

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»

**ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ
ОТЛИВОК ИЗ СТАЛИ С ГОДОВЫМ ВЫПУСКОМ
15000 ТОНН**

Пояснительная записка к дипломной работе
44.03.04.017 ПЗ

Екатеринбург

2018

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и
металлургии

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой ИММ
Б.Н. Гузанов
«___»_____2018г.

**ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ
ОТЛИВОК ИЗ СТАЛИ С ГОДОВЫМ ВЫПУСКОМ
15000 ТОНН**

Выпускная квалификационная работа бакалавра
по направлению 44.03.04 профессиональное обучение (по отраслям)

Идентификационный код ВКР: 017

Исполнитель:

студент группы МП–403

(подпись)

С.Д.Заварницин

Руководитель:

старший преподаватель
кафедры ИММ

(подпись)

М.В.Ведерников

Нормоконтролер:

профессор кафедры ИММ
канд.техн.наук

(подпись)

Ю.И. Категоренко

Екатеринбург

2018

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 101 лист машинописного текста, 44 таблицы, 18 использованных источников литературы, 2 рисунка, приложение на 2 листах, графическую часть на 5 листах А1.

Ключевые слова: ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВОК ИЗ СТАЛИ С ГОДОВЫМ ВЫПУСКОМ 15000 тонн, МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ И КАФЕДРА ИММ.

В выпускной квалификационной работе разработан план организации технологического процесса изготовления отливок из стали с годовым выпуском 15000 тонн. Описана технология литья в ХТС, Произведен расчет основных отделений литейного цеха и выбор технологического оборудования для производства отливок, Разработана технология изготовления детали «Корпус правый», выполнен расчет шихты.

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.

Была описана методика подготовки рабочих по профессии “сталеплавильщик”, учебный план, компетенции, а так же разработано наглядное средство обучения по данной профессии.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.					Лит.	Лист	Листов
Провер.						2	101
Реценз.							
Н. Контр.							
Утверд.							

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ	7
1.1 Классификация литейных цехов.	7
1.2 Режим работы цеха и фонды времени	8
1.3 Расчет производственной программы	10
1.4 Расчет основных отделений литейного цех	10
1.4.1 Расчет плавильного отделения	10
1.4.2 Расчет формовочно-заливочно-выбивного отделения	12
1.4.3 Расчет стержневого отделения	14
1.4.4 Расчет смесеприготовительного отделения.....	16
1.4.5 Расчет термообрубного отделения.....	21
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	26
2.1 Разработка технологии	26
2.1.1 Характеристика отливки.....	26
2.1.2 Материал отливки и его свойства.....	27
2.1.3 Выбор типа и емкости плавильного агрегата, материала футеровки.....	28
2.1.4 Обоснование оптимальной технологии плавки, шихтовки, рафинирования, раскисления и модифицирования стали.....	29
2.1.5 Обеспечение направленности затвердевания отливки	32
2.1.6 Выбор величины припусков на механическую обработку	33
2.1.7 Расчет прибылей	33
2.1.8 Конструирование и расчёт литниковой системы	35
Рисунок 1 – Элементы литниковой системы	38
2.2 Расчет шихты для выплавки стали.....	38
2.2.1 Состав шихты.....	38
2.2.2 Период плавления шихты	41
2.2.3 Количество газов периода плавления.....	44
2.2.4 Окислительный период.....	45

										Лист
										3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	44.03.04 017 ПЗ					

2.2.5.	Потребность в железной руде	46
2.2.6	Шлак окислительного периода.....	47
2.2.7	Количество газов окислительного периода.....	49
2.8	Расчет количества раскислителей	50
2.2.9	Количество и состав газа периода раскисления.	53
2.3.	Изготовление форм и стержней	54
3	ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	55
3.1	Управление персоналом.....	55
3.1.1	Планирование численного и квалификационного состава рабочих	56
3.1.2	Аттестация рабочих мест и определение квалификационного состава рабочих.....	56
3.1.3	Расчет численности работающих	56
3.1.4	Организация и планирование заработной платы.....	62
3.2	Расчет стоимости основных фондов, амортизационных отчислений и нормативов загрузки оборудования.....	64
3.3	Определение затрат и планирование себестоимости продукции	66
3.4	Расчет плановых и постоянных затрат	69
3.4.1	Расчет постоянных затрат	69
3.4.2	Расчет переменных затрат.....	70
3.5	Ценообразование.....	70
4	БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА.....	72
4. 1	Безопасность труда	72
4. 2	Защита от тепловых и электромагнитных излучений.....	73
4. 3	Защита от механического травмирования.....	74
4.4	Монтаж, ремонт и использование грузоподъемных и транспортных средств.....	74
4. 5	Защита от шума и вибраций	74
4. 6	Вентиляция	75
4. 7	Производственное освещение	77
4. 8	Обязательные рекомендации	78
4. 9	Пожарная безопасность.....	79

4.10	Природопользование и охрана окружающей среды	80
4.11	Прогнозирование возможных ЧС и их причин	81
4.12	Управление объектом в чрезвычайной ситуации.....	83
4.13	Экологичность проекта	84
4.14	Пути экологизации производства	86
5.	МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	88
5.1	Характеристика профессиональной деятельности сталеплавильщика	88
5.1.1	Требования к результатам освоения программы подготовки квалифицированных рабочих, служащих.....	88
5.2	Характеристика подготовки по профессии	89
5.3	Учебный план подготовки по профессии сталеплавильщик	91
5.4	Разработка методики обучения с использованием информационно- компьютерных технологий по МДК 01.02 «Технологические процессы производства стали» по теме «Компьютерный количественный анализ изображений микроструктур углеродистых сталей».....	93
5.4.1	Основные требования	93
5.4.2	План-конспект проведения лабораторной работы с использованием информационно-компьютерных технологий по теме "Компьютерный количественный анализ изображений микроструктур углеродистых сталей.....	95
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	957
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	978

ВВЕДЕНИЕ

ХТС - процесс – это изготовление форм и стержней из холодно – твердеющих смесей, в составе которых входят песок, глина, отвердители или специальные полимерные смолы, благодаря чему производство отливок является абсолютно безопасным и безвредным с точки зрения экологии. Литье в ХТС имеет ряд преимуществ. Низкая стоимость оснастки и короткие сроки её изготовления; высокая прочность производимых форм и стержней; ХТС можно применять при изготовлении отливок практически любой конфигурации из черных и цветных сплавов; нет наплывов и отклонений от линейных размеров; можно получить чистовые поверхности без обработки.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка организации технологического процесса изготовления отливок из стали с годовым выпуском 15000 тонн.

Для достижения целей нам необходимо решить следующие задачи:

- рассчитать производственную программу цеха;
- выбрать режим работы цеха и рассчитать фонды времени;
- рассчитать производственные отделения цеха;
- разработать технологию изготовления отливки «корпус правый»;
- выполнить экономические расчёты;
- провести расчёт производственных мощностей с учётом требований к безопасности и экологии проекта.

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Классификация литейных цехов.

При проектировании литейных цехов важно отнести их к определённым классам и определить тип внутри каждого класса по основным признакам. Такая классификация позволяет также определить и отдельное оборудование, например, формовочные машины, плавильные агрегаты, сушила и др.

Основными признаками классификации литейных цехов являются:

- развес отливок;
- род металла;
- характер производства;
- степень механизации;
- вид специализации.

По роду металла литейные цехи разделяют на чугунолитейные, сталелитейные и цехи для литья из цветных металлов и сплавов. Специализация литейных цехов предусматривается на один вид сплава. Для цехов, производящих отливки из черных сплавов, принята следующая индексация: серый чугун – СЧ, ковкий чугун – КЧ, высокопрочный чугун – ВЧ, углеродистая и низколегированная сталь – УС, легированная стали – ЛС. По виду сплава подбирают плавильное оборудование, способ изготовления отливок режим работы цеха и др.

По характеру производства литейные цехи разделяются на цехи единичного, серийного, крупносерийного и массового производства. Характер производства определяется количеством отливок в штуках одного наименования, которые цех выпускает за год в зависимости от их развеса. Также характер производства определяет выбор и построение технологического процесса, и форму организации работы цеха. При увеличении серийности создаются более благоприятные условия для применения комплексной механизации и автоматизации.

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

По степени механизации литейные цехи делятся на цехи средней механизации, механизированные и автоматизированные. Цехи, в которых основные технологические операции механизированы, относят к средней механизации. К механизированным относят цехи, в которых установлены комплексно – механизированные и автоматизированные линии. К автоматизированным относят цехи, оборудованные комплексно – автоматизированным оборудованием.

По специализации различают отраслевые цехи и цехи по технологическому процессу. Отраслевые цехи, прежде всего, специализируются на типах отливки для определенной отрасли промышленности. При технологической специализации отливки делятся на группы по общности технологических параметров, которые зависят в основном от габаритов, назначения, возможности изготовления в опоках одного размера и имеющих одну марку металла. Технологическая специализация позволяет максимально механизировать и автоматизировать процессы в литейных цехах.

1.2 Режим работы цеха и фонды времени

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

В данном случае мы выбираем параллельный режим работы в две смены и пятидневной рабочей неделе.

При выборе режима работы проектируемого цеха нужно обязательно обратить внимание на требование охраны труда, которые допускают производить в помещении приготовление смесей, формовку, сборку, заливку,

выбивку, обрубку. Вредные операции с большим выделением газов, пыли, шума и других, опасных для здоровья человека факторов, необходимо изолировать от помещений с менее вредными условиями труда.

При расчете фонда времени, учитываются выходные и праздничные дни, продолжительность рабочего дня и количество смен. Определяются

					44.03.04 017 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		8

фонды времени работы персонала и оборудования. При расчете используют номинальный и действительный фонд времени.

Номинальный фонд времени определяется из выражения:

$$T_n = (D - P) \times C \times Ч,$$

где D – число дней в году;

P – число выходных и праздничных дней в году;

C – число смен работы оборудования и персонала (наиболее благоприятный параллельный 2 – х сменный режим работы);

$Ч$ – продолжительность одной смены, ч.

$$T_n = (365 - 118) \times 2 \times 8 = 3952 \text{ ч.}$$

Действительный фонд времени учитывает простои оборудования, связанные с плановыми ремонтами или болезнью рабочего, обслуживающего это оборудование (при индивидуальном производстве). Данный фонд времени можно рассчитать, пользуясь коэффициентами простоя оборудования (для различных отделении), либо приняв число часов простоя как 3,5% от номинального фонда времени при односменной работе производства, при 2-х сменной - 5,6% и при 3-х сменной - 6,2% . Вычитая это время из номинального, получим действительный фонд времени.

Действительный фонд времени необходим для расчёта оборудования. Для того чтобы определить количество единиц оборудования, необходимо рассчитать производственную программу цеха или производственного участка.

$$T_d = T_n - (T_n \times 0,045),$$

где T_n – номинальный фонд времени.

$$T_d = 3952 - (3952 \times 0,045) = 3774 \text{ ч};$$

$$T_d = 3952 \times 0,885 = 3498 \text{ ч, для вредных работ};$$

$$T_d = 3952 \times 0,895 = 3537 \text{ ч, для стержневого отделения};$$

$$T_d = 3952 \times 0,925 = 3655 \text{ ч, для других отделении.}$$

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

1.3 Расчет производственной программы

Производственная программа представляет собой перечень отливок которые делятся на 3 массовые группы: до 100 кг, от 100 кг до 350 кг и от 350 кг до 600 кг.

Размеры опок для данных отливок подразделяются на 2 вида:

1600x1200x400, 2000x1600x400

Расчет производственной программе приведен в приложении А.

1.4 Расчет основных отделений литейного цех

1.4.1 Расчет плавильного отделения

В плавильном отделении к основному оборудованию относят плавильные печи. Это могут быть вагранки, электродуговые или индукционные печи для плавки чугуна, электродуговые печи переменного или постоянного тока для среднего или крупного стального литья или индукционные печи для мелкого литья, электродуговые печи с независимой дугой для плавки тяжёлых цветных сплавов или печи сопротивления для лёгких цветных сплавов.

Главным критерием для выбора типа печи является вид сплава, изготавливаемой отливки, в нашем случае это сталь литейная марки 35Л. В данном случае целесообразно использовать электродуговую печь постоянного тока, т.к. они обладают рядом преимуществ.

Подобные печи могут переплавлять металлический лом независимо от его размера и качества. По сравнению с другими электропечами, данный вид печи отличается низкой стоимостью. Имеется возможность точно регулировать температуру химического состава и самого расплава.

Отталкиваясь от производственной программы, была выбрана электродуговая печь постоянного тока ДСПТ-3. Технические характеристики приведены в таблице 1.

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

Таблица 1 – Технические характеристики печи постоянного тока ДСПТ-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:

$$N = \frac{Q}{T_{\partial} \times \mu \times q},$$

где N – количество единиц оборудования, шт.;

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

μ - коэффициент использования оборудования (может изменяться от 0,55 до 1,1);

q – Производительность оборудования.

$$N = \frac{24703}{3498 \times 1,1 \times 2,7} = 2,37 \text{ шт.}$$

Принимаем количество плавильных печей равное - 3.

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

$$K_3 = N_{расч} / N_{\phi},$$

где $N_{расч}$ – расчётное количество оборудования;

N_{ϕ} – принятое количество оборудования.

$$K_3 = \frac{2,37}{3} = 0,79, \text{ удовлетворяет неравенству } 0,7 \leq K_3 \leq 0,9.$$

Расчёт парка ковшей

В плавильном отделении выбирается и количество ковшей для заливки сплава в формы. Количество ковшей включает в себя: одновременно работающие ковши, ковши в ремонте и ковши запасные (20% от суммарного количества). Для приема расплава из плавильной печи емкостью 3 тонны выберем поворотный ковш объемом также 3 тонны.

Количество одновременно работающих заливочных ковшей определяется по формуле:

$$N = \frac{q \times N_n \times t_u}{(60 \times m)},$$

где q – производительность плавильной печи т/ч;

N_n – число одновременно работающих печей;

m – Емкость ковша, т;

t_u – время оборота ковша (складывается из времени слива металла в ковш, времени разливки металла в формы и времени возвращения ковша к печи), мин;

Таким образом, число одновременно работающих заливочных ковшей равно:

$$N = \frac{2,7 \times 3 \times 35}{(60 \times 3)} = 1,6 \text{ шт.}$$

Следовательно, одновременно будет работать 2 ковша, 4 ковша будет находиться в ремонте и 2 ковша будет в запасе, т.е. общее количество заливочных ковшей будет составлять 8 штук.

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. Главным направлением повышения производительности труда и качества отливок, изготавливаемых в формах из ХТС, является применение автоматических формовочных линий. Выпускаемые линии формовки в опоках предназначены для изготовления широкой номенклатуры отливок из черных и цветных сплавов массой от 1 – 4000 кг в серийном и массовом производстве. Заданный технологический процесс, требуемая производительность, развес литья, наличие площадей для установки линии, расположение площадей и смежного оборудования, иными словами, конкретные условия заказчика определяют конструктивное и планировочное решение каждой линии.

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Отталкиваясь от производственной программы, были выбраны 2 автоматические формовочные линии Л013 и Т005 в зависимости от размера опок. Технические характеристики приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики автоматических, поточно-формовочных линий.

Технические характеристики	Л013	Т005
Размеры опок в свету (ш×дв), мм	1600×1200×400	2000×1600×400
Производительность, форм/ч	10	20
Наибольшее усилие прессования, кН	2000	2500
Расход сжатого воздуха на полуформу, м ³	18	20
Общая мощность, кВт	115	120
Расход формовочной смеси, м ³ /ч	10	15
Число операторов	9	9
Габаритные размеры линии, м	40x21x4,5	118x19x2

Для расчёта необходимого количества поточно-формовочных линий воспользуемся формулой:

$$N = \frac{Q}{T_{\partial} \times \mu \times q},$$

где N – количество единиц оборудования, шт.;

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

μ - коэффициент использования оборудования (может изменяться от 0,55 до 1,1);

q – Производительность оборудования.

Для поточно-формовочной линии типа Л013:

$$N = \frac{18121}{3537 \times 0,7 \times 10} = 0,73 \text{ шт.}$$

Принимаем количество поточно-формовочных линий – 1 шт.

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

$$K_z = N_{расч} / N_{ф},$$

где $N_{расч}$ – расчётное количество оборудования;

$N_{ф}$ – принятое количество оборудования.

$$K_3 = \frac{0,73}{1} = 0,73, \text{ удовлетворяет неравенству } 0,7 \leq K_3 \leq 0,9.$$

Для поточно-формовочной линии типа Т005:

$$N = \frac{36156}{3537 \times 0,7 \times 20} = 0,73 \text{ шт.}$$

Принимаем количество поточно-формовочных линии – 1 шт.

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

$$K_3 = N_{расч} / N_{ф},$$

где $N_{расч}$ – расчётное количество оборудования;

$N_{ф}$ – принятое количество оборудования.

$$K_3 = \frac{0,73}{1} = 0,73, \text{ удовлетворяет неравенству } 0,7 \leq K_3 \leq 0,9.$$

1.4.3 Расчет стержневого отделения

В литейных цехах при мелкосерийном, серийном и массовом производстве обширно применяются стержневые линии, т.к. использование стержневых машин ограничивается дефицитностью смол для процессов холодного и горячего твердения, а для крупных стержней (массой более 100 кг) стержневые машины не изготавливают. Распространенные процессы изготовления стержней требуют определённого времени для того, чтобы стержни приобрели необходимую прочность. В линиях это время используют для транспортировки стержней к месту проведения дальнейших операции. Также совмещаются по времени и другие операции.

Исходя от производственной программы для данного производства, была выбрана стержневая линия Л600Х. Технические характеристики приведены в таблице 3.

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

Таблица 3 – Технические характеристики стержневой линии Л600Х

Тип стержневой смеси	ХТС
Максимальная масса стержня, кг	170
Габаритные размеры стержневого ящика, мм	1600x1250
Производительность, съёмов/час	12,5
Расход стержневой смеси, м ³ /ч	2,6
Расход сжатого воздуха, м ³ /ч	1,3
Установочная мощность, кВт	136
Габаритные размеры линии, мм	55500x18000

Для расчета необходимого количества стержневых линии воспользуемся формулой:

$$N = \frac{Q}{T_{\partial} \times \mu \times q},$$

где N – количество единиц оборудования, шт.;

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

μ - коэффициент использования оборудования (может изменяться от 0,55 до 1,1);

q – Производительность оборудования.

$$N = \frac{63404}{3537 \times 1 \times 12,5} = 1,4 \text{ шт.}$$

Принимаем количество стержневых линии – 2 шт.

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

$$K_3 = N_{расч} / N_{\phi},$$

где $N_{расч}$ – расчётное количество оборудования;

N_{ϕ} – принятое количество оборудования.

$$K_3 = \frac{1,4}{2} = 0,71, \text{ удовлетворяет неравенству } 0,7 \leq K_3 \leq 0,9.$$

1.4.4 Расчет смесеприготовительного отделения

Автоматизированные системы смесеприготовления предназначены для получения единых, наполнительных и облицовочных смесей в смесеприготовительных отделениях литейных цехов. Они состоят из комплекса технологического смесеприготовительного оборудования, бункеров, транспорта и вентиляции, объединенных системой централизованного управления.

Формовочные и стержневые смеси являются основными компонентами технологического процесса изготовления отливок. Свойства и состав смесей выбирают в зависимости от технологии изготовления форм и стержней, рода металла, а также конфигурации и массы отливок.

В нашем случае будет использоваться холодно-твердеющая смесь. Состав и свойства данной смеси представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Состав и свойства смеси

Наименование компонента	Количество, кг. на 1 т. ХТС
Песок	1000
Смола	25 (2,5% по отношению к песку)
Отвердитель	5,75 (23% по отношению к смоле)

Для приготовления данной смеси был выбран смеситель шнековый двухрукавный S2550A/B. Технические характеристики приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Технические характеристики смесеприготовительного оборудования S2550A/B

Производительность, т/час	50
Мощность, кВт	43/47
Высота разгрузочного окна, мм	1800
Длина смешивающего рукава, мм	2100
Длина подающего рукава, мм	5000/7000

Для расчета необходимого количества смесеприготовительного оборудования (с учетом массы стержневой смеси на годовую программу, т.к. стержни целесообразно также изготавливать из ХТС) воспользуемся формулой:

$$N = \frac{Q}{T_{\partial} \times \mu \times q},$$

где N – количество единиц оборудования, шт;

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

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

q – Производительность оборудования.

$$N = \frac{162000}{3655 \times 1 \times 50} = 0,88 \text{ шт.}$$

Принимаем количество смесеприготовительного оборудования – 1 шт.

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

$$K_3 = \frac{N_{расч}}{N_{ф}},$$

где $N_{расч}$ – расчётное количество оборудования;

$N_{ф}$ – принятое количество оборудования.

$$K_3 = \frac{0,88}{1} = 0,88, \text{ удовлетворяет неравенству } 0,7 \leq K_3 \leq 0,9.$$

Расчет регенерирующего оборудования

Также в смесеприготовительное отделение оборудуют системой регенерации песка.

Регенерация песков – это обработка использованной смеси с целью возврата песков в производство, повторное применение которых не должно снижать качество смеси. Процесс регенерации состоит из предварительной подготовки отработанной смеси, заключающейся в её дроблении или разминании комьев, магнитной сепарации, просеивания и обеспыливания песка.

										Лист
										17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Использование регенерированного песка в ХТС на синтетических смолах дает возможность заменить до 90% свежего песка механическим регенератором. Простота процесса механической регенерации и компактность оборудования, несмотря на использование дорогостоящих смол в качестве связующего, определяющих хорошую регенерируемость, привели к широкому использованию установок механической регенерации.

Исходя от производственной программы данного производства, для регенерации смеси выбираем оборудование регенерации песка УР.6 Технические характеристики приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Технические характеристики оборудования регенерации песка УР.6

Грузоподъемность, кг	До 1000
Производительность, т/ч	6
Размер выбивной решетки, мм	1500x1500

Для расчета необходимого количества регенерирующего оборудования воспользуемся формулой:

$$N = \frac{Q}{T_{\partial} \times \mu \times q},$$

где N – количество единиц оборудования, шт.;

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

μ - коэффициент использования оборудования (может изменяться от 0,55 до 1,1);

q – Производительность оборудования.

$$N = \frac{13500}{3655 \times 0,7 \times 6} = 0,87 \text{ шт.}$$

Принимаем количество регенерирующего оборудования – 1 шт.

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

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

$$K_3 = N_{расч}/N_{ф},$$

где $N_{расч}$ – расчётное количество оборудования;

$N_{ф}$ – принятое количество оборудования.

$$K_3 = \frac{0,87}{1} = 0,87, \text{ удовлетворяет неравенству } 0,7 \leq K_3 \leq 0,9.$$

Расчет оборудования для сушки песка

Оборудование для сушки песка также используется в смесеприготовительном отделении. Сушильные барабаны (печь для сушки песка) – предназначены для сушки сыпучих материалов топочными газами. Принцип работы устройства заключается в том, что при вращении корпуса барабана происходит перемещение материала в направлении разгрузочной камеры. Горячий воздух поступает в корпус и, соприкасаясь с материалом, нагревает его. Происходит испарение влаги в содержимом корпуса. Режим сушки для различного материала меняется в зависимости от влажности сырья на входе в барабан и требуемой влажности готового материала.

Для сушки песка выбираем такое оборудование как «барабан сушильный БС 1,0. Технические характеристики приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Технические характеристики оборудования сушки песка

Длина корпуса барабана, мм	12000
Частота вращения барабана, об/мин	7,5
Производительность, т/ч	6,5
Масса, кг	4920
Объем корпуса барабана, м ³	9,42

Для расчета необходимого количества оборудования для сушки песка воспользуемся формулой:

$$N = \frac{Q}{T_{\partial} \times \mu \times q},$$

где N – количество единиц оборудования, шт;

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

μ - коэффициент использования оборудования (может изменяться от 0,55 до 1,1);

q – Производительность оборудования.

$$N = \frac{37800}{3655 \times 0,7 \times 6,5} = 1,44 \text{ шт.}$$

Принимаем количество оборудования для сушки песка – 2 шт.

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

$$K_3 = N_{расч} / N_{ф},$$

где $N_{расч}$ – расчётное количество оборудования;

$N_{ф}$ – принятое количество оборудования.

$$K_3 = \frac{1,44}{2} = 0,87, \text{ удовлетворяет неравенству } 0,7 \leq K_3 \leq 0,9.$$

Расчет полигональных сит

В комплекс технологического смесеприготовительного оборудования также необходимо включить и полигональные сита. Сита полигональные предназначены для просеивания отработанных формовочных смесей и свежих песков в механизированных смесеприготовительных отделениях литейных цехов.

Для просеивания песка целесообразно установить сита барабанные полигональные 174М1. Технические характеристики приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Технические характеристики оборудования просеивания песка «сита барабанные полигональные 174М1»

Производительность, м ³ /ч	10
Длина барабана	1320
Частота вращения барабана, об/мин	30
Диаметр вентиляционного патрубка, мм	285
Объем отсасываемого воздуха, м ³ /ч	1500
Установленная мощность, кВт	1,5
Габаритные размеры, мм	2510x1150x1065
Масса, кг	640

Для расчета необходимого количества оборудования для просеивания песка воспользуемся формулой:

$$N = \frac{Q}{T_{\partial} \times \mu \times q},$$

где N – количество единиц оборудования, шт.;

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

μ - коэффициент использования оборудования (может изменяться от 0,55 до 1,1);

q – Производительность оборудования.

$$N = \frac{23625}{3655 \times 0,8 \times 10} = 0,8 \text{ шт.}$$

Принимаем количество оборудования для просеивания песка – 1 шт.

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

$$K_z = N_{расч} / N_{\phi},$$

где $N_{расч}$ – расчётное количество оборудования;

N_{ϕ} – принятое количество оборудования.

$$K_z = \frac{0,8}{1} = 0,8 \text{ удовлетворяет неравенству } 0,7 \leq K_z \leq 0,9.$$

1.4.5 Расчет термообрубного отделения

На термообрубной участок отливку поступают после выбивки в виде земляной глыбы. И чтобы отливка приобрела товарный вид она должна пройти ряд технологических операции.

Перед тем как отделить от отливки прибыли и литники её нужно очистить от формочной смеси и стержней, учитывая максимальную массу отливки и серийность нашей производственной программы, целесообразно ввести в эксплуатацию очистной дробемет подвешного типа SBM- P900×1600/1. Технические характеристики приведены в таблице 9.

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 9 – Технические характеристики очистного дробемета подвесного типа SBM- P900×1600/1

Максимальный размер обрабатываемого изделия, DxH, мм	900x1600
Максимальная нагрузка на крюк, кг	1000
Производительность, т/ч	6
Мощность приводов, кВт	2x15
Производительность системы пылеочистки, м ³ /час	9000
Мощность, кВт	36,55
Габаритные размеры камеры, мм	4325x2660x5009

Для расчета необходимого количества оборудования для очистки отливки от формовочной смеси воспользуемся формулой:

$$N = \frac{Q}{T_{\partial} \times \mu \times q},$$

где N – количество единиц оборудования, шт.;

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

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

q – Производительность оборудования.

$$N = \frac{24703}{3655 \times 0,7 \times 6} = 1,6 \text{ шт.}$$

Принимаем количество оборудования для очистки отливки от формовочной смеси – 2 шт.

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

$$K_3 = N_{расч} / N_{\phi},$$

где $N_{расч}$ – расчётное количество оборудования;

N_{ϕ} – принятое количество оборудования.

$$K_3 = \frac{1,6}{2} = 0,8 \text{ удовлетворяет неравенству } 0,7 \leq K_3 \leq 0,9.$$

Следующая операция, которую проходит отливка – отделение элементов литниково-питающей системы. Т.к. масса отливок довольно большая, целесообразно использовать метод газокислородной резки. Отливка поступает на стенд, где рабочий с помощью специального оборудования будет производить отделение прибылей и литников от отливки.

Далее производится исправление дефектных отливок. Данная операция производится на специально отведенном poste. Она включает в себя удаление швов, заварку раковин и т.д.

Четвертая операция – это термообработка. Она будет производиться с помощью печей для термообработки ПВП 15.25.15/12,5М. Технические характеристики приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Технические характеристики печи для термообработки ПВП 15.25.15/12,5М

Внешние размеры, мм	8400x2500x3200
Внутренние размеры, мм	2500x1500x1500
Производительность, т/час	4
Мощность, кВт	260
Вес, кг	4000
Максимальная температура	1250

Для расчета необходимого количества оборудования для термообработки воспользуемся формулой:

$$N = \frac{Q}{T_{\partial} \times \mu \times q},$$

где N – количество единиц оборудования, шт.;

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

μ - коэффициент использования оборудования (может изменяться от 0,55 до 1,1);

q – Производительность оборудования.

$$N = \frac{22727}{3655 \times 1 \times 4} = 1,55 \text{ шт.}$$

Принимаем количество оборудования для термообработки – 2 шт.

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

$$K_3 = N_{расч} / N_{ф},$$

где $N_{расч}$ – расчётное количество оборудования;

$N_{ф}$ – принятое количество оборудования.

$$K_3 = \frac{1,55}{2} = 0,77 \text{ удовлетворяет неравенству } 0,7 \leq K_3 \leq 0,9.$$

И последняя операция – это очистка отливок от окалины после термообработки. Данная операция также будет производиться дробеметом подвешенного типа SBM- P900×1600/1. Технические характеристики приведены в таблице 9.

Для расчета необходимого количества оборудования (учитывая массу отливок без литнико-питающей системы на годовую программу) для очистки отливок от окалины воспользуемся формулой:

$$N = \frac{Q}{T_{д} \times \mu \times q},$$

где N – количество единиц оборудования, шт.;

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

μ - коэффициент использования оборудования (может изменяться от 0,55 до 1,1);

q – Производительность оборудования.

$$N = \frac{15000}{3655 \times 0,7 \times 6} = 0,9 \text{ шт.}$$

Принимаем количество оборудования для очистки отливок от окалины – 1 шт.

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

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

$$K_3 = N_{расч}/N_{ф},$$

где $N_{расч}$ – расчётное количество оборудования;

$N_{ф}$ – принятое количество оборудования.

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

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Разработка технологии

2.1.1 Характеристика отливки

Отливка является правой частью корпуса редуктора, предназначенного для применения в машиностроении. Корпусные детали редуктора – это детали, которые обеспечивают взаимное расположение узла и воспринимающие основные силы, действующие в машине. Корпусные детали включают в себя бобышки, фланцы, ребра, стенки и т.д., которые в конечной конструкции собраны в одно целое.

Корпусные детали редукторов являются их базовыми деталями и предназначены для: размещения и обеспечения необходимого взаимного расположения деталей и узлов передаточных механизмов редуктора; восприятия нагрузок, которые действуют в редукторе; организации смазывающей системы рабочих поверхностей зубчатых колес и подшипников редуктора; защиты деталей и узлов передач редуктора от их загрязнения инородными частицами окружающей среды; защиты смазочного материала от его выброса в окружающую среду. Корпус редуктора должен быть достаточно прочным и жёстким, так как его деформация может вызвать перекос валов, а соответственно и неравномерное распределение нагрузки по длине зубьев. Для повышения жесткости корпуса его усиливают наружными или внутренними ребрами. Данная отливка относится к 3 группе сложности и, следовательно, контролироваться будут внешний вид отливки, химический состав, механические свойства, предел текучести, относительное удлинение и ударная вязкость (ГОСТ 977-88)

Габаритные размеры отливки - 1340x1085x345

Масса – 530 кг

Преобладающая толщина стенки – 25 мм

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

2.1.2 Материал отливки и его свойства

Отливка изготавливается из литейной стали марки 35Л ГОСТ 977-88.

Данная сталь используется в промышленности для изготовления зубчатых колёс, катков, валков, кронштейнов, станин прокатных станков, тяг и других видов деталей, которые работают под действием средних статических и динамических нагрузок.

Расшифровка стали 35Л: буква Л в конце означает, что перед нами литейная сталь, а цифра 35 свидетельствует о содержании 0,35% углерода. Подробный химический состав стали 35Л представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Химический состав стали 35Л, % []

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	Fe
0,32-0,4	0,2-0,52	0,4-0,9	До 0,3	До 0,045	До 0,04	До 0,3	До 0,3	97

Физические и технологические свойства стали 35Л

Термообработка: нормализация 860 – 880°C; Отпуск - 600 - 630°C;

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

Температура критических точек: $A_{c1}=730$, $A_{c3}(A_{cm}) = 802$, $A_{r3}(A_{cm})=795$, $A_{r1}=691$;

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

Склонность к отпускной хрупкости: не склонна;

Обработываемость резанием: В термообработанном состоянии при HV_{160} $K_{v_{тв.спл}}=1,2$ и $K_{v_{б.ст}}=0,9$;

Температура начала затвердевания, °C: 1480 – 1490;

Показатель трещиностойчивости, $K_{т.у.}$: 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, $K_{у.л.}$: 1,0.

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

2.1.3 Выбор типа и емкости плавильного агрегата, материала футеровки.

Для выплавки углеродистых и низколегированных сталей в литейных цехах применяются мартеновские, электродуговые и индукционные печи. В сталелитейном производстве мартеновские печи применяются для получения крупных стальных отливок. Основную массу стали в литейном производстве выплавляют в электродуговых печах, которые имеют следующие преимущества по сравнению с мартеновскими:

- применение электроэнергии позволяет сосредоточить в небольшом объеме значительную мощность, а также нагревать металл с большой скоростью до высоких температур;
- при электроплавке, изменение температуры металла легко поддается контролю и регулированию;
- электродуговая печь хорошо приспособлена к получению металла, содержащего окисляемые легирующие элементы, что обеспечивает их наименьший угар;
- электродуговые печи по сравнению с мартеновскими печами имеют меньшие габариты и более удобны при размещении и организации технологического процесса получения отливок в литейных цехах.

Также есть и минусы в работе электродуговых печей. При применении данных печей, появляются такие проблемы как: большие затраты на угар металла, ферросплавов и графитированных электродов, а также на средства борьбы с фликером, который вызывает помехи в питающей энергосистеме; высокий уровень пыле-газовыбросов, которые требуют значительных затрат на экологию.

Несмотря на недостатки для выплавки стали 35Л выбираем электродуговую печь постоянного тока ДСПТ-3.

Электродуговые печи для выплавки стали могут иметь, как кислую, так и основную футеровку. Выбор футеровки печи зависит от марки, выплавляемой стали, а также от применяемых шихтовых материалов. Среднеуглероди-

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

стые 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 плавки стали наряду с преимуществами имеет и некоторые недостатки: кислые шлаки в процессе плавки не обеспечивают рафинирование стали от серы и фосфора. Учитывая данные рекомендации, для плавки стали 35Л выбираем электродуговую печь переменного тока с кислой футеровкой.

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

Технологический процесс плавки стали представляет последовательность следующих операций.

В подготовленную сталеплавильную печь загружают шихту, вслед затем ее нагревают и 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, к примеру, с целью удаления вредных примесей. Во всех случаях на заключительном этапе производят раскисление стали. Для того чтобы получить высококачественную сталь целесообразно её модифицировать.

Процесс плавки в кислой печи подразумевает протекание кремний - восстановительных реакций и более низкую окислительную способность шлака. В результате чего получается более низкая концентрация кислорода в металле. Различают два вида кислого процесса: кремний - восстановительный (пассивный) и с ограниченным восстановлением кремнием (активный).

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

При активном процессе плавки в печь подают железную руду, элементы окисляются, и затем 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 кремнии - восстановительном 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.

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 введении феррохром 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, затем производится осмотр футеровки, чтобы определить ее состояние. Если имеются выбоины и неровности, местные углубления, производят их заправку смесью песка с жидким стеклом. Данную операцию 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.

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

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

Второй период – энергетический. В этом периоде плавки 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 конвективной 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. Температура расплава плавно увеличивается до заданного уровня и в дальнейшем стабилизируется 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 содержание 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.

При достижении среднего содержания углерода по заданному анализу шлак должен быть нормальной жидкоподвижности, плотным, тянуться в нить и в изломе иметь зеленый цвет. При достижении требуемого содержания углерода для раскисления металла и нормальном шлаке в ванну присаживают ферросилиций ФС45. При этом ванну тщательно перемешивают. Через 10–15 мин ванну снова перемешивают и берут пробу на раскисленность металла и температуру. Залитая проба металла, хорошо раскисленная крем-

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

нием, 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.

2.1.5 Обеспечение направленности затвердевания отливки

Необходимо установить холодильник в цилиндрическую стенку отливки диаметром 190 мм, 320 мм и 290 мм.

Определим массу питаемого узла с помощью 3D модели:

$$M_{1 \text{ п.у}} = 23475 \text{ г}$$

$$M_{2 \text{ п.у}} = 63310 \text{ г}$$

$$M_{3 \text{ п.у.}} = 51143 \text{ г}$$

Определим массу холодильника (4% от массы узла)

$$G_{x.1} = 23475 \times \frac{4}{100} = 939 \text{ г},$$

$$G_{x.2} = 63310 \times \frac{4}{100} = 2532 \text{ г},$$

$$G_{x.3} = 51143 \times \frac{4}{100} = 2045 \text{ г},$$

Выбираем спиральный холодильник.

1) $G_{x.1} = 939 \text{ г}.$

Ближайший по массе холодильник 0,955 кг. Его параметры: диаметр спирали – 50 мм; диаметр проволоки 5 мм; шаг спирали – 25 мм.

2) $G_{x.2} = 2532 \text{ г}$

Ближайший по массе холодильник 1,800 кг. Его параметры: диаметр спирали – 52 мм; диаметр проволоки 6 мм; шаг спирали – 20 мм.

3) $G_{x.3} = 2045 \text{ г}$

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

Ближайший по массе холодильник 1,800 кг. Его параметры: диаметр спирали – 52 мм; диаметр проволоки 6 мм; шаг спирали – 20 мм.

2.1.6 Выбор величины припусков на механическую обработку

Таблица 12 – Величины припусков на механическую обработку по ГОСТ Р53464-2009

Размер, мм	Припуск, мм
100	5,0
140	5,0
190	5,6
235	6,2
290	6,5
320	6,5
450	7,3

2.1.7 Расчет прибылей

Для того чтобы определить количество прибылей и место 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 и прибыли и удобства изготовления формы. С точки зрения обеспечения минимальных тепловых потерь нужно при заданном объеме, необходимом для компенсации объемной усадки, придать прибыли минимальную поверхность. Известно, что этому требованию удовлетворяет сферическая прибыль. Однако при изготовлении формы ее трудно выполнить. Поэтому выбираем открытую прибыль, устанавливаемую по периметру отливки. Открытая прибыль также даёт возможность рационально осуществлять заливку. Когда форма заполняется через литниковую систему до заполнения прибылей на $2/3$ высоты, можно заливать расплав через открытые прибыли. Данный режим обеспечивает эффективное заполнение литейной формы, а также снижает риск возникновения дефектов.

Перед расчетом размеров прибылей определим объем питаемых узлов для каждой прибыли.

Объемы питаемых узлов был рассчитаны с помощью 3Dмодели.

Объем первого питаемого узла равен 17887 см³;

Объем второго питаемого узла равен 15866 см³;

Рассчитаем объемы прибылей по формуле Й.Пржибыла:

$$V_{np} = \frac{V_0 \times \alpha_V \times \beta}{1 - \alpha_V \times \beta},$$

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 $\beta=10$);

V_0 – объем питаемого узла, см³;

Объем прибыли №1 равен

$$V_{np.1} = \frac{17887 \times 0,045 \times 10}{1 - 0,045 \times 10} = \frac{8049,15}{0,55} = 14650 \text{ см}^3.$$

Объема прибыли №2 равен

$$V_{np.2} = \frac{15886 \times 0,045 \times 10}{1 - 0,045 \times 10} = \frac{7139,7}{0,55} = 13000 \text{ см}^3.$$

Обе прибыли имеют вид трапеции.

Для того чтобы определить высоту опоки, найдем примерную высоту прибыли.

Исходя из этого допустим что площади поверхностей куда устанавливается прибыль $S_1=510 \text{ см}^2$ и $S_2=570 \text{ см}^2$

Тогда примерную высоту можно определить по формуле:

$$H = \frac{V_{np}}{S},$$

где V_{np} – объем прибыли, см³;

S – площадь поверхности прибыли, см²

$$H_1 = \frac{14650}{510} \approx 28 \text{ см},$$

$$H_2 = \frac{13000}{570} \approx 23 \text{ см},$$

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

Учитывая максимальные габаритные размеры отливки и примерную высоту прибылей принимаем опоку размером 2000x1600x400.

Так как обе прибыли открытые, то их высоту принимаем 400 мм.

Длину прибылей можно найти по формуле:

$$l = \frac{V_{np}}{S_{mp}} = \frac{V_{np}}{\frac{1}{2}(a \times b) \times H_{np}},$$

где l – длина прибыли, см

S_{mp} – площадь трапеции, см²

H_{np} – высота прибыли, см

Длина первой прибыли:

$$l_1 = \frac{14650}{\frac{1}{2}(9+13) \times 40} = \frac{14650}{440} = 34 \text{ см.}$$

Длина второй прибыли:

$$l_2 = \frac{13000}{\frac{1}{2}(6+8) \times 40} = \frac{13000}{280} = 46 \text{ см.}$$

2.1.8 Конструирование и расчёт 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 350, поэтому принимаем подвод сплава в форму через четыре питателя к стенке отливки сверху, т.е. по плоскости разъема формы. Подвод металла в тонкую стенку, способствует снижению возникающих литейных напряжений.

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

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

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;

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

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

Масса жидкого металла, заливаемого в форму, равна сумме черновой массы отливки (530 кг), массы прибылей G_{np} и массы металла, расходуемого на литниковых каналах:

$$G_{л} = 0,1 \times 530 = 53 \text{ кг},$$

$$G_{np} = 7,8(14650 + 13000) = 215 \text{ кг},$$

С учетом этого:

$$G = 530 + 215 + 53 = 800 \text{ кг}.$$

Находим значение оптимальной продолжительности заливки:

$$\tau_{opt} = 1,6 \times \sqrt[3]{25 \times 800} = 43 \text{ с}.$$

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

$$v_{cp.} = \frac{C}{\tau_{opt}},$$

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

В нашем случае $C = 350 + 400 = 750$ мм. = 75 см.

$$v_{cp.} = \frac{750}{43} = 18 \text{ мм / с}.$$

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:

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

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

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

										Лист
										36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

44.03.04 017 ПЗ

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 $P=40$ см).

Рассчитаем гидростатический напор в системе.

$$H_p = 40 - \frac{40^2}{2 \times 75} = 30 \text{ см}^2.$$

С учетом приведенных значений величин находим площадь узкого места системы:

$$F_{уз} = \frac{800 \cdot 1000}{0,32 \cdot 43 \cdot 7,8 \cdot \sqrt{2 \cdot 981 \cdot 30}} = \frac{800000}{26038} = 30 \text{ см}^2$$

В качестве узкого места примем питатели. Так как питателя 4, то площадь одного питателя равна $30/4=7,5$ см². Примем следующее соотношение площадей элементов системы:

$$F_n : F_{л.х} : F_{ст} = 1 : 1,2 : 1,4,$$

где F_n – площадь питателей, обслуживаемых одной ветвью литникового хода;

$F_{л.х}$ – площадь литникового хода;

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

Значит $F_n = 7,5$ см².

Исходя из приведенных соотношений, находим

$$F_{ил} = \frac{30 \times 1,2}{2} = 18 \text{ см}^2,$$

$$F_{ст} = 30 \times 1,4 = 42 \text{ см}^2.$$

Диаметр стояка равен $D_{ст} = 7,3$ см.

По найденным значениям площадей питателей и литникового хода найдем их конкретные размеры. Примем для этих элементов трапецеидаль-

										Лист
										37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ную форму сечения. Для питателей примем $h=ai$ и $b=0,8a$. С учетом этого находим:

$$a = \sqrt{\frac{7,5}{0,9}} = 2,8 \text{ см,}$$

$$b = 0,8 \times 2,8 = 2,25 \text{ см,}$$

$$h = 2,8 \text{ см.}$$

Для шлакоуловителя $b=0,8a$ и $h=0,9a$. Значит, $S=0,81a^2$ отсюда следует:

$$a = \sqrt{\frac{18}{0,81}} = 4,7 \text{ см,}$$

$$b = 0,8 \times 4,7 = 3,8 \text{ см,}$$

$$h = 0,9 \times 4,7 = 4,25 \text{ см.}$$

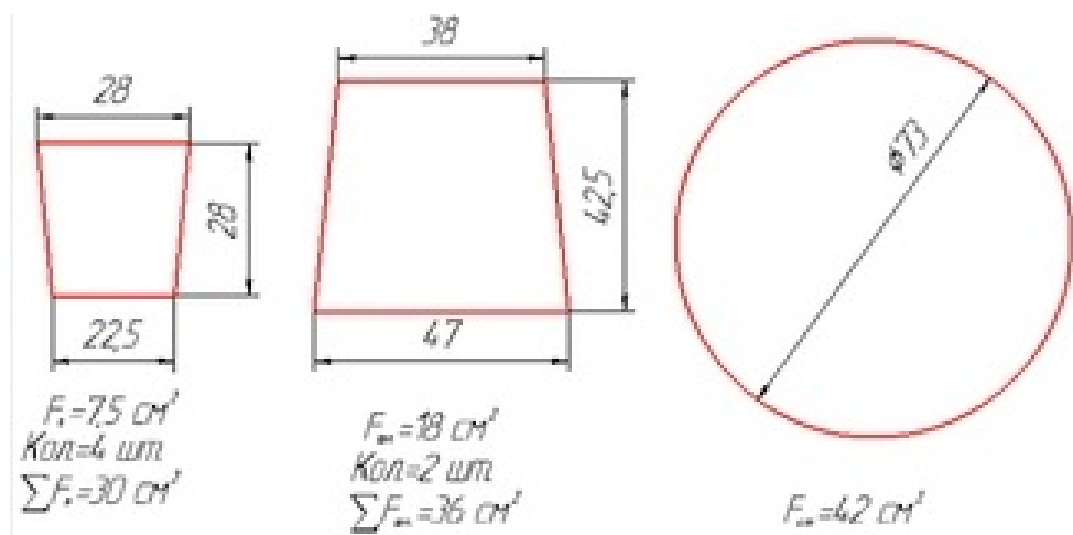


Рисунок 1 – Элементы литниковой системы

2.2 Расчет шихты для выплавки стали

2.2.1 Состав шихты

Расчет шихты ведётся для электродуговой плавки стали 35 Л на 100 кг металлозавалки.

Состав стали 35Л согласно ГОСТ 977 – 88 представлен в таблице 13.

Таблица 13 - Химический состав стали 35Л, []

Элемент	C	Mn	Si	Cr	Cu	P	S	Ni
Содержание, %	0,32-0,4	0,4-0,9	0,2-0,52	До 0,3	До 0,3	До 0,04	До 0,045	0,3

В составе шихты используют следующие материалы:

- возврат собственного производства литейного цеха – 40%;
- стальной лом – 50%;
- стружка в брикетах 10 %;
- чугун передельный;

Данные о химическом составе шихтовых материалов приведены в таблице 14.

Таблица 14 - Состав шихтовых материалов

Шихтовые материалы	Массовая доля составляющих, %						
	C	Mn	Si	P	S	Al	Зола
Возврат	0,25	0,6	0,35	0,045	0,04	-	-
Стальной лом	0,25	0,5	0,4	0,04	0,04	-	-
Стружка в брикетах	0,25	0,45	0,35	0,045	0,04	-	-
Чугун передельный	4	0,7	0,65	0,15	0,03	-	-
Электроды	99	-	-	-	-	-	1
Ферросилиций	0,2	0,4	45	0,04	0,03	-	-
Ферромарганец	6	75	2	0,3	0,03	-	-
Алюминий	-	-	-	-	-	98*	-

*остальную часть составляет железо

Данные о составе шлакообразующих материалов приведены в таблице 15.

Таблица 15 - Состав шлакообразующих материалов

Шлакообразующие материалы	Массовая доля составляющих, %				
	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
Известь свежееобожженная	92	3	3	1	1
Железная руда	0,7	0,3	6	3	90
Песок	-	-	96	2	2
Динас	1,34	-	96,58	0,58	1,5
Зола электродов	11,8	-	56,5	31,7	-

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

$$\frac{(100+x) \times ([C]_{ст} + [C]_{изб})}{100} = (40 + 50 + 10) \times \frac{[C]_{ш}}{100} + \frac{[C]_{ч}}{100} \times X,$$

где $[C]_{ст}$ - нижний предел содержания углерода в заданной марке стали %;

$[C]_{изб}$ - превышение содержания углерода к концу периода плавления, в кислом процессе, обычно составляет 0,1-0,2 %;

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

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

X - Содержание чугуна в шихте, %.

$$\frac{(100+x)(0,32+0,2)}{100} = (40 + 50 + 10) \times \frac{0,35}{100} + \frac{4X}{100},$$

$$(100 + X) \times 0,52 = 35 + 4X,$$

$$X = 4,89 \text{ кг}(\%).$$

Пересчитав вновь состав компонентов, стали и чугуна исходя из 100%, получим:

- отходы литейного цеха составят $40 \times 100 / (100 + 4,89) = 38,13$ кг;
- расход стального лома $50 \times 100 / (100 + 4,89) = 47,7$ кг;
- расход стружки в брикетах $10 \times 100 / (100 + 4,89) = 9,5$ кг;
- расход чугуна $4,89 \times 100 / (100 + 4,89) = 4,7$ кг.

С целью получения более точных расчётов следует учитывать, что отходы литейного цеха могут быть загрязнены песком в виде пригара (обычно от 0,5 до 2%). Аналогичные загрязнения могут иметь и другие составляющие шихты. Тогда, если принять пригар равным 1%, действительное количество отходов литейного цеха составит: $38,13(100-1) / 100 = 37,74$ кг. Масса пригара будет равна $38,13 - 37,74 = 0,39$ кг.

Количество элементов, вносимое металлической шихтой, приведено в таблице 16.

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

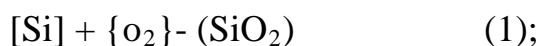
Таблица 16 - Количество элементов, вносимое металлической шихтой

Шихтовые материалы	Масса, кг	Вводят элементов, %					
		C	Mn	Si	P	S	Fe
Отходы литейного цеха	37,74	0,094	0,226	0,132	0,017	0,015	37,25
Стальной лом	47,67	0,119	0,238	0,191	0,019	0,019	47,08
Стружка в брикетах	9,5	0,024	0,043	0,033	0,004	0,004	9,392
Чугун передельный	4,7	0,173	0,03	0,028	0,006	0,001	4,462
Итого, кг,	99,61	0,41	0,537	0,384	0,046	0,039	98,19
%	100	0,41	0,54	0,39	0,05	0,04	98,57

2.2.2 Период плавления шихты

В период плавления шихты 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:



Причем, основным процессом является реакция (2), так 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.

За период плавления угар кремния составляет 70%. марганца – 70%. Угар железа составляет 2-3% от массы металла. 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 таблице 17.

Таблица 17 - Расход кислорода на окисление элементов, кг

Элемент	Поступило	Окислилась	Осталась в металле	требуется		Образовалось оксида
				FeO	O ₂	
C	0,41	-	-	-	-	-
Mn	0,537	$0,537 \times 0,7 = 0,376$	0,161	$0,376 \times 72 / 55 = 0,492$	0,108	$0,376 + 0,108 = 0,484$
Si	0,384	$0,384 \times 0,7 = 0,269$	0,115	$0,269 \times 14 / 28 = 1,383$	0,312	$0,269 + 0,312 = 0,581$
P	0,046	-	0,046	-	-	-
S	0,039	-	0,039	-	-	-
Fe	98,194	$98,194 \times 0,03 = 2,946$	95,248	-	$2,946 \times 0,24 \times 72 / 56 = 0,909$ $2,946 \times 0,08 \times 160 / 112 = 0,337$ $2,946 \times 0,68 \times 160 / 112 = 2,862$	
Итого:	99,61	3,591	96,019	1,875	1,582	5,173

*24% окислившегося железа окисляется до FeO, 8% - до Fe₂O₃ (переход в шлак), 68% - до Fe₂O₃ и улетучиваются в зоне электрических дуг.

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

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

где μ_{N_2} – молярная масса азота;

μ_{O_2} – Молярная масса кислорода.

Таким образом, на образование оксидов требуется воздуха:

$$1.582 + 5.296 = 6.878 \text{ кг.}$$

Шлак периода плавления

В шлак периода плавления поступит:

из металла, кг:

MnO 0.484;

SiO₂ 0,581;

FeO 0.909;

Fe₂O₃ 0.337;

Итого: 2.311.

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
						42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

За счет пригара (песка) на отходах литейного цеха, кг:

$$\text{SiO} : 0,2 \times 0,96 = 0,278;$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 : 0,29 \times 0,02 = 0,006;$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 : 0,29 \times 0,02 = 0,006;$$

Итого; 0,290.

Из динасового свода. Расход кирпича на 100 кг шихты можно принять равным 0.2 кг. Из этого количества в период плавления расходуется 60% то есть $0,2 \times 0,6 = 0,12$ кг, которые внесут в состав шлака, кг:

$$\text{CaO} : 0,12 \times 0,013 = 0,0016;$$

$$\text{SiO}_2 : 0,12 \times 0,966 = 0,1159;$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 : 0,12 \times 0,06 = 0,0007;$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 : 0,12 \times 0,015 = 0,0018.$$

Итого: 0,12

Из подины и откосов. Наварка подины и откосов производится кварцевым песком. Расход песка составлял 1-2 кг на 100 кг шихты (в расчете принимаем 1.5 кг). В период плавления в шлак переходят 50% массы наварки песка или 0.75 кг. Из наварки переходит в шлак, кг:

$$\text{SiO}_2 : 0,75 \times 0,96 = 0,72;$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 : 0,75 \times 0,02 = 0,015;$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 : 0,75 \times 0,02 = 0,015;$$

Итого: 0,75

Из золы электродов. Расход электродов на 1 тонну стали составляет 4 – 6 кг (0,4-0,6 кг на 100 кг шихты). По периодам плавки расход электродов примерно пропорционален расходу электроэнергии. Считаем, что в первый период расходуется 60% электродов, т.е. $0,5 \times 0,6 = 0,30$ 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 углерод $0,30 \times 0,99 = 0,297$ кг. При этом образуется зола $0,30 \times 0,01 = 0,003$ кг. Из золы электродов перейдет в шлак, кг:

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

$\text{CaO } 0.003 \times 118 = 0.0003;$

$\text{SiO}_2 0.003 \times 0.565 = 0.0017;$

$\text{Al}_2\text{O}_3 0.003 \times 0.317 = 0.0010;$

Итого. 0,0030.

Данные о количестве и составе шлака в период плавления приведены в таблице 18.

Таблица 18 - Состав и количество шлака периода плавления

Источник	Составляющие, кг						Всего, кг
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	Fe ₂ O ₃	MnO	CaO	
Металл	0,5810	-	0,909	0,337	0,484	-	2,311
Пригар(песок)	0,278	0,006	-	0,006	-	-	0,29
Свод	0,1159	0,007	-	0,0018	-	0,0016	0,12
Подина и откосы	0,72	0,015	-	0,015	-	-	0,75
Зола электродов	0,0017	0,001	-	-	-	0,0003	0,003
Итого кг	1,6966	0,027	0,909	0,3598	0,484	0,0019	3,474
%	48,84	0,65	26,07	10,36	13,93	0,05	100

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 металл, пренебрегаем.

В течении первого периода расходуется 0,3 кг графитированных электродов. Принимаем, что углерод окисляется кислородом воздуха на 90% до CO и 10% до CO₂. Тогда с образованием CO сгорает углерода $0,3 \times 0,99 \times 0,9 = 0,267$ кг, где 0.99 - содержание углерода в электродах и образуется $0.267 \times 28 / 12 = 0.623$ кг CO.

С образованием CO₂ окисляется $0,30 \times 0.99 \times 0.10 = 0.030$ кг углерода, при этом образуется $0,03 \times 44 / 12 = 0,11$ кг CO₂. Для горения потребуется кислорода воздуха: $(0.623 - 0.267) + (0.110 - 0.30) = 0.436$ кг. С кислородом воздуха поступит азота: $0.436 \times 77 / 23 = 1,460$ кг, или $0.305 \times 79 / 21 = 1.1427$ м².

Итоговые данные о количестве и составе газов периода плавления сведены в таблице 19.

									Лист
									44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

44.03.04 017 ПЗ

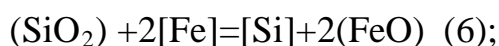
Таблица 19 - Количество и состав газов периода плавления

Источник	Поступило, кг	Образовалось, кг			
		CO	CO ₂	N ₂	Всего
Углерод электродов	0,267+0,030 =0,297	0,623	0,11	1,45	2,193
Азот поступивший с кислородом	5,296	-	-	0,296	5,726
Воздух	0,436+1,46= 1,896	-	-	-	-
Итого, кг	7,489	0,623	0,11	6,796	7,489
%	100	8,32	1,47	90,21	0,06

2.2.4 Окислительный период

Задачами окислительного периода при кислой плаке является дегазация металла за счет кипения и нагрев металла. В течении периода окисляется 0,1-0,2% углерода. Вводимый при этом оксид кальция вытесняет из содержащихся в плавке 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 кислого 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%.

В соответствии с приведенными в литературе данными принимаем следующее изменение состава металла в окислительном периоде плавки.

Содержание углерода в конце периода должно быть приблизительно 0,32% или $96,019 \times 0,32 / 100 = 0,307$ кг, где 96,019- выход жидкого металла, кг.

Следовательно, окисление углерода, в том числе с учетом углерода, пошедшего на восстановление кремния, $0,41 - 0,307 = 0,103$ кг.

К концу периода в металле останется 0,08 – 0,12% марганца. Принимаем в расчете 0,1% или $96,019 \times 0,1/100 = 0,096$ кг; окислится марганца:

$$0,161 - 0,096 = 0,065 \text{ кг.}$$

За счет восстановления содержания кремния в металле в конце окислительного периода можно принять ранним 0.25%, что составит

$$96.019 \times 0.25/100 = 0,240 \text{ кг,}$$

$$\text{тогда восстановится } 0.240 - 0.115 = 0.125 \text{ кремния.}$$

$$\text{На восстановление кремния потребуется } 0.125 \times 24/28 = 0.107 \text{ кг углерода.}$$

2.2.5. Потребность в железной руде

Принимаем, что окисление углерода и марганца происходят за счет кислорода железной руды. При этом источником кислорода является FeO-оксид железа, который получается при восстановлении Fe_2O_3 руды железом:
 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + [\text{FeO}] = 3(\text{FeO})$ (7)

Расход железной руды на плавку определим по балансу затрат на окисление элементов и поддержании в шлаке определенных концентрации оксидов железа. Количество FeO, необходимое для окисления примесей, приведено в таблице 20.

Таблица 20 - Количество FeO, необходимое для окисления примесей, кг

Эл-т	поступило	окислитель	Осталось в Ме	Требуется FeO	Восстановилось FeO	Образовалось оксида
C	0,41	0,201 – 0,107* = 0,094	0,307	$0,094 \times 72/12 = 0,564$	$0,564 \times 56/72 = 0,439$	CO (газ) $0,094 \times 28/12 = 0,219$
Mn	0,161	0,065	0,096	$0,065 \times 72/55 = 0,085$	$0,085 \times 56/72 = 0,066$	MnO(в шлак) $0,065 \times 71/55 = 0,084$
Si	0,115	-0,125**	0,246	-	-	CO (в газ) $0,123 \times 56/28 = 0,246$ Восстановилось SiO ₂ из шлака – $0,125 \times 60/28 = 0,26$
P	0,046	-	0,46	-	-	-

S** *	0,039	-	0,039	-	-	-
Fe	95,24	-	95,248	-	-	-
Итого	96,02	0,142	95,982	0,649	0,505	0,281

*количество углерода, потребовавшееся для восстановления кремния из (SiO₂);

**количество кремния, восстановившегося из (SiO₂);

*** отнесение реакции десельфурации к окислительному процессу носит условный характер

Потребность в FeO покрываем присадкой в шлак железной руды. Для образования 0,649 FeO требуется $0,649 \times 160 / 216 = 0,481$ кг Fe₂O₃. Для восстановления Fe₂O₃ до FeO требуется $0,649 - 0,481 = 0,168$ кг железа. Если принять что 10% Fe₂O₃ из руды переходит в шлак, а 90% восстанавливается до FeO, то расход железной руды составит $0,481 / (0,90 \times 0,90) = 0,594$ кг

2.2.6 Шлак окислительного периода

В шлак окислительного периода поступит:

из металла (см.табл.14):

0,084кг MnO;

0,268 кг SiO₂

Итого 0,184 кг.из шлака периода плавления (см. табл. 12):

1,6966 кг SiO₂;

0,0227 кг Al₂O₃;

0,91 кг FeO;

0,3598 кг Fe₂O₃;

0,0019 кг CaO

Итого 2,991 кг.

Из железной руды (см.табл.14) кг:

CaO $0,594 \times 0,007 = 0,004$;

MgO $0,594 \times 0,003 = 0,002$;

						44.03.04 017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			47

SiO_2 $0,594 \times 0,006 = 0,0035$;
 Al_2O_3 $0,594 \times 0,003 = 0,002$;
 Fe_2O_3 $0,594 \times 0,90 \times 0,1 = 0,053$;

Итого: 0,065.

Из извести. Расход извести в окислительный период плавки принят 0,3 кг на 100 кг садки. Известь вносят в шлак:

CaO $0,3 \times 0,92 = 0,276$;
 MgO $0,3 \times 0,03 = 0,009$;
 SiO_2 $0,3 \times 0,03 = 0,009$;
 Al_2O_3 $0,3 \times 0,01 = 0,003$;
 Fe_2O_3 $0,3 \times 0,01 = 0,003$;

Итого: 0,3.

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

CaO $0,4 \times 0,0134 = 0,0006$;
 SiO_2 $0,4 \times 0,9658 = 0,0386$;
 Al_2O_3 $0,4 \times 0,0058 = 0,0002$;
 Fe_2O_3 $0,4 \times 0,015 = 0,0006$;

Итого: 0,04.

из подины и откосов. В шлак поступает 25% набивной массы, то есть $1,5 \times 0,25 = 0,375$ кг.

из набивной массы перейдет, кг:

SiO_2 $0,375 \times 0,96 = 0,36$;
 Al_2O_3 $0,375 \times 0,02 = 0,008$;
 Fe_2O_3 $0,375 \times 0,02 = 0,008$;

Итого: 0,375.

Из золы электродов. Принимаем, что в окислительный период расходуется 20% электродов, что составляет $0,5 \times 0,2 = 0,099$ кг. Содержащийся в электродах углерод сгорает в атмосфере печи, а зольный остаток переходит в шлак.

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Окисляется углерод электродов, кг: $0,1 \times 0,01 = 0,001$ кг.

Составляющие золы внесут в шлак, кг:

CaO $0,001 \times 0,118 = 0,0001$;

SiO₂ $0,001 \times 0,565 = 0,0006$;

Al₂O₃ $0,001 \times 0,317 = 0,0003$;

Итого: 0,001.

Состав и количество шлака окислительного периода приведены в таблице 21.

Таблица 21 - Количество и состав шлака окислительного периода

Источник	Составляющие, кг							Всего, кг
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	Fe ₂ O ₃	MnO	CaO	MgO	
Шлак периода окисления	1,6966	0,0227	0,910	0,3598	0,479	0,019	-	3,47
Металл	-0,268	-	-	-	0,081	-	-	-0,187
Железная руда	0,036	0,018	-	0,054	-	0,004	0,002	0,114
Известь	0,009	0,003	-	0,003	-	0,276	0,009	0,3
Свод	0,0386	0,0002	-	0,0006	-	0,0006	-	0,04
Подины и откосы	0,36	0,008	-	0,007	-	-	-	0,375
Зола электродов	0,0006	0,0003	-	-	-	0,0001	-	0,001
Итого, кг	1,8728	0,0522	0,91	0,4244	0,56	0,2826	0,011	4,113
%	45,53	1,27	22,12	10,32	13,62	6,87	0,27	100

2.2.7 Количество газов окислительного периода

При окислении углерода металла образуется $0,201 \times 28/12 = 0,449$ кг монооксида углерода. При окислении углерода электродов кислородом атмосферы образуется $0,099 \times 0,90 \times 28/12 = 0,208$ кг СО и $0,099 \times 0,10 \times 44/12 = 0,036$ кг СО₂ (0,90 и 0,10 - доли окисления углерода соответственно до СО и СО₂). При этом требуется $0,208 + 16/28 + 0,36 \times 32/44 = 0,145$ кг кислорода воздуха. С кислородом поступит азота $0,145 \times 77/23 = 0,485$ кг.

Количество и состав газов окислительного периода представлены в таблице 22.

Таблица 22 - Количество и состав газов окислительного периода

Источник	Поступило, кг	Образовалось, кг			
		CO	CO 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= 0,63	-	-	-	-
Итого, кг	0,93	0,677	0,036	0,485	1,198
%	100	56,51	3,01	40,48	100

Материальный баланс окислительного периода приведен в таблице 23.

Таблица 23 - Материальный баланс окислительного периода

Поступило	Полученно
Металлы первого периода 96,019	Металлы 95,982+0,41-0,168=96,224
Шлак первого периода 2,991	Шлак 4,113
Железная руда 0,594	Газы 1,198
Известь 0,3	Невязка 0,001
Динас 0,04	
Набивная масса 0,375	
Электроды 0,1	
Воздух 0,63	
Итого: 101,049	Итого 101,049

2.8 Расчет количества раскислителей

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

$$C \quad 0,307 \times 100 / 96,224 = 0,319 = 0,32;$$

$$Si \quad 0,246 \times 100 / 96,224 = 0,256 = 0,26;$$

$$Mn \quad 0,096 \times 100 / 96,224 = 0,099;$$

$$P \quad 0,046 \times 100 / 96,224 = 0,048;$$

$$S \quad 0,039 \times 100 / 96,224 = 0,041$$

Расчет необходимого количества раскислителей производится исходя из средне заданного содержания соответствующих элементов в готовой стали с учетом угара:

$$\text{Марганца } (0,45 + 0,9) / 2 = 0,68\%;$$

$$\text{Кремния } (0,20 + 0,52) / 2 = 0,36\%.$$

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

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

Таким образом, раскисление металла в печи проводим ферромарганцем, а в ковше в процессе выпуска – алюминием. Необходимое количество раскислителя можно определить по следующей формуле:

$$q = \frac{M_{ст}}{100} \times \frac{[E]_{ст} - [E]_{п.р}}{\frac{[E]_p}{100} \times \frac{100 - U}{100}} \quad (8)$$

где q - Количество присаживаемого раскислителя, кг;

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

$[E]_{ст}$ – средне заданное содержание определяемого элемента в готовой стали, кг;

$[E]_{п.р.}$ - 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%. Ферромарганец внесет, кг:

$0.929 \times 0.06 = 0.056$ углерода;

$0.929 \times 0.75 = 0,697$ Mn;

$0.929 \times 0.02 = 0.018$ кремния;

$0.929 \times 0.003 = 0.003$ фосфора;

$0,929 \times 0.0003 = 0.0003$ серы.

Итого: 0.7743 кг.

С ферромарганцем поступит $0.929 - 0.774 = 0.155$ кг железа. При раскислении металла окислится $0.697 \times 0.20 = 0.139$ кг. Mn и образуется $0.139 \times 71/55 = 0,179$ кг MnO. При этом требуется $0.139 \times 16/55 = 0.040$ кг кислорода, с которым поступит $0,040 \times 77/23 = 0,134$ кг азот. Количество и состав металла после присадки ферромарганца отражены в таблице №23.

В период раскисления стали принимаем расход огнеупоров, набивной массы и электродов таким же, что и в окислительный период плавки: 0,04 кг

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

динаса; 0,375 кг набивки; 0.10 кг электродов. Количество и состав шлака после раскисления приведены в таблице 24.

Таблица 24 - Количество и состав металла после раскисления ферро-марганцем

Элемент	Поступило с металлом, кг	Внесено ферро-марганцем	Перешло в шлак	Содержание в металле	
				кг	%
C	0,307	0,056	-	0,363	0,37
Mn	0,096	0,697-0,239 =0,558	0,139	0,654	0,67
Si	0,246	0,018	-	0,264	0,27
P	0,046	0,003	-	0,049	0,05
S	0,039	0,0003	-	0,0883	0,09
Fe	95,248+ 0,41- 0,168 =95,49	0,155	-	95,645	98,55
Итого	95,917	0,79	0,139	97,063	100

Окончательное раскисление металла производим в ковше алюминием. Расход алюминия составляет 0,8-1.2 кг на 1т стали. Угар алюминия составляет 75 - 85%. В расчете принимаем расход алюминия 1кг/т, то есть 0.1 кг на 100 кг металла. Тогда фактически требуется $97.063 \times 0.1 / 100 = 0,097$ алюминия.

Алюминий внесет: $0.097 \times 0.98 = 0.095$ кг алюминия; $0.097 \times 0.02 = 0.002$ кг железа, что составит в сумме 0.097 кг. Остается алюминия в металле, если принять его усвоение равным 20%, $0,095 \times 0,20 = 0.019$ кг.

При окислении алюминия образуется $0.095 \times 0.80 \times 102 / 54 = 0.144$ кг Al_2O_3 . На окисление алюминия затрачивается 0, $095 \times 0.80 \times 48 / 54 = 0,068$ кг кислорода воздуха, с которым поступит $0.068 \times 77 / 23 = 0,227$ кг азота.

Таблица 25 - Количество и состав шлака перед выпуском металла

Источник	Составляющие, кг							Всего, кг
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	Fe ₂ O ₃	MnO	CaO	MgO	
Шлак окислительного периода	1,8728	0,0522	0,910	0,4240	0,56	0,2826	0,011	4,113
Свод	0,0386	0,0002	-	0,0006	-	0,0006	-	0,04
Набивка	0,036	0,008	-	0,007	-	-	-	0,375
Зола электродов	0,0006	0,0003	-	-	-	0,0001	-	0,001
Ферромарганец	-	-	-	-	0,179	-	-	0,179
Итого, кг	2,272	0,0605	0,91	0,4316	0,739	0,2833	0,011	4,707
Итого, %	48,27	1,29	19,33	9,17	15,7	6,01	0,23	100

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 таблице 26.

Таблица 26 - Количество и состав газов в период раскисления

Источник	Поступило, кг	Образовалось, кг			
		CO	CO ₂	N ₂	Всего
Углерод электродов	0,099	0,208	0,036	0,485+ 0,137 =0,622	0,866
Воздух	0,630+0,041+ 0,137= 0,808	-	-	-	-
Итого, кг	0,907	0,21	0,036	0,622	0,866
%	100	24,02	4,16	71,82	100

Таблица 27 - Материальный баланс периода раскисления

Поступило	Полученно
Металл окислительного периода 95,917	Металл 95,982+0,41-0,168=96,317
Шлак второго периода 4,113	Шлак 4,707
Ферромарганец 0,929	Al ₂ O ₃ после окончательного раскисления алюминием 0,144
Алюминий 0,097	Газы 0,866+0,227=1,093
Динас 0,04	Невязка 0,001
Набивная масса 0,375	
Электроды 0,1	
Воздух 1,103	
Итого: 102,674	Итого 102,674

Таблица 28 - Материальный баланс плавки, кг

Поступило, кг		Полученно	
Стальной лом	94,91	Металл	95,982+0,41-
Чугун	4,7		0,168=96,317
Динас	0,2	Шлак	4,707
Пригар (песок)	0,29	Al ₂ O ₃ после окончательного раскис-	
Электроды	0,3+0,1+0,1=0,5	ления алюминием	0,144
Железная руда	0,594	Газы	0,866+0,227=1,093
Набивная масса	8,774+0,63+1,103=1,5	Улет железа в виде Fe ₂ O ₃	2,864
		Невязка	0,001
		Итого	113,814
Известь	0,3		
Воздух	0,874+0,63+1,103=2,607		
Ферромарганец	0,929		
Алюминий	0,097		
Итого:	113,814		

2.3. Изготовление форм и стержней

Изготовление форм и стержней осуществляется из ХТС по альфа-сет-процессу на автоматических формовочных линиях Т005 и Л013 и стержневой линии Л600Х. Альфа-сет-процесс получил известность благодаря хорошему качеству поверхности отливок. Хорошая текучесть смеси на этапе заполнения формы способствует ее равномерному распределению в форме и стержневом ящике. Связующая система Альфа-сет не содержит серы, снижающей поверхностное натяжение металла.

Преимуществами, возникающими при использовании Альфа-сет-процесса, являются: легкое извлечение из оснастки; значительное снижение износа моделей; уменьшение загрязнения и поломок моделей. Они позволяют организовывать хранение стержневых ящиков и моделей как можно ближе к месту их использования. Таким образом, облегчается операция смены моделей и, особенно, при изготовлении небольших серий изделий, облегчается ведение и управление процессом формовки.

Альфа-сет-процесс применяется для изготовления форм и стержней. При изготовлении форм добавляемое количество смолы марки АЛЬФАБОНД/SINOTHERM 8552 составляет 1,0 – 1,8%, при изготовлении стержней 1,0 – 1,8% от количества песка, а количество отвердителя марки Т-03 - 40% от количества смолы.

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

3 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Управление персоналом

Управление персоналом включает в себя реализацию следующих мероприятий:

- разработку квалификационной структуры кадров;
- распределение работающих по участкам и обслуживаемому оборудованию;
- определение численности и состава работающих по категориям;
- оптимизацию режима труда;
- формирование системы оплаты труда и планирование фонда заработной платы;
- разработку системы стимулирования трудовой деятельности;
- обеспечение условий труда, отдыха и быта;
- оценку персонала;
- обучение и переподготовку кадров;
- отбор и продвижение кадров, организацию маркетинга персонала;
- оценку эффективности труда;
- обеспечение участия рабочих и служащих в управлении предприятием.

Система управления персоналом предприятия включает в себя следующие подсистемы:

- планирования, прогнозирования и маркетинга персонала;
- оформление и учета кадров;
- развития кадров;
- анализа и развития средств стимулирования труда;
- условий труда и трудовых отношений;

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

3.1.1 Планирование численного и квалификационного состава рабочих

Прежде всего, нужно определить качественный и количественный состав основных и вспомогательных рабочих. При определении квалификации рабочего необходимо руководствоваться видом обслуживаемого оборудования, сложностью выполняемых работ и тарифно-квалификационными справочниками.

3.1.2 Аттестация рабочих мест и определение квалификационного состава рабочих

Аттестацию рабочих мест необходимо выполнять для каждого производственного участка. При этом необходимо принять во внимание каждое рабочее место и сделать следующее:

- дать характеристику оборудованию, которое используется в цехе средствами механизации и автоматизации;
- определить требования к квалификации рабочих, которые будут обслуживать оборудование;
- определить численность рабочих разных профессий, обслуживающих оборудование и выполняющих работы на каком-либо участке.
- дать характеристику работам с точки зрения их сложности и квалификационных требований;
- определить квалификационный и количественный состав рабочих на рабочем месте и участке;
- определить мероприятия по организации труда, технологии, экономике производства и охране труда;
- дать характеристику условий труда;
- охарактеризовать вопросы взаимодействия рабочего места и участка с другими рабочими местами и участками.

3.1.3 Расчет численности работающих

Различают списочную и явочную численность рабочих, фактически участвующих в производственном процессе. Списочная численность рабочих

					44.03.04 017 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		56

включает всех постоянных и временных рабочих, имеющих трудовые договорные отношения с предприятием.

Расчет явочной численности рабочих выполняются по формуле:

$$N_{я.i} = H_i \times A_i \times C_i,$$

где H_i – норма обслуживания оборудования в смену, чел.;

A_i – количество одновременно работающих однотипных агрегатов, шт.;

C_i – число смен в сутки.

Списочное число рабочих определяют по формуле:

$$N_{сн.i} = N_{я.i} \times K_{сн},$$

где $K_{сн}$ – коэффициент списочного состава;

$$K_{сн} = \frac{T_n}{T_0},$$

где T_n – номинальный фонд времени, сут.;

T_0 – действительный фонд времени, сут.;

Величины T_n и T_0 определяются на основе баланса рабочего времени одного трудящегося:

$$T_n = (365 - B - П - П_{\square}) \times 8 + П_{\square} \times 7,$$

где B – число выходных дней;

$П$ – число праздничных дней;

$П_{\square}$ – число предпраздничных дней.

$$T_n = (365 - 104 - 8 - 6) \times 8 + 6 \times 7 = 2018 \text{ ч.}$$

Действительный фонд времени рабочего времени равен:

$$T_0 = T_n - H,$$

где H – планируемый невыход на работу (отпуска, невыходы по болезни, по выполнению государственных обязанностей, учебные отпуска, и другие невыходы)

Таблица 29 – баланс рабочего времени рабочего на год.

Статья баланса	Фонд времени	
	Сутки	Часы
Календарный фонд времени	365	2920
Выходные дни	104	
Праздничные дни	8	
Предпраздничные дни	7	
Номинальный фонд времени	252	2018
Плановые невыходы на работу	34	272
В том числе:		
основной и дополнительный отпуск	25	
по болезни	7	
выполнение гос. обязанностей	1	
отпуск учащихся	1	
Действительный фонд времени	218	1744
Коэффициент списочного состава Ксп	1,16	

В состав служащих входят: табельщики (2-3 чел), секретарь, завхоз, экспедиторы (1-5 чел), учетчики (2-6 чел). В состав младшего обслуживающего персонала (МОП) входят курьеры, уборщики, гардеробщики и т.п.

Численность аппарата управления и обслуживающего персонала (ИТР, служащих и МОП) определяют на основании укрупненных норм. Общая численность ИТР, служащих и МОП ориентировочно составляет соответственно 10,4 и 2% от численности производственных рабочих.

Определение численности управленческого персонала приводится в соответствии с принятой схемой управления. Обычно руководство цехом осуществляют: начальник цеха, его заместитель, начальник технологического бюро, старшие мастера и сменные мастера.

Энергетической службой руководит энергетик цеха, а ремонтом и обслуживанием оборудования – механик цеха.

Экономическую службу возглавляет экономист цеха. В составе службы может находиться бухгалтерия.

Планирование и диспетчеризация в цехе осуществляется планово-диспетчерским бюро (ПДБ). Принятое количество управленческого и обслуживающего персонала с указанием должностей приведено в таблице 32.

Структура трудящихся в цехе приведена в таблице 33.

Таблица 30 – Расчет списочного состава основных рабочих

Наименование отделений и профессии	Тарифный разряд	Число смен в сутки	Норма обслуживания	Количество агрегатов	Количество рабочих				ЗП в мес. На ед.	Затраты на ЗП	ЗП в год
					Явочное		Списочное	Ксп			
					В смену	В сутки					
Плавильное отделение											
1. Плавильщик	5	2	1	3	3	6	7	1,16	30 000р.	210 000р.	2 520 000р.
2. Подручный	3	2	1		1	2	3		25 000р.	75 000р.	900 000р.
3. Завальщик	3	2	1		1	2	3		28 000р.	84 000р.	1 008 000р.
4. Шихтовщик	3	2	1		1	2	3		25 000р.	75 000р.	900 000р.
5. Заливщик	3	2	1	2	1	2	3		30 000р.	90 000р.	1 080 000р.
Итого:					7	14	19		138 000р.	534 000р.	6 408 000р.
Формовочное отделение											
1. Формовщик машинной формовки	2	2	1	2	2	4	5	1,16	30 000р.	150 000р.	1 800 000р.
Итого:					2	4	5		30 000р.	150 000р.	1 800 000р.
Смесеприготовительное отделение											
1. Земледел	3	2	1	1	1	2	3	1,16	25 000р.	75 000р.	900 000р.
2. Сушильщик	2	1	1	2	2	4	5		25 000р.	125 000р.	1 500 000р.
Итого:					3	6	8		50 000р.	200 000р.	2 400 000р.
Стержневое отделение											
1. Стерженщик	3	2	6	2	12	24	25	1,16	30 000р.	750 000р.	9 000 000р.
2. Каркащик	2	2	1	2	2	4	5		25 000р.	125 000р.	1 500 000р.
3. Сушильщик	2	1	1	1	1	2	3		23 000р.	69 000р.	828 000р.
Итого:					15	30	33		78 000р.	944 000р.	11 328 000р.
Выбивное отделение											
1. Чистильщик литья	2	2	1	3	3	6	5	1,16	25 000р.	125 000р.	1 500 000р.
2. Нагревальщик-термист	3	2	1	2	2	4	5		28 000р.	140 000р.	1 680 000р.
3. Выбивщик литья	2	2	0,5	2	2	4	5		23 000р.	115 000р.	1 380 000р.
4. Станочник	2	2	1	2	2	4	5		23 000р.	115 000р.	1 380 000р.
5. Электросварщик	2	2	1	2	2	4	5		30 000р.	150 000р.	1 800 000р.
Итого:					11	22	25		129 000р.	645 000р.	7 740 000р.
ВСЕГО						38	76		425 000р.	2 473 000р.	29 676 000р.

Таблица 31 – Расчет списочного состава вспомогательных рабочих

Наименование профессии	Тарифны й разряд	Число смен в сутки	Количество рабочих			Ксп	ЗП в мес. На ед.	Затраты на ЗП	ЗП в год
			Явочное		Списочное				
			В смену	В сутки					
1. Маркировщик	1	1	2	2	3	25 000р.	75 000р.	900 000р.	
2. Контролёр	3	2	3	6	7	23 000р.	161 000р.	1 932 000р.	
3. Ковшевой	3	1	2	4	5	20 000р.	100 000р.	1 200 000р.	
4. Крановщик	4	2	3	6	7	28 000р.	196 000р.	2 352 000р.	
5. Стропальщик	3	2	5	10	11	30 000р.	330 000р.	3 960 000р.	
6. Кладовщик	2	2	1	2	2	20 000р.	40 000р.	480 000р.	
7. Слесарь	4	2	4	8	9	25 000р.	225 000р.	2 700 000р.	
8. Станочник	3	2	2	4	5	25 000р.	125 000р.	1 500 000р.	
9. Наладчик	3	2	2	4	5	28 000р.	140 000р.	1 680 000р.	
10. Электрик	5	2	1	2	3	23 000р.	69 000р.	828 000р.	
11. Печник-футеровщик	3	2	2	4	5	25 000р.	125 000р.	1 500 000р.	
12. Лаборант	3	1	2	2	2	30 000р.	60 000р.	720 000р.	
13. Водитель внутреннего транспорта	2	2	2	4	5	30 000р.	150 000р.	1 800 000р.	
ИТОГО:			31	58	69		332 000р.	1 796 000р.	21 552 000р.

Таблица 32 – Штатное расписание ИТР, служащих и МОП

Должность	Количество	Оклад, руб		
		Месячный	Годовой	С учётом районного коэффициента
ИТР				
1. Начальник цеха	1	65 000,00р.	780 000,00р.	897 000,00р.
2. Заместитель начальника	1	60 000,00р.	720 000,00р.	828 000,00р.
3. Начальник ПДБ	1	60 000,00р.	720 000,00р.	828 000,00р.
4. Начальник тех. бюро	1	50 000,00р.	600 000,00р.	690 000,00р.
5. Технолог	2	90 000,00р.	1 080 000,00р.	1 242 000,00р.
6. Старший мастер	1	40 000,00р.	480 000,00р.	552 000,00р.
7. Энергетик	1	35 000,00р.	420 000,00р.	483 000,00р.
8. Механик	1	35 000,00р.	420 000,00р.	483 000,00р.
9. Экономист	1	40 000,00р.	480 000,00р.	552 000,00р.
10. Мастер	3	90 000,00р.	1 080 000,00р.	1 242 000,00р.
ИТОГО:	13	565 000,00р.	6 780 000,00р.	7 797 000,00р.
Служащие				
1. Табельщик	2	30 000,00р.	360 000,00р.	414 000,00р.
2. Секретарь	1	20 000,00р.	240 000,00р.	276 000,00р.
3. Бухгалтер	2	60 000,00р.	720 000,00р.	828 000,00р.
4. Завхоз	1	18 000,00р.	216 000,00р.	248 400,00р.
5. Нормировщик	1	20 000,00р.	240 000,00р.	276 000,00р.
ИТОГО:	7	148 000,00р.	1 776 000,00р.	2 042 400,00р.
МОП (2%)				
ИТОГО:	4	48 000,00р.	576 000,00р.	662 400,00р.
ВСЕГО	24	761 000,00р.	9 132 000,00р.	10 501 800,00р.

Таблица 33 – Структура трудящихся в цехе

Категории персонала	Количество человек	Удельный вес, %
1. Рабочие, всего	159	86,89
в том числе:		
Основные	90	49,18
Вспомогательные	69	37,70
2. ИТР	13	7,10
3. Служащие	7	3,83
4. МОП	4	2,19
ИТОГО:	183	100,00

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

44.03.04 017 ПЗ

Лист

61

3.1.4 Организация и планирование заработной платы

Различают сдельно-премиальную и повременно-премиальную системы оплаты труда. Повременная оплата труда определяется только лишь на степень сложности труда. Она имеет место, когда: количественный результат труда уже определен ходом рабочего процесса; количественный результат труда не быть измерен; когда качество труда важнее его количества, когда работа неоднородна по своему характеру и нерегулярно по нагрузке.

При сдельной системе оплаты труда учитывается как степень сложности труда, так и производительность, достигнутая в течение рабочего времени. При этом часовая оплата может быть определена двумя способами: умножением произведенных в час единиц продукции на оплату одной единицы и произведением произведенных в час единиц продукции на норму времени на одну единицу продукции и тарифную ставку.

При планировании фонда заработной платы исходят из расчета трудоемкости производственной программы, исчисленной по профессиям и разрядам рабочих с учетом условий труда, т.е. определения тарифной заработной платы и всевозможных выплат и доплат.

По структуре фонд заработной платы делится на часовую, дневной, месячный и годовой. Различие этих фондов заключается в добавлении к прямой заработной плате доплат, предусмотренных законодательством и трудовым договором. К часовому фонду относятся доплаты за руководство бригадой, за работу в ночное время, а также за обучение учеников; к дневному фонду – относят доплаты за работу в выходные и праздничные дни и за работу в сверхурочные часы; к месячному и годовому фондам – доплаты за отпуска по учебе, за выполнение государственных обязанностей и за очередные и дополнительные отпуска.

Порядок расчет планового фонда заработной платы основных и производственных рабочих следующий:

- 1) Определение тарифного фонда заработной платы;
- 2) Установление выплат и доплат;

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

- 3) Расчет общего фонда заработной платы;
- 4) Определение средней заработной платы рабочих.

Расчет фонда заработной платы осуществляется по средней тарифной ставке, по всем отделениям цеха:

$$T_{cp} = \sum_{i=1}^n T_{ст.i} \times \frac{N_i}{N_{я}},$$

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

N_i – явочное число рабочих соответствующего разряда;

$N_{я}$ – явочное число рабочих данной группы

Определяем средние тарифные ставки по отдельным цехам:

- 1) Плавильное отделение

$$T_{cp} = \frac{26 \times 6 + 20,8 \times 8}{14} = 23,02 \text{ руб/час.}$$

- 2) Формовочное отделение

$$T_{cp} = \frac{18,91 \times 4}{4} = 18,91 \text{ руб/час.}$$

- 3) Смесеприготовительное отделение

$$T_{cp} = \frac{20,82 \times 2 + 18,91 \times 4}{6} = 19,54 \text{ руб/час.}$$

- 4) Стержневое отделение

$$T_{cp} = \frac{20,82 \times 24 + 18,91 \times 6}{30} = 20,44 \text{ руб/час.}$$

- 5) Выбивное отделение

$$T_{cp} = \frac{18,91 \times 18 + 20,82 \times 4}{22} = 19,24 \text{ руб/час.}$$

Аналогично определяется средняя тарифная ставка вспомогательных рабочих.

3.1.2 Отчисления на социальные нужды

В соответствии с законодательством в этот раздел себестоимости включаются социальные взносы (30 % от фонда заработной платы).

Социальные отчисления составляют: 1 509 000 р. (Таблица 34)

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
						63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 34 – Отчисления на социальные нужды по фонду оплаты труда

Фонд заработной платы	Отчисления в фонд, руб.
1. Рабочие:	
Основные	741 900р.
Вспомогательные	538 800р.
2. ИТР	169 500р.
3. Служащие	44 400р.
4. МОП	14 400р.

3.2 Расчет стоимости основных фондов, амортизационных отчислений и нормативов загрузки оборудования

Прежде всего, необходимо определить балансовую стоимость основных фондов, включающую в себя затраты:

- на возведение зданий и сооружений;
- на приобретение, монтаж и доставку оборудования;
- на приобретение технологической оснастки;
- на приобретение инструмента и инвентаря.

Затраты на монтаж оборудования определяются в % от цены оборудования, ориентировочно можно принять 10%.

Затраты на инструмент и приспособления определяются таким образом: 50 р. На 1 т годных отливок из чугуна и стали.

Стоимость хозяйственного инвентаря на одного работающего можно принять из расчета 2000 р. на одного работающего.

Нормы амортизации:

- 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%.

Результаты расчетов приведены в таблице №35.

Таблица 35 – Расчет капитальных затрат и амортизационных отчислений.

Наименование	Марка оборудования	Количество, шт	Стоимость единицы оборудования				Общая стоимость, руб	Амортизационные отчисления	
			Цена, руб	Монтаж		Всего, руб		Норма, %	Сумма, руб
				%	руб				
Здания и сооружения						39 368 000р.	2	787 360р.	
Бытовые помещения						11 105 000р.	2	222 100р.	
ИТОГО						50 473 000р.		1 009 460р.	
ОСНОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ									
1. Печь плавильная	ДСПТ-3	3	10 000 000р.	10	1 000 000р.	11 000 000р.	33 000 000р.	7	2 310 000
2. Поточная формовочная линия	T005A (габариты опок 2000x1600)	1	15 000 000р.		1 500 000р.	16 500 000р.	16 500 000р.	9	1 485 000
3. Поточная формовочная линия	Л013 (габариты опок 1600x1200)	1	15 000 000р.		1 500 000р.	16 500 000р.	16 500 000р.	9	1 485 000
4. Стержневая линия	(ЛП011)	2	8 000 000р.		800 000р.	8 800 000р.	17 600 000р.	9	1 584 000
5. Смеситель шнековый двухрукавный	S2550A/B	1	200 000р.		20 000р.	220 000р.	220 000р.	9	19 800
6. Дробемёт подвесного типа	SBM- P900×1600/1	2	1 990 000р.		199 000р.	2 189 000р.	4 378 000р.	9	394 020
7. Дробемёт подвесного типа (Для очистки от окалины)	SBM- P900×1600/1	1	1 990 000р.		199 000р.	2 189 000р.	2 189 000р.	9	197 010
8. Печь термообработки	ПВП 15.25.15/12,5М	2	1 500 000р.		150 000р.	1 650 000р.	3 300 000р.	9	297 000
9. Печь для сушки песка	БС 1.0	2	500 000р.		50 000р.	550 000р.	1 100 000р.	9	99 000
10. Сито барабанное	174М1	1	100 000р.		10 000р.	110 000р.	110 000р.	9	9 900
11. Оборудование	УР.6	1	5 000 000р.		500 000р.	5 500 000р.	5 500 000р.	9	495 000
ИТОГО						100 397 000р.		8 375 730	
ДОПОЛНИТЕЛЬНО ОБОРУДОВАНИЕ									
Подъёмно-транспортное оборудование						60 238 200р.	10	6 023 820р.	
Инструмент и оснастка						750 000р.	50	375 000р.	
Прочее оборудование						25 099 250р.	10	2 509 925р.	
Хозяйственный						366 000р.	10	36 600р.	
ИТОГО						86 453 450р.		8 945 345р.	
ВСЕГО						237 323 450р.		18 330 535р.	

Затраты на содержание и ремонт оборудования рассчитываем исходя из балансной стоимости, они приведены в таблице 36.

Таблица 36 – Смета расходов на содержание и ремонт оборудования

Наименование статьи затрат	Сумма, руб	Примечание
Эксплуатация оборудования	1 003 970р.	1% от стоимости оборудования
Текущий ремонт оборудования	5 019 850р.	5% от стоимости оборудования
Внутрипроизводственные перемещения груза	75 000р.	5 руб. на 1т годного литья
Износ малоценного и быстроизнашивающего оборудования	225 000р.	15 руб. на 1т годного литья
Прочие расходы	632 382р.	10% от общей суммы расходов
ИТОГО	6 956 202р.	

3.3 Определение затрат и планирование себестоимости продукции

В соответствии с законодательством в себестоимость продукции включаются следующие группы затрат:

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

Данные по расходам и стоимости основных и вспомогательных материалов, по расходам и затратам на нетехнологическую электроэнергию, сводим в таблицу 37.

Таблица 37 – Количество основных и вспомогательных материалов и затраты на их приобретение

Наименование материала	Расход, т		Затраты, руб.	
	На годовую программу, т	На 1 т годного литья, кг	На годовую программу, руб	На 1 т годного литья
возврат	5661000	377,4	33 966 000р.	2 264р.
Стальной лом	7150500	476,7	121 558 500р.	8 104р.
Стружка	1425000	95	8 550 000р.	570р.
чугун	705000	47	15 510 000р.	1 034р.
ИТОГО			179 584 500р.	11 972р.
В том числе:				
вспомогательные материалы			7 500 000р.	500р.
песок	135000000	9000	372 600 000р.	24 840р.
смола	3375000	225	179 250 000р.	11 950р.
отвердитель	776250	51,75	103 500 000р.	6 900р.
Итого			662 850 000р.	44 190р.

Данные по затратам на оплату труда, расходам на социальные нужды, затратам на амортизацию зданий, оборудования и инструмента, затратам на содержание и ремонт оборудования являются исходными для выполнения калькуляции себестоимости тонны годного литья. Калькуляция приведена в таблице 38.

Таблица 38 – Калькуляция себестоимости 1 т годных отливок

Статья затрат	Единица измерения	На 1 т литья		На программу	
		Норм. Расх.	Сумма ,р	Кол-во, т	Сумма, руб
1	2	3	4	5	6
1. Сырьё и основные материалы:					
Стальной лом	кг	1231,5	20 936р.	18472500	314 032 500р.
Стружка	кг	95	570р.	1425000	8 550 000р.
Чугун	кг	47	1 034р.	705000	15 510 000р.
Итого			22 540р.		338 092 500р.
2. Возвраты	кг	377,4	2 264р.	5661000	33 966 000р.
Угар и безвозвратные потери		36,8	221р.	552000	3 312 000р.
Итого за вычетом-возврата и угара			2 485р.		37 278 000р.
3. Оплата труда основных рабочих	Р.		1978,4		29 676 000р.
4. Отчисления на социальные нужды	Р.		49,46		741 900р.
5. технологическая электроэнергия	кв/ч	1,283	1860,35	3849000	5 581 050р.

6. Энергия на технические нужды:					
вода		0,048	346,08	144	1 038р.
сжатый воздух		0,0126	75,6	37,8	227р.
7. Расходы на подготовку и освоение производства			10 751р.		161 271 402р.
8. Расходы на ремонт и эксплуатацию оборудования			464р.		6 956 202р.
9. Отчисления на амортизацию оборудования			558р.		8 375 730р.
Основная себестоимость			41 108р.		616 622 184р.
Цеховые расходы			7 909р.		118 635 903р.
Цеховая себестоимость			49 017р.		735 258 087р.
Общезаводские расходы			1 954р.		29 305 762р.
Производственная себестоимость			50 971р.		764 563 849р.
Непроизводственные расходы			1529,13		22 936 915р.
Полная себестоимость			52 500р.		787 500 764р.

Таблица 39 – смета цеховых расходов

Статьи затрат	Затраты на 1т литья, руб	Затраты на всю программу, руб.
1. Затраты на оплату вспомогательных рабочих, управленческого и обслуживающего персонала	3 300р.	49 494 600р.
2. Отчисления на социальные нужды	1 207р.	18 103 200р.
3. Амортизация зданий и инвентаря	1 222р.	18 330 535р.
4. Затраты на НИОКР, рационализаторство и изобретательство (8% от основной заработной платы производственных рабочих)	273р.	4 098 240р.
5. Расходы на охрану труда (10% от основной заработной платы производственных рабочих)	342р.	5 122 800р.
6. Стоимость вспомогательных материалов	500р.	7 500 000р.
ИТОГО:	6 843р.	102 649 375р.
7. Транспортный налог (1% от цехового фонда заработной платы)	34р.	512 280р.
8. Прочие расходы (15% от суммы всех предыдущих расходов)	1 032р.	15 474 248р.
ИТОГО цеховых расходов:	7 909р.	118 635 903р.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

44.03.04 017 ПЗ

Лист

68

Затраты на подготовку и освоение производства планируется в размере 520% от основной зарплаты производственных рабочих в сумме с затратами и эксплуатацией оборудования.

При планировании себестоимости общезаводские расходы определяются по заданному проценту от заработной платы производственных рабочих и расходов на ремонт и эксплуатацию оборудования (ориентировочно можно принять 80%). Непроизводственные расходы принимаем в пределах 1,5 – 3 % от производственной себестоимости.

3.4 Расчет плановых и постоянных затрат

3.4.1 Расчет постоянных затрат

$$FC = FC_1 + FC_2 + FC_3 + FC_4 + FC_5 + FC_6 + FC_7 + FC_8 + FC_9,$$

где FC_1 – отчисления на амортизацию оборудования, здания и сооружений;

FC_2 – отчисления на эксплуатацию и ремонт оборудования;

FC_3 – расходы на подготовку и освоение производства;

FC_4 – затраты на оплату вспомогательных рабочих, управленческого и обслуживающего персонала, плюс отчисления на социальные нужды;

FC_5 – затраты на НИОКР, рационализаторство и изобретательство;

FC_6 – расходы на охрану труда;

FC_7 – прочие цеховые расходы;

FC_8 – общезаводские расходы;

FC_9 – непроизводственные расходы.

$$FC = 18330535 + 6956202 + 161271402 + (49494600 + 18103200) + 4098240 + 5122800 + 15474248 + 29305762 + 22936915 = 331093904 \text{ руб.}$$

Средние удельные постоянные расходы равны:

$$AFC = FC / M,$$

где M – годового выпуска годного литья по программе цеха, т.

$$AFC = \frac{331093904}{15000} = 22072 \frac{\text{руб}}{\text{т}}.$$

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

3.4.2 Расчет переменных затрат

Расчет переменных затрат производится по выражению:

$$VC = VC_1 + VC_2 + VC_3 + VC_4 + VC_5 + VC_6 + VC_7,$$

где VC_1 – суммарные затраты на сырьё и основные материалы, т.р.;

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

VC_3 –затраты на технологическую энергию;

VC_4 – затраты на технологическое топливо;

VC_5 – затраты на техническое использование воды и сжатого воздуха;

VC_6 – затраты на вспомогательные материалы;

VC_7 – транспортный налог

$$VC = 239790000 + (29676000 + 741900) + 5581050 + (1038 + 227) + 7500000 + 512280 = 283802495 \text{ руб.}$$

Средние удельные переменные расходы (на 1 тонну годного литья) равны:

$$AVC = VC/M.$$

где M – годовой выпуск годного литья по программе цеха, т.

$$AVC = \frac{283802495}{15000} = 18920 \text{ руб/т.}$$

Общие годовые затраты равны:

$$TC = FC + VC,$$

$$TC = 331093904 + 283802495 = 614896399 \text{ руб.}$$

Общие средние удельные затраты равны полной себестоимости годного литья:

$$ATC = AFC + AVC,$$

$$ATC = 22072 + 18920 = 40992 \text{ руб/т.}$$

3.5 Ценообразование

При установлении цен на продукцию предприятия используют следующие основы метода ценообразования:

- ориентацию на текущие цены;

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

- обеспечение безубыточности и получение целевой прибыли по принципу «издержки + прибыль»;

- установление цены, исходя из ощущаемой ценности товара;

- ориентацию на издержки производства.

$$P = 1,5 \times S,$$

где S – себестоимость тонны годного литья.

$$P = 1,5 \times 52500 = 80000 \text{ руб/т.}$$

Таблица 40 – Техничко-экономические показатели работы

Показатель	Единица измерения	Проектируемый вариант
1. Годовой объём выпуска литья	тонн	15000
2. Балансовая стоимость основных производственных фондов в т.ч. активной части:	руб.	237 323 450р.
3. Численность рабочих,	чел.	183
в т.ч. всех производственных	чел.	159
4. Себестоимость производственной программы выпуска	руб	787 500 764р.
5. Чистая прибыль	руб	468 082 880р.
7. Выпуск продукции		
- на 1 работающего	т/г	81,96
- на 1 производственного рабочего	т/г	94,33
8. Фондоотдача (на тыс. руб. осн. произ. фондов):		
- на тыс. руб. активной части осн. произ. фондов	тыс/руб	1,97р.
9. Затраты на 1 рубль произведённой продукции	руб	0,66р.
10. Рентабельность продукции	%	59,43
11. Окупаемость капитальных вложений	год	1,68
12. Критический объём выпуска (точка безубыточности.)	т/г	5006,6

4 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

В литейном цехе на здоровье основного рабочего персонала негативно воздействуют условия труда, которые характеризуются такими опасными и вредными факторами, как: шум, пыль, вибрация, микроклимат, электромагнитные излучения, освещенность, электро-безопасность, пожарная безопасность.

Эти моменты приводят к различным болезням, травмам и, как следствие, к ухудшению здоровья и в соответствии с этим, снижению работоспособности.

Охрана труда объединяет комплекс мероприятий по трудовому законодательству, технике безопасности и производственной санитарии, которые обеспечивают безопасные работы, а также предупреждение несчастных случаев. Задачей охраны труда считается сведение к минимальной вероятности поражения или же заболевания работающих, с одновременным обеспечением комфорта и наибольшей производительности труда.

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

4.1 Безопасность труда

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

Стандарты на общие требования безопасности к производственному оборудованию устанавливают требования безопасности к системе оснащения в целом и его отдельным элементам. Способы контроля выполнения требований безопасности содержат требования безопасности размещения составляющих технологических систем, режимов работы производственного оснащения, систем управления и режима труда персонала, требования по использованию средств защиты, стандарты на нормы и общие требования по видам опасности,

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

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 защищённости рабочих является важной задачей охраны труда.

Несоблюдение требований безопасности в таких условиях создает опасные ситуации, которые приводят 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 большими 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 воздействия 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 используют 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.

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

4.3 Защита от механического травмирования

Понизить механический травматизм может помочь повышение культуры производства, и соблюдение сотрудниками 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 способов зацепки грузов и несоответствия выполняемых загрузок грузоподъемности средств. С целью уменьшения количества травм при эксплуатации оборудования время от времени должны проводиться инструктажи и проверка знаний по технике безопасности.

4.5 Защита от шума и вибраций

Борьба с шумом более рациональна посредством сокращения его в источнике. Используемые в отделении средства сокращения шумов механического и аэродинамического происхождения у их источников – это своевременный ремонт неисправностей механизмов, обширное использование принудительного смазывания трущихся поверхностей в сочленениях, использование вентиляторов лопаток оптимального сопротивления воздуху и газам, создание оптимальной пульсации давления рабочей среды в аэродинамических процессах. В качестве средств индивидуальной защиты могут применяться ушные вкладыши.

При монтаже во время реконструкции оборудования предусматриваются требования ГОСТ 12.1.012 – 2004 “Вибробезопасность”. Компрессоры, насосы, вентиляторы установлены на амортизаторы (резиновые, металлические, комби-

					44.03.04 017 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		74

нированные). В качестве средств индивидуальной защиты рабочие используют обувь на массивной подошве, а так же используются виброзащитные перчатки.

В среднем по отделению рабочие присутствуют в зонах вибрации не более 10% рабочего дня. Регламентация времени нахождения рабочего в местах сильной вибрации является эффективной мерой охраны труда. Уровень вибрации, действующий на работающих, абсолютно отвечает нормам вибрации по ГОСТ 12.1.012 – 2004.

4. 6 Вентиляция

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

Правильно спроектированные и рационально эксплуатируемые вентиляционные системы способствуют улучшению самочувствия рабочих и увеличению производительности труда. По проведенным исследованиям кондиционирование воздуха может увеличить производительность труда на 4-10 %.

Для создания в производственном помещении микроклимата, отвечающего санитарным нормам, нужно правильно скомбинировать естественную и механическую вентиляции. Также должна быть предусмотрена система аварийной вентиляции, которая применяется для скорого удаления из помещения значительных объемов газов с большими содержаниями вредных веществ. Аварийная вентиляция должна быть вытяжной и обеспечивать как минимум восьмикратный воздухообмен.

Вентиляция считается эффективной, в случае если она обеспечивает соответствие состояния воздуха требованиям СНиП 2.04.05-86 и ГОСТ 12.1.005-88.

Основными вредоносными элементами являются: тепловыделения из печи; пыль; газ SO₂.

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

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

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

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

Механическая вентиляция по сравнению с естественной имеет ряд преимуществ: большой радиус действия; возможность менять или сохранять необходимый воздухообмен независимо от температуры наружного воздуха и скорости ветра; подвергать вводимый в помещение воздух предварительной очистке, осушке или же 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.

На работоспособность человека значительное воздействие оказывает микроклимат рабочего помещения.

Таблица 41 – 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 характеристики микроклимата в рабочей зоне производственного помещения: температура, относительная влажность, скорость движения воздуха в зависимости от способности организма человека к акклиматизации в различное время года, характера одежды, интенсивности производимой работы и характера тепловыделений в рабочем помещении.

4. 7 Производственное освещение

Свет - мощный стимулятор работоспособности.

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

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

Нормы проектирования освещения представлены в СП 52.13330.2016.

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

Эти изменения обуславливаются периодом 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 СП 52.13330.2016.

В тёмное время суток, а также при недостаточном естественном освещении искусственное освещение. Учитывая непрерывный режим работы в цехе освещённость должна быть не менее 50 лк (СП 52.13330.2016).

Искусственное освещение разделяется 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.

										Лист
										77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

44.03.04 017 ПЗ

Местное освещение предназначено для освещения только лишь рабочего пространства с необходимым уровнем освещённости. Оно может быть стационарным или переносным.

Аварийное и ремонтное освещение учитывается на случай внезапного отключения рабочего освещения и необходимо для продолжения работы производства или эвакуации людей из помещения.

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 в центре 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 этих помещениях эвакуация людей в случае аварийного отключения рабочего освещения связана с угрозой травмирования из-за продолжения работы оборудования. Эвакуационное освещение предусматривается в местах, опасных для прохода людей, на лестницах и в основных проходах производственных помещений.

Предусматривается охранное освещение. Оно гарантирует безопасность перемещение автотранспорта и рабочих по территории участка. Охранное освещение обеспечивает нормальные зрительные условия освещённости площадок складирования, проходов и проездов. Устанавливается в виде прожекторов на территории участка.

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;

					44.03.04 017 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		78

- проверить исправность приспособлений, индивидуального освещения и механизмов, применяемых в работе.
- отрегулировать высоту приспособлений по своему росту;
- подготовить рабочее пространство, удалив все посторонние предметы;
- разложить в соответствующем порядке требуемые для работы инструмент, приспособления, материалы и т.п.;
- проверить исправность инструмента;
- проверить исправность оснащения, 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".

4. 9 Пожарная безопасность

Возможными причинами возникновения пожаров могут быть нарушения технологического режима, поломка электрического оборудования (короткое замыкание), нарушение графика плановых ремонтов, износ футеровки и тепло-изолирующих материалов, искры при сварочных работах, нарушение 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.

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

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

Металлургическое производство не может не оказывать воздействия на окружающую среду. К параметрам, характеризующим это воздействие, 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 регулировке 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 нынешний день вопросы экологического развития предприятий.

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

При технологических процессах происходит выделение вредоносных веществ в различных формах отходов производства (жидких, твердых и газообразных) в окружающую среду. Вредные вещества, являясь отходами технологических процессов, присутствуют 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. Когда производственная деятельность приводит к порче среды обитания человека, и когда природа уже не может сама восстано-

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

вить первоначальное состояние, перед человечеством встаёт серьёзнейшая задача предотвращения порчи окружающей среды. Выход из создавшегося положения заключается в переходе к регулируемому и сознательному ограничиваемому воздействию человечества на природу.

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.

4. 11 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 транспортировке химических и взрывоопасных грузов;
 - аварии на взрыво-пожароопасных объектах, газонефтепродуктовозов;
 - аварии на электроэнергетических системах и коммунальных системах жизнеобеспечения населения.
2. Чрезвычайные ситуации природного характера:
 - метеорологические явления:
 - сильный мороз;
 - сильный ливень;
 - смерчи.

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

3. Чрезвычайные ситуации экологического характера:

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

- чрезвычайные ситуации, связанные с изменением состава атмосферы (превышение предельно допустимых концентраций вредных примесей в атмосфере).

Соответствующими службами ГО ведомственными подсистемами РСЧС в соответствии с характером деятельности разрабатываются прогнозы возможной чрезвычайной ситуации на карте области (города, района) с пояснительной запиской, в которой отражаются:

1. Характер и наименование возможной ЧС.
2. Наиболее вероятное время возникновения ЧС.
3. Возможные объекты, места и районы возникновения ЧС.
4. Основные мероприятия по предупреждению ЧС.
5. Возможные последствия, масштабы и особенности ЧС.
6. Органы надзора и контроля по предупреждению ЧС.
7. Ведомственные спасательные и аварийно-восстановительные силы.
8. Необходимые резервы материально-технических ресурсов для ликвидации последствий ЧС и предполагаемые места их хранения.

Требования к организации технологического процесса в условиях чрезвычайных ситуаций:

1. При несчастном случае на производстве необходимо:
 - а) оказать пострадавшему первую помощь;
 - б) поставить в известность администрацию цеха;
 - в) обратиться за медицинской помощью в ближайший здравпункт.
2. При возникновении пожара незамедлительно 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.

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

3. В случае попадания искры и возгорания шлангов следует быстро перегнуть шланг возле горящего места со стороны редуктора и закрыть вентиль баллона.

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 поломок поставьте в известность администрацию и не приступайте к работе до их устранения.

7. При загорании редуктора, вентиля на ацетиленовом баллоне незамедлительно 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 загорании газа в местах утечки его из вентиля, баллона, шлангов или газопроводов - тушить пламя нужно песком, специальной одеждой, огнетушителями и другими средствами, преграждая доступ воздуха к огню. Тушить огонь водой запрещается. Струю огнетушителя следует направлять вдоль пламени, а не навстречу ему.

4.12 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 42.

					44.03.04 017 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		83

Таблица 42 – План мероприятий по управлению объектом в ЧС

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
<p>Взрыв в печи. Разрушение футеровки печи. Пожар.</p>	<p>1. Первый заметивший, криком оповещает о случившемся. 2. Прекратить подачу газа в печь. 3. В случае разрушения газопровода сообщить на газораспределительный пункт предприятия. 4. Сообщить сменному мастеру. 5. Сообщить в ПЧ, встретить пожарную машину. 6. Вызвать для пострадавших скорую помощь. 7. Сообщить диспетчеру предприятия. 8. Сообщить должностным лицам. 9. Выставить посты, оградить опасную зону, вывести людей 10. Пожарные и члены ДПД обследуют место аварии и приступают к тушению пожара.</p>	<p>Плавильщик</p>	<p>Изолирующие, изоляционные, противогаз находятся в комнате сменного мастера</p>	<p>Начальник цеха, до его прибытия - сменный мастер</p>

4.13 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 по причине присутствия в атмосфере Земли газов. Они получили название "парниковых" или "тепличных" газов. Все это приводит к разрушению озонового слоя, таянию ледников и как следствие

										Лист
										84
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	44.03.04 017 ПЗ					

приведет к глобальному потеплению. Озоновый слой защищает поверхность Земли от разрушительного эффекта солнечных ультрафиолетовых лучей. Истощение озонового слоя вызвано воздействием 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 станет наименее 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 (SO₂) и различными оксидами азота (NO).

Кислотные дожди появляются при, выбросе веществ в атмосферу автотранспортом, в результате деятельности металлургических предприятий и электрических станции, а также при сжигании угля и древесиной породы. Вступая в реакцию с водой атмосферы, они преобразуются в растворы кислот - серной, сернистой, азотистой и азотной. Вслед за тем, вместе со снегом или же дождем, они выпадают на землю, что приводит к гибели урожая, лесов и прочей растительности, понижается плодородие почвы, в водоемах гибнет фауна и флора. Неправильное использование удобрений и пестицидов. Внесение больших доз азотных удобрений временами негативно воздействует на почвенную структуру и снижает противоэрозионную 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

Машиностроительные предприятия выбрасывают такие загрязнители в атмосферу, как сернистый ангидрид, оксид углерода, диоксид азота, пыль различного химического состава. В водоемы выбрасываются сульфаты, хлориды, металлическая пыль, стружка, минеральные масла, отработанная смазывающе-охлаждающая смесь.

4. 14 Пути экологизации производства

Соблюдение санитарно-гигиенических норм, которые обеспечивают охрану атмосферы и гидросферы от вредоносного влияния промышленности, требует систематической количественной и качественной оценки производственных загрязнений.

Экологизация технологического процесса представляет собой принятие мер по понижению уровня концентрации опасных и токсичных веществ и предусматривает меры по ведению малоотходного и безотходного производства. Методом экологизации производства является снижение уровня токсичных веществ в помещении цеха путем их отсоса и фильтрации.

В настоящее время для снижения запыленности помещения в цехе применяется приточная и вытяжная вентиляция, которая осуществляется механическим путем использования вентиляционных установок. В механическом цехе при обработке металлов и сплавов происходит загрязнение воздуха металлической пылью. Для предотвращения данного загрязнения предлагается применить специальную систему кондиционирования и вентиляции на базе центрального кондиционера с утилизацией тепла вытяжного воздуха в перекрестно-точном теплообменнике (рекуператоре). 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.

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86

Насосная станция, также установленная на кровле здания, перекачивает хладоноситель по системе холодильник-теплообменник кондиционера. Удаляемый из помещения воздух отдает свое тепло приточному воздуху в перекрестно-точном теплообменнике (рекуператоре). Для очистки от газов электропечей, установлена очистка электрофильтрами и тканевыми фильтрами. Увеличение доли рукавных фильтров связано с улучшением свойств фильтровальных материалов.

На канализационные насосы установлены фильтровальный пакет, который выполняет очистку сточных вод и обрабатывает 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. Технология предусматривает утилизацию твердых отходов, пыль, улавливаемая газоочистными устройствами, затаривается в контейнеры и отправляется потребителю.

Для защиты атмосферы от выбросов предусматривается следующее мероприятие: замена фильтров и очистка неорганизованных выбросов в высокопроизводительных тканевых фильтрах. Рекомендуемые мероприятия позволят сделать данный технологический процесс изготовления отливок более экологичным и ресурсосберегающим, поскольку внедрение некоторых мер по экологизации, резко понизит объем вредных выбросов.

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		87

5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

5.1 Характеристика профессиональной деятельности сталеплавильщика

Область профессиональной деятельности сталеплавильщика: управление и контроль за работой производственного оборудования при производстве стали.

Объектами профессиональной деятельности сталеплавильщика считаются:

- технологические процессы изготовления стали;
- машины, механизмы и инструменты;
- сырье и готовая продукция;
- техническая, технологическая и нормативная документация.

Осуществляемая деятельность сталеплавильщика

- Ведение технологического процесса производства стали.
- Эксплуатация и ремонтно-профилактическое обслуживание машин и механизмов на производстве стали.

5.1.1 Требования к результатам освоения программы подготовки квалифицированных рабочих, служащих

Выпускник, освоивший ППКРС, должен обладать общими компетенциями, включающими в себя способность:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и методов ее достижения, определенных руководителем.

ОК 3. Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы.

ОК 4. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

ОК 6. Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, клиентами.

ОК 7. Исполнять воинскую обязанность, в том числе с применением полученных профессиональных знаний (для юношей) "*".

"*" В соответствии с Федеральным законом от 28.03.1998 N 53-ФЗ "О воинской обязанности и военной службе".

Выпускник, освоивший ППКРС, должен обладать профессиональными компетенциями, соответствующими видам деятельности:

Ведение технологического процесса производства стали.

ПК 1.1. Осуществлять подготовку материалов и технологического инструмента, необходимых для производства стали.

ПК 1.2. Выполнять технологические операции по ведению процесса производства стали.

ПК 1.3. Вести учет показаний контрольно-измерительных приборов (КИП) в процессе производства стали.

ПК 1.4. Оформлять техническую, технологическую и нормативную документацию.

Эксплуатация и ремонтно-профилактическое обслуживание машин и механизмов на производстве стали.

ПК 2.1. Управлять технологическим оборудованием и механизмами агрегатов по производству стали.

ПК 2.2. Выполнять профилактические осмотры и текущие ремонты обслуживаемого оборудования.

ПК 2.3. Выполнять требования нормативных актов по охране труда, промышленной безопасности и защите окружающей среды.

5.2 Характеристика подготовки по профессии

Сроки получения СПО по профессии 150401.02 Сталеплавильщик (по типам производства) в очной форме обучения и соответствующие квалификации приводятся в Таблице 43.

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

Таблица 43 – сроки получения профессии сталеплавильщик

Уровень образования, необходимый для приема на обучение по ППКРС	Наименование квалификации (профессий по Общероссийскому классификатору профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов) (ОК 016-94) *	Срок получения СПО по ППКРС в очной форме обучения **
Среднее общее образование	Оператор машины непрерывного литья заготовок. Подручный сталевар конвертера. Подручный сталевар мартеновской печи. Подручный сталевара установки внепечной обработки стали. Подручный сталевар установки электрошлакового переплава. Подручный сталевар электропечи. Разливщик стали	10 мес.
Основное общее образование		2 года 10 мес.***

"1" ФГОС СПО в части требований к результатам освоения ППКРС ориентирован на присвоение выпускнику квалификации выше средней квалификации для данной профессии.

"2" Независимо от применяемых образовательных технологий.

"3" Образовательные организации, осуществляющие подготовку квалифицированных рабочих, служащих на базе основного общего образования, реализуют федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования в пределах ППКРС, в том числе с учетом получаемой профессии СПО.

Рекомендуемый перечень возможных сочетаний профессий рабочих, должностей служащих по Общероссийскому классификатору профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов (ОК 016-94) при формировании ППКРС по профессиям СПО:

1. оператор машины непрерывного литья заготовок - разливщик стали;
2. подручный сталевар конвертера;
3. подручный сталевар мартеновской печи;
4. подручный сталевар установки внепечной обработки стали;
5. подручный сталевар установки электрошлакового переплава;
6. подручный сталевар электропечи.

5.3 Учебный план подготовки по профессии сталеплавильщик

Учебный план подготовки по профессии сталеплавильщика представлен в таблице 44.

Таблица 44 - Учебный план, по профессии «Сталеплавильщик»

Индекс	Наименование учебных циклов, разделов, модулей, требования к знаниям, умениям, практическому опыту	Всего максимальной учебной нагрузки обучающегося (час/нед.)	В т.ч. часов обязательных учебных занятий	Индекс и наименование дисциплин, междисциплинарных курсов (МДК)	Коды формируемых компетенций
	Обязательная часть учебных циклов ППКРС и раздел "Физическая культура"	864	576		
ОП.00	Общепрофессиональный учебный цикл	288	192		
	ОП.01. Основы инженерной графики				ОК 1 - 7ПК 1.1ПК 1.2ПК 1.3ПК 2.1ПК 2.2
	ОП.02. Основы технической механики				ОК 1 - 7ПК 1.1ПК 1.2ПК 1.3ПК 2.1ПК 2.2
	ОП.03. Основы материаловедения				ОК 1 - 7ПК 1.1ПК 1.2ПК 1.3ПК 2.1ПК 2.2
	ОП.04. Основы электротехники				ОК 1 - 7ПК 1.1ПК 1.2ПК 1.3ПК 2.1ПК 2.2
	ОП.05. Основы экономики				ОК 1 - 7ПК 1.1ПК 1.2ПК 1.3ПК 2.1ПК 2.2
		32		ОП.06. Безопасность жизнедеятельности	ОК 1 - 7ПК 1.1ПК 1.2ПК 1.3ПК 2.1ПК 2.2
П.	Профессиональный учебный цикл	576	384		
ПМ	Профессиональные модули	576	384		
ПМ.01	Ведение технологического процесса производства стали			МДК.01.01. Теоретические основы металлургических процессов	ОК 1 - 7ПК 1.1ПК 1.2ПК 1.3ПК 1.4

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

44.03.04 017 ПЗ

Лист

91

				МДК.01.02. Технологические процессы производства стали	
ПМ.02	Эксплуатация и ремонтно - профилактическое обслуживание машин и механизмов по производству стали			МДК.02.01. Управление и эксплуатация технологического и подъемно-транспортного оборудования сталеплавильного производства МДК.02.02. Слесарное дело и стропальное дело МДК.02.03. Охрана труда и промышленная безопасность	ОК 1 - 7ПК 2.1 - - 2.3
ФК.00	Физическая культура	80	40		ОК 1 - 7ПК 1.1 - 1.3ПК 2.1 - - 2.3
	Вариативная часть учебных циклов ППКРС (определяется образовательной организацией)	216	144		
	Итого по обязательной части ППКРС, включая раздел «Физическая культура», и вариативной части ППКРС	1080	720		
УП.00	Учебная практика обучающихся на базе среднего общего образования/на базе основного общ. обр.	18 нед./38 нед.	648/1368		ОК 1 - 7ПК 1.1 - 1.3ПК 2.1 - - 2.3
ПП.00	Производственная практика обучающихся на базе среднего общего образования/на базе основного общ. обр.				
ПА.00	Промежуточная аттестация обучающихся на базе среднего общего образования/на базе основного общ. обр.	1 нед./2 нед.			
ГИА.00	Государственная итоговая аттестация обучающихся на базе среднего общего образования	2 нед./3 нед.			

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

5.4 Разработка методики обучения с использованием информационно-компьютерных технологий по МДК 01.02 «Технологические процессы производства стали» по теме «Компьютерный количественный анализ изображений микроструктур углеродистых сталей»

Цель работы: Освоение методик количественного анализа микроструктуры углеродистой стали с помощью компьютерной программы Image Expert Pro 3.

Лабораторная работа «Компьютерный количественный анализ изображений микроструктур углеродистых сталей и чугунов» представляет собой методическое руководство к лабораторной работе по курсу материаловедения. Целью представленной лабораторной работы является освоение методик количественного анализа микроструктуры углеродистых сталей и чугунов с помощью компьютерной программы Image Expert 3.0.

Задачами лабораторной работы являются, получение изображений микроструктур доэвтектоидной, эвтектоидной и заэвтектоидной сталей, перенос изображений в компьютер, предварительная обработка изображений, определение объемной доли фазовых и структурных составляющих. По результатам анализа, студент определяет приблизительную марку углеродистой стали. Используя вышеописанный подход, студент должен произвести анализ микроструктур ковкого и серого чугунов – определить объемную долю графитовых включений.

5.4.1 Основные понятия

Диаграмма железо-углерод в интервале концентрации от 0 до 6,67 %C представлена на рисунке 2.

В рассматриваемых в диаграммах интервалах температур и концентраций железоуглеродистые сплавы имеют следующие структурные составляющие.

Жидкость – раствор углерода в железе. На рисунке жидкость обозначается буквой L.

Цементит – химическое соединение железа с углеродом. На рисунке обозначается буквой Ц. В цементите содержится 6,67% С.

										Лист
										93
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					44.03.04 017 ПЗ	

Феррит – твердый раствор углерода Fe_α (ОЦК). На картинке обозначается буквой Ф. Максимальная растворимость углерода в железе 0,02% при температуре 727°C и 0,1% С – при температуре 1499°C. С понижением температуры растворимость уменьшается.

Аустенит – твердый раствор углерода в Fe_γ (ГЦК). На картинке обозначается буквой А. Максимальная растворимость углерода в Fe_γ – 2,14% при температуре 1147°C. С понижением температуры растворимость уменьшается.

Перлит – эвтектоидная смесь феррита и цементита. На картинке обозначается буквой П. В перлите содержится 0,8% С.

Ледебурит – эвтектическая смесь аустенита и цементита (температурный диапазон 727°C - 1147°C). На картинке обозначается буквой Л. При температурах ниже 727°C ледебурит представляет собой механическую смесь перлита и цементита. В ледебурите содержится 4,3% С.

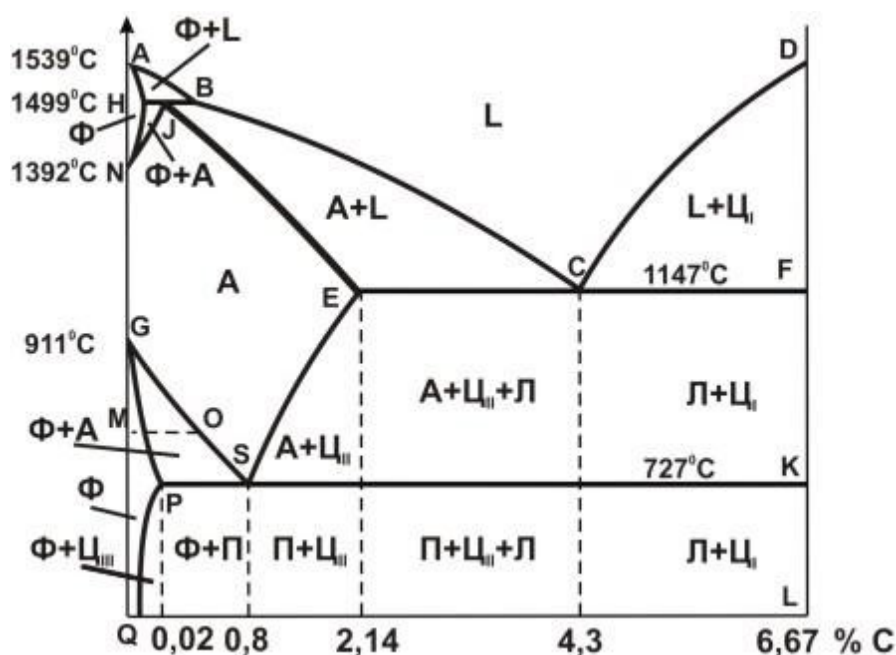


Рисунок 2 – Диаграмма состояния железо - углерод

5.4.2 План-конспект проведения лабораторной работы с использованием информационно компьютерных технологий по теме «Компьютерный количественный анализ изображения микроструктур углеродистых сталей»

Задачами лабораторной работы является:

- овладение теоретическими знаниями о микроструктурах стали в равновесном состоянии;
- практическое знакомство с изображением микроструктур стали под микроскопом;
- закрепление навыков работы с металлографическим микроскопом;
- Приобретение навыков работы со специальным программным обеспечением;
- Освоение методик количественного анализа изображений микроструктур различных типов.

Порядок выполнения работы:

- Ознакомиться с теорией и изложить ее основные положения в отчете.
- Изобразить в отчете диаграмму железо-углерод с указанием фаз и структурных составляющих во всех ее областях.
- С помощью металлографического микроскопа с цифровой видео камерой получить растровые изображения исследуемых структур технически чистого железа, доэвтектоидных, эвтектоидных и заэвтектоидных сталей.
- В программе Image Expert Pro 3 выполнить количественный анализ – у технически чистого железа определить средний размер зерна по методу площадей, построить гистограмму распределения размеров зерен; у доэвтектоидных и заэвтектоидных сталей определить объемную долю перлита, цементита.
- В программе Image Expert Pro 3 выполнить количественный анализ чугунов - серых, ковких и высокопрочных. С помощью функций

										Лист
										95
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	44.03.04 017 ПЗ					

программы определить концентрацию графита.

- Подсчитать количество углерода в каждом образце (для чугунов подсчитать только количество связанного углерода в графит).
- Установить марку стали, используя описания структуры и свойств.
- Все данные свести в таблицу отчета.

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		96

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В представленной выпускной квалификационной работе была разработана организации технологического процесса изготовления отливок из стали с годовым выпуском 15000 т.

Проведен расчет технологического оборудования, а также стержневых и формовочных материалов.

По итогам проведенных вычислений было выбрано оборудование и технологические материалы, обеспечивающие качественный результат.

Кроме того была посчитана экономическая эффективность проекта, а именно проведены следующие расчеты:

- расчет численности рабочих
- расчет заработной платы
- отчислений на социальные нужды,
- расчет основных производственных фондов (здания, сооружения, технологическое оборудование, транспортное оборудование).
- произведен расчет калькуляции себестоимости 1 тонны годных отливок и технико-экономических показателей.

Исходя изданных вычислений, можно сказать, что проектируемый литейный цех экономически эффективен. Также были рассмотрены вопросы 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.

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		97

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. 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»
5. Справочник технолога-машиностроителя: В 2 т. Т.1/Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – 665 с.
6. КУРСОВОЙ ПРОЕКТ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ “Технология литейного производства”(ГОС-2000)для студентов всех форм обучения.
7. Чуркин Б. С. Экономика и управление производством: учеб. Пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал.гос.проф.-пед. ун-та, 1999.91 с.
8. ГОСТ 977-88 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 22.12.88 N 4458
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.

					44.03.04 017 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		98

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. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Введ. 01.01.2016. 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

					44.03.04 017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		99

ПРИЛОЖЕНИЕ А

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Масовая группа	Наименование или номер отливки	Сплав для отливки	Масса отливки без литников и прибышей, кг	Масса отливки с литниками и прибышами, кг	Масса отливки без литников и прибышей на головую протрамму, кг	Масса отливки с литниками и прибышами на головую протрамму, кг	Общее количество отливок на протрамму с учетом брака, шт	Масса отливок без литников и прибышей на головую протрамму, кг	Масса отливок с литниками и прибышами на головую протрамму, кг	Количество форм на головую протрамму, шт	Размер опок, мм	Масса формочной смеси на головую протрамму, м3(кг)	Количество стержней по каждому наименованию, шт	Масса стержня, кг(м3)	Число стержней на головую протрамму, шт	Масса или объем стержневой смеси на головую протрамму, кг(м3)	Количество гнетов для стержней в одном стержневом ящике, шт	Количество стержневых ящиков, шт	Количество стержней
до 100	Кронштейн	35Л	50	75,76	4	2	3672	180000	272727,27	918	1600×1200×400	1620000	1	14	3672	324000	1	1	3672
		35Л	65	98,48	4	2	3060	195000	295454,55	765	1600×1200×400	1755000	1	19	3060	351000	1	1	3060
		35Л	70	106,06	4	2	398	27300	41363,636	99	1600×1200×400	245700	1	20	398	49140	1	1	398
		35Л	74	112,12	4	2	6972	505800	766363,64	1743	1600×1200×400	4552200	1	21	6972	910440	1	1	6972
		35Л	80	121,21	4	2	1731	135750	205681,82	433	1600×1200×400	1221750	1	23	1731	244350	1	1	1731
		35Л	85	128,79	4	2	2167	180600	273636,36	542	1600×1200×400	1625400	0	24	0	325080	1	1	0
		35Л	94	142,42	4	2	3695	340500	515909,09	924	1600×1200×400	3064500	1	27	3695	612900	1	1	3695
		35Л	99	150,00	2	2	3369	327000	495454,55	1685	1600×1200×400	2943000	1	28	3369	588600	1	1	3369
		35Л	110	166,67	2	2	3672	396000	600000	1836	1600×1200×400	3564000	1	31	3672	712800	1	1	3672
		35Л	135	204,55	1	2	2244	297000	450000	2244	1600×1200×400	2673000	1	39	2244	534600	1	1	2244
100-350	Переходник	35Л	165	250,00	1	2	3264	528000	800000	3264	1600×1200×400	4752000	1	47	3264	950400	1	1	3264
		35Л	193	292,42	1	2	2806	531000	804545,45	2806	1600×1200×400	4779000	1	55	2806	955800	1	1	2806
		35Л	210	318,18	1	2	2645	544650	825227,27	2645	2000×1600×400	4901850	1	60	2645	980370	1	1	2645
		35Л	250	378,79	1	2	2925	717000	1086563,6	2925	2000×1600×400	6453000	1	71	2925	1290600	1	1	2925
350-600	Вилка	35Л	280	424,24	1	2	1038	285000	431818,18	1038	2000×1600×400	2565000	2	80	2076	513000	1	1	2076
		35Л	310	469,70	1	2	10611	3225000	4886363,6	10611	2000×1600×400	29025000	1	89	10611	5805000	1	1	10611
		35Л	320	484,85	1	2	6646	2085000	3159090,9	6646	2000×1600×400	18765000	1	91	6646	3753000	1	1	6646
		35Л	385	583,33	1	2	986	372000	563636,36	986	2000×1600×400	3348000	1	110	986	669600	1	1	986
		35Л	405	613,64	1	2	6951	2760000	4181818,2	6951	2000×1600×400	24840000	0	116	0	4968000	1	1	0
		35Л	530	803,03	1	2	2632	1367400	2071818,2	2632	2000×1600×400	12306600	1	151	2632	2461320	1	1	2632
Итого						71484	15000000	22727273	51693		135000000			63404	27000000			63404	

Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
1.	Печь плавильная ДСП-З	3	.
2	Поточная формовочная линия Т005А	1	
3	Поточная формовочная линия Л013	1	
4	Стержневая линия (Л600Х)	2	
5	Смеситель шнековый двухрукавный S2550А/В	1	
6	Сито полигональное (174М1)	1	
7	Печь для сушки песка (БС 1.0)	2	
8	Дробемёт подвесного типа SBМ- P900x1600/1	3	
9	Печь термообработки ПВХ 15.25.15/12,5М	2	
10	Оборудование регенерации песка УР.6	1	

44.03.04 017 ПЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.					Лит.	Лист	Листов
Провер.						101	101
Реценз.							
Н. Контр.							
Утверд.							