное использование сточных вод в обороте.

В условиях, когда объем атмосферных осадков значительно превышает объем испаряемой воды, полного использования сточных вод в обороте достичь не удастся. В этом случае сброс сточных вод в открытые водоемы следует строго контролировать, чтобы концентрация вредных веществ не превышала ПДК. Для этих целей проводят специальную очистку сточных вод или производят их организованный сброс в период значительных атмосферных осадков.

Для очистки воды применяют химические, механические и биохимические методы. Для комплексной очистки вод от токсичных веществ способных окисляться, используют реагенты – окислители: хлорную известь, гипохлориды кальция и натрия, жидкий хлор. Для очистки от ионов тяжелых металлов сточные воды обрабатывают известковым молоком – известковой суспензией. Для очистки воды от цинистых соединений разработана ионообменная технология, позволяющая попутно извлечь растворенные цветные и редкие металлы.

Для очистки сточных вод от масел, находящихся в капельно - эмульсионном виде, применяют механические методы: отстаивание в специальных ловушках, фильтрование через кварцевые фильтры и т.п. Для более полной очистки применяют физико–химический метод, основанный на коагуляции сточных вод сернокислым алюминием, железным купоросом, известью или смесью этих реагентов. Для очистки воды от масел применяют также глубинно – адгезионную сепарацию. Воду на глубине 5 м

обрабатывают давлением, при этом из нее выделяются пузырьки воздуха с закрепившимся на них маслом которое собирается на поверхности воды специальным устройством.

В настоящее время только часть хвостов обогатительных фабрик используется в народном хозяйстве. Иногда хвосты закладываются в выработанное пространство. В большинстве случаев они складываются на поверхности земли в отвал(обезвоженные хвосты) или в хвостохранилищах (необезвоженные хвосты). Комплекс сооружений и оборудования для складирования хвостов называется хвостовым хозяйством обогатительной фабрики. До отвала хвосты транспортируются конвейерами, а до хвостохранилища подаются по хвоста-проводам. Складирование хвостов в отвалах и хвостохранилищах позволяет в дальнейшем при более современной технологии вовлечь их в переработку для доизвлечения ценных компонентов.

Хвостохранилища сооружаются на расстоянии не менее 250 м от застроенных территорий, перегораживая плотинами и дамбами пониженные участки поверхности земли. Если после отстаивания в хвостохранилищах вода не содержит вредных веществ, ее не подвергают дополнительной очистке, а вновь используют в технологическом процессе или сбрасывают в открытые водоемы.

Воды, сбрасываемые с хвостами в хвостохранилище, кроме твердых частиц содержат различные вредные вещества (применяющиеся при обогащении реагенты, продукты их взаимодействия минералами) которые возможно удалить отстаиванием. Поэтому при проектировании обогатительных фабрик стараются полностью исключить сброс использованных в процессе вод в открытые водоемы, т.е. технология должна предусматривать полное использование сточных вод в обороте.

В некоторых случаях и вода, используется в обороте, требует определенной очистки, т.к. содержащиеся в ней реагенты могут отрицательно влиять на процесс обогащения.

При складировании отходов обогащения легкорастворимых солей ложе

отвалов и хвостохранилищ покрывают слоем песка, полиэтиленовой пленкой и сверху вторым слоем песка. Полиэтиленовая пленка не позволяет растворам солей проникать в подземные и поверхностные воды.

Предложен способ складирования солевой шламовой суспензии с последующей естественной фильтрацией рассолов. Для этого в неэкранированном ложе хранилища удаляется водонепроницаемый слой грунта, т.е. создаются условия для попадания рассолов в поток грунтовых вод затем с помощью артезианских насосов через скважины откачивают засоленные потоки грунтовой воды и оборотных рассолов такой способ позволяет исключить укладку пленки и ложе хранилища и использование воды из открытых водоемов.

В условиях, когда объем атмосферных осадков значительно превышает объем испаряемой воды, полного использования сточных вод в обороте достичь не удастся. В этом случае сброс сточных вод в открытые водоемы следует строго контролировать, чтобы концентрация вредных веществ не превышала ПДК. Для этих целей проводят специальную очистку сточных вод или производят их организованный сброс в период значительных атмосферных осадков.

Все гидротехнические сооружения, связанные с процессом добычи переработки полезных ископаемых, возводятся по проектам. На каждом предприятии составляется и утверждается директором перечень мероприятий по устройству и безопасной эксплуатации хвостохранилищ, шламоохранилищ и других отстойников, которые пересматриваются через каждые три года и вновь утверждаются. Перечень мероприятий переутверждаются также при изменении условий хранения продуктов обогащения. Мероприятия должны предусматривать эвакуацию людей из опасных зон при аварийных ситуациях, организацию безаварийного пропуска паводковых вод, предотвращение возможных селевых, оползневых и других явлений и систематический гидрогеологический и маркшейдерский контроль за эксплуатацией наружных отстойников.

Все гидротехнические сооружения, связанные с процессом добычи и переработки полезных ископаемых, возводятся по проектам. На каждом предприятии составляется и утверждается директором перечень мероприятий по устройству и безопасной эксплуатации хвостохранилищ, шламахранилищ и других отстойников, которые пересматриваются через каждые три года и вновь утверждаются. Мероприятия должны предусматривать эвакуацию людей из опасных зон при аварийных ситуациях, организацию безаварийного пропуска паводковых вод, систематический гидрогеологический и маркшейдерский контроль за эксплуатацией наружных отстойников.

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха 2 РУ являются дымовые трубы и трубы аспирации отделений сушки, грануляции, дробления, погрузки, котельного цеха. Кроме того, происходит загрязнение атмосферы вентиляционными и неорганизованными выбросами.

## 5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 5.1 Составление графика планово-предупредительных ремонтов

На предприятиях минеральных удобрений и химической промышленности проводится эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт оборудования на основе системы планово-предупредительных ремонтов ППР.

В основе составления графика планово-предупредительных ремонтов (ППР) лежат утвержденные ремонтные нормативы, отраженные в справочнике «Система технического обслуживания и ремонта оборудования» и структура ремонтного цикла.

Ремонтный цикл – это время работы оборудования между двумя капитальными ремонтами.

Структура ремонтного цикла – это количество и последовательность входящих в ремонтный цикл ремонтов и осмотров.

Для составления структуры ремонтного цикла необходимо определить:

1 Количество текущих ремонтов по формуле:

$D_k$

$$T = \frac{D_k}{D_t} - K \quad (5.1)$$

$D_t$

Где  $D_k$  – продолжительность работы в часах между капитальными ремонтами,

$D_t$  – продолжительность работы в часах между текущими ремонтами

$K$  – количество капитальных ремонтов,  $K=1$ .

2 Длительность ремонтного цикла определяется по формуле:

$$\begin{aligned} & \text{Дк} \\ \text{Ц} = & \frac{\text{Дк}}{8640} \quad (5.2) \end{aligned}$$

Где 8640 – общее число рабочих часов оборудования в год.

3 Время простоя оборудования во всех видов ремонтов определяется по формулам:

$$\text{Ппк} = \text{Пк} \cdot \text{Ргод.к} \quad (5.3)$$

$$\text{Ппт} = \text{Пт} \cdot \text{Ргод.т} \quad (5.4)$$

$$\text{Пп} = \text{Ппк} + \text{Ппт} \quad (5.5)$$

где Пк и Пт – время простоя оборудования в капитальном и текущем ремонтах соответственно, в часах,

Ргод.к и Ргод.т – количество капитальных и текущих ремонтов соответственно.

4 Эффективный фонд времени работы оборудования определяется по формуле:

$$\text{Фэф} = 8760 - \text{Пп} \quad (5.6)$$

Где 8760 – календарный годовой фонд времени в часах,

Пп – время простоя оборудования во всех видах ремонтов, в часах.

Приведем пример расчета:

1.  $\text{Т} = \text{Дк} / \text{Дт} - 1 = 5400 / 720 - 1 = 7$  текущих ремонтов;
2.  $\text{Ц} = \text{Дк} / 8640 = 5400 / 8640 = 0,6$  года;
3.  $\text{Ппт} = \text{Пт} \cdot \text{Ргод.т} = 7 \cdot 8 = 56$  часов;
4.  $\text{Ппк} = \text{Пк} \cdot \text{Ргод.к} = 72 \cdot 1 = 72$  часов;
5.  $\text{Пп} = \text{Ппк} + \text{Ппт} = 56 + 72 = 128$  часов;

6.  $\Phi\text{эф}=8760 - \text{Пп}=8760 - 128=8632$  часов.

Таблица 5.1 – Годовой график ППР

Наименование оборудования	Норма времени непрерывной работы между ремонтами и время простоя в ремонте,				Условное обозначение ремонта												Годовой простой в	Эффективный фонд
	Дт	Пг	Дк	Пк	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Стержневая мельница МСЦ 3,2x4,5	720	8	5400	72	т	т	т	т	т	т	к	т	т	т	т	т	128	8632

## 5.2 Расчет затрат на основные и вспомогательные материалы

В ходе работы оборудования используются основные и вспомогательные материалы. Затраты на основные и вспомогательные материалы определяются по формуле:

$$Z_m = P \cdot C, \quad (5.7)$$

где  $P$  – годовой расход материалов,

$C$  – цена за единицу материала, рубли.

Материалы – различные вещественные элементы, используемые преимущественно в качестве предмета труда для изготовления продукции и обслуживания производства.

Предметы труда – целиком потребляются в течении одного производственного цикла, изменяют свою натуральную форму, образуя готовый продукт, целиком переносят на него свою стоимость и возмещаются (окупаются) после каждого производственного цикла.

Материалы подразделяются на основные, из которых непосредственно

изготавливается продукция (в натуральной форме входят в ее состав), и вспомогательные используемые для производственно-эксплуатационных нужд предприятия и не образующие вещественного содержания изготавливаемой продукции. Одни и те же материалы в зависимости от их использования могут быть основными или вспомогательными.

Таблица 5.2 – Затраты на основные и вспомогательные материалы используемые при обслуживании и ремонте.

Наименование материалов	Единица измерения	Расход материала за год	Цена за единицу материала, руб (Ц)	Совокупные затраты на материалы, руб (Зм)
<b>Основные материалы:</b>				
1. Подшипник 3652	шт	2	520000	1040000
2. Вал-шестерня	шт	1	1860500	1860500
3. Промежуточный вал	шт	1	980000	980000
4. Бутара	шт	1	1263000	1263000
5. Броневые плиты	шт	10	854000	8540000
6. Болт и гайка М42х280	шт	20	56890	1137800
7. болт и гайка М42х240	шт	15	52345	785175
8. шайба резиновая	шт	40	9865	394600
9. шайба метал-лическая	шт	20	5680	113600
10. Солидол жировой	кг	400	13520	5408000
11. Ветошь	кг	20	1520	30400
12. Масло МС –20	т	1	986540	986540
<b>Итого по основным материалам</b>				<b>22539615</b>
<b>Вспомогательные материалы:</b>				
1.смазочные материалы	литры	500	8000	4000000
2.масло И-40	литр	140	6500	910000
3.солидол(смазка густая)	кг	45	8500	382500
4.болт М24 с гайкой	кг	25	12800	320000
5.уголок L50	м/п	7	55000	385000
6.стержни	шт	30	706860	21205800
<b>Итого по вспомогательным материалам</b>				<b>27203300</b>
<b>Итого совокупные затраты на используемые материалы:</b>				<b>49742915</b>

### 5.3 Расчет затрат на электроэнергию

Расход энергии планируется отдельно по ее видам и направлениям использования.

**Расход электрической энергии на двигательную силу ( $\mathcal{E}_д$ )** определяется на основании мощности оборудования и его загрузки по формуле:

$$\mathcal{E}_д = O \cdot M_д \cdot \Phi_о \cdot K_{з.о.} \cdot K_м / K_д, \quad (5.3)$$

где  $O$  — количество единиц оборудования данного типа;  $M_д$  - мощность двигателя данного оборудования, кВт;  $\Phi_о$  - планируемый полезный фонд времени работы оборудования, ч;  $K_{з.о.}$  - коэффициент загрузки оборудования (нормативное значение 0,9-0,96);  $K_м$  — коэффициент машинного времени работы оборудования (нормативное значение 0,6 — 0,7);  $K_д$  - коэффициент полезного действия (нормативное значение 0,8).

Затраты на электроэнергию определяются следующим образом:

$$\mathcal{Z}_{эл} = \mathcal{E}_д \cdot \mathcal{C}_1, \quad (5.3)$$

где  $\mathcal{C}_1$  – цена за каждый кВт час электроэнергии потребленной на технологические цели, руб.

Приведем пример расчета:

1.  $\mathcal{E}_д = O \cdot M_д \cdot \Phi_о \cdot K_{з.о.} \cdot K_м / K_д \cdot \Pi_э = 900 \cdot 8632 \cdot 0,96 \cdot 0,7 / 0,8 = 6\,525\,792$  кВт
2.  $\mathcal{Z}_{эл} = \mathcal{E}_д \cdot \mathcal{C}_1 = 6\,525\,792 \cdot 208,186 = 1\,358\,578\,533,3$  руб.

Расчет затрат на потребляемую электроэнергию представлен в таблице

Таблица 5.3 – Затраты на электроэнергию

Наименование электрооборудования	Количество оборудования, штуки	Установленная мощность двигателя данного	Суммарная мощность, кВт (Nсум)	Коэффициент загрузки оборудования (Кз.о.)	Коэффициент машинного времени работы	Годовой эффективный фонд времени работы электродвигателей по час (Фэфв)	Коэффициент, характеризующий потери электроэнергии	Количество потребленной электроэнергии за год, кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	10
Электродвигатель	1	900	900	0,96	0,7	8632	0,8	6 525 792
ИТОГО	-		-		-			6 525 792

#### 5.4 Расчет затрат на амортизацию оборудования

Амортизация – это постепенное перенесение стоимости основных фондов на производимую продукцию в целях накопления денежных средств для полного их возмещения (воспроизводства) в результате физического или морального износа. Денежным выражением размера амортизации являются амортизационные отчисления, которые соответствуют степени износа основных фондов.

Величина амортизационных отчислений определяется с помощью нормы амортизации. Это установленный в плановом порядке годовой процент возмещения стоимости основных фондов. Нормы амортизации установлены по видам основных фондов, включаемых в группу по классификации.

Амортизационные отчисления рассчитываются методом прямого счета:

$$A_0 = \frac{C_{об} \cdot N_a}{100\%} \quad (5.10)$$

где  $C_{об}$  – стоимость оборудования, руб

$N_a$  – годовая норма амортизации, %

Стоимость оборудования определяется по формуле:

$$C_{об} = n \cdot C_{ед} \quad (5.11)$$

где  $C_{ед}$  – цена за единицу оборудования, руб

$n$  – количество единиц однотипного оборудования.

Приведем пример расчета амортизационных отчислений:

$$1. C_{об} = n \cdot C_{ед} = 1 \cdot 1149547871 = 1149547871 \text{ руб}$$

$$2. A_0 = C_{об} \cdot N_a / 100\% = 1149547871 \cdot 20 / 100 = 229909574,2$$

Данные расчета амортизационных отчислений представлены в таблице

5.4

Таблица 5.4 – Затраты на амортизацию

Наименование оборудования	Количество оборудования,	Цена за единицу оборудования, руб. (Сед)	Стоимость оборудования, руб. (Соб)	Норма амортизации %	Годовая сумма амортизационных отчислений, руб. (A <sub>0</sub> )
1. стержневая мельница	1	1190850000	1190850000	9%	107176520
ИТОГО	-	-		-	107176520

## 5.5 Расчет заработной платы отчислений в фонд социальной защиты и прочих отчислений

Для определения затрат по статье «Заработная плата» необходимо определить численность рабочих и служащих по эксплуатации и ремонту оборудования. Для расчета списочной численности рабочих составляется баланс рабочего времени одного рабочего (таблица 5.5).

Таблица 5.5 – Баланс рабочего времени одного рабочего

Наименование показателей	По плану за год, часы и дни
1. календарный фонд времени (дни)	365
2. количество нерабочих дней: всего	113
в том числе	
2.1 праздничных	15
2.2 выходных	98
3. номинальный фонд рабочего времени	252 (365-113)
4. неявки на работу – всего	49
в том числе:	
4.1 очередные отпуска	43
Продолжение таблицы 5.5 – Баланс рабочего времени одного рабочего	
4.2 отпуска по учебе	2
4.3 по болезни	2
4.4 разрешенные законом (гособязанности)	1
4.5 разрешенные администрацией	1
5. эффективный фонд времени (дни)	203 (252-49)
6. продолжительность рабочего дня(часы)	11,5
7. эффективный фонд рабочего времени одного рабочего(часы)	2346 (204*11,5)

Номинальный фонд рабочего времени равен разности между календарным фондом рабочего времени, выходными и праздничными днями:

$$F_{\text{ном}} = F_{\text{кал}} - \text{Вых} - \text{Праз} \quad (5.12)$$

$$\Phi_{\text{ном}} = 365 - 94 = 221 \text{ день}$$

Эффективный фонд рабочего времени в днях равен номинальному фонду рабочего времени за вычетом общей суммы неявок на работу:

$$\Phi_{\text{эффект}} = \Phi_{\text{ном}} - N_{\text{неяви}}, (\text{дни}) \quad (5.13)$$

$$\Phi_{\text{эффект}} = 271 - 50 = 221 \text{ день}$$

Эффективный фонд рабочего времени одного рабочего в часах определяется произведением числа рабочих дней в году на среднюю продолжительность рабочего дня:

$$\Phi_{\text{эффект час}} = 7,87 \cdot 221 \text{ день} = 1739,27 \text{ часов} \quad (5.14)$$

В состав фонда оплаты труда включается основная и дополнительная заработная плата. Основная заработная плата выплачивается работнику за отработанное время, а выплаты дополнительной заработной платы производятся в соответствии с действующим законодательством.

**Фонд заработной платы рабочих** включает основную заработную плату, которая выплачивается работникам за отработанное время, и дополнительную заработную плату, выплаты которой производятся в соответствии с действующим законодательством:

$$З_{\text{Побщ}} = З_{\text{Посн}} + З_{\text{Пдоп}} \quad (5.15)$$

где  $З_{\text{Посн}}$  – основная заработная плата, руб

$З_{\text{Пдоп}}$  – дополнительная заработная плата, руб.

Основная заработная плата для рабочих рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{Посн}} = З_{\text{Пт}} + Д_{\text{н}} + Д_{\text{в}} + П_{\text{р}} + Д_{\text{пр}} \quad (5.16)$$

где ЗПт – тарифный фонд заработной платы, руб.,

Дн – доплата за работу в ночное время, руб.,

Дв – доплата за работу в вечернее время, руб.,

ПР – размер премии, руб.,

Дпр – доплата за работу в праздничные дни, руб.

1. Тарифный фонд заработной платы определяется по формуле:

$$\text{ЗПт} = \text{T} \cdot \text{Фэффект (часы)} \cdot \text{Ч} \quad (5.17)$$

Где Т – часовая тарифная ставка, руб

Фэффект (часы) – эффективный фонд рабочего времени одного рабочего в часах

Ч – численность рабочих одной профессии, человек.

2. Доплата за работу в ночное время производится по повышенным на 40% тарифным ставкам за каждый час ночной работы. Ночным считается время с 22 00 вечера до 6 00 утра.

При 12 часовом рабочем дне в условиях ПО «Беларусьалий» одна смена считается дневной, а другая ночной, тогда оплата за ночное время составит:

$$\text{Дн} = \text{ЗПт} \cdot 40\% / 2 \quad (5.18)$$

При 8 часовом рабочем дне одна смена читается дневной, одна вечерней и одна ночной, тогда доплата за работу в ночное время составит:

$$\text{Дн} = \text{ЗПт} \cdot 20\% / 3 \quad (5.19)$$

3. Доплата за работу в вечернее время при 8 часовом рабочем дне производится по повышенным на 20% тарифным ставкам. Вечерним

считается время с 18 00 до 20 00 асов вечера. Формула для расчета доплаты за работу в вернее время имеет вид:

$$Дв=ЗПт \cdot 20\% / 3 \quad (5.20)$$

1. Доплата за работу в праздничные дни при продолжительности смены 12 часов определяется по формуле:

$$Дпр=ЗПт / \text{Фэффект (дни)} \cdot Кпр \cdot 2/4 \quad (5.21)$$

Где ЗПт – тарифный фонд оплаты труда, руб

Фэффект (дни) – эффективный фонд рабочего времени одного рабочего в днях

Кпр – количество праздничных дней в году, из баланса рабочего времени.

Доплата за работу в праздничные дни при продолжительности смены 8 часов рассчитывается по формуле:

$$Дпр=ЗПт / \text{Фэффект (дни)} \cdot Кпр \cdot 3/4 \quad (5.22)$$

2. Размер премии определяется рабочим положением о премировании и начисляется исходя из тарифного фонда, с учетом всех видов доплат кроме доплаты за работу в праздничные дни:

$$ПР=(ЗПт+Дн+Дв) \cdot \%ПР / 100\% \quad (5.23)$$

Где ПР% - процент премии (определяется из положения о премировании).

Фонд дополнительной заработной платы состоит из оплаты отпусков и оплаты дней выполнения государственных обязанностей, рассчитывается по формуле:

$$ЗПдоп= Оо+Ого \quad (5.24)$$

Где  $O_o$  – размер оплаты за очередные и дополнительные отпуска, руб

$O_{го}$  – размер оплаты государственных обязанностей, руб.

1. Размер оплаты за очередные и дополнительные отпуска определяется по формуле:

$$O_o = Z_{Посн} / \Phi_{\text{Эффект}}(\text{дни}) \cdot K_{отп} \quad (5.25)$$

Где  $K_{отп}$  – количество дней отпуска, из баланса рабочего времени.

2. Размер оплаты за выполнение государственных обязанностей определяется по формуле:

$$O_{го} = Z_{Посн} / \Phi_{\text{Эфдет}}(\text{дни}) \cdot K_{го} \quad (5.26)$$

Где  $K_{го}$  – количество дней выполнения государственных обязанностей, берется из баланса рабочего времени.

Общий годовой фонд оплаты труда рабочих определяется по формуле:

$$Z_{\text{побщ}} = Z_{Посн} + Z_{Пдоп} \quad (5.27)$$

Где  $Z_{Посн}$  – основной фонд оплаты труда рабочих, руб

$Z_{Пдоп}$  – дополнительный фонд оплаты труда рабочих, руб

Приведем пример расчета заработной платы для машиниста мельницы 3 разряда:

1.  $Z_{Пт} = T \cdot \Phi_{\text{Эффект}}(\text{дни}) \cdot Ч = 3 \cdot 2980,25 \cdot 2346 = 20\,974\,999,5$  руб.

2.  $D_{пр} = 20\,974\,999,5 / 204 \cdot 15 \cdot \frac{3}{4} = 1\,156\,709,53$  руб.

3.  $D_{н} = 20\,974\,999,5 \cdot 0,40 / 2 = 4\,194\,999,9$  руб.

4.  $ПР = (Z_{Пт} + D_{пр} + D_{н}) \cdot \%ПР / 100\% = (20974999,5 + 1156709,53 + 4194999,9) \cdot 0,20 = 5\,265\,341,78$  руб.

5.  $Z_{Посн} = Z_{Пт} + D_{пр} + D_{н} + ПР = 20974999,5 + 1156709,53$

+4194999,9+5265341 = 31 592 050,71 руб.

6.  $O_o = Z_{\text{Посн}} / \Phi_{\text{Эффект(дни)}} \cdot K_{\text{отп}} = 31\,592\,050,71 / 204 \cdot 43 = 6\,659\,108,72$  руб.

7.  $O_{го} = Z_{\text{Посн}} / \Phi_{\text{Эффект(дни)}} \cdot K_{го} = 51\,468\,958 / 204 \cdot 1 = 154\,862,99$  руб.

8.  $Z_{\text{Пдоп}} = O_o + O_{го} = 6\,659\,108,72 + 154\,862,99 = 6\,813\,971,71$  руб.

9.  $Z_{\text{Побщ}} = Z_{\text{Посн}} + Z_{\text{Пдоп}} = 31\,592\,050,71 + 6\,813\,971,71 = 38\,406\,022,42$  руб.

Расчет заработной платы слесарей-ремонтников:

1.  $Z_{\text{Пт}} = T \cdot \Phi_{\text{Эффект(дни)}} \cdot Ч = 4 \cdot 3254,24 \cdot 2346 = 30\,537\,788$  руб.

2.  $D_{\text{пр}} = 30\,537\,788 / 204 \cdot 15 \cdot \frac{3}{4} = 1\,684\,069$  руб.

3.  $ПР = (Z_{\text{Пт}} + D_{\text{пр}}) \cdot \%ПР / 100\% = (30\,537\,788 + 1\,684\,069) \cdot 0,20 = 6\,444\,371,4$  руб.

5.  $Z_{\text{Посн}} = Z_{\text{Пт}} + D_{\text{пр}} + ПР = 30\,537\,788 + 1\,684\,069 + 6\,444\,371,4 = 38\,666\,228,4$  руб.

6.  $O_o = Z_{\text{Посн}} / \Phi_{\text{Эффект(дни)}} \cdot K_{\text{отп}} = 38\,666\,228,4 / 204 \cdot 43 = 8\,150\,234,42$  руб.

7.  $O_{го} = Z_{\text{Посн}} / \Phi_{\text{Эффект(дни)}} \cdot K_{го} = 51\,468\,958 / 204 \cdot 1 = 189\,540,33$  руб.

8.  $Z_{\text{Пдоп}} = O_o + O_{го} = 8\,150\,234,42 + 189\,540,33 = 8\,339\,774,75$  руб.

9.  $Z_{\text{Побщ}} = Z_{\text{Посн}} + Z_{\text{Пдоп}} = 38\,666\,228,4 + 8\,339\,774,75 = 47\,006\,003,15$  руб.

Общий фонд заработной платы

$\Phi_{\text{общ}} = 38\,406\,022,42 + 47\,006\,003,15 = 85\,412\,025,57$  руб.

Данные расчетов представлены в таблице 5.7 для машинистов мельниц и для ремонтной бригады.

Социальные отчисления рассчитываются отдельно от фонда

заработной платы основных рабочих и отдельно от фонда заработной платы слесарей ремонтной бригады по следующим формулам:

Отчисления в фонд социальной защиты составляют 35% от общего фонда заработной платы:

$$\text{ОТЧс.з} = \text{ЗПобщ} \cdot 35\% / 100\% \quad (5.28)$$

Отчисления на страхование от несчастных случаев:

$$\text{ОТЧстрах} = \text{ЗПобщ} \cdot 1\% / 100\% \quad (5.29)$$

Приведем пример расчета социальных отчислений:

1.  $\text{ОТЧс.з} = 85412025,57 \cdot 0,35 = 29894208,94$  руб
2.  $\text{ОТЧстрах} = 85412025,57 \cdot 1\% / 100\% = 854120,25$  руб

## **5.6 Составление сметы затрат на обслуживание и ремонт оборудования**

Смета затрат представляет собой свободную таблицу, с помощью которой определяют общие годовые затраты на обслуживание или ремонт оборудования. Смета составляется на основании приведенных выше расчетов по статьям представленным в таблицах 5.9

Таблица 5.8 – Смета годовых затрат на обслуживание и ремонт стержневой мельницы МСЦ 3,2х4,5

Наименование статей расходов	Сумма затрат, руб.	Удельный вес затрат в общей себестоимости, %
Основные материалы	27203300	1,67
Вспомогательные материалы	22539615	1,38
Затраты на электроэнергию	1358578533,3	83,26

Затраты на амортизацию	107176520	6,57
Заработная плата основных рабочих	38406022,42	2,35
Заработная плата рабочих ремонтников	47006003,15	2,88
Отчисление фонд соц. защиты	29894208,94	1,83
Страхование от несчастных случаев	854120,25	0,05
Итого:	1631658323,06	100

### 5.7 Основные технико-экономические показатели

1. Стоимость активной части основных фондов выписываются из таблицы 5.4 расчета амортизационных отчислений (сумма по 4 столбцу)
2. Фондовооруженность определяется по формуле:

$$ФВ = Соб / Ч \quad (5.30)$$

Где Соб – стоимость активной части основных фондов, руб

Ч – численность основных рабочих, человек.

3. Количество потребляемой за год электроэнергии выписывается из таблицы 5.3 (сумма по столбцу б).

4. Энерговооруженность определяется по формуле:

$$ЭВ = Эпотр / Ч \quad (5.31)$$

где Эпотр – количество потребленной электроэнергии за год, Вт

Ч – численность основных рабочих, человек.

5. Фонд заработной платы основных рабочих выписывается из таблицы 5.7

6. Фонд заработной платы слесарей ремонтной бригады выписывается из расчета таблицы 5.8

7. Среднемесячная заработная плата основных рабочих рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{Пер.м}} = З_{\text{Побщ}} / Ч / 12 \quad (5.32)$$

Где  $З_{\text{Побщ}}$  – заработная плата основных рабочих, руб

$Ч$  – численность основных рабочих, человек

12 – число месяцев в году

8. Среднемесячная заработная плата слесарей ремонтной бригады рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{Пер.м}} = З_{\text{Побщ}} / Ч / 12 \quad (5.33)$$

9. Фондоотдача – это отношение объема продукции к среднегодовой стоимости основных фондов:

$$ФО = Q_{\text{ТП}} / С_{\text{об}} \quad (5,34)$$

10. Производительность труда определяется по формуле:

$$П_{\text{тр}} = Q_{\text{ТП}} / Ч_{\text{р}} \quad (5,35)$$

11. Фондоёмкость – это отношение среднегодовой стоимости основных фондов к объёму выпущенной продукции

$$Ф_{\text{е}} = С_{\text{об}} / Q_{\text{ТП}} \quad (5,36)$$

Приведем пример расчета:

$$1. \text{ ФВ} = С_{\text{об}} / Ч = 1\,190\,850\,000 / 4 = 297\,712\,500 \text{ руб./чел}$$

$$2. \text{ЭВ} = \text{Эпотр} / \text{Ч} = 6\,525\,792 / 4 = 1\,631\,448 \text{ кВт} / \text{чел}$$

$$3. \text{ЗПср.м} = \text{ЗПобщ} / \text{Ч} / 12 = 38\,406\,022,42 / 12 / 4 = 1\,066\,833,96 \text{ руб.}$$

$$4. \text{ЗПср.м} = \text{ЗПобщ} / \text{Ч} / 12 = 47\,006\,003,15 / 12 / 4 = 979\,292 \text{ руб}$$

Таблица 5.9 Основные технико-экономические показатели стержневой мельницы МСЦ 3,2х4,5

Наименование показателей	Единица измерения	Величина
Стоимость активной части основных фондов	рублей	1190850000
Фондовооруженность труда основных работ	руб/чел.	297712500
Количество потребляемой за год электроэнергии	кВт/год	6525792
Энерговооруженность труда основных работ	кВт/человека	1631448
Фонд заработной платы основных рабочих	рублей	38406022,42
Фонд заработной платы слесарей ремонтной бригады	рублей	47006600003,15
Среднемесячная заработная плата основных рабочих	рублей	1066833,96
Среднемесячная заработная плата слесарей ремонтной бригады	рублей	979292

## ЛИТЕРАТУРА

1. Печковский В.В., Александрович Х.М. Технология калийных удобрений. – М.: Высшая школа, 1968
2. Инструкция по эксплуатации 3018 ИЭ, С.: 1990
3. Технологический регламент 2РУ – С.: 2006
4. Ермаков В.И. Шейн В.С. Ремонт и монтаж хим. оборудования. – М.: Химия, 1981
5. Тухто А.А. Правила охраны и безопасности труда при переработке соляных месторождений. – М.: ЦОТЖ, 1997.
6. Мельница стержневая МСЦ – 3200 х 4500. технические условия на капитальный ремонт. – Мн. 1990
7. Донченко А.С., Донченко В.А. Справочник механика рудообогатительной фабрики. – М.: Недра 1986
8. Зуев В.И. и Никитин А.В. Практикум по экономике, организации и планированию в горной промышленности: Учебное пособие для техникумов. – М.: НЕДРА, 1990
9. Зайцев Н.Л. Экономика промышленного предприятия. Практикум: Учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2000