

					<i>ДП 051000.62.085ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>			

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»
Институт ИПО
Кафедра металлургии, сварочного производства и методики
профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой МСП
_____ Б.Н. Гузанов
« ___ » _____ 20 г.

ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВОК ДЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ С ГОДОВЫМ ВЫПУСКОМ 40 ТЫС. ТОНН

Выпускная квалификационная работа бакалавра
по направлению 150400 Металлургия

Идентификационный код ВКР: 085

Исполнитель:
студент группы МП–401 (подпись) Потапов Н.В.

Руководитель:
доцент кафедры МСП,
канд.техн.наук, доцент (подпись) Категоренко Ю.И.

Нормоконтролер:
доцент кафедры МСП,
канд.техн.наук, доцент (подпись) Категоренко Ю.И.

Екатеринбург, 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	
1. АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ ДЕТАЛИ И ТРЕБОВАНИЯ К НЕЙ	
1.1. Характеристика детали, ее назначение и особенности условий ее эксплуатации	
1.2. Требования к отливке	
1.3. Выбор и обоснование марки сплава	
2. ТЕХНИЧЕСКОЕ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВА- НИЕ МЕТОДА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ	
2.1. Сравнительная характеристика технических возможностей раз- личных методов литья	
2.2. Анализ конкурирующих технологий с точки зрения обеспечения требований, предъявляемых к отливке	
2.3. Выбор метода литья и его технико-экономическое обоснование	
3. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ	
.....	
3.1. Разработка чертежа отливки	
3.2. Выбор типа плавильного агрегата и технологии плавки	
3.3. Выбор стержневой оснастки	
3.5. Выбор формовочной оснастки	
4. ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ	
5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись						

ДП 051000.62.085ПЗ

РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 114 листов машинописного текста, 5 рисунков, 56 таблиц, 18 источника литературы, 3 приложения на 4 листах, графическую часть на 5 листах формата А1.

В дипломном проекте разработана система организация технологического процесса изготовления отливок для энергетического машиностроения с годовым выпуском 40 тыс. тонн

Произведен расчет основных отделений литейного цеха и выбор технологического оборудования для производства отливок. Разработана новая технология изготовления детали «Рамка».

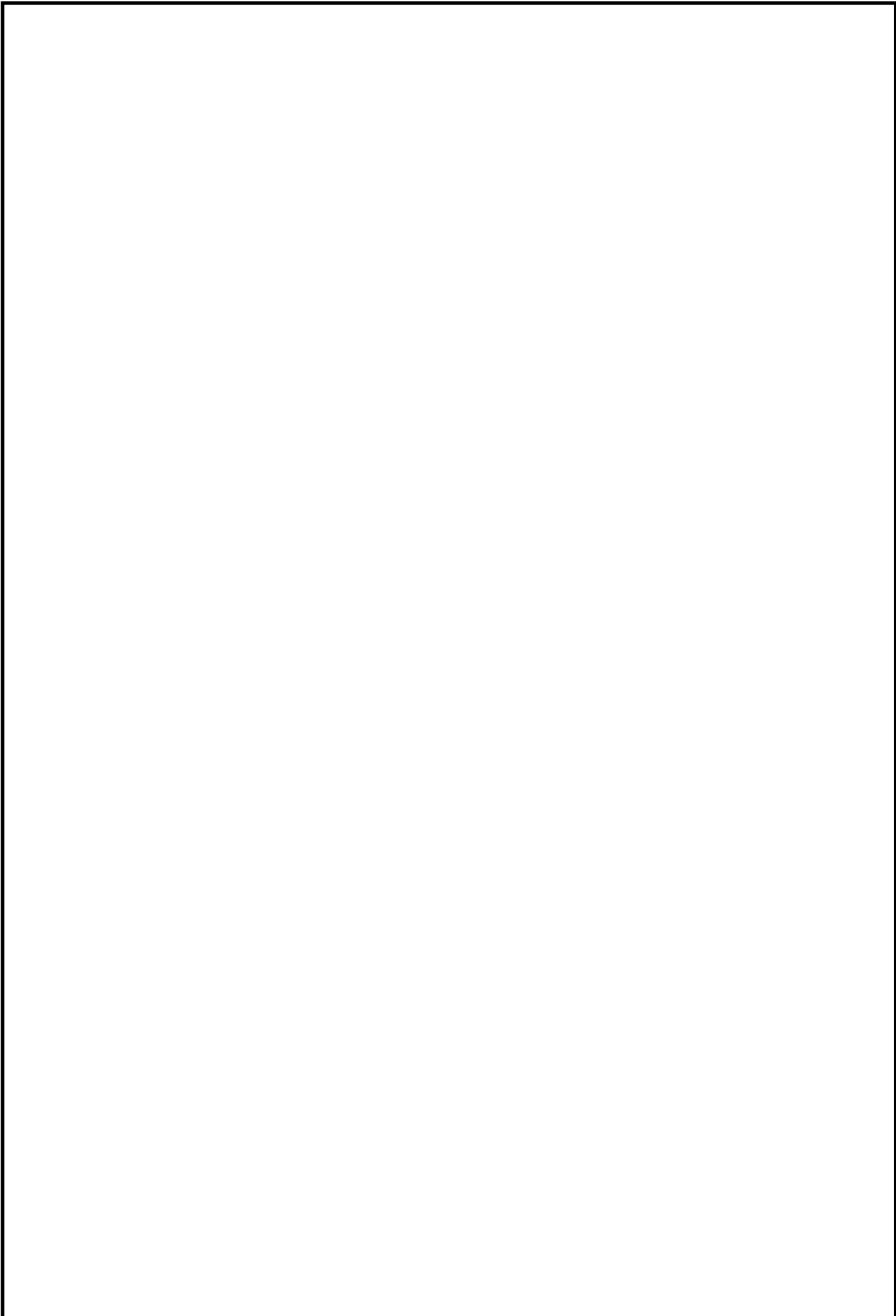
В экономической части произведены расчеты по организации труда и заработной платы, себестоимость одной тонны годных отливок, коммерческая эффективность проекта.

Рассмотрены вопросы безопасности труда производственных рабочих и охраны окружающей среды.

Разработан тематический план производственного обучения формовщиков машинной формовки.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ОТЛИВКА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ, ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ МОЩНОСТЬ, СЕБЕСТОИМОСТЬ, ОХРАНА ПРИРОДЫ, ОХРАНА ТРУДА, КОММЕРЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ЛИТЬЕ ПОД ДАВЛЕНИЕМ, ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ.

					ДП 051000.62.085.ПЗ			
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Организация технологического процесса изготовления отливок для машиностроения с годовым выпуском 24,5 тыс. тонн Пояснительная записка	Литер	Лист	Листов
Разработ.	Потапов Н.В					У		
Проверил	Категоренко Ю.И.							
Н.контр.	Категоренко Ю.И.					ФГАОУ ВПО РГПШУ, ИИ группа МП-401		
Утвердил	Гузанов Б.Н.							



					<i>ДП 44.03,04.164ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>			10

ОГЛАВЛЕНИЕ

Выпускная квалификационная работа бакалавра	9
ВВЕДЕНИЕ	15
Литье в песчано-глинистые формы имеет ряд преимуществ. Большая универсальность способа, что позволяет отливать изделия любых габаритов самых сложных конфигураций – из различных сплавов, в том числе из тугоплавких и труднодеформируемых, с массой от нескольких граммов до сотен тонн; относительно низкая стоимость исходных материалов литейных форм; малые сроки подготовки производства.....	15
Целью дипломного проекта является разработка организации технологического процесса изготовления отливок из цветных сплавов для машиностроения с годовым выпуском 12 тыс. тонн.....	16
Для достижения целей нам было необходимо решить следующие задачи: ...	16
-рассчитать производственную программу цеха	16
-выбрать режим работы цеха и рассчитать фонды времени.....	16
-рассчитать производственные отделения цеха	16
-разработать технологию изготовления отливки «кронштейн».....	16
-выполнить экономические расчеты.....	16
-провести расчет производственных мощностей с учетом требований к безопасности и экологичности проекта.....	16
1. ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ.....	16
1.1 Классификация литейных цехов	16
1.2 Структура цеха литья в разовые песчано-глинистые формы	17
1.3 Режим работы цеха и фонды времени	18
1.4 Расчет основных отделений литейного цеха	19
1.4.1 Расчет плавильного отделения.....	19
1.4.2 Расчет формовочно – заливочно - выбивного отделения.....	21
1.4.3 Расчет стержневого отделения.....	23
1.4.4 Расчет смесеприготовительного отделения	24

1.4.5 Расчет термообрубного отделения	27
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	31
2.1 Разработка технологии	31
2.1.1 Характеристика отливки.....	31
2.1.2 Материал отливки и его свойства	33
2.1.3 Выбор типа и емкости плавильного агрегата, материала футеровки	34
2.1.4 Обоснование оптимальной технологии плавки, шихтовки, рафинирования, раскисления и модифицирования стали	36
2.1.5 Обеспечение направленности затвердевания отливки	39
2.1.6 Выбор величины припусков на механическую обработкуГОСТ Р 53464- 2009	39
2.1.7 Расчет прибылей	40
2.1.8 Конструирование и расчет литниковой системы.....	41
2.2 РАСЧЕТ ШИХТЫ ДЛЯ ВЫПЛАВКИ СТАЛИ	45
2.2.1. Состав шихты	45
2.2.2 Период плавления шихты	49
2.2.3 Количество газов периода плавления.....	53
2.2.4 Окислительный период.....	54
2.2.5 Потребность в железной руде	56
2.2.6 Шлак окислительного периода.....	56
2.2.7 Количество газов окислительного периода.....	58
2.2.8 Раскисление металла.....	60
2.2.9. Количество и состав газа периода раскисления	63
3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	65
3.1. Расчёт численности работающих.....	65
4.3. Отчисления на социальные нужды	76
4.4. Расчёт капитальных затрат и амортизационных отчислений	77
4.5. Определение затрат и планирование себестоимости продукции	81
4.6. Расчет плановых постоянных и переменных затрат.....	84

4.7. Ценообразование.....	86
4.8. Расчет коммерческой эффективности проекта.....	87
4.9. Показатели эффективности.....	54
3 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА	56
4. 1. Безопасность труда	57
4. 2. Защита от тепловых и электромагнитных излучений.....	57
4. 3. Защита от механического травмирования	58
4. 4 . Монтаж, ремонт и использование грузоподъемных и транспортных средств	58
4. 5. Защита от шума и вибраций	58
4. 6. Вентиляция	59
4. 7. Производственное освещение	61
4. 8. Обязательные рекомендации	63
4. 9. Пожарная безопасность	65
4 .10. Природопользование и охрана окружающей среды	65
4. 9. Прогнозирование возможных ЧС и их причин	67
4. 11. Управление объектом в чрезвычайной ситуации.....	69
4. 12. Экологичность проекта.....	70
4. 13. Пути экологизации производства.....	72
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	74
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	75

1. Миляев В.М. , Гофман Э.В. Проектирование литейных цехов: Учеб. Пособие/Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. Пооф.- пед. уи-та, 1994. 52с. 2. Электронный ресурс "Индукционные тигельные печи" 3. Сафронов В. Я.С21 Справочник по литейному оборудованию. М.: Машиностроение, 1985, — 320 с., ил. 4. Электронный ресурс: "Смеситель вихревой" 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ для выполнения и оформления выпускной квалификационной работы для студентов всех форм обучения направления подготовки 051000.62 Профессиональное обучение (по отраслям) профиля подготовки «Металлургия» профилизации «Технологии и менеджмент в

металлургических производствах» 6. Справочник технолога-машиностроителя: В 2 т. Т.1/Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – 665 с. 7. КУРСОВОЙ ПРОЕКТ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ “Технология литейного производства”(ГОС-2000)для студентов всех форм обучения. 8. Чуркин Б. С. Экономика и управление производством: учеб. Пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал.гос.проф.-пед. ун-та, 1999.91 с. 9. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Введ. 01.10.96 М. 10. ГОСТ Р 2.2.2006-2005. Руководство. Гигиенические критерии оценки условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряжённости трудового процесса. Введ. 01.11.2005 М.: Изд-во стандартов, 2005. 103 с. 11. ГН 2.2.5.1313-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Введ. 01.01.2003 М. 12. ГОСТ 12.4.005-85. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Метод определения величины сопротивления дыханию Введ. 18.12.85 М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1986. 16 с. 13. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение. Введ. 01.01.1996. Изд-во стандартов, 1996. 50 с. 14. СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Введ. 31.10.96. 1997. 20 с. 15. ГОСТ 12.4.011-89. Средства защиты работающих. Введ. 01.07.90 М.: Изд-во стандартов, 1996. 7 с. 16. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление и зануление. Введ. 01.07.82 М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1987. 7 с. 17. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. Введ. 01.07.92 М.: Стандартиформ, 2006. 68 с. 18. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ Опасные и вредные производственные факторы. Введ. 01.01.76 М.: Изд-во стандартов, 1978. 3 с..... 75

					ДП 44.03,04.164ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>			14

ВВЕДЕНИЕ

Литье в песчано-глинистые формы имеет ряд преимуществ. Большая универсальность способа, что позволяет отливать изделия любых габаритов самых сложных конфигураций – из различных сплавов, в том числе из тугоплавких и труднодеформируемых, с массой от нескольких граммов до сотен тонн; относительно низкая стоимость исходных материалов литейных форм; малые сроки подготовки производства.

					<i>ДП 44.03,04.164ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>			15

Целью дипломного проекта является разработка организации технологического процесса изготовления отливок из цветных сплавов для машиностроения с годовым выпуском 12 тыс. тонн.

Для достижения целей нам было необходимо решить следующие задачи:

- рассчитать производственную программу цеха
- выбрать режим работы цеха и рассчитать фонды времени
- рассчитать производственные отделения цеха
- разработать технологию изготовления отливки «кронштейн»
- выполнить экономические расчеты
- провести расчет производственных мощностей с учетом требований к безопасности и экологичности проекта.

1. ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Классификация литейных цехов

Литейные цехи различают по роду сплава, массе, серийности и отраслевому назначению отливок, технологическому процессу и объёму производства. Имеются чугунолитейные, сталелитейные и цветнолитейные цехи. Индексация цехов по видам сплава: серый чугун-СЧ; ковкий чугун _ КЧ; высокопрочный чугун – ВЧ;

					<i>ДП 44.03,04.164ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>			16

углеродистая сталь –УС; легированная сталь- ЛС; марганцовистая сталь-ГЛ; алюминевые сплавы-АЛ и т.д.

Новые литейные цехи следует специализировать на производство отливок только из одного вида сплава для исключения возможности перемешивания различных возвратов шихты. Вместе с тем в связи с большим разнообразием марок УС и ЛС отливки из этих сталей часто изготавливают в одном общем сталелитейном цехе. По требованиям промсанитарии производство отливок из ГЛ предусматривается в отдельном цехе.

По серийности различают следующие типы производства: массовый, крупносерийный, серийный, мелкосерийный и единичный. Обычно имеется смешанная серийность изготавливаемых отливок, и литейные цехи проектируют для крупносерийного и массового, серийного и мелкосерийного, мелкосерийного и единичного производства. Серийностью производства отливок определяется уровень механизации и автоматизации литейного цеха.

1.2 Структура цеха литья в разовые песчано-глинистые формы

Структура цеха литья в разовые песчано-глинистые формы представлена в таблице номер 1.

Таблица № 1- Структура цеха литья

Производственные участки (отделения)	Вспомогательные участки (отделения)	Склад
Плавильное с навеской шихты	Подготовка шихты	Шихты и флюсов Топлива
Формовочно-выбивное	Подготовка формовочных материалов	Формовочных материалов Огнеупоров
Стержневое со складом и сушилами	Подготовка производства	Моделей и ящиков Опок
Смесеприготовительное	Ремонт ковшей, сводов Приготовление	Цехового механика и энергетика

					ДП 44.03,04.164ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>			17

<p>Термообрубное (включая остывание отливок, удаление стержней, исправление дефектов и гидроиспытание)</p> <p>Грунтовочный участок</p>	<p>огнеупорной массы Приготовление литейной краски Регенерация смесей Удаление отходов Ремонтные службы цехового механика и энергетика Трансформаторные Насосная станция Вентиляционные и пылеочистные установки Пульты управления Инструментальная Цеховые лаборатории</p>	<p>Готовых отливок Кладовые вспомогательных материалов</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------

1.3 Режим работы цеха и фонды времени

В литейных цехах применяются два основных режима работы: ступенчатый (последовательный) и параллельный.

Для нашего цеха выбираем параллельный режим работы в две смены при пятидневной рабочей неделе, третью смену отводим для поддержания режимов работы печей термообработки и для проведения профилактики и ремонтов, чтобы обеспечить непрерывность работы литейного оборудования.

При выборе режима работы проектируемого цеха необходимо обратить внимание на требования охраны труда, которые допускают в общем, неизолированном помещении производить формовку, сборку, операции по заливке, выбивки литья, обрубке и приготовлению смесей. Вредные операции с большим выделением газов, пыли шума, других вредных и опасных факторов необходимо изолировать от помещений с менее вредными условиями труда.

Фонды времени рассчитываются, исходя из существующих законов о выходных и праздничных днях, продолжительности рабочего дня и количестве смен. Определяются фонды времени работы оборудования и персонала. При расчете используют номинальный и действительный фонд времени. Номинальный фонд времени T_n (в часах) рассчитывается по формуле:

$$T_n = (365 - P) \cdot C \cdot Ч,$$

					ДП 44.03,04.164ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>			18

где Р – число выходных и праздничных дней в году;

С – количество смен;

Ч – продолжительность рабочей смены.

$$T_n = (365 - (52 \cdot 2 + 9)) \cdot 2 \cdot 8 = 4031 \text{ ч.}$$

Действительный фонд времени работы оборудования и рабочих определяется по формуле

$$T_d = T_n - П,$$

где T_d - действительный фонд времени, ч;

П – потери рабочего времени, ч.

$$T_d = 4032 - 181 = 3851 \text{ ч.}$$

Действительный фонд времени рабочих зависит от продолжительности отпуска, болезни вредности производства и определяется по формуле:

$$T_d = T_n \cdot K,$$

где К – коэффициент потерь времени ;

1) К – 0,885 для вредных работ,

2) К – 0,895 для стержневого и формовочного отделений,

3) К – 0,925 для других отделений.

1) $T_d = 4032 \cdot 0,885 = 3568;$

2) $T_d = 4032 \cdot 0,895 = 3608;$

3) $T_d = 4032 \cdot 0,925 = 3729.$

1.4 Расчет основных отделений литейного цеха

1.4.1 Расчет плавильного отделения

Основным оборудованием в плавильном отделении является плавильная печь. Основным критерием для выбора типа печи является вид сплава, из которого изготавливаются отливки, в нашем случае это литейная сталь марки 35Л. Для таких целей целесообразно использовать электродуговые печи переменного тока, потому что они обладают рядом преимуществ, которые важны в нашем случае.

					ДП 44.03,04.164ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>			19

Неприхотливость к качеству шихтовых материалов, в подобные печи могут переплавлять металлический лом в независимости от его крупности и качества, например металлическую стружку, пакетированный лом, ржавый и влажный лом.

Низкая по сравнению с другими видами электропечей стоимость.

Возможность точного регулирования температуры расплава и химического состава.

Отталкиваясь от объёма производства была выбрана электродуговая печь переменного тока ДСП-3 Технические характеристики приведены в таблице

Таблица № 3 - Технические характеристики печь переменного тока ДСП-3

Емкость тонн	3
Мощность МВ	4
Диаметр рабочего пространства мм	2230
Удельный расход электроэнергии на расплавление, кВт * ч/т	750
Производительность т/ч	2,7

Для расчета необходимого количества печей воспользуемся формулой:

$$N = Q / (T_d \cdot \eta \cdot q),$$

где N – количество единиц оборудования, шт;

Q- годовой объем (масса) продукции, изготавливаемой на данном оборудовании (годовая металлозавалка, т; количество форм (полуформ), шт; годовая масса смеси, т, и т.п.);

η – коэффициент использования оборудования (может изменяться от 0,55 до 1,1);

q – производительность оборудования.

$$N = \frac{40195}{3568 \cdot 1,1 \cdot 2,7} = 3,8 \text{ шт.}$$

Принимаем количество печей равным 4.

Количество печей выбирают так, что бы коэффициент загрузки удовлетворял неравенству $0,7 \leq K_z \leq 0,9$

$$K_z = N_{\text{расч}} / N_{\text{ф}},$$

где $N_{\text{расч}}$ – расчетное количество печей;

N_{ϕ} - принятое количество печей.

$K_3 = \frac{3,8}{4} = 0,9$; $0,7 \leq 0,9 \leq 0,9$ удовлетворяет неравенству.

Расчет парка ковшей

Для приема расплава из плавильной печи емкостью 3 тонны выберем поворотный ковш объемом 3 тонны.

Расчет количества одновременно работающих заливочных ковшей производят по формуле

$$N = q * N_n * t_{ц} / (60 * m),$$

где q - производительность плавильной печи т/час;

N_n -число одновременно работающих печей;

m - емкость ковша, т;

$t_{ц}$ – время оборота ковша, мин;

Таким образом число одновременно работающих заливочных ковшей равно:

$$N = \frac{2,7 * 4 * 35}{60 * 3} = 2,1 \text{ шт.}$$

Следовательно одновременно работать будут 3 ковша, 6 ковшей будет находится в ремонте и 3 ковша будут в запасе, таким образом общее количество ковшей будет равно 12.

1.4.2 Расчет формовочно – заливочно - выбивного отделения

В формовочном отделении производятся следующие операции: формовка, сборка, заливка форм жидким металлом, охлаждение форм после заливки, а также выбивка отливок.

Основным направлением повышения производительности труда и качества отливок, изготавливаемых в разовых песчаных формах является применение автоматических формовочных линий.

Для проектируемого цеха применяем комплексную автоматизированную линию, предназначенную для изготовления отливок из чугуна и стали в сырых одноразовых песчано-глинистых формах в условиях крупносерийного и массового производства.

					ДП 44.03,04.164ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			21

Комплексная автоматическая линия типа ИЛ225 предназначена для изготовления стальных, чугуновых и отливок из цветных металлов в сырых одноразовых песчано-глинистых формах при мелкосерийном и серийном производстве отливок. Линии созданы на базе челночных трехпозиционных формовочных установок и роликовых конвейеров.

Формы изготавливают методом верхнего прессования при нижнем расположении модельного комплекта на пневморычажных формовочных автоматах, которые являются базовым формообразующим агрегатом для линий данного типа. Равномерность уплотнения смеси в форме обеспечивается использованием дифференциальной многоплунжерной головки и дополнительной вибрацией.

Таблица № 3- Технические характеристики линии типа ИЛ225

Размеры опок	1000x800x400
Производительность форм/ч.	180
Наибольшее усилие прессования, кН	2350
Расход сжатого воздуха м ³ /мин	110
Общая мощность кВт	115
Расход формовочной смеси м ³ /час	75-110
Число операторов	5
Габаритные размеры линии, мм	65200x9300x6855

Для расчета необходимого количества линий воспользуемся формулой:

$$N = Q / (T_d \cdot \eta \cdot q),$$

где N – количество единиц оборудования, шт;

Q- Годовой объем (масса) продукции, изготавливаемой на данном оборудовании (годовая металлозавалка, т; количество форм (полуформ), шт; годовая масса смеси, т, и т.п.);

η – Коэффициент использования оборудования (может изменяться от 0,55 до 1,1)

q – Производительность оборудования.

$$N = \frac{271078}{3608 \cdot 0,55 \cdot 180} = 0,75 \text{ шт.}$$

Принимаем количество формовочных линий 1.

Количество линий выбирают так, чтобы коэффициент загрузки удовлетворял неравенству $0,7 \leq K_3 \leq 0,9$

$$K_3 = N_{\text{расч}} / N_{\phi},$$

где $N_{\text{расч}}$ – расчетное количество линий

N_{ϕ} - принятое количество линий.

$$K_3 = \frac{0,75}{1} = 0,75; 0,7 \leq 0,75 \leq 0,9 \text{ удовлетворяет неравенству.}$$

1.4.3 Расчет стержневого отделения

В литейных цехах при мелкосерийном, серийном и массовом производстве широкое применение находят стержневые линии, так как использование стержневых машин лимитируется дефицитностью смол для высокопроизводительных процессов холодного и горячего твердения, а для крупных стержней массой более 100 кг, стержневые машины не изготавливают.

Распространённые процессы получения стержней требуют определенного времени для приобретения стержнями необходимой прочности. В линиях это время используют для транспортирования стержней к месту проведения следующих операций. Совмещаются по времени и другие операции.

Для нашего производства, нами была выбрана автоматическая стержневая линия ЛП032

Таблица № 4- Технические характеристики линии ЛП032

Тип стержневой смеси	ХТС
Максимальная масса стержня, кг.	100
Габаритные размеры стержневого ящика, мм.	1000×800
Производительность, съёмов/час.	30
Расход стержневой смеси, м ³ /ч.	2
Расход сжатого воздуха, м ³ /ч.	10,5
Установочная мощность, кВт.	55,8
Габаритные размеры линии, ширина × длина, мм	19200×5300

Для расчета необходимого количества линий воспользуемся формулой:

$$N = Q / (T_d \cdot \eta \cdot q),$$

где N – количество единиц оборудования, шт;

Q- Годовой объем (масса) продукции, изготавливаемой на данном оборудовании (годовая металлозавалка, т; количество форм (полуформ), шт; годовая масса смеси, т, и т.п.); За Q принимаем количество съёмов стержневых ящиков.

η – Коэффициент использования оборудования (может изменяться от 0,55 до 1,1)

q – Производительность оборудования.

$$N = \frac{224932}{3608 \cdot 1,1 \cdot 30} = 1,88 \text{ шт.}$$

Принимаем количество стержневых линий 2.

Количество линий выбирают так, что бы коэффициент загрузки удовлетворял неравенству $0,7 \leq K_z \leq 0,9$:

$$K_z = N_{\text{расч}} / N_{\text{ф}},$$

где $N_{\text{расч}}$ – расчетное количество линий;

$N_{\text{ф}}$ - принятое количество линий.

$$K_z = \frac{1,88}{2} = 0,9; 0,7 \leq 0,75 \leq 0,9 \text{ удовлетворяет неравенству.}$$

1.4.4 Расчет смесеприготовительного отделения

Формовочные и стержневые смеси- основные компоненты технологического процесса изготовления отливок в разовые песчаные формы. Свойства и составы смесей выбирают в зависимости от технологии изготовления форм и стержней, рода металла, конфигурации и массы отливок.

Формовочные смеси в зависимости от их назначения делят на облицовочные, наполнительные и единые. К облицовочной смеси, непосредственно контактирующей с расплавом применяют наиболее высокие требования. Облицовочную и наполнительную смеси можно заменять едиными смесями. Форма из единой смеси стоит значительно дороже формы из облицовочной и наполнительной смеси.

					ДП 44.03,04.164ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>			24

Применение сырых глинистых смесей обеспечивает наиболее высокую производительность и хорошую точность отпечатка. Основные компоненты глинистых смесей: оборотная смесь, кварцевый песок и главное связующее- бентонит или формовочная глина.

В нашем случае будет использоваться единая песчано-глинистая смесь. Состав и свойства смеси представлены в таблице.

Таблица № 5 - Состав и свойства смеси []

Компонент	Содержание %
Оборотная смесь	85-90
Кварцевый песок	10-5
Глина	3
Уголь	0,5
Влажность	4-5

Для приготовления данной смеси были выбраны бегуны модели 1524 непрерывного действия с вертикально вращающимися катками

Таблица № 6 - Технические характеристики бегунов модели 1524

Производительность, т/час.	50
Мощность двигателя, кВт.	200
Диаметр чаши, мм.	2020
Масса смесителя, кг.	50000
Время замеса, мин.	3-5
Масса замеса, тонн.	3,1

Для расчета необходимого количества смесителей воспользуемся формулой:

$$N = Q / (T_d \cdot \eta \cdot q),$$

где N – количество единиц оборудования, шт;

Q- годовой объем (масса) продукции, изготавливаемой на данном оборудовании (годовая металлозавалка, т; количество форм (полуформ), шт; годовая масса смеси, т, и т.п.);

η – коэффициент использования оборудования (может изменяться от 0,55 до 1,1)

q – производительность оборудования.

$$N = \frac{220500000}{3729 \cdot 0,7 \cdot 50000} = 1,7.$$

Принимаем количество смесителей равным 2.

Количество смесителей выбирают так, чтобы коэффициент загрузки удовлетворял неравенству $0,7 \leq K_z \leq 0,9$

$$K_z = N_{\text{расч}}/N_{\text{ф}},$$

где $N_{\text{расч}}$ – расчетное количество печей

$N_{\text{ф}}$ - принятое количество печей.

$$K_z = \frac{1,7}{2} = 0,85; 0,7 \leq 0,85 \leq 0,9 \text{ удовлетворяет неравенству.}$$

В качестве стержневой смеси будет использоваться сыпучая холодно твердеющая для форм и стержней (ХТС)

Таблица № 7 – Состав стержневой смеси

Компонент	Содержание, %
Кварцевый песок	40
Регенерат	60
Смола ОФ-1	2,5
Паратолуоласульфоокислота	6-7
Влажность	1

Для приготовления стержневой смеси выбран двухвальный двухплечий смеситель модели 19639.

Таблица № 8 – Технические характеристики смесителя непрерывного действия 4732

Производительность, т/ч.	16
Радиус действия, мм.	2950
Установленная мощность, кВт.	12
Габаритные размеры, ширина длина высота, мм.	3882×1358×4315
Масса, кг.	3267

Для расчета необходимого количества смесителей воспользуемся формулой:

$$N = Q / (T_d \cdot \eta \cdot q),$$

где N – количество единиц оборудования, шт;

Q- годовой объем (масса) продукции, изготавливаемой на данном оборудовании (годовая металлозавалка, т; количество форм (полуформ), шт; годовая масса смеси, т, и т.п.);

η – коэффициент использования оборудования (может изменяться от 0,55 до 1,1)

q – производительность оборудования.

$$N = \frac{44100000}{3729 \cdot 0,7 \cdot 16000} = 0,9 \text{ шт.}$$

Принимаем количество смесителей равным 1 шт.

Количество смесителей выбирают так, чтобы коэффициент загрузки удовлетворял неравенству $0,7 \leq K_z \leq 0,9$

$$K_z = N_{\text{расч}} / N_{\text{ф}},$$

где $N_{\text{расч}}$ – расчетное количество печей

$N_{\text{ф}}$ – принятое количество печей.

$$K_z = \frac{0,9}{1} = 0,9; 0,7 \leq 0,9 \leq 0,9 \text{ удовлетворяет неравенству.}$$

1.4.5 Расчет термообрубного отделения

На термообрубной участок отливки поступают после выбивки, и как описывается в некоторой литературе, в виде земляной глыбы. И чтобы отливка приобрела товарный вид она проходит ряд технологических операций.

Перед отделением прибылей и литников отливку необходимо очистить от формочной смеси и стержней, учитывая массу отливок и серийность производства, рационально использовать очистные дробометные барабаны непрерывного действия модели 42322(317М). Суть данного метода заключается в том, что отливка попадает под поток чугунной дроби, большая производительность и хоро-

					ДП 44.03,04.164ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			27

шее качество очистки достигается благодаря большой скорости движения чугунной дроби (70-80 м/с).

Для этих целей в цехе будет установлен очистной дробометный барабан непрерывного действия модели 42322(317М).

Таблица 10 - Технические характеристики дробометного барабана

Наименование оборудования	Модель	Наибольшая масса отливки	Расчетная производительность, т/ч.	Габаритные размеры, мм
Дробометный барабан 42322(317М)	42322(317М)	500	5	6000x7000x6000

Для расчета необходимого количества барабанов воспользуемся формулой:

$$N = Q / (T_d \cdot \eta \cdot q),$$

где N – количество единиц оборудования, шт;

Q- годовой объем (масса) продукции, изготавливаемой на данном оборудовании (годовая металлозавалка, т; количество форм (полуформ), шт; годовая масса смеси, т, и т.п.);

η – коэффициент использования оборудования (может изменяться от 0,55 до 1,1)

q – производительность оборудования.

$$N = \frac{38281250}{3729 \cdot 0,7 \cdot 5000} = 2,9.$$

Принимаем количество барабанов равным 3 шт.

Количество барабанов выбирают так, чтобы коэффициент загрузки удовлетворял неравенству $0,7 \leq K_z \leq 0,9$

$$K_z = N_{\text{расч}} / N_{\text{ф}},$$

где $N_{\text{расч}}$ – расчетное количество барабанов

$N_{\text{ф}}$ - принятое количество барабанов.

$$K_z = \frac{2,9}{3} = 0,9; 0,7 \leq 0,9 \leq 0,9 \text{ удовлетворяет неравенству.}$$

Вторая операция которую проходит отливка — это отделение элементов литниково-питающей систем. Учитывая большую массу отливок целесообразно использовать метод газокислородной резки. Отливка будет поступать на стенд, где рабочий с помощью аппарата газокислородной резки будет производить отделение литников и прибылей от отливки.

Третья технологическая операция, а именно исправление дефектных отливок будет проходить на специально отведенном poste. Эта операция будет включать в себя заварку раковин, удаление швов и т.д.

Для удаления швов будут применяться передвижные зачистные станки модели 35896М.

Таблица № 11 – Технические характеристики зачистного станка

Модель	Внешние габариты	Внутренние габариты	Максимальная Производительность
35896М			1 т/ч

Для расчета необходимого количества станков воспользуемся формулой:

$$N = Q / (T_d \cdot \eta \cdot q),$$

где N – количество единиц оборудования, шт;

Q- годовой объем (масса) продукции, изготавливаемой на данном оборудовании (годовая металлозавалка, т; количество форм (полуформ), шт; годовая масса смеси, т, и т.п.);

η – коэффициент использования оборудования (может изменяться от 0,55 до 1,1);

q – производительность оборудования.

$$N = \frac{38281250}{3729 \cdot 1,1 \cdot 1000} = 9,3 \text{ шт.}$$

Принимаем количество станков равным 10.

Количество станков выбирают так, чтобы коэффициент загрузки удовлетворял неравенству $0,7 \leq K_z \leq 0,9$

$$K_z = N_{\text{расч}} / N_{\text{ф}},$$

где $N_{расч}$ – расчетное количество станков;

N_{ϕ} - принятое количество станков;

$K_3 = \frac{9,3}{10} = 0,9$; $0,7 \leq 0,9 \leq 0,9$ удовлетворяет неравенству.

Четвертая операция — это термообработка она будет производится с помощью печей ПВП 20.45.20/10М.

Таблица № 12- Технические характеристики печи

Модель	Внешние габариты, мм	Внутренние габариты, мм	Максимальная температур, °С	Производительность, т/ч
ПВП 20.45.20/10М	12000×3500×5600	4500×2000×2000	1000	4

Для расчета необходимого количества печей воспользуемся формулой:

$$N = Q / (T_d \cdot \eta \cdot q),$$

где N – количество единиц оборудования, шт;

Q- годовой объем (масса) продукции, изготавливаемой на данном оборудовании (годовая металлозавалка, т; количество форм (полуформ), шт; годовая масса смеси, т, и т.п.);

η – коэффициент использования оборудования (может изменяться от 0,55 до 1,1);

q – производительность оборудования.

$$N = \frac{38281250}{3729 \cdot 1,1 \cdot 4000} = 2,3 \text{ шт.}$$

Принимаем количество печей равным 3.

Количество печей выбирают так, что бы коэффициент загрузки удовлетворял неравенству $0,7 \leq K_3 \leq 0,9$

$$K_3 = N_{расч} / N_{\phi},$$

где $N_{расч}$ – расчетное количество печей;

N_{ϕ} - принятое количество печей.

$K_3 = \frac{2,3}{3} = 0,8$; $0,7 \leq 0,8 \leq 0,9$ удовлетворяет неравенству.

После прохождения этапа термообработки, отливку необходимо очистить от окалины, для этого применяется дробеметная камера.

Таблица 13 – Технические характеристики дробеметной камеры

Модель	Внешние габариты, мм	Производительность, т/ч
Дробеметная камера 42322	6000x7000x6000	2,5

Рассчитаем необходимое количество камер:

$$n_{\text{камер}} = \frac{Q_{\text{участка}}}{M_{\text{камеры}} * T_{\text{д}}} = \frac{9000}{2,5 * 3758} = 0,95$$

То есть необходимо установить одну дробеметную камеру.

Чтобы обеспечить надлежащую защиту отливки от коррозии, ее необходимо покрыть грунтом. Для этого будет применяться распылительная конвейерная камера.

Таблица 13 - Распылительная конвейерная камера

Модель	Производительность, т/ч	Мощность, кВт	Габариты, мм
141038	5	10	6000×7000×6000

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Разработка технологии

2.1.1 Характеристика отливки

					ДП 44.03,04.164ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>			31

Отливка является одновременно корпусом и кронштейном насоса, предназначенного для использования в химической промышленности. Условия эксплуатации данного устройства сочетают в себе работу в агрессивных средах и вибрационные нагрузки. Сильных динамических и статических нагрузок, а также повышенных температур отливка испытывать не будет. Отливка относится к 1 первой группе сложности и, следовательно, контролироваться будут только геометрические размеры отливки и химический состав.

Габаритные размеры отливки 347x290x290 мм.

Масса 25 кг.

Преобладающая толщина стенки отливки 21 мм.

Эскиз модели представлен на рисунке .

					<i>ДП 44.03,04.164ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>			32

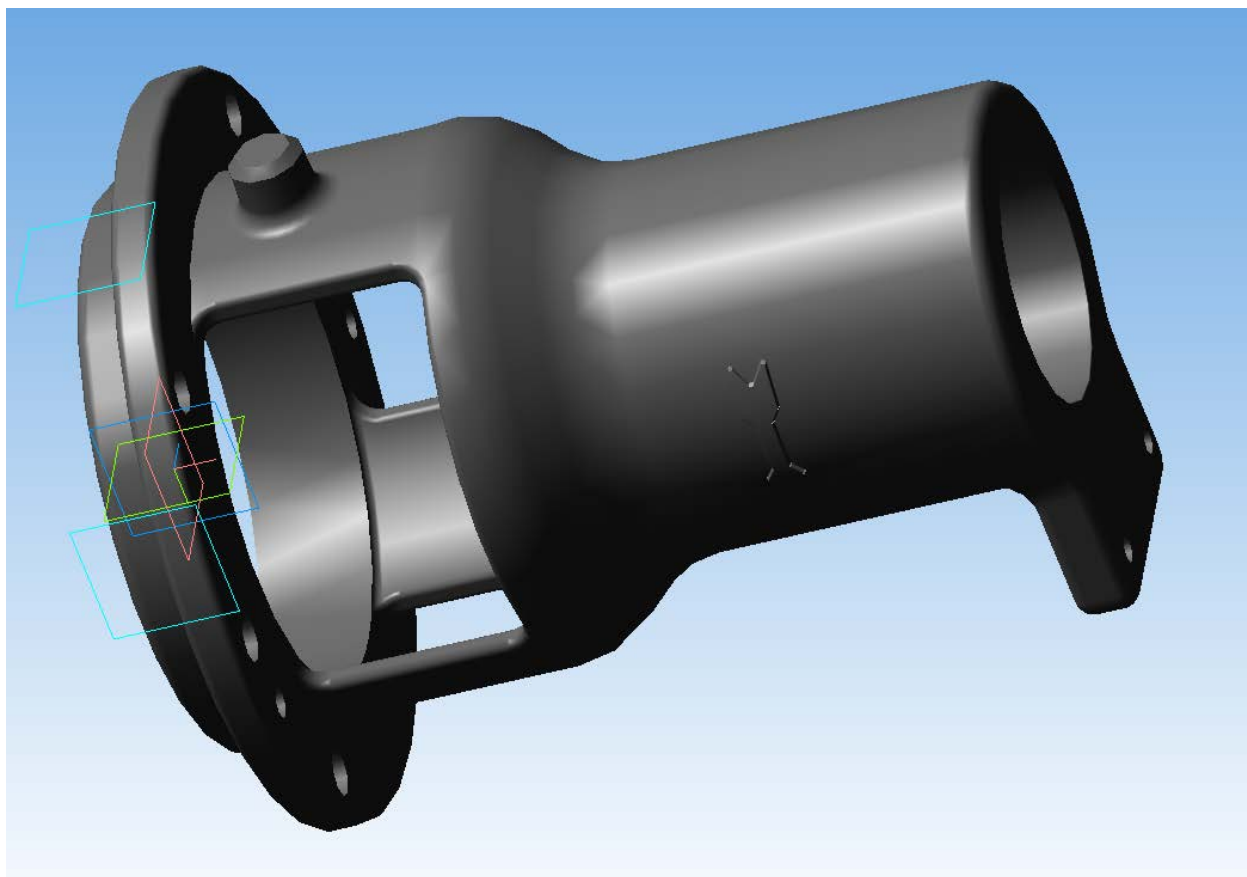


Рисунок 1-Кронштейн

2.1.2 Материал отливки и его свойства

Материал отливки и его свойства

Отливка изготавливается из литейной стали марки 25Л ГОСТ 977-88[].

Данная сталь используется для изготовления станин прокатных станов, зубчатых колес, тяг, бегунков, задвижек, валков, катков, кронштейнов и других деталей работающих под действием средних статических и динамических нагрузок.

Таблица № 14 - Химический состав стали 25Л, % []

Fe	C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
97	0.32-0.34	0.2-0.52	0.4-0.9	до 0.3	до 0.045	до 0.04	до 0.3	до 0.3

Физические и технологические свойства

Термообработка: Нормализация 860 - 880°C,

Отпуск 600 - 630°C.

Твердость материала: $HV_{10}^{-1} = 137 - 229$ МПа

Температура критических точек:

$A_{c1} = 730$, $A_{c3}(A_{cm}) = 802$, $A_{r3}(A_{rcm}) = 795$, $A_{r1} = 691$

Свариваемость материала: ограниченно свариваемая. Способы сварки: РДС, АДС под газовой защитой, ЭШС. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка.

Флокеночувствительность: не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости: не склонна.

Обрабатываемость резанием: в термо обработанном состоянии при HV_{160}

$K_{v_{тв.спл}} = 1,2$ и $K_{v_{б.ст}} = 0,9$

Температура начала затвердевания, °C: 1480-1490

Показатель трещиностойкости, $K_{т.у.}$: 0,8

Склонность к образованию усадочных раковин, $K_{у.р.}$: 1,2

Жидкотекучесть, $K_{ж.т.}$: 1,0

Линейная усадка, %: 2.2 - 2.3

Склонность к образованию усадочной пористости, $K_{у.п.}$ 1,0

2.1.3 Выбор типа и емкости плавильного агрегата, материала футеровки

Для выплавки обычных углеродистых и низколегированных сталей в литейных цехах применяются мартеновские, электродуговые и индукционные печи. Мартеновские печи в сталелитейном производстве применяются при получении крупных стальных отливок. Основную массу стали в литейном производстве выплавляют в электродуговых печах, имеющих следующие преимущества по сравнению с мартеновскими:

- применение электроэнергии позволяет сконцентрировать в сравнительно небольшом объеме значительную мощность и нагревать металл с большой скоростью до высоких температур;

					ДП 44.03,04.164ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			34

- изменение температуры металла при электроплавке легко поддается контролю и регулированию, что особенно важно при получении отливок;
- электродуговые печи лучше приспособлены для получения металла, содержащего окисляемые легирующие элементы, обеспечивая их наименьший угар;
- электродуговые печи лучше других сталеплавильных агрегатов приспособлены для переработки металлического лома;
- электродуговые печи имеют меньшие габариты по сравнению с мартеновскими и более удобны при размещении в литейных цехах и организации технологического процесса получения отливок.

Несмотря на перечисленные преимущества дуговых электрических печей переменного тока, их применение во многих странах мира становится нерентабельным. Это вызвано их основными недостатками: большими затратами на угар металла, ферросплавов, графитированных электродов; высоким уровнем пылегазовыбросов, которые требуют значительных затрат на экологию; тяжелыми условиями труда (например, интенсивный шум); большими затратами на средства борьбы с фликером, вызывающим помехи в питающей энергосистеме и др.

Поэтому для выплавки стали 35Л выбираем электродуговую печь переменного тока ДСП-3 с массой садки 3 т.

Электродуговые печи для выплавки стали могут иметь как кислую, так и основную футеровку. Выбор футеровки печи зависит от марки, выплавляемой стали и от используемых шихтовых материалов. Среднеуглеродистые и низколегированные стали чаще всего выплавляют в печах с кислой футеровкой. При этом шихта должна быть чистой по сере, фосфору и легирующим элементам, так как кислый процесс выплавки стали наряду с преимуществами (сокращением длительности плавки, уменьшением расхода электроэнергии, электродов и огнеупоров) имеет и недостатки: кислые шлаки в процессе выплавки не обеспечивают рафинирование стали от серы и фосфора. Учитывая эти рекомендации, выбираем для выплавки стали 25Л электродуговую печь переменного тока тока с кислой футеровкой.

					ДП 44.03,04.164ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			35

2.1.4 Обоснование оптимальной технологии плавки, шихтовки, рафинирования, раскисления и модифицирования стали

Технологический процесс плавки стали в общем случае представляет последовательность следующих операций. В подготовленную сталеплавильную печь загружают шихту, затем ее нагревают, расплавляют. При этом образуются жидкий металл и шлак. При плавке стали в печах постоянного тока из-за низкого угара металла практически не образуется первичный шлак, а при подаче шлакообразующих материалов в течение 2–3 мин формируется шлак высокого качества, который в условиях интенсивного перемешивания активно взаимодействует с металлом. Далее следует обработка жидкого металла под шлаком, удаление этого шлака. Затем берут пробу металла и доводят сталь до требуемого состава. Во время доводки возможно наведение нового шлака, например с целью удаления вредных примесей. Во всех случаях на заключительном этапе производят раскисление стали. Для получения высококачественных сталей целесообразно модифицировать сталь.

Процесс плавки в кислой печи предполагает протекание кремнийвосстановительных реакций и более низкую окислительную способность шлака. В результате получается более низкая концентрация кислорода в металле. Различают две разновидности кислого процесса: кремнийвосстановительный (пассивный) и с ограниченным восстановлением кремнием (активный).

При активном процессе плавки в печь подают железную руду, элементы окисляются и происходит восстановление кремния углеродом металла по реакции $(\text{SiO}_2) + [2\text{C}] = [\text{Si}] + \{2\text{CO}\}$. При этом содержание углерода, кремния и марганца по ходу плавки уменьшается.

При кремнийвосстановительном процессе содержание кремния и марганца, наоборот, увеличивается. По окончании расплавления углерода должно быть примерно на 0,8% больше требуемого содержания в стали. Присадку руды дают малыми порциями; известняк добавляют только в начальный период.

					ДП 44.03,04.164ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			36

Рассмотрим конкретно плавку стали 35Л. Состав металлической шихты для стали 35Л: 58% стального лома, 40% возврата (литники и прибыли отливок) и 2% передельного чугуна. Поскольку кислые шлаки не позволяют проводить рафинирование стали от серы и фосфора, к стальному лому должны предъявляться повышенные требования по содержанию этих элементов, т.е. серы и фосфора в шихте должно быть столько, чтобы по расплавлению и введению FeCr в период доводки их содержание не превышало 0,04%.

Подготовка печи к плавке производится следующим образом. После выпуска предыдущей плавки стали очищаются подина и откосы печи от остатков жидкой стали и шлака, производится осмотр футеровки с целью определения ее состояния. Если имеются выбоины и неровности, местные углубления, производят их заправку смесью песка с жидким стеклом. Заправку производят как можно быстрее, стараясь сохранить температуру футеровки после выпуска стали с целью лучшей привариваемости материала заправки.

Шихтовые материалы перед загрузкой взвешивают, мелкую шихту и стружку загружают вниз на подину. Укладка шихты должна быть плотной. Процесс плавки делится на три периода в зависимости от расхода энергии, каждый из которых решает свои задачи. Плавка во все периоды проводится на постоянной мощности дуги.

Первый период – подготовительный. Этот период плавки протекает при высоком напряжении и небольшом токе дуги. Режим дуги позволяет вести расплавление шихты без привязки анодного пятна на расплав.

Второй период – энергетический, при этом ток дуги удваивают, а напряжение в два раза снижают. Перегрев расплава под дугой во втором и третьем периодах предотвращается тем, что размещение подовых электродов формирует тороидальное вращение металла в вертикальной плоскости, при котором поток металла с большой скоростью подтекает под дугу и уходит вглубь расплава. В этих условиях температурное поле расплава выравнивается за счет интенсивной конвек-

					ДП 44.03,04.164ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			37

тивной теплопередачи через расплав, а высокая скорость движения металла под дугой не допускает его локального перегрева.

Третий период – технологический. Плавка в этот период проводится при короткой дуге и низком напряжении. При этом температура расплава плавно увеличивается до заданного уровня и в дальнейшем стабилизируется в требуемых пределах путем кратковременного включения-отключения дуги. В этот период осуществляются все необходимые технологические воздействия на металл.

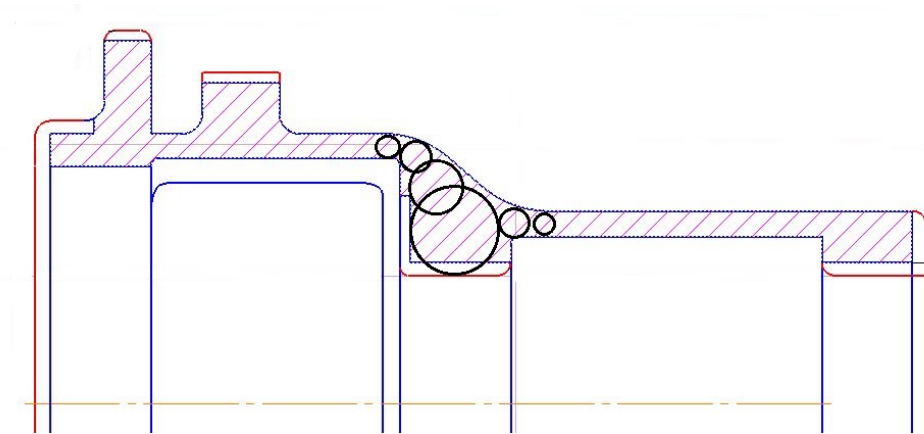
При полном расплавлении шихты берут пробу металла для экспресс-анализа на С, Mn, S, P. Оптимальное содержание углерода перед началом окислительного периода должно быть 1,15– 1,25%. Для окисления углерода в хорошо нагретый металл присаживают малыми порциями железную руду, после каждой порции дают выдержку 5–10 мин. Продолжительность окислительного периода должна быть не более 40 мин, включая и кипение.

При достижении среднего содержания углерода по заданному анализу шлак должен быть нормальной жидкоподвижности, плотным, тянуться в нить и в изломе иметь зеленый цвет. При нормальном шлаке и достижении требуемого содержания углерода для раскисления металла в ванну присаживают ферросилиций ФС45. При этом ванну тщательно перемешивают. Через 10–15 мин ванну перемешивают вторично и берут пробу на раскисленность металла и температуру. Залитая в стаканчик проба металла, хорошо раскисленная кремнием, не должна искрить; при затвердевании металл должен давать усадку.

Раскисление металла совмещается с доводкой химического состава стали. Поскольку сталь 35Л содержит 0,3% Cr, то расчетное количество хрома в виде феррохрома вводится во время доводки после первого этапа раскисления. Второй этап раскисления проводится во время выпуска стали из печи путем подачи на желоб дробленого ферросилиция ФС75. Окончательное раскисление стали проводится алюминием, который подается на дно ковша в количестве 1,0–1,2 кг на 1 т жидкой стали.

					ДП 44.03,04.164ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>			38

2.1.5 Обеспечение направленности затвердевания отливки



Анализ чертежа детали показывает, что направленное затвердевание не обеспечивается. Методом вписанных окружностей можно установить, что имеются «теплый» узел в центральной части отливки где расплав будет затвердевать в последнюю очередь что может привести к образованию усадочных дефектов отливки. Установка наружных холодильников резко увеличит сложность изготовления формы, поэтому целесообразно установить в это место внутренний спиральный холодильник. Рекомендуемая масса спирального холодильника составляет 3-4% от массы питаемого узла.

Масса холодильника составляет- 256 грамм.

Материал холодильника- Ст3

После установки холодильника принцип направленного затвердевания соблюдается.

2.1.6 Выбор величины припусков на механическую обработкуГОСТ Р 53464-2009

Номер 15

Размер, мм.	Припуск, мм.
-------------	--------------

335	6
110	5

2.1.7 Расчет прибылей

Для определения количества прибылей и мест их установки необходимо выделить в конструкции отливки все участки, изолированные друг от друга в конце их затвердевания

Форму прибылей выбирают с точки зрения обеспечения минимальных тепловых потерь металла прибыли, использования действия внешнего атмосферного давления на расплав в прибыли и удобства изготовления формы. Рационально заливку осуществлять следующим образом, форма заполняется через литниковую систему до заполнения прибылей на 2/3 высоты, а потом заливать расплав через открытые прибыли. Такой режим заливки обеспечивает эффективное заполнение литейной формы и снижение риска возникновения дефектов. Но для этого необходимо использовать открытые прибыли. Анализ детали показывает что в конструкции присутствуют части которые изолированы друг от друга в процессе затвердевания, именно на них будут установлены открытые прибыли.

Перед расчетом размеров прибылей определим объем питаемых узлов для каждой прибыли. Первый узел — это фланец который находится на торце отливки, представим его в виде цилиндра с отверстием.

Вычислили объем первого питаемого узла прибыли.

$$V = \pi * r^2 * h,$$

$$V = 3.14 * 45^2 * 45 = 2970832.5 \text{ мм}^3.$$

Затем необходимо вычесть из него объем отверстия.

$$V_{\text{пит.у}} = 2970832,5 - 1208998,1 = 1761834 \text{ мм}^3 = 1762 \text{ см}^3.$$

Объем первого питаемого узла равен, 1762 см³

Нашли объем второго питаемого узла, он представляет из себя цилиндр с отверстием, к которому примыкает параллелепипед,

Объем цилиндра равен:

$$V_{\text{ц}} = 3.14 * 75^2 * 41 = 724162,5 \text{ мм}^3.$$

Вычитаем из него объём отверстия:

$$V = 724162,5 - 321850 = 402312,5 \text{ мм}^3.$$

К нему прибавляем объём параллелепипеда:

$$V_{\text{узл.2}} = 402312,5 + 120000 = 522312,5 \text{ мм}^3 = 522,3 \text{ см}^3.$$

Рассчитаем объемы прибылей по формуле Й. Пржибыла:

$$V_{\text{пр}} = \frac{V_o \cdot \alpha_v \cdot \beta}{1 - \alpha_v \cdot \beta},$$

где α_v – относительная объемная усадка сплава (для данной стали $\alpha_v = 0,045$);

β – коэффициент запаса металла в прибыли, равный отношению объема прибыли к объему усадочной раковины в прибыли (для условий задания при применении открытых прибылей $\beta = 11$);

V_o – объем питаемого узла, см^3 .

Объем первой прибыли равен

$$V_{1 \text{ пр}} = \frac{1762 \cdot 0,045 \cdot 11}{1 - 0,045 \cdot 11} = \frac{872,19}{0,51} = 1710 \text{ см}^3.$$

Объем второй прибыли равен

$$V_{2 \text{ пр}} = \frac{522,3 \cdot 0,045 \cdot 11}{1 - 0,045 \cdot 11} = \frac{258,5}{0,51} = 506 \text{ см}^3.$$

Обе прибыли имеют вид параллелипипедов.

Входе проведения расчетов были установлены габаритные размеры прибыли.

2.1.8 Конструирование и расчет литниковой системы

Для улучшения работы прибылей сплав целесообразно подводить сверху под прибыль. Однако при падении сплава вниз на большую высоту может произойти разрушение формы и окисление металла. Поэтому высота падения сплава при литье углеродистых и низколегированных сталей ограничивается 250–300 мм. В нашем случае высота отливки 282 мм, поэтому принимаем подвод сплава в форму через два питателя. Сплав будет подводиться по плоскости разъёма в самые массивные части отливок

					ДП 44.03,04.164ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			41

под прибыли, это обеспечит правильный режим заполнения литейной формы и снизит риск развития дефектов.

Так как опока выбирается не конкретно под эту отливку, а под целую группу то литниковую систему будем рассчитывать по имеющимся значениям.

Рассчитаем оптимальную продолжительность заливки формы. По формуле Г.М. Дубицкого,

$$\tau_{opt} = S_1 \cdot \sqrt[3]{\delta \cdot G},$$

где S_1 – коэффициент продолжительности заливки (в соответствии с данными Г.М. Дубицкого, для данной отливки примем $S_1=1,6$);

G – масса жидкого металла, заливаемого в форму, кг;

δ – преобладающая толщина стенки отливки, мм (примем $\delta=25$ мм).

Масса жидкого металла, заливаемого в форму, равна сумме черновой массы отливки (30 кг), массы прибылей $G_{пр}$ и массы металла, расходуемого на заполнение литниковых каналов.

Масса прибылей будет равна:

$$G_{приб} = (7,8 * (1710 + 506) * 4) = 69\ 000\ \text{г} = 69\ \text{кг}$$

Масса литниковых каналов будет равна:

$$G_{л.к.} = G_{ч.м.о} * 0,05 = 30 * 0,05 = 1,5\ \text{кг}$$

Так как в форме 4 отливки то 6 кг.

С учетом этого масса заливаемого в форму металла будет равна 195 кг.

Находим значение оптимальной продолжительности заливки

$$\tau_{opt} = 1,6 * \sqrt[3]{21 * 195} = 25,5\ \text{с}$$

После нахождения оптимальной продолжительности заливки формы необходимо проверить среднюю скорость подъема уровня сплава в полости литейной формы. Она должна быть больше некоторой минимальной величины

$$v_{cp} = C / \tau_{opt},$$

где C – высота отливки по положению при заливке с учетом прибылей, мм.

					ДП 44.03,04.164ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			42

В нашем случае $C=445$; $v_{cp}=445/25,5=17,4$ мм/с. Сравнивая эту среднюю скорость с минимально допустимой, получаем, что она должна быть в пределах от 20 до 10 мм/с. В нашем случае полученное значение находится в заданных пределах, то оптимальную продолжительность заливки оставляем без изменений, а именно 25.5 секунд.,

Так как масса отливки сравнительно не большая, а сплав спокойный было принято решение что заливку формы будем производить из поворотного ковша. Поэтому для расчета площади узкого места литниковой системы примем питатель.

Для расчета сечения питателя используется следующая формула:

$$F_{пит} = \frac{G \cdot 1000}{\mu \cdot \tau_{отм} \cdot \rho \cdot \sqrt{2g \cdot H_p}},$$

где G – масса жидкого металла, заливаемого в форму на одну отливку, кг;

ρ – плотность сплава (для стали $\rho=7,8$ г/см³);

μ – коэффициент расхода литниковой системы (по данным Г.М. Дубицкого для данной отливки $\mu=0,32$);

H_p – гидростатический напор в системе.

Величину H_p найдем по формуле Дитерта

$$H_p = H_o - P^2 / 2C,$$

где H_o – высота верхней опоки плюс высота литниковой воронки;

P – расстояние от места подвода до верхней части полости формы (в нашем случае $P=14,3$ см).

$$H_p = 300 - \frac{300^2}{2 \cdot 445} = 300 - \frac{90000}{890} = 198.9 \text{ мм} = 19,8 \text{ см.}$$

С учетом приведенных значений величин находим площадь узкого места системы:

$$F_{уз} = \frac{195 \cdot 1000}{0,32 \cdot 25,5 \cdot 7,8 \cdot \sqrt{2 \cdot 981 \cdot 19,8}} = 15,5 \text{ см}^2.$$

					ДП 44.03,04.164ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			43

В качестве узкого места примем питатели. Так как питателей 8, то площадь одного питателя равна $15,5/8=1,94 \text{ см}^2$. Примем следующее соотношение площадей элементов системы: $F_n:F_{л.х}:F_{ст}=1:1,15:1,3$,

где

F_n – площадь питателей, обслуживаемых одной ветвью литникового хода;

$F_{л.х}$ – площадь литникового хода;

$F_{ст}$ – площадь сечения стояка внизу.

Значит $F_n=1,94 \cdot 8=15,5 \text{ см}^2$.

Исходя из приведенных соотношений, находим $F_{инт}=(15,5 \cdot 1,15)/2=8,91 \text{ см}^2$ и $F_{ст}=15,5 \cdot 1,3=20,15 \text{ см}^2$.

Диаметр стояка равен:

$$D_{ст} = \sqrt{\frac{F_{ст}}{\pi}} = \sqrt{\frac{20,15}{3,14}} = 2,53 \text{ см.}$$

По найденным значениям площадей питателей и литникового хода найдем их конкретные размеры. Примем для этих элементов трапециевидальную форму сечения.

Для питателей примем $h=a$ и $b=0,8a$. С учетом этого находим $1,94=0,9a^2$ или $a = \sqrt{1,94/0,9}=1,46 \text{ см}$.

У шлакоуловителя $b=0,8a$ и $h=0,9a$. Значит, $8,91=0,81 a^2$ и $a = \sqrt{8,91/0,81}=3,31 \text{ см}$.

Габаритные размеры питателей:

$a=1,46 \text{ см}$.

$b=1,16 \text{ см}$.

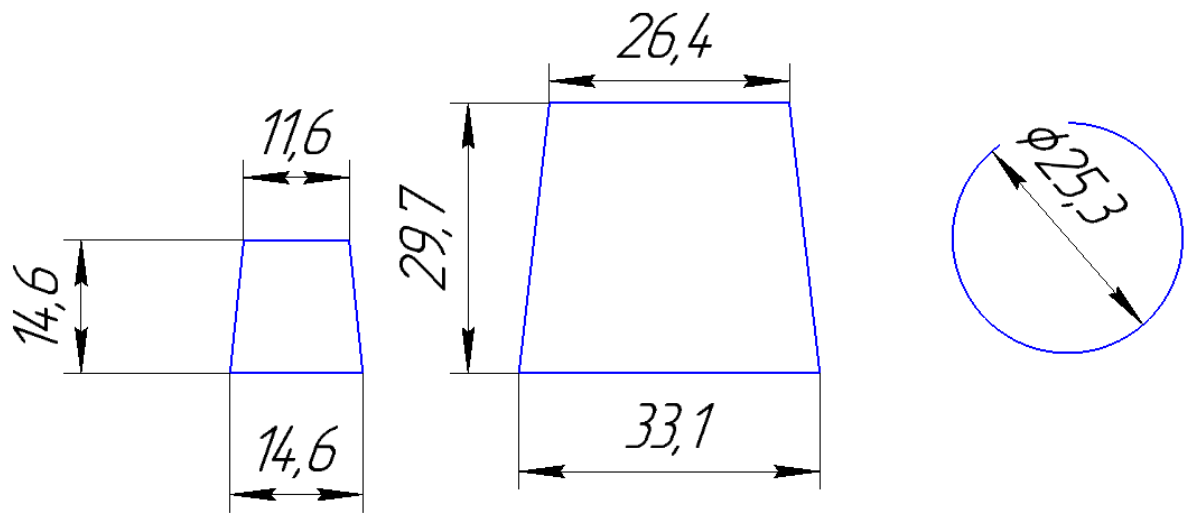
$h=1,46 \text{ см}$.

Габаритные размеры шлакоуловителя:

$a=3,31 \text{ см}$.

$b=2,64 \text{ см}$.

$h=2.97$ см.



2.2 РАСЧЕТ ШИХТЫ ДЛЯ ВЫПЛАВКИ СТАЛИ

2.2.1. Состав шихты

					ДП 44.03,04.164ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			45

В дуговых печах с кислой футеровкой выплавляют ограниченный сортамент сталей, включающий простые среднеуглеродистые (0,25-0,40% С), а также хромоникелевые, хромомолибденовые и другие среднеуглеродистые легированные стали. Выплавка в таких печах сложнолегированных сталей и сплавов, содержащих марганец, титан, алюминий, цирконий и др., практически невозможна [2].

Вследствие того, что в процессе кислой плавки фосфор и сера не удаляются, а их содержание в готовой стали за счет вводимых добавок может даже несколько увеличиться, шихтовые материалы должны содержать фосфора и серы на 0,1% меньше, чем допускается в готовой стали. В соответствии с этим собственные отходы не должны превышать 50% от массы шихты. Остальную часть шихты составляют из отходов углеродистых сталей с низким содержанием серы и фосфора. Шихтовые материалы должны внести такое количество углерода, чтобы его содержание после расплавления было на 0,10-0,20% больше, чем в выплавляемой стали. Состав стали 25Л согласно ГОСТ 977-88 представлен в табл. 4.1.

В составе шихты используют следующие материалы:

- отходы литейного цеха - 30%;
- стальной лом - 60%;
- стружка в брикетах - 10%;
- чугун передельный.

Таблица 16

Химический состав стали 25Л (ГОСТ 977-88)

Массовая доля элементов, %					Группа отливок
С	Мп	Si	P	S	
0,32-0,40	0,45-0,90	0,20-0,52	<0,060	<0,060	I
			<0,060	<0,060	II

			<0,050	<0,050	III
--	--	--	--------	--------	-----

Данные о химическом составе шихтовых материалов приведены в табл. 4.2, а о составе шлакообразующих материалов - в табл. 4.3.

Соотношение между стальными компонентами шихты и чугуном можно определить, используя следующее балансовое по углероду уравнение:

$$100([C]_{ст} + [C]_{изб}) = (100 - \chi)\Sigma[C]_{сш} \cdot g_{сш} + [C]_{ч} \cdot \chi, \quad (4.1)$$

где $[C]_c$ - нижний предел содержания углерода в заданной марке стали, %;
 $[C]_{изб}$ - превышение содержания углерода к концу периода плавания, в кислом процессе оно обычно составляет 0,10-0,20%;

$[C]_{с.ш}$ - содержание углерода в стальной составляющей шихты, %;

$[C]_{ч}$ - содержание углерода в чугуне, %;

χ - содержание в шихте чугуна, %.

Таблица 17

Состав шихтовых материалов

Шихтовые материалы	Массовая доля составляющих, %						
	C	Mп	Si	P	S	Al	Зола
Отходы литейного цеха	0,25	0,60	0,35	0,045	0,040	—	—
Стальной лом	0,25	0,50	0,40	0,040	0,040	—	—
Стружка в брикетах	0,25	0,45	0,35	0,045	0,040	—	—
Чугун передельный	4,00	0,70	0,65	0,150	0,030	—	—
Электроды	99,0	—	—	—	—	—	1,0
Ферросилиций	0,20	0,40	45,00	0,040	0,030	—	—
Ферромарганец	6,00	75,00	2,00	0,300	0,030	—	—
Алюминий	—	—	—	—	—	98*	—

* Остальную часть составляет железо.

Таблица 18

Состав шлакообразующих материалов

Шлакообразующие материалы	Массовая доля составляющих, %
---------------------------	-------------------------------

	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
Известь свежесожженная	92,00	3,0	3,00	1,00	1,0
Железная руда	0,70	0,3	6,00	3,00	90,0
Песок	—	—	96,00	2,00	2,0
Динас	1,34	—	96,58	0,58	1,5
Зола электродов	11,80	—	56,50	31,70	—

Так как в данном расчете за 100% принята сумма только компонентов, содержащих сталь, то выражение (4.1) можно записать следующим образом:

$$100(0,22+0,20) = \frac{1}{100+x} (0,25 \cdot 30 + 0,25 \cdot 60 + 0,25 \cdot 10) + 4,0 \cdot x,$$

или $42(100+x) = 2500 + 4x(100+x)$, и в окончательном виде $4x^2 + 358x - 4700 = 0$, откуда $x = 4,52$ кг (%).

Пересчитав вновь состав компонентов стали и чугуна исходя из 100% (например, для отходов литейного цеха: $30 \cdot 100 / (100+x)$), окончательно получим:

- отходы литейного цеха составят $30 \cdot 100 / (100+4,52) = 28,70$ кг (%);
- расход стального лома - $60 \cdot 100 / (100+4,52) = 57,41$ кг (%);
- расход стружки в брикетах - 10;
- расход чугуна - $4,52 \cdot 100 / (100+4,52) = 4,32$ кг (%).

С целью получения более точных расчетов следует учитывать, что отходы литейного цеха могут быть загрязнены песком в виде пригара (обычно от 0,5 до 2,0% [10]). Аналогичные загрязнения могут иметь и другие составляющие шихты. Тогда, если принять пригар равным 1%, действительное количество отходов литейного цеха составит $28,7(100-1)/100 = 28,41$ кг. Масса пригара будет равна $28,70 - 28,41 = 0,29$ кг.

Количество элементов, вносимое металлической шихтой, приведено в табл. 4.4.

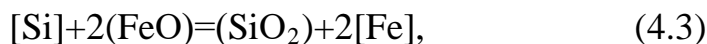
Таблица 19

Количество элементов, вносимых шихтовыми материалами

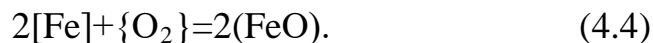
Шихтовые материалы	Масса, кг	Вносят элементов кг					
		C	Mл	Si	P	S	Fe
Отходы литейного цеха	28,41	0,071	0,170	0,099	0,013	0,011	28,046
Стальной лом	57,41	0,144	0,287	0,230	0,023	0,023	56,703
Стружка в брикетах	9,57	0,024	0,043	0,033	0,004	0,004	9,462
Чугун передельный	4,32	0,173	0,030	0,028	0,006	0,001	4,082
<i>Итого:</i> кг	99,71	0,412	0,530	0,390	0,046	0,039	98,293
%	100,00	0,41	0,53	0,39	0,05	0,04	98,58

2.2.2 Период плавления шихты

В период плавления происходит окисление кремния, марганца, углерода и железа. Примем, что окисление этих элементов происходит в основном кислородом атмосферы печи. Окисление элементов металлической ванны, например кремния, можно представить реакциями [13]:



причем основным процессом является реакция (4.3), так как первоначально с кислородом реагирует железо (как избыточный компонент шихты) с образованием (FeO):



Необходимо также учитывать, что часть (FeO) растворяется в металле по реакции $(\text{FeO}) = [\text{O}] + [\text{Fe}]$, обогащая тем самым металл растворенным кислородом. Однако в данном расчете мы этот процесс не учитываем, считая, что доля растворившегося в металле кислорода в период плавления невелика.

За период плавления угар кремния составляет 70%, марганца - 70% [6]. Угар железа составляет 2-3% от массы металла [4.11]. Причем большая часть этого угара (60-80%) является результатом испарения и окисления железа в зоне действия электрических дуг. Угар углерода в этот период незначителен, можно принять, что его убыль компенсируется переходом углерода из электродов.

Расход кислорода на окисление элементов приведен в табл. 4.5.

Таблица 20

Расход кислорода на окисление элементов, кг

Элемент	Поступило	Окислилось	Осталось в металле	Требуется		Образовалось оксида*
				FeO	O ₂	
C	0,412	—	0,412	-	-	-
Mn	0,530	$0,53 \cdot 0,7 = 0,371$	0,159	$0,371 \cdot 72/55 = 0,486$	0,108	$0,371 + 0,108 = 0,479$
Si	0,390	$0,39 \cdot 0,7 = 0,273$	0,117	$0,273 \cdot 144/28 = 1,404$	0,312	0,585
P	0,046	-	0,046	-	-	-
S	0,039	-	0,039	-	-	-
Fe	98,293	$98,293 \cdot 0,03 = 2,949^*$	95,344	-	$2,949 \cdot 0,24 \times$ $\times 16/56 = 0,067$ $2,949 \cdot 0,08 \times$ $\times 48/112 = 0,101$ $2,949 \cdot 0,68 \times$ $\times 48/112 = 0,859$	$2,949 \cdot 0,24 \times$ $\times 72/56 = 0,910$ $2,949 \cdot 0,08 \times$ $\times 160/112 = 0,337$ $2,949 \cdot 0,68 \times$ $\times 160/112 = 2,864$
Итого	99,71	3,593	96,117	1,890	1,582	5,175

* 24% окислившегося железа окисляется до FeO, 8% - до FeO₃ (переходит в шлак), 68% - до Fe₂O₃ и улетучивается в зоне электрических дуг [11].

С кислородом печной атмосферы поступит $1,582 \cdot 77/23 = 5,296$ кг азота, где 77 и 23 - массовые проценты соответственно азота и кислорода в воздухе, которые, например, для кислорода можно определить из выражения

$$\%O_2 = 100/[1 + \mu_{N_2} \cdot 0,79/(\mu_{O_2} \cdot 0,21)] \quad (4.5)$$

где μ_{N_2} - молярная масса азота; μ_{O_2} ~ молярная масса кислорода.

Таким образом, на образование оксидов требуется воздуха $1,582 + 5,296 = 6,878$ кг.

Шлак периода плавления

В шлак периода плавления поступит:

- Из металла (см. табл. 4.5), кг:

MnO	0,429
SiO ₂	0,585
FeO	0,910
<u>Fe₂O₃</u>	<u>0,337</u>

Итого 2,311

- За счет пригара (песка) на отходах литейного цеха (см. табл. 4.3), кг:

SiO ₂	$0,29 \cdot 0,96 = 0,278$
Al ₂ O ₃	$0,29 \cdot 0,02 = 0,006$
<u>Fe₂O₃</u>	<u>$0,29 \cdot 0,02 = 0,006$</u>

Итого 0,290

- Из динасового свода. Расход кирпича на 100 кг шихты можно принять равным 0,2 кг [11]. Из этого количества в период плавления расходуется 60% динаса, т.е. $0,2 \cdot 0,06 = 0,12$ кг, которые внесут в состав шлака (см. табл. 4.3), кг:

CaO	$0,12 \cdot 0,013 = 0,0016$
SiO ₂	$0,12 \cdot 0,966 = 0,1159$
Al ₂ O ₃	$0,12 \cdot 0,06 = 0,0007$
<u>Fe₂O₃</u>	<u>$0,12 \cdot 0,015 = 0,0018$</u>

Итого 0,1200

- Из подины и откосов. Наварка подины и откосов производится кварцевым песком. Расход песка составляет 1-2 кг на 100 кг шихты [11] (в расчете принимаем 1,5 кг). В период плавления в шлак переходит 50% массы наварки (кварцевого песка), или 0,75 кг. Из наварки переходит в шлак, кг:

SiO ₂	$0,75 \cdot 0,96 = 0,720$
Al ₂ O ₃	$0,75 \cdot 0,02 = 0,015$
<u>Fe₂O₃</u>	<u>$0,75 \cdot 0,02 = 0,015$</u>

Итого 0,750

- Из золы электродов. Расход электродов на 1 т стали составляет 4-6 кг (0,4-0,6 кг на 100 кг шихты) [6]. По периодам плавки расход электродов примерно пропорционален расходу электроэнергии. Считаем, что в первый период расходуется 60% электродов, т.е. $0,5 \cdot 0,6 = 0,30$ кг (если принять расход электродов в среднем 0,5 кг на 100 кг шихты). Примем также, что углерод электродов в этот период окисляется кислородом печной атмосферы, а образовавшаяся зола переходит в шлак. В данном случае окисляется углерода (см. табл. 4.2) $0,30 \cdot 0,99 = 0,297$ кг. При этом образуется золы (см. табл. 4.2) $0,30 \cdot 0,01 = 0,003$ кг. Из золы электродов перейдет в шлак (см. табл. 4.3), кг:

CaO	$0,003 \cdot 0,1180 = 0,0003$
SiO ₂	$0,003 \cdot 0,565 = 0,0017$
Al ₂ O ₃	$0,003 \cdot 0,317 = 0,0010$

Итого 0,0030

Данные о количестве и составе шлака в период плавления приведены в табл.

4.6.

Таблица 21 - Состав и количество шлака периода плавления

Источник поступления оксидов	Составляющие, кг						Всего, кг
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	
Металл	0,5850	—	0,910	0,3370	0,479	—	2,311
Пригар (песок)	0,2780	0,0060	—	0,0060	—	—	0,290
Свод	0,1159	0,0007	—	0,0018	—	0,0016	0,120
Подина и откосы	0,7200	0,0150	—	0,0150	—	—	0,750
Зола электродов	0,0017	0,0010	—	—	—	0,0003	0,003
<i>Итого:</i> кг	1,7006	0,0227	0,910	0,3598	0,479	0,0019	3,474
%	48,95	0,65	26,19	10,36	13,79	0,06	100,00

2.2.3 Количество газов периода плавления

Так как в расчете принято, что в период плавления незначительный угар углерода металлической ванны компенсируется растворением углерода электродов, то образованием газов за счет окисления углерода, растворенного в металле, пренебрегаем.

В течение I периода расходуется 0,30 кг графитированных электродов. Принимаем, что углерод электродов окисляется кислородом воздуха на 90% до CO и 10% до CO₂ [10]. Тогда с образованием CO сгорает углерода $0,30 \cdot 0,99 \cdot 0,90 = 0,267$ кг, где 0,99 - содержание углерода в электродах (см. табл. 4.2), и образуется $0,267 \cdot 28/12 = 0,623$ кг CO.

С образованием CO₂ окисляется $0,30 \cdot 0,99 \cdot 0,10 = 0,030$ кг углерода, при этом образуется $0,030 \cdot 44/12 = 0,110$ кг CO₂. Для горения потребуется кислорода воздуха: $(0,623 - 0,267) + (0,110 - 0,030) = 0,436$ кг, или $0,43 \cdot 622,4/32 = 0,305$ м³. С кислородом воздуха поступит азота: $0,436 \cdot 77/23 = 1,460$ кг, или $0,305 \cdot 79/21 = 1,1427$ м³

Итоговые данные о количестве и составе газов периода плавления сведены в табл. 4.7. Материальный баланс периода плавления шихты приведен в табл. 4.8.

Таблица 22

Количество и состав газов периода плавления

Источник поступления	Поступило, кг	Образовалось, кг			
		CO	CO ₂	N ₂	Всего
Углерод электродов	0,267+0,03=0,297	0,623	0,110	1,460	2,193
Азот, поступивший с кислородом	5,296	—	—	5,296	5,296
Воздух	0,436+1,46=1,896	—	—	—	—
<i>Итого:</i> кг	7,489	0,623	0,110	6,756	7,489
%	100,00	8,32	1,47	90,21	100,00

Таблица 23

Материальный баланс периода плавления, кг

Поступило		Получено	
Железный лом (см.табл. 4.4)		Металл (см. табл.4.5)	96,117
28,41+57,41+9,57 =	95,390	Шлак (см. табл.4.6)	3,474
Чугун (см. табл. 4.4)	4,320	Газы (см. табл.4.7)	7,489
Динас	0,120	Улет железа в виде FeOз (см. табл. 4.5)	2,864
Пригар (песок)	0,290	Невязка	0,000
Набивка (песок)	0,750		
Электроды	0,300		
Воздух (см. табл. 4.7)			
6,878+1,896	= 8,774		
<i>Итого</i> 109,944		<i>Итого</i> 109,944	

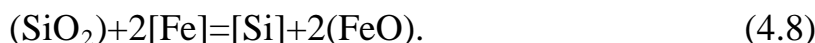
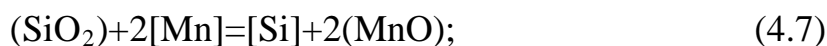
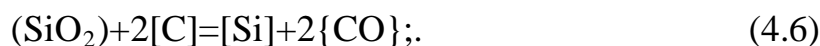
2.2.4 Окислительный период

Задачами окислительного периода при кислой плавке являются дегазация металла за счет кипения и нагрев металла. В течение периода окисляется 0,10-0,20% углерода. Для интенсификации кипения в ванну присаживают небольшими порциями (не более 0,2% от массы металла каждая) железную руду. Вызвать ин-

тенсивное кипение металла можно также небольшими присадками извести [2]. Вводимый при этом оксид кальция вытесняет из содержащихся в шлаке силикатов FeO как более слабый основной оксид, повышая тем самым окислительную способность шлака.

Однако необходимо учитывать, что наличие в шлаке свободного оксида кальция вызывает интенсивное разъедание кислой футеровки. Поэтому для кислото процесса оптимальным является содержание в шлаке 6-8% CaO.

При высоком содержании в шлаке SiO₂ (56-60%) и высокой температуре происходит восстановление кремнезема по реакциям:



Содержание кремния в металле в конце окислительного периода может достигать 0,2-0,4% [2].

В соответствии с приведенными в литературе данными принимаем следующее изменение состава металла в окислительном периоде плавки. Содержание углерода в конце периода должно быть приблизительно 0,22%, или $96,117 \cdot 0,22 / 100 = 0,211$ кг, где 96,117 - выход жидкого металла (см. табл. 4.5), кг. Следовательно, окислится углерода, в том числе с учетом углерода, пошедшего на восстановление кремния (см. табл. 4.5), $0,412 - 0,211 = 0,201$ кг.

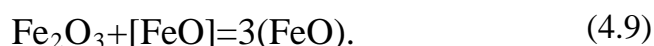
К концу периода в металле остается 0,08-0,12% марганца [4]. Принимаем в расчете 0,10%, или $96,117 \cdot 0,10 / 100 = 0,096$ кг; окислится марганца (см. табл. 4.5) $0,159 - 0,096 = 0,063$ кг.

За счет восстановления содержание кремния в металле в конце окислительного периода можно принять равным 0,25%, что составит $96,117 \cdot 0,25 / 100 = 0,240$ кг, тогда восстановится $0,240 - 0,117 = 0,123$ кг кремния (см. табл. 4.5). На восстановление кремния потребуется $0,123 \cdot 24 / 28 = 0,105$ кг углерода.

					<i>ДП 44.03,04.164ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>			55

2.2.5 Потребность в железной руде

Принимаем, что окисление углерода и марганца происходит за счет кислорода железной руды. При этом источником кислорода является FeO - оксид железа, который получается при восстановлении Fe₂O₃ руды железом:



Расход железной руды на плавку определим по балансу затрат на окисление элементов и поддержание в шлаке определенных концентраций оксидов железа. Количество FeO, необходимое для окисления примесей, приведено в табл. 4.9.

Потребность в FeO покрываем присадкой в шлак железной руды. Для образования 0,658 кг FeO требуется $0,658 \cdot 160/216 = 0,487$ кг Fe₂O₃. Для восстановления Fe₂O₃ до FeO требуется $0,658 - 0,487 = 0,171$ кг железа. Если принять, что 10% Fe₂O₃ из руды переходит в шлак, а 90% восстанавливается до FeO, то расход железной руды составит $0,487 / (0,90 \cdot 0,90) = 0,601$ кг (см. табл. 4.3).

2.2.6 Шлак окислительного периода

В шлак окислительного периода поступит:

- Из металла (см. табл. 4.9): 0,081 кг MnO/ 0,264 кг SiO₂ (итого 0,183 кг).
- Из шлака периода плавления (см. табл. 4.6): 1,7006 кг SiO₂; 0,0227 кг Al₂O₃; 0,91 кг FeO; 0,3598 кг Fe₂O₃; 0,0019 кг CaO (итого 3,474 кг).

Таблица 24

Количество FeO, необходимое для окисления примесей, кг

Элемент	Поступило	Окислилось	Осталось в металле	Требуется FeO	Восстановилось Fe	Образовалось оксида
C	0,412 (см.табл.4.5)	$0,201 - 0,105^* = 0,096$	0,211	$0,096 \cdot 72/12 = 0,576$	$0,576 \cdot 56/72 = 0,448$	CO (в газ) $0,096 \cdot 28/12 = 0,224$

Mn	0,159 (см.табл.4.5)	0,063	0,096	$0,063 \cdot 72/55 =$ =0,082	$0,082 \cdot 56/72 =$ =0,064	MnO (в шлак) $0,063 \cdot 71/55 =$ =0,081
Si	0,117 (см.табл.4.5)	-0,1231**	0,240			CO (в газ) $0,123 \cdot 56/28 =$ =0,246 Восстановилось SiO ₂ из шлака - $0,123 \cdot 60/28 =$ = - 0,264
P	0,046 (см.табл.4.5)	—	0,046	—	—	—
S***	0,039 (см. табл. 4.5)	—	0,039	—	—	—
Fe	95,344 (см.табл.4.5)	—	95,344	—	—	—
<i>Итого</i>	96,117	0,141	95,976	0,658	0,512	0,287

* Количество углерода, потребовавшееся для восстановления кремния из (SiO₂).

**Количество кремния, восстановившееся из(SiO₂).

***Отнесение реакции десульфурации к окислительному процессу носит условный характер.

- Из железной руды (см. табл. 4.3), кг:

CaO	$0,601 - 0,007 = 0,004$
MgO	$0,601 - 0,003 = 0,002$
SiO ₂	$0,601 - 0,006 = 0,036$
Al ₂ O ₃	$0,601 - 0,003 = 0,018$
Fe ₂ O ₃	$0,601 - 0,90 - 0,1 = 0,054^1$

Итого 0,114

- Из извести. Расход извести в окислительный период плавки принят 0,3 кг на 100 кг садки [4]. Известь внесет в шлак, кг:

CaO	$0,30 \cdot 0,92 = 0,276$
MgO	$0,30 \cdot 0,03 = 0,009$
SiO ₂	$0,30 \cdot 0,03 = 0,009$
Al ₂ O ₃	$0,30 \cdot 0,01 = 0,003$

$$\underline{\text{Fe}_2\text{O}_3} \quad 0,300 \cdot 0,01 = 0,003$$

Итого 0,300

• Из свода. В окислительный период расходуется 20% динасового кирпича [11], что составляет, кг:

$$\text{CaO} \quad 0,40 \cdot 0,0134 = 0,0006$$

$$\text{SiO}_2 \quad 0,40 \cdot 0,9658 = 0,0386$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 \quad 0,40 \cdot 0,0058 = 0,0002$$

$$\underline{\text{Fe}_2\text{O}_3} \quad 0,40 \cdot 0,015 = 0,0006$$

Итого 0,040

• Из подины и откосов. В шлак поступит 25% набивной массы, т.е. $1,5 \cdot 0,25 = 0,375$ кг. Из набивной массы в шлак перейдет (см. табл. 4.3), кг:

$$\text{SiO}_2 \quad 0,375 \cdot 0,96 = 0,360$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 \quad 0,375 \cdot 0,02 = 0,008$$

$$\underline{\text{Fe}_2\text{O}_3} \quad 0,375 \cdot 0,02 = 0,007$$

Итого 0,375

• Из золы электродов. Принимаем, что в окислительный период расходуется 20% электродов, что составляет $0,5 \cdot 0,2 = 0,099$ кг. Содержащийся в электродах углерод сгорает в атмосфере печи, а зольный остаток переходит в шлак. Окисляется углерода электродов (см. табл. 4.2), кг: $0,10 \cdot 0,99 = 0,099$. Образуется золы $0,10 \cdot 0,01 = 0,001$ кг. Составляющие золы внесут в шлак (см. табл. 4.3), кг:

$$\text{CaO} \quad 0,001 \cdot 0,118 = 0,0001$$

$$\text{SiO}_2 \quad 0,010 \cdot 0,565 = 0,0006$$

$$\underline{\text{Al}_2\text{O}_3} \quad 0,010 \cdot 0,317 = 0,0003$$

Итого 0,001

¹90% Fe₂O₃ руды (0,487 кг) расходуется на окисление примесей.

Состав и количество шлака окислительного периода приведены в табл. 4.10.

2.2.7 Количество газов окислительного периода

					ДП 44.03,04.164ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			58

При окислении углерода металла образуется $0,201 \cdot 28/12=0,469$ кг монооксида углерода. При окислении углерода электродов кислородом атмосферы образуется $0,099 \cdot 0,90 \cdot 28/12=0,208$ кг СО и $0,099 \cdot 0,10 \cdot 44/12= 0,036$ кг СО₂ (0,90 и 0,10 - доли окисления углерода соответственно до СО и СО₂). При этом требуется $0,208 \cdot 16/28+0,036 \cdot 32/44=0,145$ кг, или $0,145 \cdot 22,4/32=0,102$ м³, кислорода воздуха. С кислородом поступит азота $0,145 \cdot 77/23=0,485$ кг, или $0,485 \cdot 22,4/28=0,388$ м³.

Количество и состав газов окислительного периода представлены в табл. 4.11, материальный баланс окислительного периода - в табл. 4.12.

Таблица 25

Количество и состав шлака окислительного периода

Источник поступления	Составляющие, кг							Всего кг
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	Fe ₂ O ₃	MnO	CaO	MgO	
Шлак периода плавления	1,7006	0,0227	0,910	0,3598	0,479	0,0019	—	3,474
Металл	-0,2640	—	—	—	0,081	—	—	-0,183
Железная руда	0,0360	0,0180	—	0,0540	—	0,0040	0,002	0,114
Известь	0,0090	0,0030	—	0,0030	—	0,2760	0,009	0,300
Свод	0,0386	0,0002	—	0,0006	—	0,0006	—	0,040
Подина и откосы	0,3600	0,0080	—	0,0070	—	—	—	0,375
Зола электродов	0,0006	0,0003	—	—	—	0,0001	—	0,001
<i>Итого:</i> кг	1,8808	0,0522	0,910	0,4244	0,5600	0,2826	0,011	4,121
%	45,64	1,27	22,08	10,30	13,59	6,85	0,27	100,00

Таблица 26

Количество и состав газов окислительного периода

Источник поступления	Поступило, кг	Образовалось, кг			
		СО	СО ₂	N ₂	Всего
Углерод металла	0,201	0,469	—	—	0,469
Углерод электродов	0,099	0,208	0,036	0,485	0,729
Воздух	0,145+0,485=0,630	—	—	—	—
<i>Итого:</i> кг	0,930	0,677	0,036	0,485	1,198

%	100,00	56,51	3,01	40,48	100,00
---	--------	-------	------	-------	--------

Таблица 27

Материальный баланс окислительного периода, кг

Поступило		Получено	
Металл I периода	96,117	Металл	$95,976+0,512-0,171=96,317$
Шлак I периода	3,474	Шлак	4,121
Железная руда	0,601	Газы	1,198
Известь	0,300	Невязка	0,001
Динас	0,040		<i>Итого</i> 101,637
Набивная масса	0,375		
Электроды	0,100		
Воздух	0,630		
<i>Итого</i>	101,637		

При выплавке стали для фасонного литья плавку проводят без восстановительного периода [1]. В этом случае раскисление проводят осаждающим методом. Если содержание кремния в металле ниже, чем требуется в выплавляемой стали, то за 7-10 мин до выпуска в печь присаживают ферросилиций. Ферро-марганец вводят либо в печь (за 3-5 мин до выпуска), либо в ковш. Алюминий для окончательного раскисления вводят в ковш.

2.2.8 Раскисление металла

Определим состав металла, полученного к концу окислительного периода плавки, %:

$$C \quad 0,211 \cdot 100 / 96,317 = 0,219 \sim 0,22$$

$$Si \quad 0,240 \cdot 100 / 96,317 = 0,249 \sim 0,25$$

$$Mn \quad 0,096 \cdot 100 / 96,317 = 0,100$$

$$P \quad 0,046 \cdot 100 / 96,317 = 0,048$$

$$S \quad 0,039 \cdot 100 / 96,317 = 0,040$$

Расчет необходимого количества раскислителей производится исходя из среднезаданного содержания соответствующих элементов в готовой стали с учетом их угара: марганца - $(0,045+0,90)/2=0,68\%$; кремния - $(0,20+0,52)/2 = 0,36\%$.

Так как содержание кремния в металле выше нижнего предела, определяемого стандартом, то можно его содержание не повышать, оставив на уровне, полученном в процессе кремнийвосстановительной плавки.

Таким образом, раскисление металла в печи производим ферромарганцем, а в ковше в процессе выпуска - алюминием. Необходимое количество раскислителя можно определить по следующей формуле [10]:

$$q_p = \frac{M_{ст}}{100} \cdot \frac{[E]_{ст} - [E]_{п.п}}{\frac{[E]_p}{100} \cdot \frac{100 - U}{100}}, \quad (4.10)$$

где q_p - количество присаживаемого раскислителя, кг;

$M_{ст}$ - выход жидкой стали перед раскислением, кг;

$[E]_{ст}$ - среднезаданное содержание определяемого элемента в готовой стали, %;

$[E]_{п.п}$ - содержание того же элемента в металле перед раскислением, %; $[E]_p$ - содержание соответствующего элемента в раскислителе, %;

U - угар элемента, %.

Определим расход ферромарганца, принимая угар марганца равным 20% [2]:

$$q_{Mn} = \frac{96,317}{100} \cdot \frac{0,68 - 0,10}{\frac{75}{100} \cdot \frac{100 - 20}{100}} = 0,931 \text{ кг.}$$

Ферромарганец внесет, кг: $0,931 \cdot 0,06 = 0,056$ углерода; $0,931 \cdot 0,75 = 0,698$ марганца; $0,931 \cdot 0,02 = 0,019$ кремния; $0,931 \cdot 0,003 = 0,003$ фосфора; $0,931 \cdot 0,0003 = 0,0003$ серы. Итого 0,7763 кг.

С ферромарганцем поступит $0,931 - 0,776 = 0,155$ кг железа. При раскислении металла окислится $0,698 \cdot 0,20 = 0,140$ кг марганца и образуется $0,140 \cdot 71/55 = 0,180$ кг MnO. При этом требуется $0,140 \cdot 16/55 = 0,041$ кг кислорода воздуха, с которым поступит $0,041 \cdot 77/23 = 0,137$ кг азота. Количество и состав металла после присадки ферромарганца отражены в табл. 4.13.

В период раскисления стали принимаем расход огнеупоров, набивной массы и электродов таким же, что и в окислительный период плавки: 0,04 кг динаса; 0,375 кг набивки; 0,10 кг электродов. Количество и состав шлака после раскисления приведены в табл. 4.14.

Окончательное раскисление металла производим в ковше алюминием. Расход алюминия составляет 0,8-1,2 кг на 1 т стали [2]. Угар алюминия составляет 75-85%. В расчете принимаем расход алюминия 1 кг/т, т.е. 0,1 кг на 100 кг металла. Тогда фактически требуется $97,108 \cdot 0,1/100 = 0,097$ кг алюминия. Алюминий внесет: $0,097 \cdot 0,98 = 0,095$ кг алюминия; $0,097 \cdot 0,02 = 0,002$ кг железа, что составит в сумме 0,097 кг. Остается алюминия в металле, если принять его усвоение равным 20%, $0,095 \cdot 0,20 = 0,019$ кг.

При окислении алюминия образуется $0,095 \cdot 0,80 \cdot 102/54 = 0,144$ кг Al_2O_3 . На окисление алюминия затрачивается $0,095 \cdot 0,80 \cdot 48/54 = 0,068$ кг кислорода воздуха, с которым поступит $0,068 \cdot 77/23 = 0,227$ кг азота.

Таблица 28

Количество и состав металла после раскисления ферромарганцем

Элемент	Поступило с металлом, кг	Внесено ферромарганцем, кг	Перешло в шлак, кг	Содержится в металле	
				кг	%
Углерод	0,211	0,0560	—	0,2670	0,27
Марганец	0,096	$0,698 - 0,140 = 0,5580$	0,140	0,6540	0,67

Кремний	0,240	0,0190	—	0,2590	0,27
Фосфор	0,046	0,0030	—	0,0490	0,05
Сера	0,039	0,0003	—	0,0393	0,04
Железо	95,344+0,512- -0,171=95,685	0,1550	—	95,8400	98,70
<i>Итого</i>	96,317	0,791	0,140	97,108	100,00

Таблица 29

Количество и состав шлака перед выпуском металла

Источник поступления	Составляющие, кг							Всего, кг
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	Fe ₂ O ₃	MnO	CaO	MgO	
Шлак окислительного периода	1,8810	0,0520	0,910	0,4240	0,560	0,2830	0,011	4,121
Свод	0,0386	0,0002	—	0,0006	—	0,0006	—	0,040
Набивка	0,3600	0,0080	—	0,0070	—	—	—	0,375
Зола электродов	0,0006	0,0003	—	—	—	0,0001	—	0,001
Ферромарганец	—	—	—	—	0,180	—	—	0,180
<i>Итого:</i> кг	2,2802	0,0605	0,910	0,4316	0,740	0,2837	0,011	4,717
%	48,34	1,28	19,29	9,15	15,69	6,02	0,23	100,00

2.2.9. Количество и состав газа периода раскисления

Газы этого периода образуются в результате окисления углерода электродов и марганца ферромарганца кислородом атмосферы печи. Количество и состав газов в период раскисления приведено в табл. 4.15.

Таблица 30

Количество и состав газов в период раскисления

Источник поступления	Поступило, кг	Образовалось, кг			
		CO	CO ₂	N ₂	всего
Углерод	0,099	0,208	0,036	0,485+0,137=	0,866

электродов		—	—	=0,622	—
Воздух	$0,630+0,041+0,137=$ $=0,808$				
<i>Итого:</i> кг	0,907	0,208	0,036	0,622	0,866
%		24,02	4,16	71,82	100,00

Материальный баланс периода раскисления приведен в табл. 4.16, материальный баланс всей плавки - в табл. 4.17.

Таблица 31

Материальный баланс периода раскисления, кг

Поступило		Получено	
Металл окислительно-го (II) периода	96,317	Металл	$95,976+0,512-0,171 = 97,129$
Шлак II периода	4,121	Шлак	4,717
Ферромарганец	0,931	Al ₂ O ₃ после окончательного раскисления алюминием	0,144
Алюминий	0,097	Газы	$0,866+0,227=1,093$
Динас	0,040	Невязка	0,001
Набивная масса	0,375		
Электроды	0,100		
Воздух	1,103		
<i>Итого</i>	103,084	<i>Итого</i>	103,084

Таблица 32

Материальный баланс плавки, кг

Поступило		Получено	
Стальной лом	95,390	Металл	97,129
Чугун	4,320	Шлак	4,717
Динас	0,200	Al ₂ O ₃ после окончательного раскисления алюминием	0,144
Пригар (песок)	0,290	Газы	$7,489+1,198+1,093 = 9,780$
Электроды		Улет железа в виде Fe ₂ O ₃	2,864
$0,300+0,100+0,100 = 0,500$		Невязка	0,002
Набивная масса		<i>Итого</i>	114,636
$8,774+0,630+1,103 = 1,500$			
Железная руда	0,601		
Известь	0,300		
Воздух $0,874+0,630+1,103 = 10,507$			
Ферромарганец	0,931		
Алюминий	0,097		

Итого 114,636

3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1. Расчёт численности работающих

					ДП 44.03,04.164ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>			65

Прежде всего, необходимо определить квалифицированный и количественный состав основных и вспомогательных рабочих. Для определения квалификации рабочего необходимо руководствоваться видом обслуживаемого оборудования, сложностью выполняемых работ и тарифно-квалификационным справочником.

Различают списочную и явочную численность рабочих, фактически участвующих в производственном процессе. Списочная численность рабочих включает всех постоянных и временных рабочих, имеющих трудовые договорные отношения с предприятием.

Расчет явочной численности рабочих выполняем по формуле [11]:

$$N_{я.і} = N_i \cdot A_i \cdot C_i, \quad (41)$$

где N_i - норма обслуживания оборудования в смену, чел.;

A_i - количество одновременно работающих однотипных агрегатов, шт;

C_i - число смен в сутки.

Списочное число рабочих определяем по формуле [11]:

$$N_{сп.і} = N_{я.і} \cdot K_{сп}, \quad (42)$$

где $K_{сп}$ - коэффициент списочного состава.

$$K_{сп} = T_n / T_d, \quad (43)$$

где T_n - номинальный фонд времени, сут.;

T_d - действительный фонд времени, сут.

Величины T_n и T_d определяются на основе баланса рабочего времени одного трудящегося [11]:

$$T_n = (366-P) \cdot C \cdot Ч, \quad (44)$$

где P – число выходных и праздничных дней в году;

C – количество смен;

$Ч$ – продолжительность рабочей смены.

$$T_n = (366 - 119) \cdot 2 \cdot 8 = 3952 \text{ ч.}$$

Действительный фонд рабочего времени определим по формуле [11]:

$$T_d = T_n - H, \quad (45)$$

					ДП 44.03,04.164ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			66

где Н - планируемые невыходы на работу.

$$T_d = 247 - 34 = 213 \text{ сут.}$$

Баланс рабочего времени основных рабочих приведен в таблице 30, вспомогательных - в табл.31

С учётом этих данных выполняются расчеты численности рабочих, результаты которых сводятся в табл.32

Расчет численности рабочих выполняем по нормам обслуживания оборудования, количеству рабочих мест, грузообороту материалов, объёму выполняемых работ, обслуживаемой площади и т.п.

Таблица 33 – Баланс рабочего времени основных рабочих

Статья баланса	Фонд времени			
	Сутки	Часы	Сутки	Часы
Календарный фонд времени	366	5856	366	5856
Выходные и праздничные дни	119	-	119	-
Номинальный фонд времени	247	3952	247	3952
Плановые невыходы на работу	34	272	38	304
В том числе:				
Основной и дополнительный отпуск	30(25)	-	33(29)	-
По болезни	7	-	7	-
Выполнение гос. обязанностей	1	-	1	-
Отпуск учащихся	1	-	1	-
Действительный фонд времени	213	3408	209	3344
Коэффициент списочного состава	1,16	-	1,18	-

Таблица 34 – Баланс рабочего времени вспомогательных рабочих

Статья баланса	Фонд времени	
	Сутки	Часы
Календарный фонд времени	366	5856

Выходные и праздничные дни	119	-
Номинальный фонд времени	247	3952
Плановые невыходы на работу	38	304
В том числе:		
Основной и дополнительный отпуск	33(29)	-
По болезни	7	-
Выполнение гос. обязанностей	1	-
Отпуск учащихся	1	-
Действительный фонд времени	209	3344
Коэффициент списочного состава	1,18	-

Таблица 35 – Расчет списочного состава рабочих

Наименование отделений, оборудования, профессий	Тарифный разряд	Число смен в сутки	Норма обслуживания, чел.	Количество агрегатов, шт.	Количество работающих, чел			K _{сп}	
					Явочное				
					В смену	В сутки			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Основные рабочие									
1. Плавильное отделение									
1.1 ДСП-3				4					
Сталевар	5	2	1		4	8	10	1,18	
Подручный	2	2	2		8	16	19		
Шихтовщик	3	2	1		4	8	10		
Завальщик	3	2	1		4	8	10		
Заливщик	4	2	1		4	8	10		
ИТОГО					24	48	59		
2. Формовочное отделение									
2.1 Автоматическая линия ИЛ225				2					
Оператор	5	2	1		1	2	3	1,16	
Формовщик	3	2	2		2	4	5		
ИТОГО					3	6	8		
3. Стержневое отделение									
3.1 Автоматическая линия ЛП032				2					
Оператор	4	2	1		1	2	3	1,16	
Стерженщик	3	2	3		3	6	7		
ИТОГО					4	8	10		
4. Смесеприготовительное отделение									

4.1 Бегуны 1524				2				
Земледел	3	2	2		4	8	10	1,18
4.2 Автомати- ческая линия для регенера- ции смеси				2				
Оператор	4	2	1		2	4	5	
ИТОГО					6	12	15	
5.Термообруб ное отделение								
5.1 Дробовет- ный барабан 42322(317М).				3				
Чистильщик отливок	3	2	3		9	18	21	1,16
5.2 Пост газо- резки				1				
Газорезчик	4	2	2		2	4	5	
5.3 Шлифо- вальный стан- ок				10				
Наждачник	2	2	1		10	20	24	
5.4 Термиче- ская печ				3				
Термист	3	2	2		6	12	14	
5.5 Дробовет- ная камера 42322				1				
Чистильщик отливок	3	2	2		2	4	5	
5.6 Грунто- вочная камера				1				
Маляр	1	2	4		4	8	10	
ИТОГО					33	66	79	
Всего основ- ных рабочих					70	140	171	

Вспомогательные рабочие

Комплектов- щик моделей	3	2	1		1	2	3	1,18
Модельщик по ремонту моделей	4	2	1		1	2	3	
Ковшовой	3	2	1	4	4	8	10	
Флюсовщик	2	2	1		1	2	3	
Печник	4	2	2		4	8	10	
Маркировщик литья	1	2	1		1	2	3	
Пирометрист	2	2	1		1	2	3	

Стропальщик	2	2	1		1	2	3	
Контролер	4	2	4		2	4	5	
Лаборант	3	2	2		2	4	5	
Слесарь	4	2	4		4	8	10	
Электрик	4	2	4		4	8	10	
Крановщик	4	2	1		6	12	15	
Стропальщик	3	2	1		2	4	5	
Всего вспомога- тельных ра- бочих					34	68	87	
Всего рабочих					104	208	258	

4.2. Организация и планирование заработной платы

В проектируемом цехе используется повременно-премиальная система оплаты труда.

Повременная оплата труда ориентируется только на степень сложности труда. Она применяется, когда количественный результат уже определен ходом рабочего процесса, когда качество труда важнее его количества, когда работа неоднородна по своему характеру и нерегулярна по нагрузке.

Порядок расчета планового фонда заработной платы рабочих следующий:

- Определение тарифного фонда заработной платы;
- Установление выплат и доплат;
- Установление общего фонда заработной платы;
- Определение средней заработной платы рабочих.

Расчет фонда заработной платы осуществляется по средней тарифной ставке по всем отделениям цеха по формуле [11]:

$$T_{cp} = \sum_{i=1}^n T_{ст.i} \cdot N_i / N_y, \quad (46)$$

где $T_{ст.i}$ - тарифная ставка рабочего i -го разряда,

N_i - явочное число рабочих соответствующего разряда;

N_y - явочное число рабочих данной группы.

Аналогично определяется средняя тарифная ставка вспомогательных рабочих.

					ДП 44.03,04.164ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			70

Тарифные ставки по разрядам приведены ниже:

1 разряд – 45 руб.;

2 разряд – 59 руб.;

3 разряд – 65 руб.;

4 разряд – 72 руб.;

5 разряд – 81 руб.

Фонд заработной платы по каждому отделению рассчитывается по формуле [11]:

$$З_{т.ф.} = T_{сп} \cdot H_{ч}, \quad (47)$$

где $H_{ч}$ - годовые затраты времени данных рабочих на программу;

$$H_{ч} = N_{сп} \cdot T_{д}, \quad (48)$$

где $N_{сп}$ - списочное число рабочих данной группы;

$T_{д}$ - действительный фонд времени рабочего, ч.

Фонд основной заработной платы (заработной платы за отработанное время) рабочих каждой *группы* рассчитываем по формуле [11]:

$$З_{ос.} = З_{т.ф.} \cdot (1 + K_{пр} + K_{ст} + K_{ком} + K_{др}) \cdot K_{рн}, \quad (49)$$

где $K_{пр}$ - коэффициент премиальных доплат;

$K_{ст}$ - коэффициент стимулирующих доплат;

$K_{ком}$ - коэффициент компенсационных доплат;

$K_{рн}$ - рабочий коэффициент.

К стимулирующим доплатам относятся доплаты и надбавки к тарифным ставкам и окладам, а также ежемесячные или ежеквартальные вознаграждения за выслугу лет, стаж работы, кроме вознаграждений из фонда потребления прибыли.

Компенсационные доплаты связаны с режимом работы и условиями труда (за работу во вредных условиях, в ночное время, в выходные и праздничные дни, за сверхурочную работу и т.п.).

Значение доплат $K_{пр}$, $K_{ст}$ и $K_{ком}$ устанавливаются руководством предприятия в соответствии с коллективным договором и по соглашению с профсоюзными органами.

Дополнительная заработная плата (за неотработанное время) включает оплату отпусков, времени выполнения государственных и общественных обязанностей, учебных отпусков и т.д.

Дополнительная заработная плата вычисляется по формуле [11]:

$$Z_{доп} = Z_{ос} \cdot K_{доп} / 100, \quad (50)$$

где $K_{доп}$ - коэффициент дополнительной зарплаты.

$$K_{доп} = T_{отп} \cdot 100 / T_{д} + T_{г.о.} \cdot 100 / T_{д} + T_{у.о.} \cdot 100 / T_{д} + T_{б} \cdot 70 / T_{д} + 0,5, \quad (51)$$

где $T_{отп}$ - длительность рабочего отпуска, сут.;

$T_{д}$ - действительный фонд рабочего времени, сут.;

$T_{г.о.}$ - время выполнения государственных обязанностей, сут.;

$T_{у.о.}$ - время учебного отпуска, сут. ;

$T_{б}$ - время болезни, сут. ;

0,5 - размер прочих составляющих дополнительной заработной платы.

Годовой фонд заработной платы основных и вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле [11]:

$$Z_{г.ф.} = Z_{ос} + Z_{доп}, \quad (52)$$

Для определения среднемесячной зарплаты по отделениям годовой фонд делится на 12, а по отношению к одному рабочему ещё и на списочный состав рабочих отделения

Результаты расчета сведены в таблицу 33.

Плановый фонд заработной платы управленческого и обслуживающего персонала рассчитывается на основе должностных месячных окладов O_i и числа работников каждой категории N_i . Он вычисляется по формуле [11]:

$$Z_{у.о.п.} = 12 \cdot K_{рп} \cdot \sum O_i \cdot N_i, \quad (53)$$

Эти данные сводим в таблицу 34.

Численность аппарата управления и обслуживающего персонала (инженерно-технических работников – ИТР, служащих и младшего обслуживающего персонала–МОП) определяем на основании укрупненных норм. Общая численность ИТР, служащих МОП ориентировочно составляет 10,4 и 2% от численность производственных рабочих.

Структура трудящихся проектируемого цеха приведена в таблице 35. Для основных рабочих: $K_{п} = 40\%$, $K_{ст} = 20\%$, $K_{ком} = 10\%$, $K_{р} = 15\%$ от зарплаты по тарифу. Для вспомогательных рабочих: 20%, 20%, 10%, 15% соответственно.

					<i>ДП 44.03,04.164ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>			73

Таблица 36 – Расчет фондов заработной платы основных и вспомогательных рабочих

Отделение цеха	Количество рабочих, чел.	Средняя тарифная часовая ставка, руб.	Затраты времени на программу, чел.ч.	Зарплата за отработанное время, тыс. руб.					С учетом районного коэффициента	Зарплата, тыс. руб.			
				По тарифу	Премии 40%	Стимулирующие доплаты 20%	Компенсационные доплаты 10%	ИТОГО		За неотработанное время	Годовой фонд	Среднемесячная по цеху	Среднемесячная рабочего
1. Плавильное	59	61,8	19729 6	12192,9	4877,2	2438,4	1219,2	20727,7	23836,9	4672	28508,9	2375,7	40,3
2. Формовочное	8	70,3	27264	1916,7	766,7	383,3	191,7	3258,4	3747,2	719,5	4466,7	372,2	46,5
3. Стержневое	10	66,8	34080	2276,5	910,6	455,3	227,7	3870,1	4450,6	854,5	5305,1	442,1	44,2
4.Смесеприготовительное	15	67,3	50160	3375,8	1350,3	675,2	337,6	5738,9	6599,7	1293,5	7893,2	657,8	43,8
5. Термообрубное	79	61.2	26923 2	16477	6590,8	3295,4	1647,7	28010,9	32212,5	6184,8	38397,3	3199,8	40,5
ИТОГО	171	-	-	-	-	-	-	-	-	-	84571,2	-	-
Вспомогательные рабочие	87	68,2	29092 8	19841,3	3968,3	3968,3	1984,1	29762	34226,3	6708,4	40934,7	3411,2	39,2
ВСЕГО	258	-	-	-	-	-	-	-	-	-	125505,9	-	-

Таблица 37 – Штатное расписание ИТР, служащих и МОП

Должность	Количество, чел	Должностной оклад, тыс.руб	Сумма оклада с учетом районного коэф., тыс.руб.	
			месячный	годовой
ИТР				
1. Начальник цеха	1	49	56.35	676.2
2. Заместитель начальника	2	30	69	828
3. Начальник техбюро	1	34	39.1	469.2
4. Старший мастер	1	28	32.2	386.4
5. Сменный мастер	2	22	50.6	607.2
6. Мастер	5	22	126.5	1518
7. Энергетик цеха	1	23	26.45	317.4
8. Механик цеха	1	21	24.15	289.8
9. Инженер - экономист	1	25	28.75	345
10. Инженер - технолог	5	23	132.25	1587
ИТОГО	20	277	585.35	7024.2
Служащие				
Специалист по кадрам	1	21	24.15	289.8
Нормировщик	1	19	21.85	262.2
Бухгалтер по расчетам	1	20	23	276
Секретарь	1	17	19.55	234.6
Диспетчер	1	17	19.55	234.6
Табельщик	1	16	18.4	220.8
Завхоз	1	15	17.25	207
ИТОГО	7	125	143.75	1725
МОП				
Курьер	1	11	12.65	151.8
Охранник	1	12	13.8	165.6
Уборщик	1	9	10.35	124.2
ИТОГО	3	32	36.8	441.6
ВСЕГО	30	434	765.9	9190.8

Таблица 38 – Структура трудящихся в цехе

Категория персонала	Количество, чел.	Удельный вес, %
1. Рабочие, всего	258	89,5
в том числе: основные	171	59,3
вспомогательные	87	30,2
2. ИТР	20	6,9

3. Служащие	7	2,5
4. МОП	3	1,1
ИТОГО	288	100

4.3. Отчисления на социальные нужды

В отчисления на социальные нужды включаются:

- отчисления в фонд социального страхования 2,9% от фонда заработной платы;

- отчисления в пенсионный фонд 22%;

- отчисления в фонд медицинского страхования 5,1%.

Отчисления на социальные нужды от фонда оплаты труда рабочих, управленческого и обслуживающего персонала приведены в таблице 36.

Таблица 39 – Отчисления на социальные нужды

Фонд заработной платы	Отчисления в фонд, тыс.руб.			Отчисления на социальные нужды, тыс. руб.
	Пенсионный	Медицинского страхования	социально госстрахования	
Основные рабочие по цеху	18605.66	4313.13	2452.56	25371.36
Вспомогательные рабочие по цеху	9005.63	2087.67	1187.11	12280.41
Управленческий и обслуживающий персонал	2021.98	468.73	266.53	2757.24

В общий фонд заработной платы входят дополнительные доплаты за фонд потребления, которые включают в себя: единовременные премии - 5%, вознаграждение за выслугу лет - 10%, материальная помощь - 3%, доплата к отпуску - 2%.

Общий фонд заработной платы приведен в таблице 37.

Таблица 40 – Общий фонд заработной платы

					ДП 44.03,04.164ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			76

Фонд заработной платы	Виды доплат из фонда потребления, тыс. руб.				Общий фонд заработной платы, тыс. руб.
	Единовременные премии (5%)	Вознаграждения за выслугу лет (10%)	Материальная помощь (3%)	Доплаты к отпуску (2%)	
Основные рабочие	4228.6	8457.1	2537.1	1691.4	101485.4
Вспомогательные рабочие	2046.7	4093.5	1228.0	818.7	49121.6
Управленческий и обслуживающий персонал	459.5	919.1	275.7	183.8	11029.0
Итого по цеху	6734.8	13469.7	4040.9	2693.9	161636.0

4.4. Расчёт капитальных затрат и амортизационных отчислений

Расчёты выполняются по ориентировочным нормативам. Стоимость здания цеха примем 7000 рублей за 1м³, стоимость бытовых помещений 12000 рублей за 1м³.

Затраты на здания и бытовые помещения вычисляются по формулам [11]:

$$C_{зд} = V_{зд} \cdot c_{зд}, \quad (54)$$

$$C_{бп} = V_{бп} \cdot c_{бп}, \quad (55)$$

где $V_{зд}$ и $V_{бп}$ – объем здания и бытовых помещений, м³;

$c_{зд}$ и $c_{бп}$ – удельная цена здания и бытовых помещений, тыс. руб./м³.

$$C_{зд} = 110000 \cdot 7 = 770000 \text{ тыс. руб.}$$

$$C_{бп} = 3500 \cdot 12 = 42000 \text{ тыс. руб.}$$

Затраты на монтаж оборудования примем 10% от цены оборудования.

Затраты на приобретение и монтаж подъемно-транспортного оборудования примем 60% от стоимости технологического оборудования.

Затраты на прочее вспомогательное оборудование примем в размере 25% от стоимости технологического оборудования.

Затраты на инструмент и приспособления составляют 500 руб. на 1 тонну годных, отливок.

Стоимость хозяйственного инвентаря на одного рабочего принимается из расчета 2000 руб. на работающего в цехе.

Результаты расчетов капитальных затрат и амортизационных отчислений сведены в таблице 38.

Для выполнения расчетов принимаем следующие значения норм амортизации [11]:

- для зданий и сооружений - 2%;
- для плавильных печей - 7%;
- для технологического оборудования - 9%;
- для подъемно-транспортного оборудования - 10%;
- для инструмента и оснастки - 50%;
- для прочего оборудования - 10%.

Затраты на содержание и ремонт оборудования рассчитываем в процентах от балансовой стоимости, они приведены в таблице 39.

Таблица 41 – Расчет капитальных затрат и амортизационных отчислений

Наименование	Марка оборудования	Количество	Стоимость единицы оборудования				Общая стоимость, руб.	Амортизационные отчисления	
			Цена, тыс. руб.	Монтаж		Всего, тыс. руб.		Норма, %	Сумма, тыс. руб.
				%	тыс. руб.				
1. Здания и сооружения			7 за м ³				770000	2	15400
2. Бытовые помещения			12 за м ³				42000	2	840
ИТОГО							812000		16240
3. Основное оборудование									
Плавильная печь	ДСП-3	4	5000	10	500	5500	22000	7	1540
Формовочная линия	ИЛ225	2	100000	10	10000	110000	220000	9	19800
Стержневая линия	ЛП032	2	50000	10	5000	55000	110000	9	9900
Автоматизированная линия регенерации		2	10000	10	1000	11000	22000	9	1980
Бегуны	1524	2	300	10	30	330	660	9	59.4
Барaban дробебетный	42322	3	300	10	30	330	990	9	89.1

Камера дробебет- ная	42322	1	1000	10	100	1100	1100	9	99
Термическая печь		3	3500	10	350	3850	11550	9	1039.5
Шлифовальный ста- нок		10	150	10	15	165	1650	9	148.5
Грунтовочная камера		1	200	10	20	220	220	9	19.8
Пост газорезки		1	500	10	50	550	550	9	49.5
ИТОГО							390720		34724.8
4. Подъемно- транспортное обо- рудование							234432	10	23443.2
5. Инструмент и оснастка							12250	50	6125
6. Прочее оборудо- вание							97680	10	9768
7. Хозяйственный инвентарь							516	-	-
ИТОГО							344878		39336.2
ВСЕГО ЗАТРАТ							735598		74061

Таблица 42 – Смета расходов на ремонт и содержание оборудования

Наименование статьи затрат	Сумма, тыс. руб.	Примечание
Эксплуатация оборудования	3907.2	1% от стоимости оборудования
Текущий ремонт оборудования	19536	5% от стоимости оборудования
Внутрипроизводственное перемещение груза	122.5	5 руб. на 1 т годного литья
Износ малоценного и быстро изнашиваемого оборудования	367.5	15 руб. на 1 т годного литья
Прочие расходы	2393.3	10% от общей суммы расходов
ИТОГО	26326.5	

4.5. Определение затрат и планирование себестоимости продукции

В себестоимость продукции включаются следующие группы затрат [11]:

- материальные затраты;
- затраты на оплату труда;
- отчисления на социальные нужды;
- амортизация основных фондов;
- прочие расходы.

Основная себестоимость продукции определяется из стоимости прямых затрат на материалы; оплаты прямого труда (расходы на оплату труда основных рабочих и отчисления на социальные нужды); затрат на амортизацию; ремонт и обслуживание оборудования, технологическую энергию.

Непроизводственные затраты продукции связаны с затратами на её продажу и поставку сырья, оплату заводской администрации, судебные издержки и т.п.

Сумма производственных и непроизводственных затрат образует полную себестоимость.

Смета цеховых расходов представлена в таблице 40.

Калькуляция себестоимости 1 тонны годных отливок представлена в таблице 41.

Расходы на подготовку и освоение производства планируются в размере 52% от основной зарплаты производственных рабочих в сумме с затратами на ремонт и эксплуатацию оборудования. Общезаводские расходы прием в размере 80% от заработной платы производственных рабочих и расходов на ремонт и эксплуатацию оборудования.

Непроизводственные расходы прием 3% от производственной себестоимости [11].

Таблица 43 – Смета цеховых расходов

Статья затрат	Сумма	
	На 1 т литья, руб.	На программу, тыс. руб.
1. Затраты на оплату вспомогательных рабочих, управленческого и обслуживающего персонала	2,5	60150.6
2. Отчисления на социальные нужды	1,6	40409
3. Амортизационные отчисления	3	74061
4. Затраты на НИОКР, рационализаторство, изобретательство (8% от основной зарплаты производственных рабочих)	0,5	12048.6
5. Расходы на охрану труда (10% от основной зарплаты производственных рабочих)	0,6	15060.7
6. Стоимость вспомогательных материалов	28	684873
7. Транспортный налог (1% от цехового фонда заработной платы)	0,07	1616.4
8. Прочие расходы (15% от суммы всех предыдущих расходов)	5,4	133232.9
Итого цеховых расходов	41.7	1021452.2

Стоимость вспомогательных материалов 44

Наименование материала	Расход, т		Затраты		
	На годовую программу	На 1т годного литья	Цена, руб./т	На годовую программу, тыс.руб	На 1т годного литья, тыс.руб.
1	2	3	4	5	6

1.Кварцевый песок	257985	10.53	300	77395.5	3.159
2. Глина	6615	0.27	5000	33075	1.35
3. Смола	1102.5	0.045	500000	551250	22.5
4. отвердитель	77.175	0.00315	300000	23152.5	0.945
ИТОГО				684873	27.954

Таблица 45 – Калькуляция себестоимости 1 т годных отливок

Статьи затрат	На 1 т годного литья			На программу	
	Количество, т	Цена, руб.	Сумма, руб	Количество, т	Сумма, тыс. руб.
1. Сырье и основные материалы					
Стальной лом	0.89	4800	4260.8	21748.0	104390.6
Стружка в брекетах	0.16	9500	1536.3	3962.1	37639.9
Чугун передельный	0.07	6500	474.5	1788.5	11625.4
Литники и прибыли	0.56			13782.4	
Итого	1,68				
2. Возврат	0.56			13781.3	
Угар и безвозвратные потери	0.12			2999.9	
Итого за вычетом возврата и угара	1.00		6271.7	24500.0	153655.9
3. Оплата труда основных рабочих			4142.3		101485.4
4. Отчисления на социальные нужды			1649.3		40409.01
5. Технологическая электроэнергия	4275	4.8	20520	104737500	502740
6. Энергия на технические нужды					
- вода, м ³	25	4.42	110.5	612500	2707.25
- сжатый воздух, м ³	2700	2.36	6372	66150000	156114
7. Технологическое топливо, мЗ	24.5	4.75	116.3	600000	2850
8. Расходы на ремонт и эксплуатацию оборудования			1074.6		26326.5
9. Расходы на подготовку и освоение производства			3755.3		92005.4

10. Отчисления на амортизацию оборудования			3022.9		74061
Основная себестоимость			47034.9		1152354.5
Цеховые расходы			41691.9		1021452.2
Цеховая себестоимость			88726.8		2173806.7
Общезаводские расходы			5777.4		141546.8
Производственная себестоимость			94504.2		2315353.5
Непроизводственные расходы			2835.1		69460.6
Полная себестоимость			97339.3		2384814.1

4.6. Расчет плановых постоянных и переменных затрат

Постоянные затраты складываются из следующих составляющих:

$$FC = FC_1 + FC_2 + FC_3 + FC_4 + FC_5 + FC_6 + FC_7 + FC_8;$$

где: FC_1 – отчисления на амортизацию оборудования, зданий и сооружений;

FC_2 – отчисления на эксплуатацию и ремонт оборудования;

FC_3 – затраты на оплату вспомогательных рабочих, управленческого и обслуживающего персонала, плюс отчисления на социальные нужды;

FC_4 – затраты на НИОКР, рационализаторство и изобретательство;

FC_5 – расходы на охрану труда;

FC_6 – прочие цеховые расходы;

FC_7 – общезаводские расходы;

FC_8 – непроизводственные расходы.

Значения затрат берутся из соответствующих статей калькуляции себестоимости и сметы цеховых расходов.

$$FC = 74061 + 26326.5 + 75188.24 + 12048.6 + 15060.7 + 133232.9 + 141546.8 + 69460.6 = 546925.3 \text{ тыс.р.}$$

Средние удельные постоянные расходы равны: $AFC = FC/M$, где M – годовой выпуск годного литья по программе цеха, т.

$$AFC = 546925.34 / 24500 = 22,3 \text{ тыс.р./т.}$$

Далее производим расчёт переменных затрат по формуле:

$$VC = VC_1 + VC_2 + VC_3 + VC_4 + VC_5 + VC_6,$$

где VC_1 – суммарные затраты на сырьё и основные материалы;

VC_2 – затраты на оплату труда основных рабочих и отчисления на социальные нужды;

VC_3 – затраты на технологическую энергию;

VC_4 – затраты на техническое использование воды и сжатого воздуха;

VC_5 – затраты на вспомогательные материалы;

VC_6 – транспортный налог.

Данные для расчёта переменных расходов берутся из соответствующих статей таблицы 32.

$$VC = 153655.9 + 126856.76 + 502740 + 158821.25 + 684873 + 1616.4 = 1628563.3 \text{ тыс.р.}$$

Средние удельные переменные расходы (на 1 т годного литья) равны: $AVC = VC/M$,

$$AVC = 1628563.3 / 24500 = 66,5 \text{ тыс.р./т.}$$

Общие годовые затраты равны: $TC = FC + VC$, то есть:

$$TC = 546925.3 + 1628563.3 = 2175488.6 \text{ тыс. р.}$$

Общие средние удельные затраты равны полной себестоимости годного литья:

$$ATC = AFC + AVC,$$

$$ATC = 22,3 + 66,5 = 88,8 \text{ тыс. р./т.}$$

4.7. Ценообразование

При установлении цен на продукцию используют следующие методы ценообразования:

- обеспечение безубыточности и получение прибыли;
- установление цены, исходя из ценности товара;
- ориентацию на издержки производства.

Рассчитаем цену по формуле:

$$P = 1,9 \cdot S,$$

где: S – себестоимость тонны годного литья, тыс. р.;

$$P = 1,9 \cdot 97,3 = 184,9 \text{ тыс. р.}$$

Примем цену на тонну годного литья из сплава 25Л, равную 185000 р.

Доход от продаж определим по формуле:

					ДП 44.03,04.164ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			

тъя будет составлять $M_{\text{пр.кв}} \cdot 0,5 = 6125 \cdot 0,5 = 3062,5$ т; в пятом квартале - $M_{\text{пр.кв}} \cdot 0,75 = 6125 \cdot 0,75 = 4593,75$ т; в шестом и последующих кварталах - $M_{\text{пр.кв}} = 6125$ т. Для начала реализации проекта требуется прирост оборотных фондов на создание в третьем квартале необходимых запасов основных и вспомогательных материалов.

Суммарные инвестиционные издержки на проект сводим в таблице 30.

Таблица 46 – Распределение необходимых инвестиций в основные и оборотные средства

Адрес инвестиций	Инвестиции по кварталам, млн.р.						Всего
	1	2	3	4	5	6	
1. Строительство здания	243,6	243,6	324,8	-	-	-	812
2. Приобретение и монтаж оборудования	-	-	69	206,9	69	-	344,9
3. Прирост оборотных фондов	-	-	210	-	-	-	210
Итого	243,6	243,6	603,8	206,9	69	-	1366,9

В таблице приняты следующие обозначения: ИОК₁ – капитальные затраты на строительство здания и бытовых помещений; ИОК₂ – капитальные затраты на приобретение и монтаж оборудования.

Общий объём необходимых инвестиций равен:

$$\text{ИОК} = \text{ИОК}_1 + \text{ИОК}_2 + \text{ИПО},$$

где ИПО – инвестиции на прирост оборотных средств.

Оперативный план производства приведен в таблице 33. Примем объём собственных средств ИФС = 0,6 · ИОК. Остальные средства в объеме 0,4 · ИОК распределяются между привлеченными и заемными средствами, т.е. ИОК = ИФС + ИФП_р + ИФ_з.

Таблица 47 – Оперативный план производства

Показатель	Кварталы								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9-12
1. Рыночный потенциал цеха, т.	-	-	-	3062.5	4593.75	6125	6125	6125	24500
2. Цена 1 тонны годного литья, тыс.р.				185	185	185	185	185	185
3. Объем продаж, тыс.т.	-	-	-	3062.5	4593.75	6125	6125	6125	24500
4. Доля предприятия в отраслевом рынке	0	0	0	0,5	0,75	1	1	1	1
5. Объем производства, тыс.т.	-	-	-	3062.5	4593.75	6125	6125	6125	24500

Привлеченные средства получают за счет выпуска и продажи обычных акций.

Заемный капитал предполагает возврат средств и выплату процентов. Преимуществом использования заемных средств является исключение процентных выплат за кредит из валовой прибыли, при расчете налогооблагаемой прибыли. Примем ставку на кредит – 20 % годовых (5 % в квартал) с поквартальной выплатой, $ИФП_p = 0,25 \cdot ИОК$ и $ИФ_3 = 0,15 \cdot ИОК$.

В таблице 34 приведены источники финансирования.

Таблица 48 – Источники финансирования

Наименование источника	Распределение вложений по кварталам, млн р.						
	1	2	3	4	5	6	Всего
1. Собственные средства	243,6	243,6	603,8	34,3	-	-	1125,3
2. Привлеченные средства	-	-	-	151	-	-	151
3. Заемные средства	-	-	-	21,6	69	-	90,6
Итого	243,6	243,6	603,8	206,9	69	-	1366,9

План привлечения и погашения кредитных средств приведен в таблице 35.

Таблица 49 - План привлечения и погашения кредитных средств

Наименование операции	Распределение по кварталам, млн р.					
	4	5	6	7	8	9-12
1. Привлечение кредита	21,6	69	-	-	-	-
2. Погашение кредита	-	-	-	-	-	90,6
3. Финансовые издержки (процент за кредит)	-	1,1	4,5	4,5	4,5	-

Итого	21,6	70,1	4,5	4,5	4,5	90,6
-------	------	------	-----	-----	-----	------

При реализации проекта осуществляются три вида деятельности: инвестиционная, операционная и финансовая. В каждом из этих видов деятельности можно выделить притоки и оттоки денежных средств.

Инвестиционная деятельность – это деятельность предприятия по вкладыванию собственных средств и привлечению чужих средств.

Операционная деятельность – деятельность по производству продукции.

Финансовая деятельность связана с привлечением собственного капитала, кредитов, с погашением задолженностей по кредитам, с выплатами дивидендов.

Данные по операционной, инвестиционной и финансовой деятельности приведены в таблицах 36, 37 и 38.

Таблица 50 – Данные по инвестиционной деятельности

Наименование показателя	Распределение по кварталам, млн.р.								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9–12
Поступления от продажи активов (акций)	-	-	-	151	-	-	-	-	-
Затраты на приобретение активов	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Итого	-	-	-	151	-	-	-	-	-

Таблица 37 – Данные по финансовой деятельности

Наименование показателя	Распределение по кварталам, млн.р.								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9–12
Собственный капитал	243,6	243,6	603,8	34,3	-	-	-	-	-
Заемные средства	-	-	-	21,6	69	-	-	-	-
Излишек средств	243,6	243,6	603,8	55,9	69	-	-	-	-

Таблица 51 – Данные по операционной деятельности

Показатель	Распределение по кварталам
------------	----------------------------

	1-3	4	5	6	7	8	9 – 12
1. Объём производства, т.	-	3062.50	4593.75	6125.00	6125.00	6125.00	24500.00
2. Цена продукции, тыс.р./т.	-	185	185	185	185	185	185
3. Доход от продаж, млн.р.	-	566.6	849.8	1133.1	1133.1	1133.1	4532.5
4. Налог на добавленную стоимость, млн.р.	-	102.0	153.0	204.0	204.0	204.0	815.9
5. Налоги и сборы, млн.р.	-	8.5	12.7	17.0	17.0	17.0	68.0
6. Валовые затраты, млн.р.	-	298.1	447.2	596.2	596.2	596.2	2384.8
7. Валовая прибыль, млн.р.	-	155.1	232.7	310.3	310.3	310.3	1241.2
8. Резервный фонд, млн.р.	-	14.5	21.6	28.6	27.9	27.9	110.4
9. Резервный фонд нарастающим итогом, млн.р.	-	14.5	36.1	64.7	92.6	120.5	231.0
10. Фонд развития, млн.р.	-	123.1	176.8	228.9	195.5	195.5	717.7
11. Налогооблагаемая прибыль, млн.р.	-	9.1	21.6	35.8	69.8	69.8	345.1
12. Налог на прибыль, млн.р.	-	1.8	4.3	7.2	14.0	14.0	69.0
13. Чистая прибыль, млн.р.	-	144.8	215.7	286.1	279.3	279.3	1104.2
14. Фонд потребления, млн.р.	-	0	0	0	27.9	27.9	110.4
15. Фонд накопления, млн.р.	-	123.1	176.8	228.9	195.5	195.5	717.7
16. Фонд накопления нарастающим итогом, млн.р.	-	123.1	300.0	528.9	724.4	919.9	1637.7
17. Дивиденды, млн.р.	-	7.2	17.3	28.6	27.9	27.9	165.6

Налог на добавленную стоимость (НДС) принят 18 % от дохода, а налоги и сборы взяты в размере 1,5 % от дохода. Отчисления в резервный фонд являются обязательными. Начиная с 4 квартала, примем отчисления в резервный фонд 10 % от чистой прибыли. Фонд потребления до 7 квартала примем равным нулю. С 7 квартала отчисления в фонд потребления составят 10 % от чистой прибыли.

Накопление резервного фонда производится до тех пор, пока он не достигнет 15 % от уставного капитала. Пока не будет обеспечена положительная разница между притоком и оттоком денежных средств, весь фонд накопления будет направляться на реализацию проекта.

Валовая прибыль определяется по формуле

$$ВП = 0,8Д - ВЗ,$$

где ВЗ – валовые затраты с учетом отчислений по %-м ставкам за кредит.

Расчет чистой прибыли производится по формуле:

$$ЧП = \frac{(ВП - НС) \cdot \left(1 - \frac{НП}{100}\right)}{1 - (1 - K_1 - K_2) \cdot \frac{НП}{100}},$$

где

ВП – валовая прибыль, млн.р.;

НС – сумма налогов и сборов, млн.р.;

НП – налог на прибыль, млн.р.;

K_1 и K_2 – доли от чистой прибыли, отчисляемые в фонд потребления и дивиденды, млн.р. (значения приведены в таблице 39).

Таблица 39 – Значения коэффициентов K_1 и K_2

Коэффициент	Квартал					
	4	5	6	7	8	9-12
K ₁	0	0	0	0,1	0,1	0,1
K ₂	0,05	0,08	0,1	0,1	0,1	0,15

Налогооблагаемую прибыль определим по формуле:

$$\text{НОП} = \text{ВП} - \text{НС} - \text{РФ} - \text{ФР},$$

где ФР-фонд развития (примем его равным фондом накопления ФН),
РФ-резервный фонд.

Резервный фонд рассчитываем по формуле:

$$\text{РФ} = 0,1 \cdot \text{ЧП}.$$

Фонд потребления рассчитываем по формуле:

$$\text{ФП} = K_1 \cdot \text{ЧП}.$$

Отчисления на дивиденды рассчитываем по формуле:

$$\text{Д} = K_2 \cdot \text{ЧП}.$$

Фонд накопления (фонда развития) рассчитываем по формуле:

$$\text{ФН} = \text{ЧП} - \text{ФР} - \text{Д}.$$

В таблице 40 приведены данные по притокам и оттокам денежных средств в первые 12 кварталов реализации проекта.

Таблица 52 – Расчет чистых денежных потоков

Денежные потоки, млн р.	Денежные потоки в кварталы инвестиционного периода, млн.р.								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9-12
I. Операционная деятельность									
1. Приток наличности	-	-	-	123,1	176,8	228,9	195,5	195,5	717,7
2. Погашение задолженности за кредит	-	-	-	-	-	-	-	-	-90,6
3. Расходы на основные средства	-243,6	-243,6	-603,8	-206,9	-69	-	-	-	-
4. Чистый денежный поток	-243,6	-243,6	-603,8	-83,8	107,8	228,9	195,5	195,5	627,1
II. Финансовая деятельность									
Приток	243,6	243,6	603,8	34,3	-	-	-	-	-
5. Собственный капитал	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6. Заемные средства	-	-	-	21,6	69	-	-	-	-
7. Чистый денежный поток	243,6	243,6	603,8	55,9	69	-	-	-	-
III. Инвестиционная деятельность									
Приток	-	-	-	151	-	-	-	-	-
8. Поступления от продажи активов (акций)	-	-	-	151	-	-	-	-	-
9. Чистый денежный поток	-	-	-	151	-	-	-	-	-
10. Излишек средств	0	0	0	123,1	176,8	228,9	195,5	195,5	627,1
11. Суммарная потребность	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12. Сальдо на конец месяца				123,1	299,9	528,8	724,3	919,8	1546,9

Таблица 53 – Расчёт чистого дисконтированного эффекта

Наименование показателя	Кварталы							8	9 – 12
	1	2	3	4	5	6	7		
1. Чистый денежный поток, млн.р.	0	0	0	123.1	176.8	228.9	195.5	195.5	627.1
2. Коэффициент дисконта α_t	1	0.855	0.731	0.624	0.534	0.452	0.39	0.335	0.178
3. Чистый дисконтированный поток, млн.р.	0	0	0	76.8144	94.4112	103.4628	76.245	65.4925	111.6238
4. Чистый дисконтированный поток нарастающим итогом, млн.р.	0	0	0	76.8144	171.2256	274.6884	350.9334	416.4259	528.0497

Таблица 54 – Дисконтированные значения инвестиций

Наименование показателя	Инвестиции по кварталам				
	1	2	3	4	5
1. Суммарные инвестиции, млн.р.	243.6	243.6	603.8	206.9	69
2. Дисконтирующий множитель, α_t	1	0.855	0.731	0.624	0.534
3. Дисконтированные инвестиции, млн.р.	243.6	208.278	441.3778	129.1056	36.846

4. Дисконтированные инвестиции нарастающим итогом, млн.р.	243.6	451.878	893.2558	1022.3614	1059.2074
--------------------------------------------------------------------	-------	---------	----------	-----------	-----------

4.9. Показатели эффективности

Показателями эффективности проекта являются:

1) чистый дисконтированный доход (ЧДД) в конце периода (9 – 12 кварталы). ЧДД определяется как разность данных по чистому дисконтированному эффекту S и данных по дисконтированным значениям инвестиций на конец периода K :

$$\text{ЧДД} = S - K,$$

где S – суммарное дисконтированное значение денежного потока в конце периода;

K – суммарное дисконтированное значение инвестиций.

$$\text{ЧДД} = 1059.2074 - 528.0497 = 531.1577 \text{ млн. р.}$$

2) индекс доходности (ИД) определяется по формуле:

$$\text{ИД} = S/K,$$

$$\text{ИД} = 1059.2074 / 528.0497 = 2.$$

ИД > 1, следовательно проект считается эффективным.

3) срок окупаемости проекта определяем по графику (рисунок 1). В нашем случае срок окупаемости составляет кварталов.

4) доля собственных средств предприятия в проекте составляет:

$$(1125.3 / 1366.9) \cdot 100\% = 82 \ %.$$

5) точка безубыточности – это значение минимального объёма выпуска продукции, при котором достигается «нулевая валовая прибыль» (доход от продажи равен издержкам производства). Точка безубыточности рассчитывается по формуле:

$$Q_{кр} = FC / (P - AVC),$$

где FC – постоянные затраты, млн.р.;

P – цена одной тонны годного литья, млн.р.;

AVC – средние удельные переменные расходы, млн.р.

$Q_{кр} = 546.9 / (0.185 - 0.07) = 4755,7 \text{ т} < 24500 \text{ т}$, т.е. выпуск отливок превышает точку безубыточности.

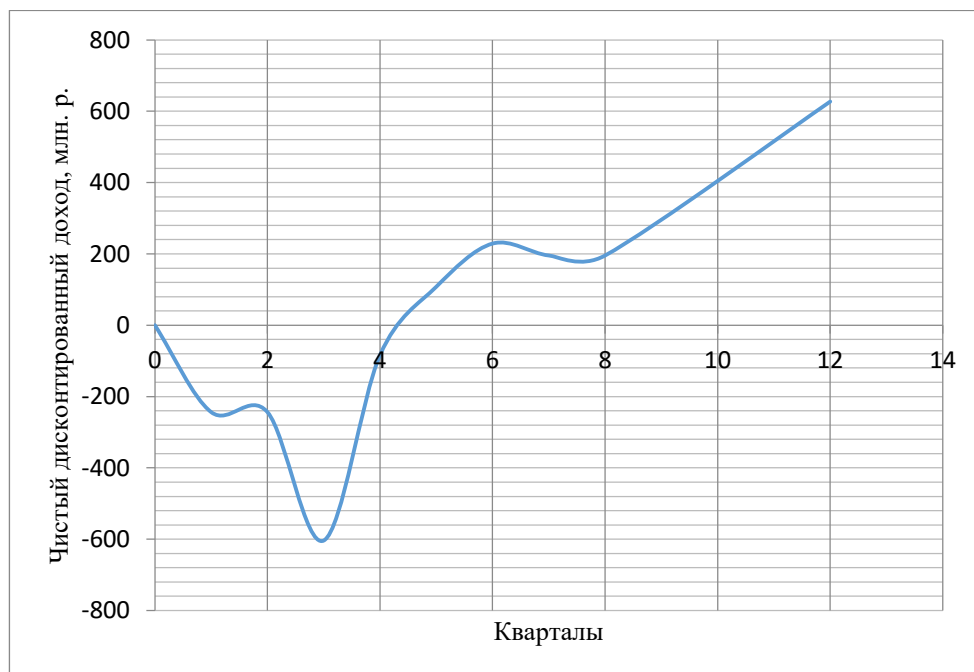


Рисунок 3 – Финансовый профиль проекта

В данной части дипломного проекта были проведены расчеты эффективности проекта. Было рассчитано количество рабочих, фонды заработной платы, затраты на строительство здания и приобретение оборудования. Мы рассчитали полную себестоимость продукции, как на годовую программу, так и на одну тонну отливок.

Проанализировав расчеты, мы можем сделать вывод, что разрабатываемое производство является прибыльным.

3 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

В литейном цехе на здоровье работающих отрицательно влияют условия труда, которые характеризуются такими опасными и вредными факторами, как: пыль, шум, вибрация, микроклимат, электромагнитные излучения освещенность электробезопасность пожарная безопасность.

Эти факторы приводят к различного рода заболеваниям и травмам и, как следствие, к ухудшению здоровья и снижению работоспособности.

Охрана труда объединяет комплекс мероприятий по трудовому законодательству, технике безопасности и производственной санитарии, обеспечивающих безопасные работы, а также предупреждение несчастных случаев. Задачей охраны труда является сведение к минимуму вероятности поражения или заболевания работающих, с одновременным обеспечением комфорта и максимальной производительности труда.

Система управления безопасностью жизнедеятельности на предприятии представляет собой регламентированную нормативно-техническими документами совокупность взаимосвязанных организационных, технических, санитарно-гигиенических и социально-экономических мероприятий, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособность трудящихся в процессе труда.

					ДП 44.03,04.164ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			

4. 1. Безопасность труда

Здоровый и производительный труд возможен только при хорошем содержании рабочего места, его правильной организации.

Стандарты на общие требования безопасности к производственному оборудованию устанавливают требования безопасности к конструкции оборудования в целом и его отдельным элементам. Методы контроля выполнения требований безопасности содержат требования безопасности размещения элементов технологических систем, режимов работы производственного оборудования, систем управления и режима труда персонала, требования по применению средств защиты, стандарты на нормы и общие требования по видам опасности, устанавливают предельно допустимые концентрации, уровни или дозы вредных веществ и требования безопасности при работе с веществами, которые выделяют опасные и вредные пары. Работа по обеспечению безопасности трудящихся является важнейшей задачей охраны труда.

Нарушение требований безопасности в таких условиях создает опасные ситуации, приводящие к несчастным случаям, обусловленные воздействием на трудящихся опасных и вредных производственных факторов.

4. 2. Защита от тепловых и электромагнитных излучений

В пирометаллургических производствах, где условия рабочей зоны характеризуются повышенными температурами, действуют нормы интенсивности теплового излучения. Основной метод защиты – экранирование. Экраны применяют как для экранирования источников излучения, так и для экранирования рабочего места от лучистой энергии. По принципу действия экраны подразделяют на: теплопоглощающие, теплоотражающие и теплоотводящие.

Средствами индивидуальной защиты служат спецодежда, спецобувь, защитные очки, щитки (защищают от брызг и струй металла и шлака).

Для улучшения условий труда применяют естественную и искусственную вентиляцию, местную вентиляцию, рациональную организацию режима труда и отдыха, устройство специальных комнат отдыха.

Источниками электромагнитных полей промышленной частоты являются линии электропередачи напряжением 1150кВ, открытые распределительные устройства, включающие коммутационные аппараты, устройства защиты и автоматики, измерительные приборы, сборные, соединительные шины и др. электроустановки.

4. 3. Защита от механического травмирования

Снизить механический травматизм помогает повышение культуры производства, и соблюдение работниками правил безопасного ведения работ и требований инструкций по технике безопасности. Виды защитных ограждений производственного оборудования по ГОСТ12.2.062 – 81.

4. 4 . Монтаж, ремонт и использование грузоподъемных и транспортных средств

В отделении установлены следующие грузоподъемно-транспортные механизмы: мостовые, шаржерные краны, электротельдеры, лебедки, челночные механизмы. Состояние этих средств и график ремонтов соответствует положениям ГОСТ12.2.065 – 81.

Травмирование людей при эксплуатации средств малой механизации происходит главным образом из-за нарушения методов зацепки грузов и несоответствия производимых загрузок грузоподъемности средств. С целью сокращения числа травм при эксплуатации оборудования должны периодически проводиться инструктажи и проверка знаний по технике безопасности.

4. 5. Защита от шума и вибраций

Борьба с шумом наиболее рациональна посредством уменьшения его в источнике. Применяемые в отделении средства уменьшения шумов механического и аэродинамического происхождения у их источников – это своевре-

менный ремонт неисправностей механизмов, широкое применение принудительного смазывания трущихся поверхностей в сочленениях, применение в вентиляторах лопаток оптимального сопротивления воздуху и газам, создание оптимальной пульсации давления рабочей среды в аэродинамических процессах. Уровень шума на анодном переделе в целом соответствует требованиям ГОСТ 12.1.003 – 83 и ГОСТ 12.1.036 – 81. В качестве средств индивидуальной защиты могут применяться ушные вкладыши (беруши).

При монтаже во время реконструкции оборудования учитываются требования ГОСТ 12.1.012 – 90 “Вибробезопасность”. Компрессоры, насосы, вентиляторы установлены на амортизаторы (резиновые, металлические, комбинированные). В качестве средств индивидуальной защиты работающих используют обувь на массивной подошве, а так же применяются виброзащитные перчатки.

В среднем по отделению рабочие находятся в зонах вибрации не более 10% рабочего дня. Регламентация времени нахождения рабочего в местах сильной вибрации является действенной мерой охраны труда. Уровень вибрации, воздействующий на работающих, вполне отвечает нормам вибрации по ГОСТ 12.1.012 – 90.

4. 6. Вентиляция

Задачей вентиляции является обеспечение чистоты воздуха и необходимых метеорологических условий в производственных помещениях.

Рационально спроектированные и правильно эксплуатируемые вентиляционные системы способствуют улучшению самочувствия работающих и повышению производительности труда. По проведенным исследованиям кондиционирование воздуха может повысить производительность труда на 4-10 %.

Для создания в производственном помещении микроклимата, отвечающего санитарным нормам, необходимо правильно скомбинировать естественную и механическую вентиляции. Также должна быть предусмотрена система аварийной вентиляции, которая применяется для быстрого удаления

					ДП 44.03,04.164ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			

из помещения значительных объемов газов с большими содержаниями вредных веществ. Аварийная вентиляция должна быть вытяжной и обеспечивать как минимум восьмикратный воздухообмен.

Вентиляция считается эффективной, если она обеспечивает соответствие состояния воздуха требованиям СНиП 245-71 и ГОСТ 12.1.005-88.

Основными вредностями являются: тепловыделения из печи; пыль; газ SO_2 .

Для борьбы с пылевыведениями предусмотрены аспирационные системы, снабженные местными отсосами с последующей очисткой запыленного воздуха в электрофильтрах и циклонах.

Вентиляция обеспечивает удаление загрязненного или нагретого воздуха из помещения и подачи на его место свежего.

Системы механической вентиляции подразделяются на общеобменные, местные, аварийные, смешанные и системы кондиционирования.

Механическая вентиляция по сравнению с естественной имеет ряд преимуществ: большой радиус действия; возможность изменять или сохранять необходимый воздухообмен независимо от температуры наружного воздуха и скорости ветра; подвергать вводимый в помещение воздух предварительной очистке, осушке или увлажнению, подогреву или охлаждению; улавливать вредные выделения непосредственно на местах их образования; очищать загрязненный воздух перед выбросом его в атмосферу.

К недостаткам механической вентиляции следует отнести значительную стоимость ее сооружения и эксплуатации, а также необходимость проведения мероприятий по снижению шума.

Здоровый и производительный труд возможен только при хорошем содержании рабочего места, его правильной организации.

Удобная рабочая поза, отсутствие суеты, лишних движений, уют в помещении важны для производительности труда, для борьбы с преждевременным утомлением.

					ДП 44.03,04.164ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			

На работоспособность человека существенное влияние оказывает микроклимат рабочего помещения.

Наличия вредных веществ в воздухе, сравнение с нормативом ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

Таблица 55. - Нормативные показатели производственного микроклимата

Вредные вещества	Норма мг/м ³	Наличие мг/м ³
Пыль нетоксичная	6	4
Диоксид серы	0,5	0,4
Диоксид азота	2	2
Оксид углерода	10	10

Нормативные показатели производственного микроклимата установлены ГОСТ 12.1.005-88 и СанПиН 2.2.4.584-96. Этими нормами регламентированы показатели микроклимата в рабочей зоне производственного помещения: температура, относительная влажность, скорость движения воздуха в зависимости от способности организма человека к акклиматизации в разное время года, характера одежды, интенсивности производимой работы и характера тепловыделений в рабочем помещении.

4. 7. Производственное освещение

Свет - сильный стимулятор работоспособности.

Освещение считается достаточным, если оно позволяет длительное время без напряжения работать и не вызывает при этом утомления глаз.

Освещенность

В зданиях и помещениях применяются три вида освещений: естественное, искусственное и совмещенное.

Нормы проектирования освещения представлены в СНиП23 – 05-95.

По параметрам освещенности условия труда работающих в медеплавильном цехе относятся к VI разряду зрительной работы, общие наблюдения за ходом производственного процесса постоянная и периодическая – VIII разряд работы, подразряды а и б.

Естественное освещение нельзя задавать количественно величиной освещенности, так как естественное освещение характеризуется тем, что создаваемая освещенность изменяется в чрезвычайно широких пределах.

Эти изменения обуславливаются временем дня, года и метеорологическими факторами. В качестве нормируемой величины для естественного освещения принята относительная величина – коэффициент естественной освещенности, который представляет собой выраженные в процентах отношение освещенности в данной точке внутри помещения к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности, создаваемой светом полностью открытого небосвода. Значение коэффициента естественной освещенности с учетом характера зрительной работы, системы освещения, района расположения здания на территории РФ определяются по СНиП23- 05 – 95.

В тёмное время суток, а также при недостаточном естественном освещении необходимо использовать искусственное освещение. Учитывая непрерывный режим работы в медеплавильном цехе освещённость должна быть не менее 50 лк (СНиП 23.05-95).

Искусственное освещение подразделяется на несколько видов. Наиболее приемлемо комбинированное освещение, состоящее из общего и местного освещения.

Общее освещение – это освещение всего производственного помещения. Оно позволяет производить работы в любом месте освещаемого пространства.

Местное освещение предназначено для освещения только рабочего пространства с нужным уровнем освещённости. Оно может быть стационарным и переносным.

					ДП 44.03,04.164ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			

Аварийное и ремонтное освещение предусматривается на случай внезапного отключения рабочего освещения и необходимо для продолжения работы или эвакуации людей из помещения при аварийном отключении рабочего освещения.

Оно должно обеспечивать освещённость рабочих мест не менее 10% от рабочего освещения. Аварийное освещение должно иметь постоянно действующий источник питания и автоматически включаться при аварии рабочего освещения. Принимаем для аварийного освещения лампы мощностью 500 Вт. Лампы расположены по середине помещения. Ремонтное освещение предусматривает освещение для проведения ремонтных работ. Для ремонтного освещения используют переносные лампы напряжением 12...36 В.

Эвакуационное освещение оборудуется в производственных помещениях с постоянно работающими людьми. В таких помещениях эвакуация людей в случае аварийного отключения рабочего освещения связана с опасностью травмирования из-за продолжения работы оборудования. Эвакуационное освещение предусматривается в местах, опасных для прохода людей, на лестницах, в основных проходах производственных помещений.

Предусматривается охранное освещение. Оно обеспечивает безопасность движения транспорта и рабочих по территории участка. Охранное освещение обеспечивает нормальные зрительные условия освещённости площадок складирования, проходов, проездов. Установка в виде прожектора на территории участка.

Таким образом, на перделе применяется естественное освещение, искусственное и совмещенное, уровень которого соответствует категории зрительной работы пердела.

4. 8. Обязательные рекомендации

До начала работы необходимо:

- надеть спецодежду и головной убор. Рукава одежды должны быть застегнуты или закатаны выше локтя; свисающие концы одежды не допускаются;

					<i>ДП 44.03,04.164ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>			

проверить исправность приспособлений, индивидуального освещения и механизмов, используемых в работе.

отрегулировать высоту приспособлений по своему росту;

подготовить рабочее место, удалив все посторонние предметы; разложить в соответствующем порядке требуемые для работы инструмент, приспособления, материалы и т.п.;

проверить исправность инструмента, Молотки должны иметь ровную, слегка выпуклую поверхность, быть хорошо насажены на ручки и закреплены клином; зубила не должны иметь зазубрин на рабочей части и острых ребер на гранях; напильники и шаберы должны быть прочно насажены на ручки;

проверить исправность оборудования, на котором придется работать, и его ограждение;

проверить исправность подъемных приспособлений (блоки, домкраты и др.); все подъемные механизмы должны иметь надежные тормозные устройства, а масса поднимаемого груза не должна превышать грузоподъемность механизма.

Запрещается оставлять груз в подвешенном состоянии после работы, стоять и проходить под поднятым грузом, превышать предельные нормы массы для переноски, вручную, установленные Федеральным законом от 17.07.99 № 181-ФЗ "Об основах охраны труда в Российской Федерации".

Во время работы необходимо:

- прочно зажимать в тисках деталь или заготовку, а во время установки или снятия ее соблюдать осторожность, так как при падении деталь может нанести травму;

- возвращать использованный инструмент на исходное место;

не сдувать опилки с верстака или обрабатываемой заготовки, не смахивать стружку рукой, а использовать для этого щетку-сметку;

при рубке металла зубилом учитывать, в какую сторону безопаснее для окружающих направить отлетающие частицы и установить с этой стороны

					ДП 44.03,04.164ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			

защитную сетку; работать только в защитных очках. Если по условиям работы нельзя применять защитные очки, то рубку выполняют так, чтобы отрубаемые частицы отлетали в ту сторону, где нет людей;

не допускать загрязнения одежды керосином, бензином, маслом.

По окончании работы необходимо:

- убрать с верстака заготовки и обработанные детали;

тщательно убрать рабочее место;

очистить инструмент и приспособления от стружки и уложить их, а также материалы на соответствующие места;

во избежание самовозгорания промасленных тряпок и концов и возникновения пожара убрать промасленные концы и тряпки в специальные металлические ящики;

выключить индивидуальное освещение.

4. 9. Пожарная безопасность

Возможными причинами возникновения пожаров могут быть нарушения технологического режима, неисправность электрооборудования (короткое замыкание), несоблюдение графика плановых ремонтов, износ футеровки и теплоизолирующих материалов, искры при сварочных работах, несоблюдение правил совместного хранения веществ и материалов.

ГОСТ12.1.004 – 91 “Пожарная безопасность. Общие требования” определяет способы и средства предотвращения и тушения пожаров следующим образом: предотвращение пожара должно достигаться предотвращением образования горючей среды и предотвращения образования в горючей среде (или внесение в нее) источников зажигания.

Так как металлургический цех в целом относится к пожароопасной категории Г, то противопожарная защита осуществляется применением средств пожаротушения (огнетушители), размещенными согласно СН 463-74 на 200 м² площади помещения приходится огнетушитель ОХП – 10 и огнетушитель ОУ – 10

4 .10. Природопользование и охрана окружающей среды

					ДП 44.03,04.164ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			

Металлургическое производство не может не оказывать влияния на окружающую среду. К параметрам, характеризующим это влияние, относятся характеристики источников выделения (производств, участков, агрегатов), характеристики выделяемых вредных веществ, ПДВ, ПДК, приведенное количество загрязняющего вещества, выбрасываемого в природную среду в год, равное произведению массы загрязняющего вещества на коэффициент токсичности (величина обратная ПДК), категория опасности производства, план мероприятий по регулированию выбросов НМУ, план мероприятий по снижению выбросов вредных веществ в атмосферу с целью достижения ПДВ, контроль за соблюдением нормативов ПДВ на источниках выброса и на контрольных точках, сведения о плановых выбросах.

В данном разделе рассматриваются весьма актуальные на сегодняшний момент вопросы экологического развития предприятий цветной металлургии.

Любая хозяйственная деятельность человека, связанная с добычей сырья, его переработкой и использованием влияет на состояние окружающей среды и непосредственно на человека.

При технологических процессах происходит выделение вредных веществ в различных формах отходов производства (жидких, твердых и газообразных) в окружающую среду. Вредные вещества, являясь отходами технологических процессов, находятся в воздухе с примесями дымовых газов, вентиляционных выбросов в виде пыли, токсичных газов, копоти, продуктов неполного сгорания топлива, паров, аэрозолей, которые воздушными потоками переносятся в воду и почву. В нашей жизни, когда производственная деятельность приводит к порче среды обитания человека, и когда природа уже не может сама восстановить первоначальное состояние, перед человечеством встает серьезнейшая задача предотвращения опасности порчи окружающей среды. Выход из создавшегося положения заключается в переходе к регулируемому и сознательному ограничиваемому воздействию человечества на природу.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	

Природоохранные мероприятия требуют дополнительных капитальных и эксплуатационных затрат предприятия. В связи с этим возникает новая проблема в природоохранной политике: как побудить коллективы различных предприятий к активизации работ по охране природной и окружающей среды, поэтому уровень разработок и экологическая эффективность природоохранных мероприятий должны быть подкреплены различными, и в том числе экономическими, стимулированиями.

Значительный вклад в загрязнение окружающей среды вносят именно предприятия цветной металлургии.

4. 9. Прогнозирование возможных ЧС и их причин

В соответствии с принятой МЧС России классификации чрезвычайных ситуаций, (по выписке из протокола заседания КЧС Свердловской области №4 от 24.07.95г.) на территории Свердловской области возможны следующие чрезвычайные ситуации:

1. Чрезвычайные ситуации техногенного характера:

- аварии на транспорте при перевозке химических и взрывоопасных грузов;
- аварии на взрыво-пожароопасных объектах, газо- нефте- продуктово-зов;
- аварии на электроэнергетических системах и коммунальных системах жизнеобеспечения населения.

2. Чрезвычайные ситуации природного характера:

- метеорологические явления:
- сильный мороз;
- сильный ливень;
- смерчи.

3. Чрезвычайные ситуации экологического характера:

- чрезвычайные ситуации, связанные с изменением почвы (наличие в почве тяжелых металлов, в том числе радионуклеидов сверх предельно допустимых концентраций);

4. В случае направления пламени и искры в сторону источников питания газами должны быть приняты меры по защите их от искр или воздействия тепла пламени путем установки металлических ширм.

5. При обнаружении пропуска газа через сальник ацетиленового вентиля после присоединения редуктора подтягивание сальниковой гайки производить только после закрытия вентиля баллона.

6. В случае обнаружения выявленных неисправностей поставьте в известность администрацию и не приступайте к работе до их устранения.

7. При загорании редуктора, вентиля на ацетиленовом баллоне немедленно перекрыть вентиль на баллоне и вывезти баллон в безопасное место, приняв при этом меры предосторожности.

8. В случае замерзания редуктора или запорного вентиля кислородного баллона отогревать их разрешается только чистой горячей водой, не имеющей следов масла.

9. При возникновении пожара немедленно должны быть приняты меры к тушению с помощью огнетушителя, песка и др. имеющихся средств, а также должна быть вызвана пожарная охрана по телефону или по извещателю пожарной сигнализации.

10. При загорании газа в местах утечки его из вентиля, баллона, шлангов или газопроводов - тушить пламя нужно песком, спец. одеждой, огнетушителями и др. средствами, преграждая доступ воздуха к огню. Гасить пламя водой запрещается. Струю огнетушителя следует направлять вдоль пламени, а не навстречу ему.

4. 11. Управление объектом в чрезвычайной ситуации

При возникновении производственных аварий, рассмотренных выше, разработан план мероприятий по управлению объектами в чрезвычайных ситуациях. План мероприятий и ответственные лица и исполнители представлены в таблице 41.

Таблица 56. - План мероприятий по управлению объектом в ЧС

					ДП 44.03,04.164ПЗ	69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			Лист

Виды и причины аварий	Мероприятия по спасению людей и ликвидации аварии	Ответственные за сообщение в ГСС, ПИ и другие подразделения	Места нахождения средств для спасения людей	Руководители работ
Взрыв в печи. Разрушение футеровки печи. Пожар.	<ol style="list-style-type: none"> Первый заметивший криком оповещает о случившемся. Прекратить подачу газа в печь. В случае разрушения газопровода сообщить на газораспределительный пункт предприятия. Сообщить сменному мастеру. Сообщить в ПЧ, встретить пожарную машину. Вызвать для пострадавших скорую помощь. Сообщить диспетчеру предприятия. Сообщить должностным лицам. Выставить посты, оградить опасную зону, вывести людей Пожарные и члены ДПД обследуют место аварии и приступают к тушению пожара. 	Плавильщик	Изолирующие, изоляционные, противогаз находятся в комнате сменного мастера	Начальник цеха, до его прибытия - сменный мастер

4. 12. Экологичность проекта

Важнейшие глобальные экологические проблемы, стоящие перед современным человеком, следующие: загрязнение окружающей среды, парниковый эффект, истощение "озонового слоя", кислотные дожди, деградация почв, проблемы отходов.

Парниковый эффект возникает из-за наличия в атмосфере Земли газов, которые обладают способностью задерживать длинные волны. Они получили название "парниковых" или "тепличных" газов. Все это приводит к

разрушению озонового слоя, таянию ледников и как следствие приведет к глобальному потеплению.

Озоновый слой защищает поверхность Земли от разрушительного эффекта солнечных ультрафиолетовых лучей. Истощение озонового слоя вызвано действием озоноразрушающих веществ, попадающих в стратосферу.

Это техногенные газы, прежде всего, хлорфторуглероды (ХФУ) - стойкие химические соединения, которые могут диффундировать к озоновому слою десятки лет. Все техногенные газы приводят к утончению слоя, в результате поверхность Земли будет менее защищена от лучей ультрафиолета, что приведет к гибели клеток и мутации. Кислотный дождь образуется в результате реакции между водой и такими загрязняющими веществами, как оксид серы (SO_2) и различными оксидами азота (NO).

Кислотные дожди возникают при выбросе веществ в атмосферу автомобильным транспортом, в результате деятельности металлургических предприятий и электростанций, а также при сжигании угля и древесины. Вступая в реакцию с водой атмосферы, они превращаются в растворы кислот - серной, сернистой, азотистой и азотной. Затем, вместе со снегом или дождем, они выпадают на землю, это приводит к гибели урожая, лесов и остальной растительности, понижается плодородие почвы, в водоемах погибает фауна и флора. Неправильное применение удобрений и пестицидов. Внесение высоких доз азотных удобрений иногда отрицательно влияет на почвенную структуру и снижает противэрозионную устойчивость почв, приводит к деградации почвы. Предприятия машиностроительного комплекса имеют в своем составе различные виды производства с высоким уровнем загрязнения окружающей среды. К ним относятся:

- металлообработка;
- металлургическое производство;
- внутризаводское энергетическое производство;
- сварочное производство;
- лакокрасочное производство

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись							

вредных веществ, так как обработка будет вестись в обрабатывающем центре.

Центральный кондиционер включает в свой состав дополнительную секцию вытяжного вентилятора, а также систему утилизации тепла вытяжного воздуха в перекрестно-точном теплообменнике. При этом секции самого кондиционера и вытяжной вентиляции размещаются в два яруса. Источником холодоснабжения центрального кондиционера служит чиллер (холодильник), установленный на кровле.

Насосная станция, также установленная на кровле здания, перекачивает хладоноситель по системе холодильник-теплообменник кондиционера. Воздух поступает в выставочный зал через напольные воздухораспределители и удаляется через потолочные плафоны по системе воздуховодов с помощью вытяжной вентиляционной установки. Удаляемый из помещения воздух отдает свое тепло приточному воздуху в перекрестно-точном теплообменнике (рекуператоре).

Установлена для очистки от газов электропечей, очистка электрофильтрами и тканевыми фильтрами. Увеличение доли рукавных фильтров связано с улучшением свойств фильтровальных материалов.

На канализационные насосы установлены фильтровальный пакет HUBER, он выполняет очистку сточных вод, обрабатывают осадки при помощи многослойной конструкции с угольным составом.

Наибольшая радикальная мера охраны воздушного бассейна от загрязнений - экологизация технологических процессов и в первую очередь создание замкнутых технологических циклов, безотходных и малоотходных технологий, исключающих попадание в атмосферу вредных загрязняющих веществ.

Уменьшение выбросов тепла, пыли, и испарение СОЖ в атмосферу достигается тем, что вместо большого количества универсальных станков и устаревших моделей станков с ЧПУ будет использоваться существенно

					ДП 44.03,04.164ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			

экологии, безопасности труда и безопасности жизнедеятельности при чрезвычайных ситуациях. В результате снижения расхода основных материалов, минимизирования выбросов вредных веществ получилось обезопасить окружающий мир от вредных факторов и сделать данный проект экологичным.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Миляев В.М. , Гофман Э.В. Проектирование литейных цехов: Учеб. Пособие/Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. Пооф.- пед. уи-та, 1994. 52с.
2. Электронный ресурс "Индукционные тигельные печи"
3. Сафронов В. Я.С21 Справочник по литейному оборудованию. М.: Машиностроение, 1985, — 320 с., ил.
4. Электронный ресурс: "Смеситель вихревой"
5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ для выполнения и оформления выпускной квалификационной работы для студентов всех форм обучения направления подготовки 051000.62 Профессиональное обучение (по отраслям) профиля подготовки «Металлургия» профилизации «Технологии и менеджмент в металлургических производствах»
6. Справочник технолога-машиностроителя: В 2 т. Т.1/Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – 665 с.

					ДП 44.03,04.164ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

7. КУРСОВОЙ ПРОЕКТ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ “Технология литейного производства”(ГОС-2000)для студентов всех форм обучения.
8. Чуркин Б. С. Экономика и управление производством: учеб. Пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал.гос.проф.-пед. ун-та, 1999.91 с.
9. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Введ. 01.10.96 М.
10. ГОСТ Р 2.2.2006-2005. Руководство. Гигиенические критерии оценки условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряжённости трудового процесса. Введ. 01.11.2005 М.: Изд-во стандартов, 2005. 103 с.
11. ГН 2.2.5.1313-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Введ. 01.01.2003 М.
12. ГОСТ 12.4.005-85. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Метод определения величины сопротивления дыханию Введ. 18.12.85 М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1986. 16 с.
13. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение. Введ. 01.01.1996. Изд-во стандартов, 1996. 50 с.
14. СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Введ. 31.10.96. 1997. 20 с.
15. ГОСТ 12.4.011-89. Средства защиты работающих. Введ. 01.07.90 М.: Изд-во стандартов, 1996. 7 с.
16. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление и зануление. Введ. 01.07.82 М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1987. 7 с.
17. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. Введ. 01.07.92 М.: Стандартиформ, 2006. 68 с.
18. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ Опасные и вредные производственные факторы. Введ. 01.01.76 М.: Изд-во стандартов, 1978. 3 с.

					ДП 44.03,04.164ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			