

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

Институт горного дела, геологии и геотехнологий

Кафедра горных машин и комплексов

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ А.В. Гилёв  
подпись                      инициалы, фамилия  
« \_\_\_\_ » июня 2016г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

151000.62 – Технологические машины и оборудования  
код – наименование направления

Эксплуатация металлургического оборудования на примере  
ООО «Красноярский цемент»  
тема

Руководитель \_\_\_\_\_  
подпись, дата                      должность, ученая степень                      инициалы, фамилия

Выпускник \_\_\_\_\_  
подпись, дата                      инициалы, фамилия

Красноярск 2016

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

Институт горного дела, геологии и геотехнологий

Кафедра горных машин и комплексов

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ А.В. Гилёв

подпись                      инициалы, фамилия

« \_\_\_\_ » июня 2016 г

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

Студенту Потапенко Артему Николаевичу

Группа ММ 12-16, направление (специальность) 151000.62, технологические машины и оборудование

Тема выпускной квалификационной работы: Эксплуатация металлургического оборудования на примере ООО «Красноярский цемент»

Утверждена приказом по университету № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_  
Руководитель ВКР В. А. Карепов, канд. техн. наук, доцент

Исходные данные для ВКР: Технология производства ООО «Красноярский цемент»; технические характеристики шаровой мельницы МШЦ 2700х3600; методика расчета графика ППП; технология производства портландцемента; техника безопасности в условиях эксплуатации шаровой мельницы

Перечень разделов ВКР: Введение; структура предприятия; технология производства; применяемое оборудование; ремонтная база; грузоподъемное оборудование и внутрицеховой транспорт; спецчасть: разработка предложений по модернизации конструкции шаровой мельницы; охрана труда и техника безопасности при эксплуатации шаровой мельницы; заключение; список использованной литературы.

Руководитель ВКР

\_\_\_\_\_  
подпись

В. А. Карепов

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_  
подпись

А. Н. Потапенко

инициалы и фамилия

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016г.

## Содержание

Введение.....	3
1. Структура предприятия.....	4
2. Технология производства.....	6
3. Применяемое оборудование.....	11
4. Эксплуатация и ремонт.....	12
4.1. Выбор необходимого количества оборудования.....	13
4.2. Определения количества и видов ремонта.....	14
4.3. Организация ремонтных работ.....	23
4.4. Расчет численности ремонтного персонала.....	24
4.5. Расчет станочного оборудования.....	27
4.6. Проектирование ремонтной базы.....	28
4.7. Управление механической службой.....	33
4.8. Годовой график планово-предупредительных ремонтов.....	34
5. Грузоподъемное оборудование и внутрицеховой транспорт.....	39
5.1. Аэрожелоб.....	39
5.2. Ленточный конвейер.....	40
5.3. Мостовой кран с грейфером.....	42
5.4. Мостовой однобалочный кран.....	43
5.5. Пластинчатый конвейер.....	44
6. Спецчасть. Разработка предложений по модернизации конструкции шаровой мельницы.....	47
6.1. Принцип действия шаровой мельницы.....	47
6.2. Замкнутый цикл измельчения.....	48
6.3. Лопастно-эллипсные сегменты.....	51
6.4. Футеровка сталью Гадфильда.....	53
6.5. Ожидаемые параметры технической характеристики мельницы после модернизации.....	54
6.6. Рекомендации по модернизации шаровых мельниц.....	55
7. Охрана труда и техника безопасности при эксплуатации шаровой мельницы.....	57
Заключение.....	59
Список использованной литературы.....	60
Приложение Мельница МШЦ 2700x3600	

## **Введение**

В Красноярском крае одним из приоритетных проектов является строительство доступного жилья, основой для которого является строительный материал - цемент. Красноярский цементный завод выпускает 1,1 млн тонн цемента в год, что не является достаточностью для Красноярского края, так как в 2016 году в среднем потребление цемента составит около 2 млн тонн за год (по данным сайта beton.ru), соответственно потребителям придется приобретать цемент с других регионов, что будет более затратно, нежели приобрести продукцию «не отходя от кассы». Соответственно для производства более большого объёма цемента требуется модернизация, а так как основной технологической операцией при производстве цемента является помол клинкера, а он происходит в шаровой мельнице, в связи с этим актуальной задачей является использование более эффективных и экономичных способов измельчения в шаровых мельницах.

Шаровые мельницы работают длительное время устойчиво, с полной нагрузкой, что позволяет достигать высокого коэффициента использования движения мельниц 0,95-0,97. Устойчивость движения создает возможность полной автоматизации. Конструкция мельниц допускает переработку самых разнообразных материалов по крупности, абразивности и вязкости и выдачу продукта очень тонкого измельчения (до 50 мкм).

К недостаткам шаровой мельницы относят низкое использование затрачиваемой электроэнергии.

Целью работы, является увеличение производительности шаровой мельницы для помола клинкера.

Задачи для выполнения целей складываются в переводе шаровой мельницы в закрытый цикл работы, что позволит исключить из помола домалывающее оборудование после мельницы; установка лопастно-эллипсных сегментов - для более эффективного применения затрачиваемой энергии для подъема мелющих тел, а так же улучшение футеровки шаровой мельницы.

## 1. Структура предприятия

Красноярский цементный завод является предприятием средней мощности и среди предприятий стройиндустрии занимает определенное место.

Красноярский цементный завод имеет в своем составе пять основных подразделений:

Карьер – добыча известняка для производства цемента;

Дробильное отделение – производит дробление глыб известняка до размеров не более 70 мм;

Сырьевой цех – производит приготовление сырьевой муки;

Обжиг – производит обжиг сырьевой муки (получение клинкера);

Помол – выходит готовая продукция, т.е. цемент.

Кроме того, в структуру предприятия входят вспомогательные цеха и службы, обеспечивающие устойчивость технологического цикла:

Железнодорожный цех – прием грузов и отправка готовой продукции;

Автотранспортный цех - имеющий автомобили БелАЗ, на которых осуществляется подвозка известняк из карьера в дробильное отделение. Кроме того, АТЦ имеет в своем парке автомобили «Урал», «КамАЗ» и др. на которых производится привоз грузов из различных городов России, а также автомобили, используемые для перевозок внутри города;

Шихтовально-сушильный цех – обеспечивает производство сухим шлаком и осуществляет загрузку сырьевых и цементных мельниц с помощью грейферного крана грузоподъемностью 10 т;

Аспирация - осуществляет обслуживание и мелкие ремонты оборудования очистки отходящих газов и пылевозврата (электрические и рукавные фильтры, шнеки и камерные насосы);

Электроремонтное управление – ЭРУ – с компрессорным отделением обеспечивает надежное снабжение всех подразделений электроэнергией и сжатым воздухом, проводит мелкие и средние ремонты основного и вспомогательного оборудования;

Энергоцех с газовым хозяйством - обеспечивает завод тепловой энергией и водой на производственные и бытовые нужды, топливом (природный газ);

ОТК и лаборатория - осуществляет контроль за качеством выпускаемой продукции;

Два подразделения: цех обслуживания и благоустройства, занимаются поддержанием порядка на территории завода и обслуживанием иных объектов. Все крупные и капитальные ремонты основного технологического оборудования (вращающиеся печи, цементные мельницы, оборудование аспирации и т.д.), а также реконструкции старого и монтаж нового осуществляется подрядной организацией.

Предприятие ООО «Красноярский цемент» выпускает следующие виды продукции:

Портландцемент бездобавочный ПЦ 500-Д0

Портландцемент бездобавочный нормированный ПЦ 500-Д0-Н

Портландцемент с минеральными добавками ПЦ 400-Д20

Портландцемент для строительства гидротехнических сооружений ПЦ 400-Д0-Н

Портландцемент для асбестоцементных изделий ПЦ 500 АЦИ

Портландцемент сульфатостойкий бездобавочный ССПЦ 400-Д0

Шлакопортландцемент ШПЦ 400-Д40

## 2. Технология производства

Цемент – один из главнейших строительных материалов, предназначенных для изготовления бетонов, железобетонных изделий, а также для скрепления отдельных деталей строительных конструкций, гидроизоляции и многих других целей.

Производство складывается из двух основных технологических процессов: получение клинкера и его помол с соответствующими добавками.

Известняк проходит двухстадийное дробление в щековой и молотковой дробилке, и направляется в бункер.

Глина измельчается в валковой дробилке и сушится в барабане сушилке, дальше она направляется в бункер где находится известняк.

Затем известняк вместе с глиной с бункера через дозаторы поступает на ленточный конвейер и направляется в шаровую мельницу на совместный помол и одновременную подсушку газами.

Сырьевая мука из шаровой мельницы воздушным потоком направляется через циклоны и аэрожелобы в силос(склад).

Сырьевая мука из силосов, оборудованная аэрожелобами транспортируется в циклонный теплообменник, где нагревается выходящими из печи газами до температуры 700-800 С°.

Из теплообменника сырьевая мука самотеком поступает во вращающуюся печь.

Клинкер выходящий из печи поступает в холодильную установку для охлаждения.

Из холодильника клинкер поступает на пластинчатый конвейер и направляется в силос оборудованный дозаторами, в клинкер добавляются специальные добавки.

Из силоса клинкер с добавками направляется ленточным конвейером на помол в шаровую мельницу.



Сырьевая мука через циклоны, пневмокамерным насосом перекачивается в силос, где находится охладитель цемента, нужный для поддержки определенной температуры особенно в жаркие дни.

Шаровые мельницы оборудованы аспирационным устройством, холодильники - электрофильтром, вращающиеся печи - скруббером, электрофильтром и дымососами, через которые обеспыленные газы или воздух выходят в атмосферу.

Помол клинкера — важный технологический процесс, один из наиболее энергоемких в цементном производстве. Многие свойства цемента (активность, интенсивность нарастания прочности, морозостойкость и др.) зависят не только от химического и фазового состава клинкера, но и от тонкости помола.

При измельчении клинкера необходимо учитывать его высокую твердость. Кроме того, для получения качественного цемента нужно, чтобы зерна клинкера имели заданный состав.

Химический и минералогический состав клинкера определяют его размалываемость (способность к измельчению). Этот показатель оценивается условно, применительно к способу измельчения и агрегату, в котором производится измельчение. Кроме того, размалываемость зависит от режима и способа обжига(в вращающихся печах. Размалываемость характеризуется коэффициентом размолоспособности, равным 1 для клинкеров вращающихся печей средней размолоспособности; 0,8—0,9 — с повышенной и 1,1—с пониженной размолоспособностью. Чем выше коэффициент размолоспособности, тем быстрее измельчается клинкер и тем больше производительность мельницы. С повышением пористости клинкера сопротивление его размолу снижается. Отмечено, что при росте силикатного модуля размалываемость уменьшается. Высокое содержание C<sub>2</sub>S также ухудшает размалываемость клинкера, в связи с налипанием частиц на мелющие тела и с агрегацией.

Образование клинкерных минералов частично происходит в жидкой фазе. При очень быстром охлаждении клинкера размалываемость его понижается в результате содержания в нем жидкой фазы (клинкерного стекла). Доля жидкой

фазы определяет размалываемость клинкера. Чем больше жидкой фазы, тем труднее размолоть клинкер. Высокая влажность материалов, питающих мельницу, также отрицательно сказывается на процессе помола и увеличении расхода энергии.

Тонкость помола цемента характеризуется по остатку на сите и составляет 8—12 % для большинства цементов (по ГОСТ 310.2—76 этот остаток не должен превышать 15 %). Более точна характеристика тонкости помола по удельной поверхности, определяемая методом фильтрации воздуха через слой спрессованного порошка на стандартном приборе — поверхностемере ПСХ-4.

Расход электроэнергии на получение 1 т цемента 35—40 кВт/ч. С повышением тонкости помола затраты электроэнергии возрастают в большей мере, чем степень измельчения. Так, увеличение тонкости помола на каждый 1 % уменьшения остатка на сите повышает расход электроэнергии на 4—6 % и снижает производительность мельницы на 3—5 %.

Интенсификация процесса помола клинкера достигается рациональным подбором ассортимента мелющих тел, аспирацией мельницы и впрыскивания в последнюю камеру воды, введением поверхностно-активных веществ (ПАВ). Эффективность действия мелющих тел зависит от степени заполнения ими объема отдельных камер мельницы: для камеры грубого помола в пределах 26—32; среднего — 26—30 и тонкого — 24—30.

Производительность мельниц увеличивается и при аспирации рабочего пространства мельниц. Просасыванием воздуха через мельницу из нее удаляется часть тонких частиц и тем самым уменьшается налипание их на мелющие тела; снижается температура среды в мельнице, что также благоприятно отражается на процессе измельчения. Оптимальная скорость аспирации воздуха в полости барабана мельницы 0,5—0,7 м/с.

На последних стадиях измельчения клинкера температура в мельнице поднимается до 150—160 °С, при этом производительность резко падает. Для снижения температуры и улучшения условий помола в последнюю камеру мельницы впрыскивают распыленную воздушно-водяную смесь, что повышает

производительность ее на 15— 20%. Количество воды не должно превышать 1,5% массы цемента.

В связи с тем, что для производства цемента главное внимание уделяется тонкости помола исходящего сырья в настоящей работе приняты различные мероприятия по улучшению шаровой мельницы.

К недостаткам шаровой мельницы относят низкое использование затрачиваемой электроэнергии. Контакт дробящих тел происходит по незначительной поверхности – теоретически в точке при шаровом измельчении и по линии. Значительная часть энергии бесполезно тратится на подъем истертых шаров (плоскуш), практически не участвующих в дроблении. Громоздкость и большая масса машин требует соответствующих производственных площадей с целью установки крупных грузоподъемных кранов для обслуживания и ремонта. На измельчение в барабанных мельницах затрачивается огромное количество металла (шары, стержни, футеровка), загрязняющих пульпу металлическим шламом. Высокая степень шума, издаваемого движением дробящих тел, ударяющих по футеровке, ухудшает условия труда в цехе.

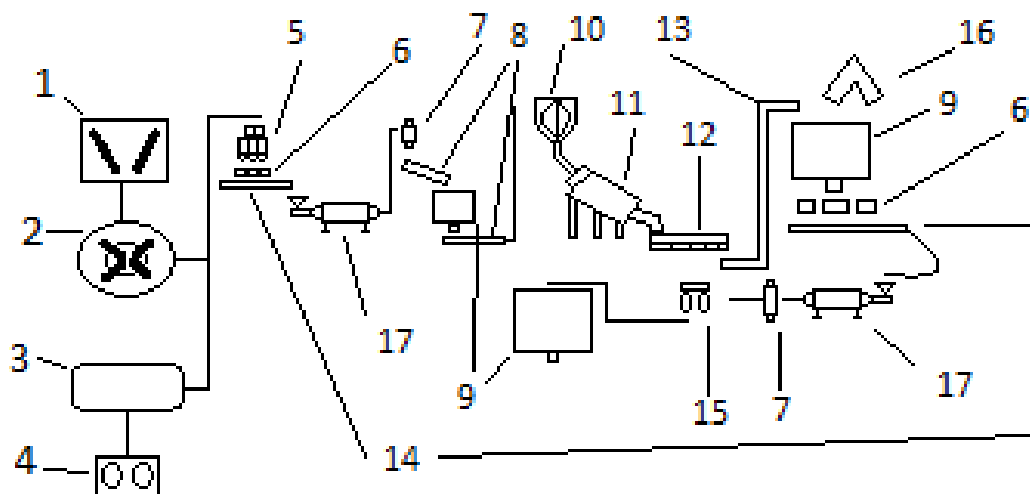


Рисунок 2.1 Технологическая схема производства цемента: 1 - щековая дробилка; 2 - молотковая дробилка; 3 - барабан сушилка; 4 - валковая дробилка; 5 - бункер для известняка и глины; 6 - дозаторы непрерывного действия; 7 - циклоны; 8 - аэрожелобы; 9 - силосы(склады); 10 - циклонный теплообменник; 11 - вращающаяся печь; 12 - холодильная установка; 13 - пластинчатый конвейер; 14 - ленточный конвейер; 15 - пневмокамерный насос; 16 - грейферный кран; 17 - шаровая мельница.

### 3. Применяемое оборудование

Таблица 3.1 – Номенклатура оборудования на Красноярском цементном заводе

№	Наименование оборудования	Тип	Кол-во, ед.
1	Аспирационное устройство	УВП-М 3000К	6
2	Аэрожелобы	XZ250	12
3	Барaban сушилка	ЕМ-3	3
4	Бункер для известняка и глины	Sh119-15	9
5	Валковая дробилка	ДГ400х250	3
6	Вращающаяся печь	Ф4×150	3
7	Дозатор непрерывного действия	КЛИМ-ВД	6
8	Дымосос	ДРЦ-21х2К	3
9	Ленточный конвейер	Т-46А	6
10	Молотковая дробилка	СМД-147	3
11	Мостовой грейферный кран	LDZ 10т	1
12	Мостовой однобалочный кран	СНХ 5т	2
13	Охладитель цемента	СМЦ-189Б	1
14	Пластинчатый конвейер	TD75	3
15	Пневмокамерный насос	ПОСЕЙДОН ПКН-20 (ШЗ)	6
16	Скруббер (газоочистительный аппарат)	ДГБ-28	3
17	Холодильная установка	Волга-125СУ	3
18	Циклонный теплообменник	Пятиуровневый	1
19	Цементный силос(склад)	СМК-93	21
20	Циклон	CLK2×6	15
21	Шаровая мельница	МШЦ-2700х3600	6
22	Щековая дробилка	СМД-156	3
23	Электрофильтр	КФЕ-100	6

#### **4. Ремонтная база**

Современные предприятия машиностроения оснащаются дорогостоящим и разнообразным оборудованием, автоматизированными системами, роботизированными комплексами. В процессе работы они теряют свои рабочие качества, главным образом из-за износа и разрушения отдельных деталей, поэтому снижают точность, мощность, производительность и другие параметры. Для бесперебойной работы оборудования с заданными точностными характеристиками требуется систематическое техническое обслуживание и выполнение ремонтных работ и мероприятий по технической диагностике, именно для этого и создается ремонтная база.

#### 4.1. Выбор необходимого количества оборудования

Таблица 4.1 - Ремонтные нормативы основного технологического оборудования

№	Наименование оборудования	Ремонт				Трудоемкость	
		Вид	Периодичность	Продолжительность	Число в цикле	1-го ремонта	Среднегодовая
1	Барабан сушилка	ТО	680	8	30	8	80
		Т	4080	48	5	130	817
		К	24480	72	1	325	108
2	Бункер для известняка и глины	ТО	-	-	-	-	-
		Т	6480	2	5	4	3
		К	36880	8	1	17	3
3	Вращающаяся печь	ТО	730	8	30	80	800
		Т	4380	120	5	1120	1867
		К	26280	240	1	5600	1867
4	Дозатор непрерывного действия	ТО	243	4	72	4	96
		Т	730	8	35	32	374
		К	26280	24	1	96	32
5	Дробилка валковая	ТО	2190	12	12	12	36
		Т	8760	46	3	72	54
		К	35040	96	1	282	70
6	Дробилка молотковая	ТО	2190	6	12	12	36
		Т	8760	36	3	72	54
		К	36040	72	1	145	36
7	Дробилка щековая	ТО	540	2	60	4	40
		Т	3240	8	10	28	47
		Т2	19440	16	1	48	8
		К	38800	24	1	86	14
8	Мельница шаровая	ТО	680	2	46	6	63
		Т	5440	24	5	109	136
		К	32640	42	1	259	65
9	Пневмокамерный насос	ТО	340	2	24	2	32
		Т	1020	4	11	10	73
		К	12240	12	1	22	16
10	Холодильная установка	ТО	730	3	30	6	60
		Т	4380	8	3	24	36
		К	17520	64	1	150	75

Номинальный фонд времени работы оборудования для различных режимов работы предприятия принимаем  $T_{\Gamma} = 8760$  часов.

## 4.2. Определение количества и видов ремонтов

### 4.2.1. Количество капитальных ремонтов:

$$N_k = \frac{H_r + H_k}{K} \quad (1)$$

где  $H_r$  - планируемая выработка на год, определяемая по формуле:

$$H_r = T_r \cdot k_u^n - T_p \quad (2)$$

где  $k_u^n = 0,8 \div 0,9$  – планируемый коэффициент использования машины в смену;

$T_p$  – количество часов, затрачиваемое на ремонт в планируемом году.

$$T_p = \frac{T_{T0} \cdot N_{T0} + T_T \cdot N_T + T_K \cdot N_K}{K} \quad (3)$$

где  $T_{T0}, T_T, T_K$  – продолжительность, соответственно одного технического обслуживания, первого текущего, капитальных ремонтов, ч;  $N_{T0}^y, N_T^y, N_K^y$  - число в цикле, соответственно, технического обслуживания, первого текущего, капитального ремонтов, ед;  $K$  – ремонтный цикл машины, ч;  $T_r$  – номинальный фонд времени работы оборудования, год;  $H_k$  – выработка машины от предыдущего капитального ремонта, ч.

Для оборудования, эксплуатируемого на предприятии до начала планируемого года,  $H_k$  принимают по данным предприятия. Для оборудования, вводимого в эксплуатацию в начале планируемого года,  $H_k=0$ .

Барабан сушилка

$$T_p = \frac{8760 \cdot (8 \cdot 30 + 48 \cdot 5 + 72 \cdot 1)}{24480} = 197,5$$

$$H_r = 8760 \cdot 0,8 - 197,5 = 6810,5$$



$$N_k = \frac{6810,5 + 0}{24480} = 0,27 = 0$$

Бункер для известняка и глины

$$T_p = \frac{8760 \cdot (2 \cdot 5 + 8 \cdot 1)}{36880} = 4,27$$

$$H_r = 8760 \cdot 0,8 - 4,27 = 7003,73$$

$$N_k = \frac{6836 + 0}{26280} = 0,26 = 0$$

Вращающаяся печь

$$T_p = \frac{8760 \cdot (8 \cdot 30 + 120 \cdot 5 + 240 \cdot 1)}{26280} = 360$$

$$H_r = 8760 \cdot 0,8 - 360 = 6648$$

$$N_k = \frac{6648 + 0}{26280} = 0,25 = 0$$

Дозатор непрерывного действия

$$T_p = \frac{8760 \cdot (4 \cdot 72 + 8 \cdot 35 + 24 \cdot 1)}{26280} = 197,3$$

$$H_r = 8760 \cdot 0,8 - 197,3 = 6810,7$$

$$N_k = \frac{6810,7 + 0}{26280} = 0,26 = 0$$

Дробилка валковая

$$T_p = \frac{8760 \cdot (12 \cdot 12 + 46 \cdot 3 + 96 \cdot 1)}{35040} = 94,5$$

$$H_r = 8760 \cdot 0,8 - 94,5 = 6913,5$$

$$N_k = \frac{6913,5 + 0}{35040} = 0,19 = 0$$

Дробилка молотковая

$$T_p = \frac{8760 \cdot (6 \cdot 12 + 36 \cdot 3 + 72 \cdot 1)}{36040} = 61,2$$

$$H_r = 8760 \cdot 0,8 - 61,2 = 6946,8$$

$$N_k = \frac{6946,8 + 0}{36040} = 0,19 = 0$$

Дробилка щековая

$$T_p = \frac{8760 \cdot (2 \cdot 60 + 8 \cdot 10 + 16 \cdot 1 + 24 \cdot 1)}{38800} = 54,2$$

$$H_r = 8760 \cdot 0,8 - 54,2 = 6953,8$$

$$N_k = \frac{6953,8 + 0}{38800} = 0,17 = 0$$

Мельница шаровая

$$T_p = \frac{8760 \cdot (2 \cdot 46 + 24 \cdot 5 + 42 \cdot 1)}{32640} = 68,1$$

$$H_r = 8760 \cdot 0,8 - 68,1 = 6939,9$$

$$N_k = \frac{6939,9 + 0}{32640} = 0,21 = 0$$

Пневмокамерный насос

$$T_p = \frac{8760 \cdot (2 \cdot 24 + 4 \cdot 11 + 12 \cdot 1)}{12240} = 74,4$$

$$H_r = 8760 \cdot 0,8 - 74,4 = 6933,6$$

$$N_k = \frac{6933,6 + 0}{12240} = 0,56 = 1$$

Холодильная установка

$$T_p = \frac{8760 \cdot (3 \cdot 30 + 8 \cdot 3 + 64 \cdot 1)}{17520} = 89$$

$$H_T = 8760 \cdot 0,8 - 89 = 6919$$

$$N_k = \frac{6919 + 0}{17520} = 0,39 = 0$$

#### 4.2.2. Количество вторых текущих ремонтов:

$$N_{T2} = \frac{H_T + H_{T2}}{T2} - N_K, \quad (4)$$

где  $T2$  – периодичность вторых текущих ремонтов, час;  $H_T$  – выработка машин от предыдущего второго текущего ремонта, определяемая по формуле, ч.

$$H_{T2} = H_K - T2 \cdot n_2, \quad (5)$$

где  $n_2$  – целое число проведенных вторых текущих ремонтов со времени работы машины от предыдущего капитального ремонта (без учета остатка от деления  $H_K : T2$ ),

$$n_2 = \frac{H_K}{T2} \quad (6)$$

Дробилка щековая

$$N_{T2} = \frac{6953,8+0}{19440} - 0 = 0,35 \text{ принимаем } N_{T2}=0$$

#### 4.2.3. Количество первых текущих ремонтов:

$$N_{T1} = \frac{H_K + H_{T1}}{T_1} - N_K - N_{T2} \quad (7)$$

где  $T_1$  - периодичность первых текущих ремонтов, час;  $H_{T1}$ - выработка машины от предыдущего первого текущего ремонта, ч, определяемая по формуле

$$H_{T1} = H_K - T_1 \cdot n_1 \quad (8)$$

где  $n_1$  - целое число проведенных первых текущих ремонтов со времени работы машины от предыдущего первого текущего ремонта (без учета остатка от деления  $H_K; T_1$ ).

Барабан сушилка

$$N_{T1} = \frac{6810,5}{4080} = 1,66 \text{ принимаем } N_{T1} = 2$$

Бункер для известняка и глины

$$N_{T1} = \frac{7003,73}{6480} = 1,08 \text{ принимаем } N_{T1} = 1$$

Вращающаяся печь

$$N_{T1} = \frac{6648}{4380} = 1,52 \text{ принимаем } N_{T1} = 2$$

Дозатор непрерывного действия

$$N_{T1} = \frac{6810,7}{730} = 9,3 \text{ принимаем } N_{T1} = 9$$

Дробилка валковая

$$N_{T1} = \frac{6913,5}{8760} = 0,78 \text{ принимаем } N_{T1} = 1$$

Дробилка молотковая

$$N_{T1} = \frac{6946,8}{8760} = 0,79 \text{ принимаем } N_{T1} = 1$$

Дробилка щековая

$$N_{T1} = \frac{6953,8}{3240} = 2,14 \text{ принимаем } N_{T1} = 2$$

Мельница шаровая

$$N_{T1} = \frac{6939,9}{5440} = 1,27 \text{ принимаем } N_{T1} = 1$$

Пневмокамерный насос

$$N_{T1} = \frac{6933,6}{1020} - 1 = 5,79 \text{ принимаем } N_{T1} = 6$$

Холодильная установка

$$N_{T1} = \frac{6919}{4380} = 1,57 \text{ принимаем } N_{T1} = 2$$

#### 4.2.4. Количество технических осмотров:

$$N_{T0} = \frac{H_K + H_{T0}}{T_0} - N_K - N_{T2} - N_{T1} \quad (9)$$

, где  $T_0$  - периодичность технических осмотров, час;  $H_{T0}$  - выработка машины от предыдущего технического обслуживания, час, определяемая по формуле:

$$H_{T0} = H_K - T_0 \cdot n_1 \quad (10)$$

где  $n_1$  - целое число проведенных технических обслуживаний со времени работы машины от предыдущего капитального ремонта (без учета остатка от деления  $H_K : T_0$ ). Значения  $K$ ,  $T_2$ ,  $T_1$ ,  $T_0$  принимают согласно нормативам ремонта.

Барaban сушила

$$N_{T0} = \frac{6810,5}{680} - 2 = 8,01 \text{ принимаем } N_{T0} = 8$$

Вращающаяся печь

$$N_{T0} = \frac{6648}{730} - 2 = 7,1 \text{ принимаем } N_{T0} = 7$$

Дозатор непрерывного действия

$$N_{T0} = \frac{6810,7}{243} - 9 = 19 \text{ принимаем } N_{T0} = 19$$

Дробилка валковая

$$N_{TO} = \frac{6913,5}{2190} - 1 = 2,15 \text{ принимаем } N_{TO} = 2$$

Дробилка молотковая

$$N_{TO} = \frac{6946,8}{2190} - 1 = 2,17 \text{ принимаем } N_{TO} = 2$$

Дробилка щековая

$$N_{TO} = \frac{6953,8}{540} - 2 = 10,8 \text{ принимаем } N_{TO} = 11$$

Мельница шаровая

$$N_{TO} = \frac{6939,9}{680} - 1 = 9,2 \text{ принимаем } N_{TO} = 9$$

Пневмокамерный насос

$$N_{TO} = \frac{6933,6}{340} - 1 - 6 = 13,4 \text{ принимаем } N_{TO} = 13$$

Холодильная установка

$$N_{TO} = \frac{6919}{730} - 2 = 7,47 \text{ принимаем } N_{TO} = 7$$



### 4.3. Организация ремонтных работ

Таблица 4.2 – Итоговое количество ремонтов

Наименование оборудования	ТО	T1	T2	К
Барaban сушилка	8	2	-	0
Бункер для известняка и глины	-	1	-	0
Вращающаяся печь	7	2	-	0
Дозатор непрерывного действия	19	9	-	0
Дробилка валковая	2	1	-	0
Дробилка молотковая	2	1	-	0
Дробилка щековая	11	2	0	0
Мельница шаровая	9	1	-	0
Пневмокамерный насос	13	6	-	1
Холодильная установка	7	2	-	0

В соответствии с определенными количеством, и видами технических обслуживаний и ремонтов составляют годовой и месячный графики ППР (Приложения 2 и 3).

В графиках указывают рассчитанное количество и виды технических обслуживаний и ремонтов (в числителе) и их продолжительность в часах (в знаменателе). Например, 3ТО/8 - три технических обслуживания, каждое продолжительностью 8 часов: T1/40 - первый текущий ремонт, продолжительностью 40 часов.

В производственной деятельности в графиках ППР предусматривают сроки для указания в них плановых и фактических сроков выполнения отдельных ремонтов по каждой машине.

В графиках ППР, особенно при большом числе оборудования, количество и виды технических обслуживаний и ремонтов распределяют равномерно по кварталам, месяцам планируемого года и числам текущего месяца, с целью исключения такой ситуации, при которой может оказаться запланированным ремонт для большинства эксплуатируемых машин в одно и то же время.

При такой ситуации, во-первых, возникает в определенный период чрезмерное увеличение объема ремонтных работ, существенно превышающее реальную мощность ремонтной базы, что может привести к срыву графика ППР;

во-вторых, остановка, одновременно большого количества оборудования на ремонт может снизить запланированный объем вырабатываемой продукции; в-третьих, возможен разрыв в непрерывных взаимодействиях технологического оборудования.

С целью равномерного распределения количества и видов технических обслуживаний и ремонтов в графике ППР на начальной стадии эксплуатации машины возможно незначительное отклонение от нормативов периодичности ремонтов. Однако, во всех случаях следует выдерживать определенную расчетами структуру ремонтного цикла на год для каждой машины.

#### 4.4. Расчёт численности ремонтного персонала

Численность ремонтного персонала рассчитывают одним из следующих методов: ценностным, нормативной трудоемкости, весовым. Наиболее точным является метод нормативной трудоемкости, который рекомендуется в курсовом и дипломном проектировании.

##### 4.4.1. Годовые суммарные трудозатраты определяют по формуле

$$T_{\text{н}} = \sum [(t_{t_0} + t_{t_1} + t_k) \cdot N^1 + (t_{t_0} + t_{t_1} + t_k) \cdot N^2 + (t_{t_0} + t_{t_1} + t_k) \cdot N^3 + (t_{t_0} + t_{t_1} + t_k) \cdot N^n] \quad (11)$$

$$\begin{aligned} T_{\text{н}} &= (80 + 817 + 108) \cdot 3 + (3 + 3) \cdot 9 + (800 + 1867 + 1867) \cdot 3 + (96 + 374 + 32) \cdot 6 + (36 + 54 + 70) \cdot 3 \\ &+ (36 + 54 + 36) \cdot 3 + (40 + 47 + 8 + 14) \cdot 3 + (63 + 136 + 65) \cdot 6 + (32 + 73 + 16) \cdot 6 + (60 + 36 + 75) \cdot 3 \\ &= 29715 \end{aligned}$$

где  $t_{T^1_0}, t_{T^2_0}, t_{T^n_0}$  - нормативная среднегодовая трудоемкость технических осмотров отдельных видов оборудования, чел·ч;  $t_{T^1_1}, t_{T^2_1}, t_{T^n_1}$  - нормативная среднегодовая трудоемкость первых текущих ремонтов отдельных видов оборудования, чел·ч;  $t_{T^1_2}, t_{T^2_2}, t_{T^n_2}$  - нормативная среднегодовая трудоемкость вторых текущих

ремонтных отдельных видов оборудования, чел·ч;  $t_k^1 + t_k^2 + t_k^n$  - нормативная среднегодовая трудоемкость капитальных ремонтов, чел·ч;  $N^1, N^2, N^n$  - число единиц отдельных видов оборудования, принятых к эксплуатации.

#### 4.4.2. Плановая численность производственных рабочих

Плановую численность производственных рабочих, необходимых для выполнения годового объема ремонтных работ, чел, определяют по формуле

$$M = \frac{\alpha \cdot T_H}{D_p \cdot K_{п.в.}} \quad (12)$$

$$M = \frac{1,7 \cdot 29715}{1732,64 \cdot 1,1} = 26,5 = 27$$

где  $\alpha = 1,4 \dots 1,7$  - коэффициент, учитывающий выполнение внеплановых работ;  $D_p$  - номинальный годовой фонд времени одного рабочего, ч, определяемый по формуле

$$D_p = T_{см} (365 - В - П - О) \cdot k_n \cdot п \quad (13)$$

$$D_p = 0,98 \cdot 8(365 - 104 - 10 - 30) = 1732,64$$

где В - количество выходных дней в планируемом году, П - количество праздничных дней; О - средняя продолжительность отпуска производственного рабочего;  $k_n = 0,95 \dots 0,98$  - коэффициент, учитывающий потери времени рабочего по уважительным причинам (болезни и т.д.);  $k_{п.в.} = 1,1 \dots 1,15$  - коэффициент выполнения норм выработки рабочими; п - продолжительность смены, час.

#### 4.4.3. Ориентировочный штат ремонтных рабочих

Ориентировочный штат ремонтных рабочих по профессиям новой численности составит, %

Таблица 4.3 -Численность персонала, %

Слесари и электрослесари	60
Токари станочники	20
Кузнецы, пресовщики, бурозаправщики	10
Электрогазосварщики	5
Прочие	5

Тогда плановая численность производственных рабочих будет составлять:

Таблица 4.4 - Численность персонала, чел.

Слесари и электрослесари	15
Токари станочники	5
Кузнецы, пресовщики, бурозаправщики	3
Электрогазосварщики	2
Прочие	2

#### 4.4.4. Численность вспомогательных и подсобных рабочих

Численность вспомогательных и подсобных рабочих (транспортного отдела, инструментального, ОТК, заточники, кладовщики и т.д.) принимают равной:

$$M_B = M \cdot (0,10 \dots 0,12) \quad (14)$$

$$M_B = 27 \cdot 0,12 = 3,24 \text{ принимаем } M_B = 3$$

Численность инженерно-технических работников принимают равной:

$$M_{ИТ} = (M + M_B) \cdot (0,07 \dots 0,09) \quad (15)$$

$$M_{ИТ} = (27 + 3) \cdot 0,09 = 2,7 \text{ принимаем } M_{ИТ} = 3$$

Численность счетно-нормировочного состава определяют по выражению:

$$M_c = (M + M_B + M_{И}) \cdot (0,04 \dots 0,05) \quad (16)$$

$$M_c = (27 + 3 + 3) \cdot 0,05 = 1,65 \text{ принимаем } M_c = 2$$

Численность младшего обслуживающего персонала (уборщицы помещений, дворники, гардеробщики и др.) определяют по выражению

$$M_M = (M + M_B + M_{И} + M_c) \cdot (0,02 \dots 0,03) \quad (17)$$

$$M_M = (27 + 3 + 3 + 2) \cdot 0,03 = 1,05 \text{ принимаем } M_M = 1$$

#### 4.5. Расчет станочного оборудования

Количество станков определяют по формуле:

$$N_{cm} = \frac{\delta \cdot \alpha \cdot T_H}{m \cdot D \cdot k_{И}} \quad (18)$$

где  $\delta = 0,3 \dots 0,35$  – коэффициент станочных работ;  $m$  – число смен работы станков в сутки, обычно  $m = 2$ ;  $D = 2040$  часов – годовой фонд рабочего времени одного станка;  $k_{И} = 0,6 \dots 0,65$  – коэффициент использования станков в течение смены

$$N_{cm} = \frac{0,35 \cdot 1,7 \cdot 29715}{2 \cdot 2040 \cdot 0,65} = 7,66 \text{ принимаем } N_{cm} = 8$$

Таблица 4.5 - Распределение станков по их типам, %

Токарно - винторезные	30
Фрезерные	15
Зуборезные	15
Сверлильные	15
Заточные	10
Строгальные	5
Электрогазосварочные посты	5

Тогда плановое распределение станков будет составлять:

Таблица 4.6 – Количество станков, шт.

Токарно - винторезные	2
Фрезерные	1
Зуборезные	1
Сверлильные	1
Заточные	1
Строгальные	1
Электрогазосварочные посты	1

## 4.6. Проектирование ремонтной базы

### 4.6.1. Расчёт производственных площадей

Расчет производственных площадей в зависимости от типа ремонтного предприятия, объема ремонтных работ проводят по:

- рассчитанному станочному оборудованию;
- по количеству производственных рабочих и по площади пола, занятой оборудованием.

По рассчитанному станочному оборудованию производственные площади механического отделения (цеха) определяют в зависимости от удельных площадей, м<sup>2</sup>

$$F = \sum N_{Cm} \cdot f_o \quad (19)$$

$$F = 8 \cdot 25 = 200 \text{ м}^2$$

где  $F$  - площадь производственных помещений, м<sup>2</sup>;  $N_{Cmi}$  – количество оборудования определенного типа;  $n$  - количество станков  $i$ -го типа;  
 $f_o$  - удельная площадь, приходящаяся на единицу оборудования, м<sup>2</sup>.

Таблица 4.7 – Удельная площадь, приходящаяся на единицу оборудования

Группа станков	Габаритные размеры станка		f <sub>0</sub> , м <sup>2</sup>
	Ширина	Длина	
Мелкие	До 600	До 1200	10-12
Средние	До 2000	До 4000	15-25
Крупные	До 4000	До 8000	30-45
Особо крупные	До 6000	До 15000	50-150

Площадь F остальных производственных цехов и отделений принимают по таблице 4.8.

Таблица 4.8 - площади производственных цехов и отделений

Цех или отделение	f <sub>p</sub> , м <sup>2</sup> /чел	F, м <sup>2</sup>	K
Участок наружной мойки	30-40	30	3,5
Участок разборки оборудования	30-40	20	4
Отделение мойки деталей	30-40	20	3
Отделение сортировки	20-25	15	2
Отделение комплектровки	20-25	25	2
Отделение ремонта корпусных деталей	30-40	20	3,5
Цех сборки машин и агрегатов	30-40	20	4
Электрогазосварочное отделение	35-40	25	5
Механическое отделение	25-30	25	8

#### 4.6.2. Общую площадь ремонтной базы определяют по формуле

$$F_{\text{общ}} = F + F_{\text{в}} + F_{\text{а}} + F_{\text{б}} \quad (20)$$

$$F_{\text{общ}} = 880 + 176 + 52 + 132 = 1240 \text{ м}^2$$

где  $F_{\text{в}}$  - площадь вспомогательных помещений: инструментальное и заточное отделения, кладовые инструмента и запасных частей, складские помещения и т.д., м<sup>2</sup>

$$F_B = (0,2 \dots 0,25) \cdot F \quad (21)$$

$$F_B = 0,2 \cdot 880 = 176 \text{ м}^2$$

$F_a$  - площадь административных помещений, м<sup>2</sup>;

$$F_a = 0,06 \cdot F \quad (22)$$

$$F_a = 0,06 \cdot 880 = 52 \text{ м}^2$$

$F_б$  - площадь бытовых помещений, м<sup>2</sup>,

$$F_б = 0,15 \cdot F \quad (23)$$

$$F_б = 0,15 \cdot 880 = 132 \text{ м}^2$$

#### 4.6.3. Выбор схемы ремонтной базы

Схемы, конструкции и размеры производственных машиностроительных зданий унифицированы и регламентируются нормами Госстроя СН-118-68. Эти нормы применяют и для проектирования ремонтных предприятий.

Унифицированные здания предусматривают блочное размещение цехов и отделений предприятия, как правило, в одном многопролетном здании. Такое размещение цехов и отделений значительно снижает стоимость строительства и эксплуатации зданий, улучшает условия маневрирования при перепланировке производства.

Здания в плане должны быть близкими к квадрату или короткому прямоугольнику. В этом случае при одной и той же площади периметр здания является минимальным.

В соответствии с рассчитанной общей площадью ремонтной базы и площадями цехов и отделений определяют длину и ширину здания таким образом, чтобы они были кратны шагу колонны, ширину принимают равной 24 метрам, а



длину 48 метров.

#### 4.6.4. Определение параметров пролёта зданий ремонтной базы

Основными параметрами пролета здания являются ширина, пролета  $L$ , шаг колонн  $t$  в направлении продольной оси пролета, сетка колонн  $L \times t$ , высота до подкрановых путей  $H_1$ , высота, пролета (расстояние от пола, до нижней части, несущих конструкций перекрытия)  $H$ , строительная высота  $H_c$  длина пролета  $S$  (расстояние между осями крайних колонн, здания в направлении продольной оси пролета).

#### 4.6.5. Высоту подкрановых путей определяют по формуле

$$H_1 = K + e + f + c \quad (24)$$

$$H_1 = 2 + 1,5 + 1,5 + 1,5 = 6,5 \text{ по стандартному ряду принимаем } H_1 = 9,65$$

где  $K$  - расстояние от пола до нижней части груза при его транспортировании, м, принимают  $K \geq 2$  м;  $e$  - максимальная высота, перемещаемого груза, м, ее принимают в зависимости от наибольших размеров ремонтируемых деталей, нуждающихся в перемещении с помощью грузоподъемного оборудования;  $f$  - расстояние между грузом и центром крюка крана, м, принимают  $f \geq 1,5$  м при условии, что угол наклона строп  $\alpha$  к вертикальной оси не превышает  $60^\circ$ ;  $c = 1,5$  м - расстояние от центра крюка в верхнем крайнем положении до рельсовых путей, по которым перемещается кабина грузоподъемного оборудования;  $A_1$  и  $A_2$  - максимальные высоты станков, м;  $B$  - зазор между станками и краном (принимают не менее 4 м);  $D$  - габаритная высота, кабины крана, м.

#### 4.6.6. Высоту пролёта определяют:

$$H = H_1 + h \quad (25)$$

$$H = 9,65 + 2 = 11,65 \text{ принимаем } 12,6$$

где  $h \geq 2$  м - расстояние от рельсовых путей до нижней части фермы

#### 4.6.7. Строительную высоту, м, находят по формуле

$$H_c = H + a \quad (26)$$

$$H_c = 12,6 + 2 = 14,6$$

где  $a = 2$  м - высота фермы

#### 4.7. Управление механической службой

Управление механической службой осуществляет главный механик, который отвечает за безотказную работу, своевременное техническое обслуживание и ремонт всего технологического оборудования на предприятии. Структура механической службы предприятия представлена на рисунке 4.7.1.

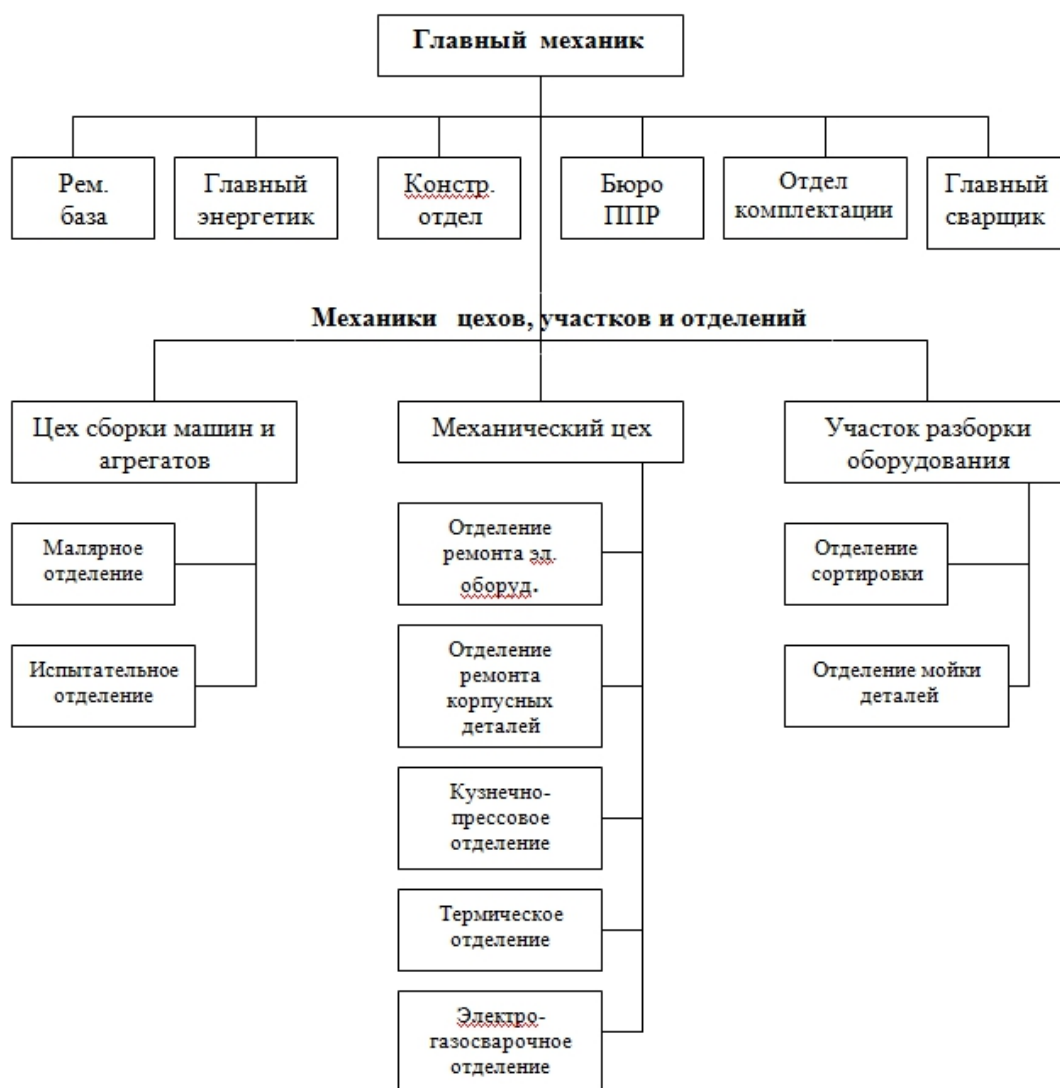


Рисунок 4.7.1 Структура механической службы предприятия

## 4.8. Годовой график планово-предупредительных ремонтов

Таблица 4.9 - Годовой график планово-предупредительных ремонтов

№ П/П	Оборудование	1 квартал				2 квартал				3 квартал				4 квартал				Кол-во и продолжительность ремонтов			Общая продолжительность ремонтов
		январь	февраль	март	простой	апрель	май	июнь	простой	июль	август	сентябрь	простой	октябрь	ноябрь	декабрь	простой	ТО	Т1	К	
1	Барабан сушилка		ТО/8	ТО/8	16	ТО/8	ТО/8	Т1/48	64		ТО/8	ТО/8	16	ТО/8	ТО/8	Т1/48	64	8/64	2/96		160
2	Барабан сушилка	ТО/8	ТО/8	ТО/8	24	ТО/8	Т1/48		56	ТО/8	ТО/8	ТО/8	24	ТО/8	Т1/48		56	8/64	2/96		160
3	Барабан сушилка	ТО/8	ТО/8	ТО/8	24	Т1/48		ТО/8	56	ТО/8	ТО/8	ТО/8	24	Т1/48		ТО/8	56	8/64	2/96		160
4	Бункер для известняка и глины				0				0				0			Т1/2	2		1/2		2
5	Бункер для известняка и глины				0				0				0		Т1/2		2		1/2		2
6	Бункер для известняка и глины				0				0				0	Т1/2			2		1/2		2
7	Бункер для известняка и глины				0				0			Т1/2	2				0		1/2		2
8	Бункер для известняка и глины				0				0		Т1/2		2				0		1/2		2
9	Бункер для известняка и глины				0				0	Т1/2			2				0		1/2		2

Продолжение таблицы 4.9

№ П/П	Оборудование	1 квартал				2 квартал				3 квартал				4 квартал				Кол-во и продолжительность ремонтов			Общая продолжительность ремонтов
		январь	февраль	март	простой	апрель	май	июнь	простой	июль	август	сентябрь	простой	октябрь	ноябрь	декабрь	простой	ТО	Т1	К	
10	Бункер для известняка и глины				0				0				Т1/2	2				0		1/2	2
11	Бункер для известняка и глины				0				0				Т1/2	2				0		1/2	2
12	Бункер для известняка и глины				0				0				Т1/2	0				2		1/2	2
13	Вращающаяся печь	ТО/8	ТО/8	ТО/8	24	ТО/8	Т1/120		128	ТО/8		ТО/8	16	Т1/120		ТО/8	128	7/56	2/240		296
14	Вращающаяся печь	ТО/8	ТО/8	ТО/8	24	ТО/8	ТО/8	Т1/120	136		ТО/8		8	ТО/8	Т1/120		128	7/56	2/240		296
15	Вращающаяся печь		ТО/8	ТО/8	16	ТО/8	ТО/8	ТО/8	24	Т1/120		ТО/8	128		ТО/8	Т1/120	128	7/56	2/240		296
16	Дозатор непрерывного действия	ЗТО/4	Т1/8 ТО/4	ЗТО/4	36	Т1/8 ТО/4	Т1/8 ТО/4	ЗТО/4	36	Т1/8 ТО/4	Т1/8 ТО/4	Т1/8 ТО/4	36	Т1/8 ТО/4	Т1/8 ТО/4	Т1/8 2ТО/4	40	19/76	9/72		148
17	Дозатор непрерывного действия	ЗТО/4	Т1/8 ТО/4	ЗТО/4	36	Т1/8 ТО/4	Т1/8 ТО/4	ЗТО/4	36	Т1/8 ТО/4	Т1/8 ТО/4	Т1/8 ТО/4	36	Т1/8 ТО/4	Т1/8 ТО/4	Т1/8 2ТО/4	40	19/76	9/72		148
18	Дозатор непрерывного действия	ЗТО/4	Т1/8 ТО/4	ЗТО/4	36	Т1/8 ТО/4	Т1/8 ТО/4	ЗТО/4	36	Т1/8 ТО/4	Т1/8 ТО/4	Т1/8 ТО/4	36	Т1/8 ТО/4	Т1/8 ТО/4	Т1/8 2ТО/4	40	19/76	9/72		148

Продолжение таблицы 4.9

№ П/П	Оборудование	1 квартал				2 квартал				3 квартал				4 квартал				Кол-во и продолжительность ремонтов			Общая продолжительность ремонтов
		январь	февраль	март	простой	апрель	май	июнь	простой	июль	август	сентябрь	простой	октябрь	ноябрь	декабрь	простой	ТО	Т1	К	
19	Дозатор непрерывного действия	ЗТО /4	Т1/8 ТО/4	ЗТО /4	36	Т1/8 ТО/4	ЗТО /4	Т1/8 ТО/4	36	Т1/8 ТО/4	Т1/8 ТО/4	Т1/8 ТО/4	36	Т1/8 ТО/4	Т1/8 ТО/4	Т1/8 2ТО/4	40	19/76	9/72	148	
20	Дозатор непрерывного действия	ЗТО /4	Т1/8 ТО/4	ЗТО /4	36	Т1/8 ТО/4	ЗТО /4	Т1/8 ТО/4	36	Т1/8 ТО/4	Т1/8 ТО/4	Т1/8 ТО/4	36	Т1/8 ТО/4	Т1/8 ТО/4	Т1/8 2ТО/4	40	19/76	9/72	148	
21	Дозатор непрерывного действия	ЗТО /4	Т1/8 ТО/4	ЗТО /4	36	Т1/8 ТО/4	ЗТО /4	Т1/8 ТО/4	36	Т1/8 ТО/4	Т1/8 ТО/4	Т1/8 ТО/4	36	Т1/8 ТО/4	Т1/8 ТО/4	Т1/8 2ТО/4	40	19/76	9/72	148	
22	Дробилка валковая				0	ТО/12			12	Т1/46			46	ТО/12			12	2/24	1/46	70	
23	Дробилка валковая				0			ТО/12	12			Т1/46	46		ТО/12		58	2/24	1/46	70	
24	Дробилка валковая				0	ТО/12			12	ТО/12			12	Т1/46		46	2/24	1/46	70		
25	Дробилка молотковая			ТО/6	6			Т1/36	36			ТО/6	6				0	2/12	1/36	48	
26	Дробилка молотковая				0	ТО/6			6	Т1/36			36	ТО/6		6	2/12	1/36	48		
27	Дробилка молотковая				0	ТО/6			6	ТО/6			6	Т1/36		36	2/12	1/36	48		

Продолжение таблицы 4.9

№ П/П	Оборудование	1 квартал				2 квартал				3 квартал				4 квартал				Кол-во и продолжительность ремонтов			Общая продолжительность ре-монтов
		январь	февраль	март	простой	апрель	май	июнь	простой	июль	август	сентябрь	простой	октябрь	ноябрь	декабрь	простой	ТО	Т1	К	
28	Дробилка щековая	ТО/2	ТО/2	ТО/2	6	ТО/2	Т1/8	ТО/2	12	ТО/2	ТО/2	ТО/2	6	Т1/8 ТО/2	ТО/2	ТО/2	14	11/22	2/16	38	
29	Дробилка щековая	ТО/2	ТО/2	ТО/2	6	ТО/2	ТО/2	Т1/8	12	ТО/2	ТО/2	ТО/2	6	ТО/2	Т1/8 ТО/2	ТО/2	14	11/22	2/16	38	
30	Дробилка щековая	ТО/2	ТО/2	ТО/2	6	ТО/2	ТО/2	ТО/2	6	Т1/8	ТО/2	ТО/2	12	ТО/2	ТО/2	Т1/8 ТО/2	14	11/22	2/16	38	
31	Мельница шаровая	ТО/2	ТО/2	ТО/2	6	ТО/2	ТО/2	ТО/2	6	Т1/24			24	ТО/2	ТО/2	ТО/2	6	9/18	1/24	42	
32	Мельница шаровая	ТО/2	ТО/2	ТО/2	6	ТО/2	ТО/2	ТО/2	6	ТО/2	Т1/24		26		ТО/2	ТО/2	4	9/18	1/24	42	
33	Мельница шаровая	ТО/2	ТО/2	ТО/2	6	ТО/2	ТО/2	ТО/2	6	ТО/2	ТО/2	Т1/24	28		ТО/2		2	9/18	1/24	42	
34	Мельница шаровая	ТО/2	ТО/2	ТО/2	6	ТО/2	ТО/2	ТО/2	6	ТО/2	ТО/2	Т1/24	28		ТО/2		2	9/18	1/24	42	
35	Мельница шаровая	ТО/2	ТО/2	ТО/2	6	ТО/2	ТО/2	ТО/2	6	ТО/2	Т1/24		26		ТО/2	ТО/2	4	9/18	1/24	42	
36	Мельница шаровая	ТО/2	ТО/2	ТО/2	6	ТО/2	ТО/2	ТО/2	6	Т1/24			24	ТО/2	ТО/2	ТО/2	6	9/18	1/24	42	

Окончание таблицы 4.9

№ П/П	Оборудование	1 квартал				2 квартал				3 квартал				4 квартал				Кол-во и продолжительность ремонтов			Общая продолжительность ремонт. работ
		январь	февраль	март	простой	апрель	май	июнь	простой	июль	август	сентябрь	простой	октябрь	ноябрь	декабрь	простой	ТО	Т1	К	
37	Пневмокамерный насос	ТО/2	Т1/4 ТО/2	2ТО/2	12	Т1/4 ТО/2	2ТО/2	Т1/4 ТО/2	16	Т1/4 ТО/2	Т1/4 ТО/2	Т1/4 ТО/2	18	К/12	ТО/2	ТО/2	16	13/26	6/24	1/12	62
38	Пневмокамерный насос	ТО/2	ТО/2	Т1/4 ТО/2	10	2ТО/2	Т1/4 ТО/2	2ТО/2	14	Т1/4 ТО/2	Т1/4 ТО/2	Т1/4 ТО/2	18	Т1/4 ТО/2	К/12	ТО/2	20	13/26	6/24	1/12	62
39	Пневмокамерный насос	ТО/2	ТО/2	2ТО/2	8	Т1/4 ТО/2	2ТО/2	Т1/4 ТО/2	18	ТО/2	Т1/4 ТО/2	Т1/4 ТО/2	14	Т1/4 ТО/2	Т1/4 ТО/2	К/12	24	13/26	6/24	1/12	62
40	Пневмокамерный насос	ТО/2	ТО/2	2ТО/2	8	Т1/4 ТО/2	2ТО/2	Т1/4 ТО/2	18	ТО/2	Т1/4 ТО/2	Т1/4 ТО/2	14	Т1/4 ТО/2	Т1/4 ТО/2	К/12	24	13/26	6/24	1/12	62
41	Пневмокамерный насос	ТО/2	ТО/2	Т1/4 ТО/2	10	2ТО/2	Т1/4 ТО/2	2ТО/2	14	Т1/4 ТО/2	Т1/4 ТО/2	Т1/4 ТО/2	18	Т1/4 ТО/2	К/12	ТО/2	20	13/26	6/24	1/12	62
42	Пневмокамерный насос	ТО/2	Т1/4 ТО/2	2ТО/2	12	Т1/4 ТО/2	2ТО/2	Т1/4 ТО/2	18	Т1/4 ТО/2	Т1/4 ТО/2	Т1/4 ТО/2	18	К/12	ТО/2	ТО/2	16	13/26	6/24	1/12	62
43	Холодильная установка		ТО/3	ТО/3	6	ТО/3	ТО/3	Т1/8	14		ТО/3	ТО/3	6	Т1/8		ТО/3	11	7/21	2/16		37
44	Холодильная установка		ТО/3	ТО/3	6	ТО/3	ТО/3	ТО/3	9	Т1/8		ТО/3	11	ТО/3	Т1/8		11	7/21	2/16		37
45	Холодильная установка			ТО/3	3	ТО/3	ТО/3	ТО/3	9	ТО/3	Т1/8		11	ТО/3	ТО/3	Т1/8	14	7/21	2/16		37

## 5. Грузоподъемное оборудование и внутрицеховой транспорт

### 5.1. Аэрожелоб

Назначения аэрожелоба на производстве - это перемещение сырьевой муки будущего цемента из шаровой мельницы силосы, а из силосов в циклонные теплообменники.

Аэрожелоб — это аэрогравитационный конвейер, работа которого основана на аэрировании груза, приводящем его в «псевдооживленное» состояние. Аэрожелоб состоит из двух каналов, разделенных пористой перегородкой, изготовленной из керамики или бельтинга (восьмислойный хлопчатобумажный ремень). Транспортируемый материал через загрузочное устройство поступает самотеком в верхний канал. Воздух, нагнетаемый вентилятором, подается в нижний канал, проходит через пористую перегородку, и груз отводится через окно на грузовом канале, которое можно располагать в любом месте по длине транспортирования, достигающей до 40 м. В процессе протекания воздуха через груз внутреннее трение снижается и груз приобретает свойства жидкости. Таким образом, псевдооживление — это промежуточное состояние между неподвижным слоем материала и частиц потоком воздуха, т. е. началом процесса пневматического транспортирования.

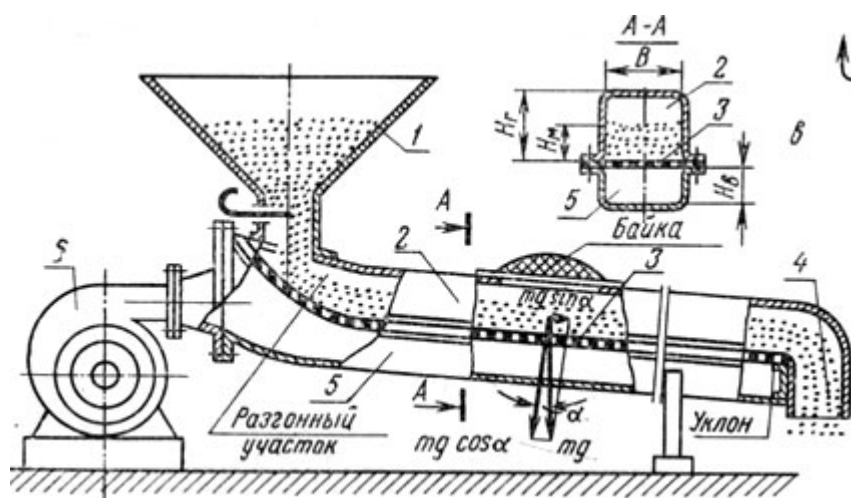


Рисунок 5.1 Аэрожелоб: 1 - загрузочное устройство; 2 - грузовой канал; 3 - перегородка; 4 - разгрузочное окно; 5 - воздушный канал, 6 - вентилятор.



Аэрированный груз под действием сил тяжести способен течь в аэрожелобе с уклоном не менее  $3...4^\circ$ . Этот вид транспортеров применяют для цементной муки.

Достоинства аэрожелобов: простота конструкции и малая металлоемкость, небольшая энергоемкость, высокая производительность при компактной конструкции, отсутствие движущихся частей, обеспечение гигиенических условий в помещении и исключение потерь груза. Недостатки аэрожелобов: невозможность транспортирования с подъемом, необходимость подачи только сухого воздуха, ограниченный ассортимент транспортируемых грузов.

## 5.2. Ленточный конвейер

Назначение ленточного конвейера на производстве - это перемещение клинкера с силоса(склада) на помол в шаровую мельницу.

По сравнению с другими транспортирующими машинами ленточные конвейеры являются наиболее распространенной машиной, широко используемой на предприятиях по производству строительных материалов.

Гибкая бесконечная лента огибает приводной барабан и натяжной барабан, а в пролете между ними опирается на ряд роликовых опор, которые установлены с определенным интервалом на раме. Материал поступает на ленту через загрузочную воронку и разгружается через приводной барабан.

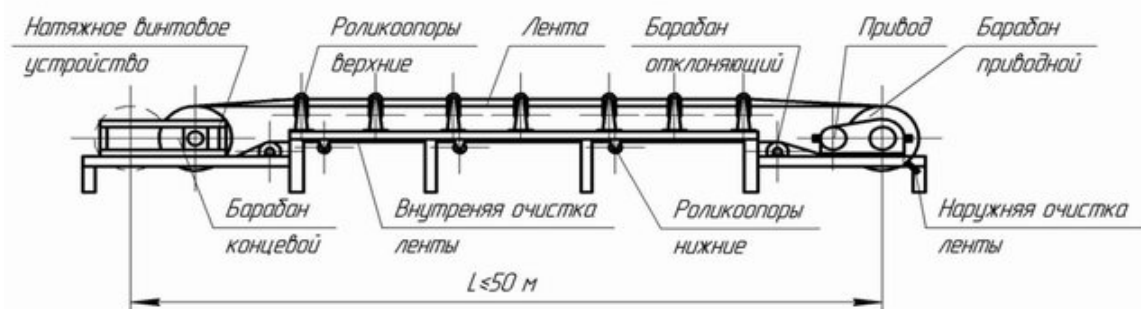


Рисунок 5.2 Ленточный конвейер

Базой конвейера является рама, состоящая из нижней хвостовой опорной части и верхней подвижной части (стрелы). Опорная часть рамы поддерживается ходовыми колесами и катками. В крайней ее части расположен натяжной барабан, а в крайней части стрелы головной барабан. На этих барабанах перемещается лента, которая поддерживается нижними и верхними опорами. Источником движущей силы, обеспечивающей вращение приводного барабана, является двигатель.

Опорная и подвижная части рамы соединены между собой шарнирно, благодаря чему, поднимаясь и опускаясь, подвижная часть может поворачиваться; высота уровня разгрузки перемещаемого материала при этом может увеличиваться или уменьшаться в пределах от 0,5 до 5,1 м.

Положение подвижной части рамы (стрелы) в пространстве изменяют при помощи механизма подъема, который состоит из ручной лебедки, каната и направляющих блоков, размещенных попарно на опорной части рамы и на стреле. Канат, прикрепленный к крюку, огибает один из блоков стрелы, переходит на блоки опорной части рамы, направляется на второй блок стрелы и, обогнув его, отводится к барабану лебедки.

Механизм работает следующим образом: при вращении барабана лебедки в том или другом направлении канат наматывается на барабан лебедки или смотывается с него и таким образом стрела поднимается или опускается. Положение стрелы фиксируется в нужном положении штырями, которые вставляют в отверстия стрелы, косынок и опорных дуг.

Лента конвейера приводится в движение приводным механизмом, который расположен в средней части рамы и состоит из приводного барабана, электродвигателя, двух отклоняющих барабанов, ременной передачи. Таким образом, усилие от двигателя через систему передач передается приводному барабану ленты.

Для периодического натяжения ленты предусмотрен натяжной механизм винтового типа. Работа этого механизма заключается в следующем: вращая ма-

ховик, сообщают вращение натяжным винтам, которые перемещают подшипники по направляющим станины вместе с осью, натяжным барабаном и лентой.

Верхние роликовые опоры поддерживают рабочую часть ленты. Опора состоит из трех роликов: одного среднего и двух боковых, которые вращаются на осях. Концы осей вращаются в подшипниках, расположенных в корпусах.

Нижние роликовые опоры поддерживают холостую часть ленты. Опора представляет собой ролик, вращающийся на оси, концы которой расположены в шариковых подшипниках. Подшипники крепят в специальных корпусах, которые закрыты упорными крышками и наружными крышками.

Транспортируемый материал загружают в воронку, изготовленную из листовой стали. Загрузочную воронку крепят на приемном лотке ушками и штырями, боковые щиты направляют транспортируемый материал на ленте. По нижним кромкам приемного лотка и боковых щитов укреплены полоски резины.

### **5.3. Мостовой кран с грейфером**

Назначение мостового крана с грейфером - это осуществление транспортировки гипса, клинкера, шлака, добавок, известняка и прочих грузов, поступающих по железнодорожным путям, а также из других цехов завода.

Грейферный мостовой кран отличается от прочих модификаций своего вида прежде всего грузозахватным механизмом, предназначенным для погрузки сыпучих материалов, называется он грейфером.

Кроме того, двухчелюстной грейфер может раскрываться относительно балок крана как вдоль, так и поперек.

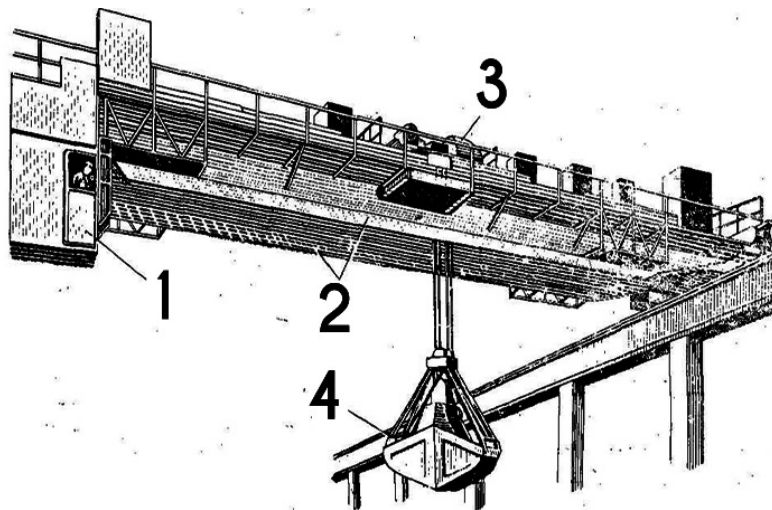


Рисунок 5.3 Грейферный кран мостовой, двухчелюстной: 1- кабина; 2 - мост; 3 - тележка; 4 - грейфер.

Применение мостовых кранов с грейфером широко распространено, так как с их помощью выполняют множество погрузочно-разгрузочных. Грузоподъемная сила крановой конструкции при этом полностью зависит от аналогичного параметра самого грейферного ковша, при этом все остальные основные параметры остаются неизменными.

#### **5.4. Мостовой однобалочный кран**

Назначение мостового однобалочного крана на производстве - предназначен для перемещения различных грузов, которые не под силу обычному человеку, выполнение каких-либо внеплановых работ.

В ручных подвесных мостовых кранах (ГОСТ 7075-80 и ГОСТ 7413-80) в качестве механизмов подъема применяют подвесные цепные тали. Однобалочный опорный мостовой кран состоит из моста, выполненного в виде двутавровой балки, опирающейся на две концевые балки, ручного механизма передвижения, приводимого в движение цепью, и ручной тележки с цепным приводом.



Рисунок 5.4 Мостовой, подвесной, однобалочный кран.

Краны грузоподъемностью до 5 т оборудуются электроталями, управляемыми с пола. Скорость передвижения кранов, управляемых с пола, не превышает 0.53 м/с. В качестве несущей балки однобалочных кранов подвесной конструкции применяют, как правило, двутавр. В необходимых случаях несущую балку усиливают вертикальной шпренгельной конструкцией и горизонтальной фермой. Балки подвешивают к ходовым кареткам, которые перемещаются по подкрановым двутавровым направляющим. Половина опорных кареток – приводные. Стыковку несущих балок соседних пролетов осуществляют с помощью специальных замков, предотвращающих переход тележки на соседний полет при открытом замке. Подвесные мостовые краны существенно легче опорных мостовых кранов той же грузоподъемности. К тому же они позволяют использовать практически всю полезную площадь производственного помещения.

### **5.5. Пластинчатый конвейер**

Назначение пластинчатого конвейера на производстве - это перемещение клинкера из холодильника, обработанного в печи, на склад

Конвейер пластинчатый представляет собой транспортирующий механизм непрерывного действия, используется там, где по каким-либо причинам невозможно применение ленточных конвейеров. Тяговый орган представлен в виде параллельных ветвей из металлических цепей, которые соединяются между собой деревянными или стальными пластинами, являющимися грузонесущим полотном. Для транспортировки горячей заготовки из печи используются стальные пластины.

Основные рабочие элементы

- грузонесущее полотно (настил), состоит из отдельных пластин;
- тяговый элемент (цепи);
- приводная станция (электродвигатель, редуктор, муфта, приводной вал со звездочками);
- натяжное устройство;
- пружинно-винтовое или винтовое, гидравлическое, с его помощью создается предварительное натяжение тяговых цепей с целью исключения провисания полотна и ослабления цепи при запуске транспортера;
- ходовые ролики, крепятся на сквозных осях или консольных полуосях к пластинам;
- металлическая конструкция (став) с направляющими для поддержания тяговых цепей;
- устройства загрузки и разгрузки, контрольно-измерительные приборы.

К преимуществам пластинчатых конвейеров можно отнести возможность перемещения грузов по крутоподъемным трассам (до 45°), по сложным пространственным маршрутам; в сравнении с ленточными конвейерами – возможность транспортировки большего ассортимента материалов; высокая надежность работы. Допустимо установить промежуточные приводы с целью повышения длины транспортера без перегрузок. Недостатками данного вида конвейеров являются: невысокая скорость перемещения грузов, сложность и высокая стоимость эксплуатации (шарниры в цепях требуют регулярной смазки), большая масса оборудования и высокое энергопотребление. Все направления трасс,

используемые в ленточных конвейерах применимы и к пластинчатым конвейерам, соответственно, трассы допустимы горизонтальные, наклонные или горизонтально-наклонные. Возможен горизонтальный изгиб конвейера в радиусе 3-10 м.

## 6. Спецчасть. Разработка предложений по модернизации конструкции шаровой мельницы

### 6.1. Принцип действия шаровой мельницы

Барабанная мельница представляет собой пустотелый барабан, закрытый торцовыми крышками, в центре которых имеются полые цапфы. Цапфы опираются на подшипники, и барабан вращается вокруг горизонтальной оси. Барабан заполняется примерно на половину объема дробящей средой (дробящими телами). При вращении барабана дробящие тела благодаря трению увлекаются его внутренней поверхностью, поднимаются на некоторую высоту и свободно или перекатываясь падают вниз. Через одну полу цапфу внутрь барабана непрерывно подается измельчаемый материал, который проходит вдоль него и, подвергаясь воздействию дробящих тел, измельчается ударом, истиранием и раздавливанием. Измельченный продукт непрерывно разгружается через другую полу цапфу. При вращении барабана материал движется вдоль его оси вследствие перепада уровней загрузки и разгрузки и напора непрерывно подаваемого материала. При мокром измельчении материал увлекается сливным потоком воды.



Рисунок 6.1 Режимы измельчения



## 6.2. Замкнутый цикл измельчения

Измельчение цементного клинкера на современных цементных заводах производится преимущественно с использованием шаровых мельниц.

В основном используются следующие технологические схемы: помол клинкера по открытому циклу и помол в замкнутом цикле с последующей классификацией получаемого материала.

Технологическая схема по открытому циклу объективно считается устаревшей, хотя на отечественных цементных заводах еще используется достаточно широко, как и на Красноярском цементном заводе.

Трубные шаровые мельницы с открытым циклом измельчения в производстве цемента применяют как для помола сырьевых материалов, так и для окончательного помола цементного клинкера.

Длина шаровых мельниц, работающих по открытому циклу, в 4-5 раз превышает их диаметр. На цементных заводах применяют трубные мельницы размерами 4 x 13.5, 3.2 x 15, 2.6 x 13 метров и др. Их производительность при помоле цементного клинкера до остатка 8-10 % на сите достигает соответственно 90, 50, 25 т/ч. Такие мельницы приводятся во вращение двигателями соответственно 3200, 2000, 1000 кВт.

Работая в режиме повышенного энергопотребления, имея впечатляющие габаритные размеры и производительность, качество портландцемента, получаемого с использованием трубных мельниц, оставляет желать лучшего.

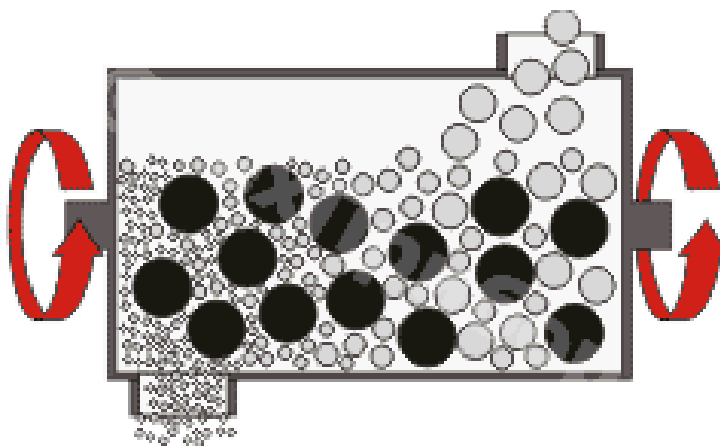


Рисунок 6.2 Шаровая мельница без сепаратора(открытый цикл)

Помол цементного клинкера до удельной поверхности  $3000 \text{ см}^2/\text{г}$  является естественным пределом для трубных мельниц открытого цикла. Получение более высокодисперсного материала на данном оборудовании не имеет смысла по причине увеличения расхода энергии, необходимой для измельчения материала, повышения температуры измельчаемого материала (в некоторых случаях до  $200^\circ\text{C}$ , обычно до  $120\text{-}150^\circ\text{C}$ ), большого количества переизмельченного материала, ускоренного износа мелющих тел (шаров), броневых плит. Более того, именно для шаровых мельниц открытого цикла характерен наибольший процент цементных зерен округленной формы, активность которых невелика.

По этим причинам трубные мельницы открытого цикла, являясь, безусловно, устаревшим оборудованием на цементных заводах, имеющих возможность обновления технологического оборудования, заменяются шаровыми мельницами, работающими по замкнутому циклу.

Для получения цемента с удельной поверхностью более  $3000 \text{ см}^2/\text{г}$  и выше использование шаровых мельниц замкнутого цикла вполне оправдано, более того, именно данный метод производства высокомарочного портландцемента применяется на большинстве современных цементных заводов, в том числе и зарубежных.

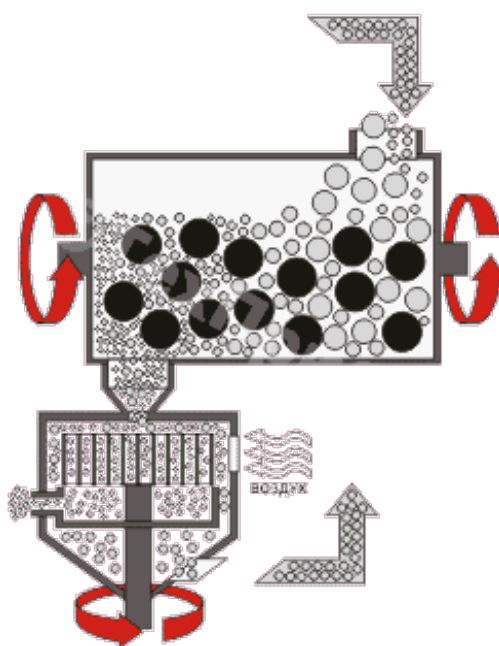


Рисунок 6.3 Шаровая мельница с сепаратором(замкнутый цикл)

Измельчение цементного клинкера в шаровой мельнице работающей по закрытому циклу

Схема работы измельчительного оборудования, задействованного в замкнутом цикле производства цемента следующая.

Измельченный в шаровой мельнице материал поступает в сепаратор, где из него извлекается фракция тех размеров, какие требуются для готового продукта (например, частицы цемента размерами 0-40 мкм). Более крупные частицы направляются снова в шаровую мельницу для дополнительного измельчения. Таким образом, из основной массы измельчаемого материала непрерывно извлекаются частицы требуемого размера, что в значительной степени снижает опасность переизмельчения частиц, которые особенно склонны к агрегации и налипанию к мелющим телам и стенкам мельницы. Соответственно, именно использование шаровых мельниц и сепараторов, работающих в замкнутом цикле, создает возможность получения высокоактивного портландцемента в промышленных масштабах.

В целом для метода помола цемента в шаровых мельницах, работающих в замкнутом цикле, характерна большая маневренность в работе, что позволяет выпускать портландцемент с различной тонкостью помола и, соответственно, активностью, что совершенно не достижимо для шаровых мельниц, работающих в открытом цикле. Основными недостатками помола цементного клинкера по замкнутому циклу является большая сложность и стоимость технологического оборудования, высокий расход электроэнергии, а также возможность накопления трудно дробимых включений, не прошедших классификацию и отправленных на повторный помол. Трудно дробимые включения накапливаются в шаровой мельнице, что существенно снижает практическую производительность помольного оборудования и требует регулярного освобождения рабочей камеры шаровой мельницы от накопившихся включений.

### 6.3. Лопастно-эллипсные сегменты

Модернизация шаровой мельницы, состоящая из барабана с футеровкой, внутри которого имеются лопастно-эллипсные сегменты и межкамерная перегородка. На выходе стоит выгрузочная решетка.

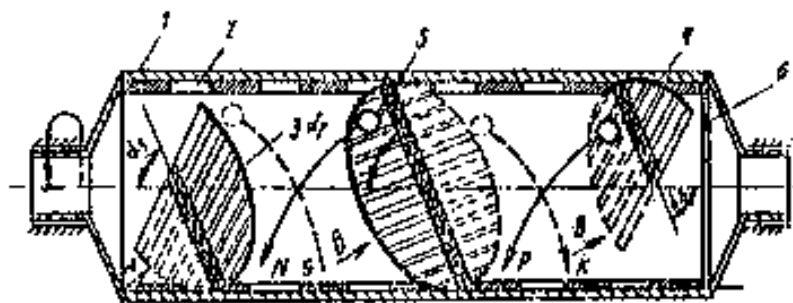


Рисунок 6.4 Модернизация шаровой трубной мельницы

Лопастно-эллипсные сегменты установлены на диаметрально противоположных сторонах барабана, между ними находится наклонная перегородка. Эллипсный сегмент, установленный в загрузочной части наклонен по отношению к продольной оси барабана на угол  $\alpha_1 = 75 - 85^\circ$ , при этом угол наклона образующих сегмента к малой оси эллипсного контура  $\beta_1 = 45 - 80^\circ$ . Второй эллипсный сегмент имеет наклон к продольной оси барабана  $\alpha_2 = 60 - 75^\circ$  и к малой оси эллипсного контура  $\beta_2 = 30 - 45^\circ$ . Перегородка наклонена под углом  $\alpha_3 = 45 - 60^\circ$  по отношению к оси барабана, образующие перегородки повернуты на  $\beta_3 = 30 - 60^\circ$  в направлении противоположном вращению.

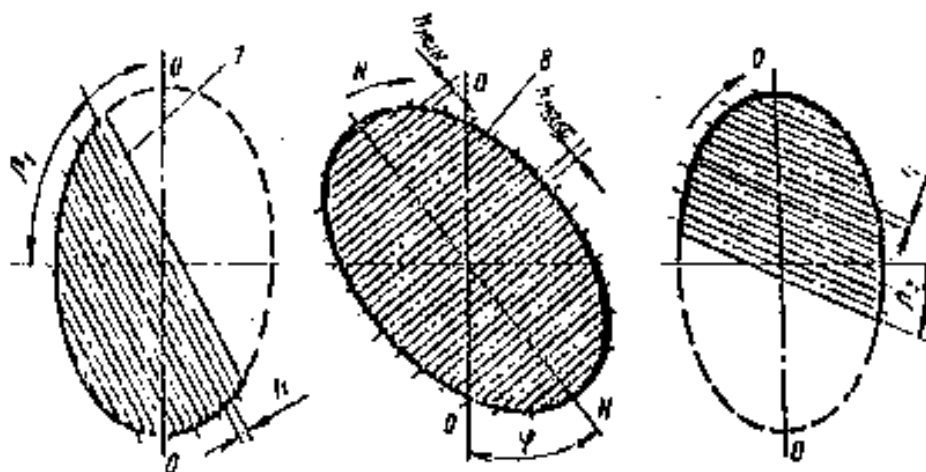


Рисунок 6.5 Модернизация шаровой трубной мельницы

Углы наклона обеспечивают интенсивное ударное воздействие мелющих тел на материал в первой камере. Эллипсный сегмент выполняет не только энергообменную функцию, но и транспортирующую, обеспечивая импульс только по ходу движения. При этом необходимо принимать углы в строго определенном диапазоне, в противном случае происходит только ухудшение качества процессов. Проходя через перегородку и классифицируясь материал поступает во вторую камеру. Здесь происходит измельчение с постепенным изменением режима от ударно - истирающего со стороны перегородки до раздавливающее - истирающего со стороны сегмента.

Таким образом, предполагаемое сочетание внутримельничных устройств с их заданными геометрическими параметрами и взаимным расположением в мельнице обеспечивает наиболее рациональный интенсивный режим измельчения материала по длине барабана мельницы, позволяет варьировать режим измельчения в зависимости от размолоспособности материала и эффективно использовать полезный объем мельницы по всей ее длине.

Использование предлагаемой мельницы обеспечит в промышленных условиях повышение производительности мельницы на 10-15%. За счет интенсификации процесса измельчения материала по всей длине мельницы и повышение качества (тонкости помола) измельчаемого продукта за счет усиления

раздавливающее - истирающего воздействия в поперечно - продольном направлении во второй камере.

Недостатком данной конструкции является повышенная металлоемкость и повышенная потребляемая мощность привода.

#### **6.4. Футеровка сталью Гадфильда**

Футеровка - специальная отделка для обеспечения защиты поверхностей от возможных механических, термических, физических и химических повреждений. В горно-металлургической промышленности футеровка используется для защиты оборудования, связанного с перегрузкой и перевозкой различных материалов, от ударных, истирающих и налипающих воздействий, а также для усиления огнестойкости материалов, из которых изготавливают доменные и бытовые печи.



Рисунок 6.6 Футеровка шаровой мельницы

Высокомарганцевая сталь 110Г13Л, известная по имени автора как сталь Гадфильда, широко используется в качестве конструкционного материала деталей горнорудного оборудования, работающих в условиях интенсивного абразивного износа («броня» шаровых мельниц, «щеки» дробилок, «зубья»

ковшей экскаваторов). Отличительной особенностью стали 110Г13Л является чрезвычайно выраженная способность к упрочнению (наклепу) при холодной деформации (твердость этой стали может повысится со 180-225 НВ до 550 НВ). Способность высокомарганцевой стали упрочняться при наклепе делает ее одной из самых износостойких. Поэтому эта сталь обладает высокой эрозионной стойкостью только при интенсивном наклепе, имеющем место при работе детали в условиях значительных напряжений и динамических нагрузок. Так, при изготовлении из стали Гадфильда нижнего и верхнего днищ центробежных дробилок, днища выдерживают размол до 2000 – 4000 т твердого гранита, а щеки щековых дробилок, при работе по таким же твердым породам, наклепываются до твердости 500 НВ.

#### **6.5. Ожидаемые параметры технической характеристики шаровой мельницы после модернизации**

Таблица 10 - Технические характеристики МШЦ-2700х3600

Технические характеристики	До модернизации	После модернизации
Диаметр барабана мельницы, мм	2700	2700
Длина барабана, мм	3600	3600
Объем барабана, м <sup>3</sup>	17,5	17,5
Масса, т	86	86
Частота вращения барабана, об./мин.	21,0	21,0
Масса загрузки, т	35	35
Габаритные размеры, мм	5000х3750х9000	5000х3750х9000
Производительность, т/ч	22-63	24,2-72,5
Размер исходного продукта, мм	5-20	5-20
Размер готового продукта, мм	0,074-0,4	0,074-0,4
Срок службы футеровки, т	1500	2850-3000

## **6.6. Рекомендации по модернизации шаровых мельниц**

### **6.6.1. Замкнутый цикл работы**

1. Перевод мельницы в замкнутый цикл с сепаратором позволит производить помол цементного клинкера удельной массой более 3000 см<sup>2</sup>/г, это позволит производить высокодисперсные виды цемента.

2. Отсеивание клинкера сепаратором поможет в меньшей мере получать переизмельченный материал.

3. Уменьшение износа мелющих тел, за счет того что клинкер не стопорится на сите, как на открытом цикле.

### **6.6.2. Лопастно-эллипсные сегменты**

1. Установка лопастно-эллипсных сегментов поможет правильно расходовать энергию мелющих тел, так как эти сегменты выполняют энергообменную функцию.

2. Позволяет использовать эффективно объем мельницы по всей её длине.

3. Производительность мельниц повысится на 10-15%.

4. Повышение качества измельчаемого продукта за счет усиления истирающего воздействия.

### **6.6.3. Для повышения эффективности работы футеровки предназначается**

1. На примере мельницы шаровой с центральной разгрузкой МШЦ-2700х3600 с футеровкой из стали Гадфильда при степени заполнения мельницы шарами  $\varphi = 30\%$  показано, что при работе мельницы без породы бомбардировка мелющими телами непосредственно футеровки способна



вызвать ее эффективный наклеп с повышением твердости с 200 до 325 НВ при глубине наклепанного слоя до 7 мм.

2. Для обеспечения эффективного наклепа шары должны циркулировать в водопадном режиме с направлением удара по футеровке нормально к поверхности, что обеспечивается при скорости вращения барабана мельницы  $V_B = 0,75 V_{\text{бкрит}} = 3,5 \text{ м/с}$ , а указанное упрочнение стали способствует увеличению ее стойкости к истиранию мягкими породами примерно в 2 раза.

3. Для повышения срока службы футеровочных плит из стали Гадфильда (в 1,9 раза) требуется проведение периодических (в течении ~ 12 минут) упрочняющих обработок футеровки шарами в водопадном режиме с периодом между упрочняющими обработками  $\approx 27$  суток.

## **7. Охрана труда и техника безопасности при эксплуатации шаровой мельницы**

1) Конструкция мельниц должна соответствовать требованиям безопасности по ГОСТ 12.2.003.

2) Эксплуатация мельниц должна проводиться в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.002 и «Единых правил безопасности при дроблении, сортировке, обогащении полезных ископаемых и окусковании руд и концентратов», утвержденных Госгортехнадзором СССР.

3) Электрооборудование, установленное на мельницах, должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.007.0. Степень защиты электродвигателей — не ниже IP44, а степень защиты шкафов управления — не ниже I PЗО по ГОСТ 14254. Шкафы и щиты управления мельницей должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.007.7 и должны иметь разделение силовых цепей и цепей управления. Допускается совмещение цепей управления с силовыми цепями.

4) Мельницы диаметром барабана более 1,5 м должны быть оборудованы системой электрических защит и блокировок для отключения их при повышении температуры масла или подшипников выше максимально допустимой, исключение самопроизвольного включения привода мельницы после внезапного исчезновения напряжения и исключения одновременного осуществления дистанционного и местного управления механизмами мельницы.

5) Лица, вынужденные по производственной необходимости временно находиться в непосредственной близости от мельницы, находящейся в эксплуатации, должны иметь индивидуальные средства защиты от шума согласно ГОСТ 12.1.029, обеспечивающие защитные свойства против шумов по ГОСТ 12.4.051.

6) Уровень запыленности на рабочем месте оператора не должен превышать значений, установленных ГОСТ 12.1.005.

7) Управление мельницей — дистанционное, аварийная остановка, запуск для ремонтных и других целей — местное. Пульт дистанционного управ-

ления мельницей должен находиться в звуковиброизолированном помещении, уровни звукового давления в котором не должны превышать требований ГОСТ 12.1.003, а уровни виброскорости — требований ГОСТ 12.1.012.

8) Мельница должна быть оборудована системой звуковой и световой сигнализациями, информирующей о нормальной работе или неисправностях в системах привода и смазки. Сигнальные лампы должны иметь надписи, указывающие значение сигналов.

9) Эргономические требования к рабочему месту оператора устанавливаются в соответствии с ГОСТ 12.2.032 и обеспечиваются потребителем на месте эксплуатации. Рабочее место оператора выбирается и оборудуется потребителем.

10) Значения октавных уровней звукового давления и уровня звука (эквивалентный уровень звука) на расстоянии 1 м от наружного контура мельницы приведены в приложении 2. Вибрационные характеристики мельниц — в соответствии с ГОСТ 12.1.012.

Таблица 11 – Значение октавных уровней звукового давления и уровня звука

Уровни звукового давления, дБА в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Корректированный уровень звукового давления, дБА
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
105	103	100	96	92	88	85	74	104

## **Заключение**

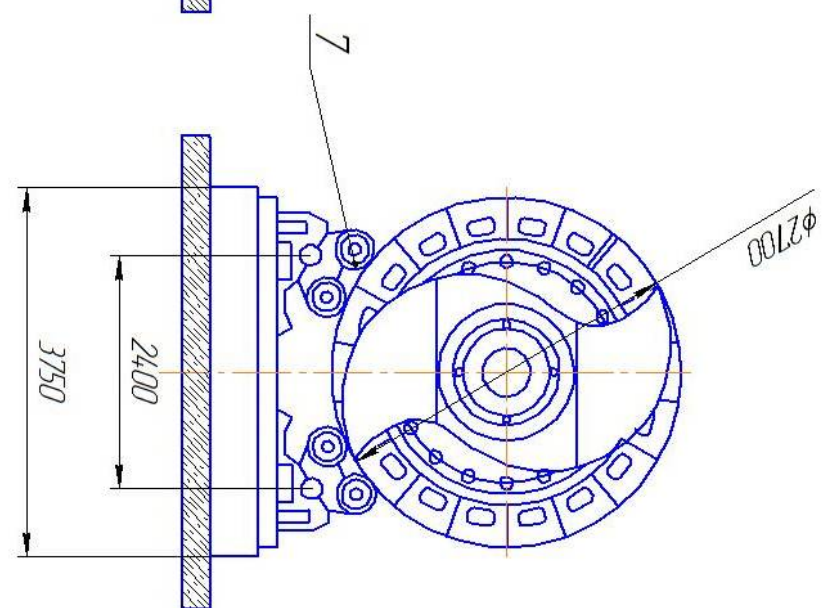
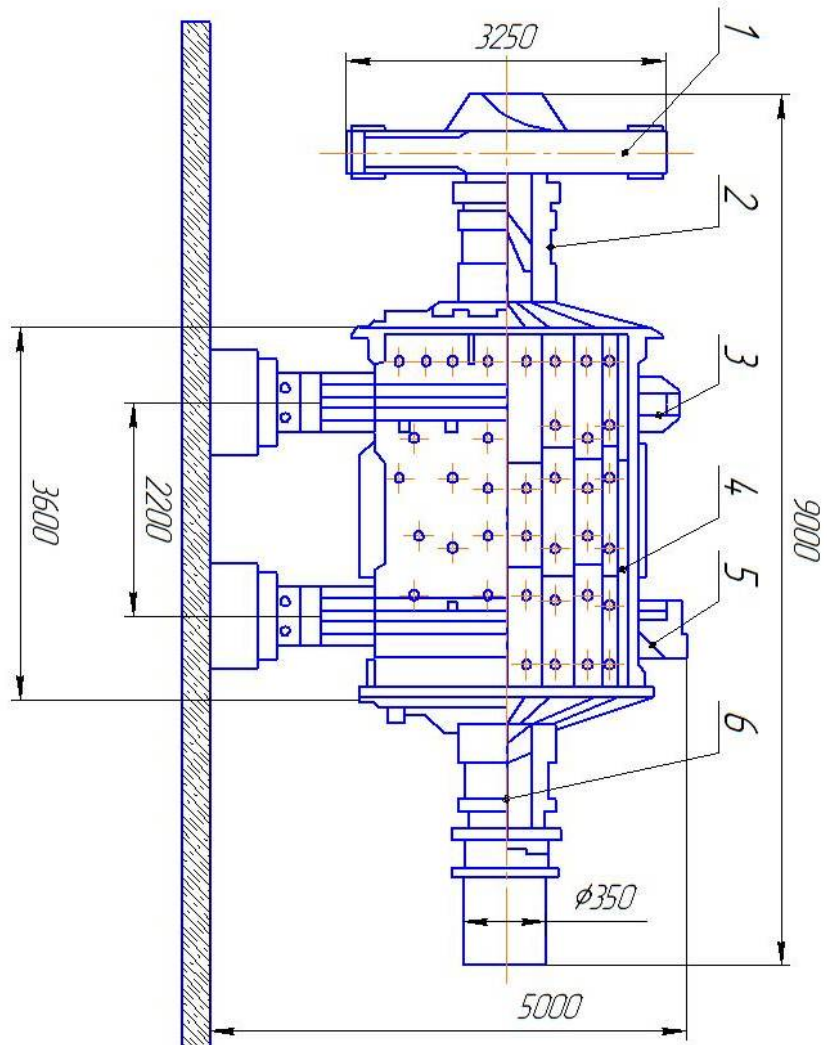
В данной дипломной работе была разработана технология предложений по увеличению производительности шаровой мельницы МШЦ 2700×3600. Был произведен анализ путей усовершенствования существующей мельницы на производстве ООО «Красноярский цемент». Наиболее эффективными в установке были предложения: установка лопастно-эллипсных сегментов во внутрь мельницы; перевод шаровой мельницы в замкнутый цикл работы; модернизация футеровки сталью Гадфильда.

## Список использованной литературы

1. Борщев В.Я., Оборудование, для измельчения материалов: дробилки и мельницы. Учебное пособие. Тамбов: Издательство Тамбовского Технического Университета, 2014. 75с.;
2. Кохан Л.С., Сапко А.И., Жук А.Я. Механическое оборудование цехов для производства цветных металлов. — М.: Metallurgia, 1988. — 328 с.
3. Целиков А.И., Машины и агрегаты металлургических заводов / Целиков А.И., Полухин И.И., Гребенник В.М. и др. Т. 1. — М.: Metallurgia, 1914.- 414 с.
4. Ящура А.И. Система технического обслуживания и ремонта общепромышленного оборудования. Справочник. Изд. Москва «Издательство НЦ ЭНАС» 2006 г.
5. ГОСТ 10141-91 Мельницы стержневые и шаровые. Общие технические требования. Электронный доступ [<http://files.stroyinf.ru>]
6. Сапожников М.Я., Дроздов Н. Е. «Справочник по оборудованию заводов строительных материалов», М. «Машиностроение» — 1970 г. — 487 с.
7. Бауман В.А., Клушанцев Б.В., Мартынов В.Д. «Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций», М. «Машиностроение» — 1981 г. — 319 с.
8. Зозуля П.В., Никифоров Ю.В. «Проектирование цементных заводов». Санкт — Петербург: «Синтез» — 1995 г. — 439 с.
9. Анурьев В.И. Справочник конструктора — машиностроителя, т. 1,2,3. М. «Машиностроение» — 1979 г.
10. Банит Ф.Г., Несвинжский О.А. «Механическое оборудование цементных заводов», М. «Машиностроение» — 1975 г. — 317с.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дудл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	----------	---------------

ДР-151000.62 12120113 СБ



Иван	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДР-151000.62 12120113 СБ Мельница МШЦ 2700Х3600	Лист	Масса	Масштаб
Разработ	Получено	Листы	Корректировка	1:50		Лист 1	Листов 2	
Исполн.	Корректировка							
Умб.	Корректировка							
					ММ12-16	Формат А3		

Компьютерная печать

