

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

**ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ
РЕМОНТНЫХ ОТЛИВОК ИЗ СТАЛИ С ГОДОВЫМ ВЫПУСКОМ 8500 ТОНН**

Выпускная квалификационная работа
по направлению подготовки 44.03.04
профилю подготовки **Металлургия
профилизации Технологии и менеджмент в металлургических производствах**

Идентификационный код ВКР: 558

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:
Зав. Кафедрой Гузанов Б. Н.
« ____ » _____ 20__ г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ
РЕМОНТНЫХ ОТЛИВОК ИЗ СТАЛИ С ГОДОВЫМ ВЫПУСКОМ 8500 ТОНН

Исполнитель:

Обучающийся группы № МП – 403 Сергеев И. А. _____

Руководитель _____ Сапронов В. В., ст. преподаватель

Консультант методического
раздела _____

Бекетова Ю. А., к.п.н. доцент

Нормоконтролер _____

Категоренко Ю. И., к.т.н. профессор

Екатеринбург 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

РЕФЕРАТ	5
ВВЕДЕНИЕ	6
1. ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ	7
1.1 Структура и классификация литейных цехов	7
1.2 Структура цеха литья в холодно-твердеющие смеси	7
1.3 Расчёт производственной программы	8
1.4 Расчёт фондов времени и выбор режима работы цеха	11
1.5 Расчёт основных отделений (участков) цеха	12
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	25
2.1 Разработка технологического процесса изготовления отливки	25
2.2 Расчёт шихты для выплавки стали	36
3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	54
3.1 Расчёт численного состава рабочих	54
3.2 Организация и планирование заработной платы	59
3.3 Планирование мощностей основных фондов	64
3.4 Определение затрат и себестоимости продукции	67
3.5 Плановые и постоянные затраты	69
3.6 Показатели эффективности	71
4. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА	73
4.1 Безопасность труда	73
4.2 Защита от тепловых и электромагнитных излучений	74
4.3 Защита от механического травмирования	74
4.4 Монтаж, ремонт и использование грузоподъемных и транспортных средств	75
4.5 Защита от шума и вибраций	75
4.6 Вентиляция	76
4.7 Производственное освещение	78
4.8 Обязательные рекомендации	80

					НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		3

4.9 Пожарная безопасность	82
4.10 Природопользование и охрана окружающей среды.....	82
4.9 Прогнозирование возможных ЧС и их причин.....	83
4.11 Управление объектом в чрезвычайной ситуации	86
4.12 Экологичность проекта.....	87
4.13 Пути экологизации производства.....	88
5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	91
5.1 Выбор и особенности профессии	91
5.2 Осуществление профессиональной подготовки выбранного рабочего по профессии «Модельщик»	93
5.3 Учебный план по подготовке данной профессии	94
5.4 Разработка лабораторной работы по МДК 02.02 «Изготовление металлических заготовок моделей и стержневых ящиков методом литья в песчаные формы по деревянным моделям» по теме «Изготовление отливок в песчаных формах способом ручной формовки».....	97
5.5 Вывод по методическому разделу.....	100
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	101
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	102

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 106 страницах, содержит 56 таблиц, 20 источников литературы, а также графическую часть на 5 листах формата А1.

В данной ВКР разработан технологический процесс изготовления ремонтных отливок, с годовым выпуском 8500 тонн в год.

В ВКР произведен расчет оборудования литейного цеха, разработана технология изготовления детали «Обойма».

Произведен расчет экономической части, расчет стоимости оборудования, расчет стоимости материалов для изготовления отливок, Расчет заработной платы и была рассчитана эффективность проекта.

Были рассмотрены вопросы по безопасности труда и экологичность проекта.

Была разработана методика обучения

Ключевые слова: ОТЛИВКА, ТЕХНОЛОГИЯ, ХТС, СЕБЕСТОИМОСТЬ, ЛИТЬЕ В ХОЛОДНО ТВЕРДЕЮЩИЕ СМЕСИ, БЕЗОПАСНОСТЬ, ЭКОЛОГИЧНОСТЬ, МЕТОДИКА, КВАЛИФИКАЦИЯ.

					ВКР 44.03.04 558 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Сергеев И.А.			Организация технологического процесса изготовления ремонтных отливок из стали с годовым выпуском 8500 тонн. Пояснительная записка	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		Сапронов В. В.					5	806
<i>Реценз.</i>		Ф.И.О.						
<i>Н. Контр.</i>		Категоренко						
<i>Утверд.</i>		Гузанов Б.Н.						

ВВЕДЕНИЕ

Литейное производство занимает одну из важных ролей в машиностроении. Так как почти все машиностроение имеет литейные детали. У литейного производства есть разные виды литья:

- Литье в землю (литье в песчано-глинистые формы)
- Литье по выплавляемым моделям
- Литье под давление
- Центробежное литье
- Литье по газифицируемым моделям
- Литье ХТС (холодно-твердеющие смеси)

Для данной ВКР было выбрано литье ХТС. Данное литье имеет ряд преимуществ. Оно позволяет обеспечить наиболее высокое качество поверхности изготавливаемого литья, также отсутствие газовых дефектов и засоров в отливке. Благодаря высокому качеству поверхности можно назначить минимальные припуски на механическую обработку отливки.

Целью ВКР является организация технологического процесса изготовления ремонтных отливок из стали с годовым выпуском 8500 тонн.

					ВКР 44.03.04 558 ПЗ	<i>Лист</i>
						6
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

1. ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Структура и классификация литейных цехов

Литейных цех в современном мире представляет собой очень сложную технологическую систему, включающую в себя совокупность отделений или участков взаимодействующих друг с другом. На данных участках происходят различные стадии согласованного технологического процесса. Также на этих участках присутствует разный тип основного и второстепенного оборудования, а так же транспортные средства [1].

Литейные цехи различают по серийному и отраслевому назначению отливок, технологическому процессу, объему производства, массе, а так же по роду сплава. Цехи бывают: сталелитейные, чугунолитейные и цветнолитейные. В чугунолитейных цехах выплавляют серый чугун - СЧ; ковкий чугун - КЧ; высокопрочный чугун - ВЧ. В сталелитейном цеху выплавляют литье из углеродистой стали – УС; легированной стали - ЛС и марганцовистая сталь – ГЛ. В цветнолитейных цехах льют в основном алюминиевые сплавы – АЛ; и ряд других сплавов на основе цветных металлов [1].

Данный литейных цех будет специализироваться на производство отливок только одного вида сплава, так как разные виды сплавов могут привести к перемешиванию различных возвратов шихты.

Литейный цех так же подразделяется на типы серийных производств. Цехи бывают: массового производства, крупносерийного, серийного, и мелкосерийного производства. Обычно имеются смешанные типы серийности изготавливаемых отливок [1].

1.2 Структура цеха литья в холодно-твердеющие смеси

Для данного проекта был выбран сталелитейный цех с литьем в холодно-твердеющие смеси, с выпуском годной продукции 8500 тонн в год, с деталей от 45 кг до 500 кг. Для отливок используют сплав 35Л.

В цехе все отливки поделены на массовые группы:

					ВКР 44.03.04 558 ПЗ	<i>Лист</i>
						7
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

- Отливки массой до 100кг.
- Отливки массой от 100 до 250кг.
- Отливки массой от 250 до 500кг.

Доля брака при изготовлении составляет 1%. Брак стержней составит 5%, брак форм – 5%. Потеря технологических свойств смесей равна 5%.

Структура цеха представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Структура цеха литья в холодно-твердеющие смеси

Производственные участки	Вспомогательные участки	Склад
Плавильный участок с навеской шихты. Формовочное отделение. Смесеприготовительное. Стержневое отделение. Участок регенерации песка. Отделение выбивки и очистки и термообработки отливок. Дополнительные.	Подготовка шихты. Подготовка формовочной смеси, формовка. Подготовка стержней Регенерация смесей, удаление отходов. Очистка отливок, удаление частей отливок, подготовка к шлифовки, подготовка к термической обработке.	Шихты и флюсы Формовочные материалы огнеупоры Опоки, модели ящиков Готовые отливки Кладовые материалы

1.3 Расчёт производственной программы

Расчёт производственной программы представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Производственная программа цеха

Массовая группа кг.	Наименование или номер отливки	Сплав для отливки	масса отливки без литников и прибылей, кг	масса отливки с литниками и прибылями, кг	Количество отливок в одной форме, шт	Брак механического цеха, %	Общее количество отливок на программу с учетом брака, шт	Масса отливок без литников и прибылей на годовую программу, кг	Масса отливок с литниками и прибылями на годовую программу, кг	Количество форм на годовую программу, шт	Размер опок, мм	Масса формовочной смеси на годовую программу, м3(кг)	Количество стержней по каждому наименованию, шт	Масса стержня, кг(м3)	Число стержней на годовую программу, шт	Масса или объем стержневой смеси на годовую программу, кг(м3)	Количество гнезд для стержней в одном стержневом ящике, шт	Количество стержневых ящиков, шт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	Кронштейн	35Л	45	70,31	4	2	2539	112000	175000	635	1200x1000x600	1008000	1	13	2539	201600	1	1
	Переходник	35Л	53	82,81	4	2	2117	110000	171875	529	1200x1000x600	990000	2	15	4234	198000	1	1
	Втулка	35Л	56	87,50	4	2	295	16200	25312,5	74	1200x1000x600	145800	1	16	295	29160	1	1
	Вкладыш	35Л	70	109,38	4	2	4622	317200	495625	1156	1200x1000x600	2854800	1	20	4622	570960	1	1
до 100	Корпус	35Л	71	110,94	4	2	1271	88500	138281,25	318	1200x1000x600	796500	1	20	1271	159300	1	1
	Колено	35Л	83	129,69	4	2	1455	118400	185000	364	1200x1000x600	1065600	1	24	1455	213120	1	1
	Зубчатое колесо	35Л	84	131,25	4	2	1518	125000	195312,5	379	1200x1000x600	1125000	1	24	1518	225000	1	1
	Корпус	35Л	92	143,75	2	2	2395	216000	337500	1197	1200x1000x600	1944000	1	26	2395	388800	1	1
100-250	Крест	35Л	102	159,38	2	2	2620	262000	409375	1310	1200x1000x600	2358000	2	29	5240	471600	1	2
	Кронштейн	35Л	134	209,38	1	2	1492	196000	306250	1492	1200x1000x600	1764000	1	38	1492	352800	1	1
	Переходник	35Л	165	257,81	1	2	940	152000	237500	940	1200x1000x600	1368000	1	47	940	273600	1	1
	Обойма	35Л	193	271,37	1	2	824	156000	243750	824	1200x1000x600	1404000	1	55	824	280800	1	1

Окончание таблицы 2

	Втулка вала защитная	35Л	210	328,13	1	1	792	163100	254843,75	792	1200x1000x600	1467900	1	60	792	293580	1	1
	Корпус насоса	35Л	221	345,31	1	2	1560	338000	528125	1560	1200x1000x600	3042000	1	63	1560	608400	1	1
	Вилка	35Л	234	365,63	1	2	828	190000	296875	828	1200x1000x600	1710000	2	67	1656	342000	1	1
	Кронштейн	35Л	241	376,56	1	2	9100	2150000	3359375	9100	1200x1000x600	19350000	1	69	9100	3870000	1	1
250-500	Зубчатое колесо	35Л	280	437,50	1	2	4335	1190000	1859375	4335	1200x1000x600	10710000	1	80	4335	2142000	1	1
	Корпус	35Л	310	484,38	1	2	816	248000	387500	816	1200x1000x600	2232000	1	89	816	446400	1	1
	Втулка	35Л	353	551,56	1	2	4739	1640000	2562500	4739	1200x1000x600	14760000	1	101	4739	2952000	1	1
	Крышка	35Л	405	632,81	1	2	1792	711600	1111875	1792	1200x1000x600	6404400	1	116	1792	1280880	1	1
Итого						46050	8500000	13281250	33180		76500000			51615	15300000			

1.4 Расчёт фондов времени и выбор режима работы цеха

В цехе с литейным производством применяют два режима работы: последовательный или ступенчатый и параллельный.

Для данного цеха разрабатываемого в данном проекте выбираем параллельный режим работы с двумя сменами.

Фонд времени будет рассчитываться исходя из количества смен, их продолжительность, выходных дней, праздников. Для расчета будем использовать: номинальный фонд времени и действительный [3]:

$$T_n = (365 - P) \times C \times Ч,$$

где P – число выходных дней;

C – количество смен;

$Ч$ – длительность рабочей смены.

$$T_n = (365 - (5 \times 22 + 9)) \times 2 \times 8 = 4032 \text{ ч.}$$

$$T_d = T_n - П,$$

где $П$ – потери рабочего времени, ч.

$$T_d = 3851.$$

Также нам следует рассчитать коэффициент болезней и вредностей на производстве.

$$T_o = T_n \times K,$$

где K – коэффициент потерь времени;

- 1) 0,885 – для вредных работ.
 - 2) 0,895 – для стержневого и формовочного отделения.
 - 3) 0,925 - для остальных отделений цеха.
- 1) $T_d = 3568$
 - 2) $T_d = 3608$
 - 3) $T_d = 3729$

1.5 Расчёт основных отделений (участков) цеха

1.5.1 Расчёт плавильного участка или расчёт плавильной печи

Главным оборудованием плавильного отделения является плавильная печь [2]. Для данного цеха для изготовления отливок из стали 35Л выбираем электродуговую печь переменного тока. Данные печи имеют преимущества такие как: Меньший удельный расход электродов на 50%, возможность подводить большую мощность, снижения уровня шума на 15 дБ., повышение производительности [2].

Для данного цеха при учете годовой программы была выбрана печь постоянного тока ДСП-3 с производительностью 2.7 тонны. Характеристики печи указаны в таблице 3

Таблица 3 – Характеристики Печи ДСП-3

Емкость печи, тонн	3
Мощность печи, МВ	4
Диаметр рабочего пространства, мм	2250
Удельный расход электроэнергии, кВт×ч/т	800
Производительность печи, т/ч	2,7

Чтобы узнать сколько потребуется печей мы используем формулу:

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

где N – количество оборудования, шт;

Q – масса продукции или годовой объем (металлозавалка и тд.);

η - коэффициент использования оборудования;

q – номинальная производительность.

$$N = \frac{14436,141}{3568 \times 1,1 \times 2,7} = 1,4 \text{ шт.}$$

Значение печей берем равным 2.

Так же количество печей должно соответствовать коэффициенту загрузки который удовлетворял неравенство $0,7 \leq K_3 \leq 0,9$.

$$K_3 = N_{\text{расч}} / N_{\text{ф}},$$

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

					ВКР 44.03.04 558 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		122

Состав формовочной смеси указан в таблице 4.

Таблица 4 – химический состав формовочной и стержневой смеси ХТС

Кварцевый песок	Смола	Отвердитель	Краска	Клей
100	2,5	23	0,0002	0,002

Для данной программы целесообразно выбрать формовочную линию тип ИФЛ-71С. Характеристики формовочной линии указаны в таблице 5.

Таблица 5 – Формовочная линия ИФЛ71С

Размеры опок, мм:	
В свету	1200×1000
высота	600
Производительность, форм/ч	20
Установленная мощность кВт	665
Габаритные размеры линии, м	140×14
Масса линии, т	850

Для необходимого количества формовочных линий применяем формулу:

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

где N – количество оборудования, шт;

Q – масса продукции или годовой объем (металлозавалка и тд.);

η - коэффициент использования оборудования;

q – номинальная производительность.

$$N = \frac{33180}{3608 \times 0,55 \times 20} = 0,83 \text{ шт},$$

Принимаем количество формовочных линий равным 1.

Так же количество линий должно соответствовать коэффициенту загрузки который удовлетворял неравенство $0,7 \leq K_3 \leq 0,9$.

$$K_3 = N_{\text{расч}} / N_{\text{ф}},$$

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

$N_{\text{ф}}$ – принятое количество формовочных линий

$K_3 = 0,83$ – что удовлетворяет неравенству.

1.5.4 Расчёт смесителей непрерывного действия

Так как для данной формовочной линии не требуется отдельное смесе-приготовительное отделение, смесь приготавливается прямо на линии в смесителе. Для данной линии следует выбрать лопастный смеситель непрерывного действия 4525.

Данный смеситель представляет собой два или один смешивающих вала в одном корпусе, а так же отдельные изолированные желоба для каждого вала. В смесителе непрерывного действия компоненты подают в один конец желоба а выходят из другого [4].

Характеристика смесителя указана в таблице 6.

Таблица 6 – Технические характеристики смесителя 4525

Производительность, т/ч	4
Установленная мощность, кВт	6,3
Габаритные размеры, мм	
Длина	3500
Ширина	1200
высота	3090
Масса, кг	2580

Для необходимого количества смесителей применяем формулу:

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

где N – количество оборудования, шт;

Q – масса продукции или годовой объем (металлозавалка и тд.);

η - коэффициент использования оборудования;

q – номинальная производительность.

$$N = \frac{8500}{3729 \times 0,7 \times 4} = 0,8 \text{ шт.}$$

Принимаем количество смесителей равным 1.

Так же количество линий должно соответствовать коэффициенту загрузки который удовлетворял неравенство $0,7 \leq K_3 \leq 0,9$.

$$K_3 = N_{\text{расч}} / N_{\text{ф}},$$

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

$N_{\text{ф}}$ – принятое количество смесителей

$K_3 = 0,8$ – что удовлетворяет неравенству.

1.5.5 Расчёт стержневого отделения

Литейных цехах при производстве большое применение находят стержневые линии, из-за недостатка смол для холодного твердения. В основном стержни изготавливают на в «вытряхных» ящиках, которые в свое время закреплены на транспортных плитах. Стержневые линии очень простые в конструкции и легко обслуживаются. Все это производство имеет определенное время для установления необходимой прочности стержней. Поэтому это время используют для транспортировки стержней. А также совмещают и другие операционные действия [3].

Для данного цеха мы будем использовать две стержневые линии для смеси ХТС, так как у нас в программе имеются отливки разной массы. Для первой группы выбираем стержневую линию ЛП 061 с массой стержней до 40 кг. Для второй группы берем стержневую линию ЛП 038 с массой стержней до 100 кг.

Технические характеристики стержневой линии ЛП 061 указана в таблице 7.

Таблица 7 – характеристики стержневой линии ЛП 061

Масса стержней, кг	40
Габаритные размеры, мм	
В плане	800×630
По высоте	320-495
Производительность, съёмов/час	17
Расход смеси, м ³ /ч	1,5
Расход сжатого воздуха, м ³ /ч	51,5
Установленная мощность, кВт	45
Габаритные размеры линии, ширина × длина, мм	23000×5180

Воспользуемся формулой для расчёта количества стержневой линии ЛП061:

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

где N – количество оборудования, шт;

Q – масса продукции или годовой объем (металлозавалка и тд.);

η - коэффициент использования оборудования;

q – номинальная производительность

$$N = \frac{25060}{3608 \times 0,55 \times 17} = 0,75 \text{ шт.}$$

Принимаем количество стержневых линий ЛП 061 равным 1.

Так же количество линий должно соответствовать коэффициенту загрузки который удовлетворял неравенство $0,7 \leq K_3 \leq 0,9$.

$$K_3 = N_{\text{расч}}/N_{\text{ф}},$$

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

$N_{\text{ф}}$ – принятое количество стержневых линий

$K_3 = 0,75$ – что удовлетворяет неравенству.

Технические характеристики стержневой линии ЛП 038 указана в таблице 8.

Таблица 8 – Характеристики стержневой линии ЛП 038

Масса стержней, кг	100
Габаритные размеры, мм	
В плане	1000×800
По высоте	380-555
Производительность, съёмов/час	17
Расход смеси, м ³ /ч	2
Расход сжатого воздуха, м ³ /ч	10,5
Установленная мощность, кВт	60
Габаритные размеры линии, ширина × длина, мм	20000×15980

Воспользуемся формулой для расчёта количества стержневой линии ЛП038:

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

где N – количество оборудований, шт;

Q – масса продукции или годовой объем (металлозавалка и тд.);

η - коэффициент использования оборудования;

q – номинальная производительность

$$N = \frac{26555}{3608 \times 0,55 \times 17} = 0,78 \text{ шт.}$$

Принимаем количество стержневых линий ЛП 038 равным 1.

Так же количество линий должно соответствовать коэффициенту загрузки который удовлетворял неравенство $0,7 \leq K_3 \leq 0,9$.

$$K_3 = N_{\text{расч}}/N_{\text{ф}},$$

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

$N_{\text{ф}}$ – принятое количество стержневых линий

$K_3 = 0,78$ – что удовлетворяет неравенству.

1.5.6 Расчёт участка финишных операций с отливками

На данном участке происходит выбивка отливок, очистка отливок от смеси, зачистка самой отливки на абразивных станках, шлифовка отливки и термообработка.

Самым распространенным способом выбивки литейных форм и стержней до сих пор остается выбивка на выбивной решетке. Залитая литейная форма поступает на выбивную решетку, которая колеблется или будет включена на время выбивки формы. Из за вибраций смесь отделяется из формы [3].

Для данного отделения исходя из данных выбираем выбивную решетку 434. Данные технических характеристик указаны в таблице 9.

Таблица 9 – технические характеристики выбивной решетки 434

Грузоподъемность, т	2
Размеры полотна	
Длина	2240
ширина	1800
Частота вращения вала, об/мин	890
Амплитуда колебаний, мм	3
Установленная мощность, кВт	15,5
Габаритные размеры, длина×ширина×высота	2850×2380×850
Производительность, т/ч	4

Для необходимого количества выбивных решеток применяем формулу:

$$N = Q / (T_{\text{д}} \times \eta \times q),$$

где N – количество оборудования, шт;

Q – масса продукции или годовой объем (металлозавалка и тд.);

η – коэффициент использования оборудования;

q – номинальная производительность.

$$N = \frac{8500}{3729 \times 0,7 \times 4} = 0,81 \text{ шт.}$$

					ВКР 44.03.04 558 ПЗ	Лист
						188
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Принимаем количество выбивных решеток равным 1.

Так же количество линий должно соответствовать коэффициенту загрузки который удовлетворял неравенство $0,7 \leq K_3 \leq 0,9$

$$K_3 = N_{\text{расч}}/N_{\text{ф}},$$

где $N_{\text{расч}}$ – расчётное количество выбивной решетки;

$N_{\text{ф}}$ – принятое количество выбивных решеток;

$K_3 = 0,81$ – что удовлетворяет неравенству.

Далее форма поступает в дробеметный барабан для дальнейшей очистки.

Для данной программы мы берем дробеметный барабан 43323М. Характеристики дробеметного барабана указаны в таблице 10.

Таблица 10 – характеристики дробеметного барабана 43323М

Производительность, т/ч	5
Масса очищаемых отливок, кг	550
Установленная мощность, кВт	65
Габаритные размеры, мм	7600×4500×7100

Для необходимого количества дробеметных барабанов применяем формулу:

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

где N – количество оборудования, шт;

Q – масса продукции или годовой объем (металлозавалка и тд.);

η - коэффициент использования оборудования;

q – номинальная производительность.

$$N = \frac{8500}{3729 \times 0,65 \times 5} = 0,7 \text{ шт.}$$

Принимаем количество дробеметных барабанов равным 1.

Так же количество линий должно соответствовать коэффициенту загрузки который удовлетворял неравенство $0,7 \leq K_3 \leq 0,9$

$$K_3 = N_{\text{расч}}/N_{\text{ф}},$$

где $N_{\text{расч}}$ – расчётное количество дробеметных барабанов;

$N_{\text{ф}}$ – принятое количество дробеметных барабанов

					ВКР 44.03.04 558 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

$K_3 = 0,81$ – что удовлетворяет неравенству.

Затем отливки поступают на абразивные зачистные станки, чтобы избавиться от литников, прибылей, пригара.

Для данной программы целесообразно выбрать зачистной станок 35895М. Характеристики станка указаны в таблице 11

Таблица 11 – характеристики абразивного зачистного станка 35895М

Производительность, т/ч	1
Мощность станка, кВт	50
Размеры, мм	-

Для необходимого количества зачистных станков применяем формулу:

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

где N – количество оборудований, шт;

Q – масса продукции или годовой объем (металлозавалка и тд.);

η – коэффициент использования оборудования;

q – номинальная производительность.

$$N = \frac{8500}{3729 \times 1} = 2,2 \text{ шт.}$$

Принимаем количество зачистных станков равным 3.

Так же количество линий должно соответствовать коэффициенту загрузки который удовлетворял неравенство $0,7 \leq K_3 \leq 0,9$

$$K_3 = N_{\text{расч}} / N_{\text{ф}},$$

где $N_{\text{расч}}$ – расчётное количество зачистных станков;

$N_{\text{ф}}$ – принятое количество зачистных станков

$K_3 = 0,75$ – что удовлетворяет неравенству.

После отливки поступают в шлифовальные станки где с них удаляются оставшиеся заусенцы, кромка и другие неровности.

Для данной программы был выбран шлифовальный станок GM25. Технические характеристики указаны в таблице 12.

Таблица 12 – характеристики шлифовального станка GM25

Размер ленты, мм	50×2000
Тип привода	электродвигатель
Производительность, т/ч	25
Мощность, кВт	0,4
Частота вращения, об/мин	2000
Скорость, м/с	30

Для необходимого количества шлифовальных станков применяем формулу:

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

где N – количество оборудований, шт;

Q – масса продукции или годовой объем (металлозавалка и тд.);

η - коэффициент использования оборудования;

q – номинальная производительность.

$$N = \frac{13281,3}{3729 \times 25} = 1,44 \text{ шт.}$$

Принимаем количество шлифовальных станков равным 2.

Так же количество линий должно соответствовать коэффициенту загрузки который удовлетворял неравенство $0,7 \leq K_z \leq 0,9$

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

где $N_{\text{расч}}$ – расчётное количество шлифовальных станков;

$N_{\text{ф}}$ – принятое количество шлифовальных станков

$K_z = 0,75$ – что удовлетворяет неравенству.

Конечным этапом является термообработка отливки для улучшения свойств и качеств.

Для данной программы была выбрана термообработывающая печь ТОВ 021. Данные характеристики печи указаны в таблице 13.

Таблица 13 – Характеристики термообработывающей печи ТОВ021

Мощность, кВт	250
Производительность, шт/ч	5
Температура, С°	900
Размеры рабочего пространства, мм	9000×1800×500

Для необходимого количества термообрабатывающих станков применяем формулу:

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

где N – количество оборудования, шт;

Q – масса продукции или годовой объем (металлозавалка и тд.);

η - коэффициент использования оборудования;

q – номинальная производительность.

$$N = \frac{8500}{3729 \times 0,55 \times 5} = 0,82 \text{ шт.}$$

Принимаем количество термообрабатывающих станков равным 1.

Так же количество линий должно соответствовать коэффициенту загрузки который удовлетворял неравенство $0,7 \leq K_3 \leq 0,9$

$$K_3 = N_{\text{расч}} / N_{\text{ф}},$$

где $N_{\text{расч}}$ – расчётное количество термообрабатывающих станков;

$N_{\text{ф}}$ – принятое количество термообрабатывающих станков

$K_3 = 0,82$ – что удовлетворяет неравенству.

1.5.7 Участок регенерации смеси

После всех операций смесь (песок) попадает на участок регенерации. На данном участке происходит очистка песка от примесей, просеивание через сито, а так же сушка песка в барабанных сушилах.

Для данной программы исходя из учета объема песка мы выбираем сито 170M1. Данные характеристики указаны в таблице 14.

Таблица 14 – характеристики просеивающего сита 170M1

Производительность, т/ч	5
Мощность, кВт	1,1
Расходы сжатого воздуха, м ³ /ч	600

Для необходимого количества просеивающих сит применяем формулу:

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

где N – количество оборудования, шт;

Q – масса продукции или годовой объем (металлозавалка и тд.);

η - коэффициент использования оборудования;

q – номинальная производительность.

$$N = \frac{64260}{3729 \times 5} = 3,4 \text{ шт.}$$

Принимаем количество просеивающих сит равным 4.

Так же количество линий должно соответствовать коэффициенту загрузки который удовлетворял неравенство $0,7 \leq K_3 \leq 0,9$

$$K_3 = N_{\text{расч}}/N_{\text{ф}},$$

где $N_{\text{расч}}$ – расчётное количество просеивающих сит;

$N_{\text{ф}}$ – принятое количество просеивающих сит

$K_3 = 0,85$ – что удовлетворяет неравенству.

После данной операции песок направляется в барабанную сушило, где восстанавливает свои свойства и избавляется от ненужной влаги.

Для данной программы используем барабанное сушило для песка S3310. Данные сушила указаны в таблице 15.

Таблица 15 – Характеристики барабанного сушило S3310

Производительность, т/ч	10
Мощность, кВт	7,5
Расход воздуха, м ³ /ч	100

Для необходимого количества барабанных сушил применяем формулу:

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

где N – количество оборудования, шт;

Q – масса продукции или годовой объем (металлозавалка и тд.);

η - коэффициент использования оборудования;

q – номинальная производительность.

$$N = \frac{64260}{3729 \times 10} = 1,7 \text{ шт.}$$

Принимаем количество барабанных сушил равным 2.

Так же количество линий должно соответствовать коэффициенту загрузки который удовлетворял неравенство $0,7 \leq K_3 \leq 0,9$

$$K_3 = N_{\text{расч}}/N_{\text{ф}},$$

где $N_{\text{расч}}$ – расчётное количество барабанных сушил;

$N_{\text{ф}}$ – принятое количество барабанных сушил

$K_3 = 0,85$ – что удовлетворяет неравенству.

					НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Разработка технологического процесса изготовления отливки

2.1.1 Данные и характеристика отливки

Данная отливка предназначена для ремонтных частей экскаватора и все выплавляемые отливки в годовой программе являются ремонтными. Отливка будет находиться в серьезных условиях эксплуатации, на неё будут действовать сильные нагрузки, вибрации. Серьёзных статических и динамических нагрузок, отливка не будет испытывать. Так же отливка не будет испытывать температурных нагрузок.

Данная отливка относится ко 2 группе сложности, благодаря этому контроль будет происходить по размерам отливки и по химическому составу [5].

Габаритные размеры отливки длина ширина высота, мм - 1080×820×920

Масса отливки – 271,5 кг.

Преобладающая толщина стенки – 25мм.

2.1.2 Данные о материале отливки и химический состав

Данная отливка будет изготавливаться из марки стали 35Л ГОСТ 977-88 [5]. Классифицируется как углеродистая высококачественная конструкционная сталь. Также это самая доступная сталь для производства разных деталей. Обладает данная сталь высокой устойчивостью к ударным нагрузкам, деформации, к образованию трещин, поэтому данную сталь используют ещё для изготовления элементов промышленных крепежей. Данная сталь имеет ограниченную свариваемость, это является её недостатком и из-за этого предпочтительней отдавать цельным деталям, где их после обработают механическим путем [5].

Химический состав стали указан в таблице 16.

					ВКР 44.03.04 558 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		25

Таблица 16 – химический состав стали 35Л, % [5]

Fe	97
C	0.32 - 0.34
Si	0.2 – 0.52
Mn	0.4 – 0.9
Ni	До 0.3
S	До 0.045
P	До 0.04
Cr	До 0.3
Cu	До 0,3

Физические свойства стали указаны в таблице 17.

Таблица 17 – физические свойства стали 35Л [5].

Термообработка стали, С°	860 – 880
Отпуск, С°	600 – 630
Твердость материала, МПа	229
Флокеночувствительность	Не чувствительна
Склонность к хрупкости	Не склонна
Температура начала затвердевания, С°	1480 – 1490
Трещиностойчивость, $K_{v.p.}$	0,8
Склонность к усадочным раковинам, $K_{v.p.}$	1,2
Жидкотекучесть, $K_{ж.т.}$	1
Линейная усадка, %	2,2 – 2,3
Образование усадочной пористости, $K_{v.п.}$	1

2.1.3 Выбор типа плавильного агрегата, емкости и материала футеровки

Выплавка углеродистых сталей в литейных цехах применяется на мартеновских печах, электродуговых и индукционных. В настоящее время мартеновские печи в основном не используются. В России осталось два завода, где ещё применяют мартеновские печи. В основном в литейном производстве применяют электродуговые печи, так как они имеют существенные преимущества перед другими плавильными агрегатами [5]:

- Электроэнергия позволяет нагревать металл до высоких температур с очень большой скоростью;
- В Электродуговых печах изменения температуры металла можно легко контролировать и регулировать, что имеет важную значимость в получении отливок;

- Электродуговые печи лучше приспособляются к получению металла содержащего окисляемые легирующие элементы, а так же обеспечивают получения наименьшего количества угара;
- В электродуговых печах лучше происходит переработка металлического лома по сравнению с другими печами;
- Один из важных факторов электродуговой печи в том, что они имеют малые габаритные размеры и очень удобны в размещении в литейных цехах для организации технологии получения отливок;

Электродуговые печи переменного тока также имеют ряд недостатков, из-за которых во многих странах от данных печей отказываются предприятия. Большие затраты идут на угар металла, затраты на ферросплавы, затраты на графитированные электроды, данные агрегаты обладают высоким уровнем пыле газовыми выбросами, из-за которых идут большие затраты на обеспечение экологии. Так же данные агрегаты обладают большим, интенсивным шумом, который влияет на трудоспособность работников. Так же он вызывает большие помехи, в питающей энергосистеме вызывая замыкания и разные перебои в электроэнергии [2].

После подведенных итогов, опираясь на размеры, массу отливки, будет целесообразно выбрать электродуговую печь с переменным током ДСП-3 с массой садки 3 тонны.

Электродуговые печи для выплавки отливок из стали имеют, как кислую, так и основную футеровку. Основной критерий выбора футеровки зависит от марки выплавляемой стали и от шихты, которую будут использовать. Среднеуглеродистые и низколегированные стали чаще всего выплавляют в печах с кислой футеровкой. При этом шихта должна быть чистой по сере, фосфору и легирующим элементам, так как кислый процесс выплавки стали наряду с преимуществами (сокращением длительности плавки, уменьшением расхода электроэнергии, электродов и огнеупоров) имеет и недостатки: кислые шлаки в процессе выплавки не обеспечивают рафинирование стали от серы и фосфора [2].

					ВКР 44.03.04 558 ПЗ	<i>Лист</i>
						27
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Полагаясь на данные, будет верно выбрать для марки стали 35Л электродуговую печь переменного тока с кислой футеровкой.

2.1.4 обоснования для оптимальной технологии плавки стали, шихтовых материалов, рафинирования, раскисления и модифицирования стали

Технологический процесс плавки стали представляет последовательность следующих определенных операций. В подготовленную сталеплавильную печь загружают шихту, затем ее нагревают, расплавляют. После образуются жидкий металл и шлак. При плавке стали в электродуговых печах переменного тока из-за низкого угара металла практически не образуется первичный шлак, а при подаче шлакообразующих материалов в течение 2–3 мин формируется шлак наивысшего качества, который в условиях интенсивного перемешивания активно взаимодействует с металлом. Следующим этапом обработка жидкого металла под шлаком, происходит удаление этого шлака. После берут пробу металла и доводят сталь до требуемого состава. В течении доводки разрешается наведение нового шлака, для того, чтобы удалить вредные примеси. Во всех случаях на заключительном этапе происходит раскисление стали. Для получения высококачественных сталей целесообразно модифицировать сталь [5].

Процесс плавки стали в кислой печи планирует протекание кремний восстановительных реакций и более низкую окислительную способность шлака. В результате происходит наименьшая концентрация кислорода в металле. Различают две разновидности кислого процесса: кремнийвосстановительный (пассивный) и с ограниченным восстановлением кремнием (активный) [5].

При активном процессе плавки стали в печь поступает железная руда, элементы данной руды окисляются и получается восстановление кремния углеродом металла по реакции $(\text{SiO}_2)+[2\text{C}]=[\text{Si}]+\{2\text{CO}\}$. Из-за этого содержание углерода, кремния и марганца по ходу плавки уменьшается [5].

При кремнийвосстановительном процессе содержание кремния и марганца, наоборот, увеличивается. После окончания расплавления углерода должно быть примерно на 0,8% больше требуемого содержания в стали. Присадку руды

					ВКР 44.03.04 558 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		28

подают малыми порциями; известняк добавляют лишь только в начальный период [5].

Далее обратим внимание конкретно на плавку стали 35Л. Состав металлической шихты для стали 35Л: 58% стального лома, 40% возврата (литники и прибыли отливок) и 2% передельного чугуна. Так как кислые шлаки не позволяют проводить рафинирование стали от серы и фосфора, к стальному лому обязаны предъявляться повышенные требования по содержанию данных элементов, т.е. серы и фосфора в шихте нужно быть столько, чтобы при расплавлении и введении FeCr в период доводки их содержание не превышало 0,04%.

Подготовка самой печи к плавке происходит следующим образом. После выпуска предыдущей плавки стали очищаются подина и откосы печи от остатков жидкой стали и шлака, происходит осмотр футеровки для определения ее состояния. Если имеются выбоины и неровности, местные углубления, делают их заправку смесью песка с жидким стеклом. Заправку исполняют как можно быстрее, стараясь сохранить температуру футеровки после выпуска стали с целью лучшей привариваемости материала заправки [5].

Шихтовые материалы перед загрузкой взвешивают, мелкую шихту и стружку загружают вниз на подину. Укладка шихты обязана быть плотной. Процесс плавки распределяется на три периода в зависимости от расхода энергии, каждый из которых решает свои поставленные задачи. Плавка во все периоды проводится на постоянной мощности дуги [5].

Первый период – это подготовительный. Данный период плавки протекает при высоком напряжении и небольшом токе дуги. Данный режим дуги позволяет вести расплавление шихты без привязки анодного пятна на расплав [5].

Второй период – это энергетический, при нем ток дуги удваивают, а напряжение делают так, чтобы оно снизилось в два раза. Перегрев расплава под дугой во втором и третьем периодах предотвращается тем, что расположение подовых электродов образует тороидальное вращение металла в вертикальной плоскости, при этом поток металла с большой скоростью подтекает под дугу и уходит вглубь расплава. В данных условиях температурное поле расплава

					ВКР 44.03.04 558 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		29

выравнивается из-за интенсивной конвективной теплопередачи проходя через расплав, а высокая скорость движения металла под дугой предотвращает его локального перегрева [5].

Третий период – это технологический. Плавка в этот период происходит при короткой дуге и низком напряжении. Поэтому температура расплава плавно увеличивается до заданного определенного уровня и в дальнейшем стабилизируется в требуемых пределах путем кратковременного включения-отключения дуги. В этот период осуществляются все необходимо-важные технологические воздействия на металл [5].

При полном расплавлении шихты берут пробу металла для экспресс-анализа на С, Мп, S, Р. 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, затем каждой порции дают выдержку 5–10 мин. Продолжительность окислительного периода не должна превышать 40 минут, включая и кипение [5].

При получении среднего содержания углерода по заданному анализу шлак должен быть нормальной жидкоподвижности, плотным, тянуться в нить и в изломе иметь зеленый цвет. При нормальном шлаке и получении требуемого содержания углерода для раскисления металла в ванну присаживают ферросилиций ФС45. При этом ванну хорошо перемешивают. Через 10–15 мин ванну перемешивают вторично и снова берут пробу на раскисленность металла и температуру. Залитая в стаканчик проба металла, хорошо раскисленная кремнием, не должна искрить; при затвердевании металл должен давать усадку [5].

Раскисление металла совмещается с доводкой химического состава стали. Так как сталь 35Л содержит 0,3% Cr, то расчетное количество хрома в виде феррохрома добавляется во время доводки после первого этапа раскисления.

Второй этап раскисления происходит во время выпуска стали из печи путем подачи на желоб дробленого ферросилиция ФС75. Окончательное раскисление стали происходит за счет алюминия, который подается на дно ковша в количестве 1,0–1,2 кг на 1 т жидкой стали [5].

					ВКР 44.03.04 558 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		30

2.1.5 Обеспечение направленности затвердевания

Проведя анализ чертежа, было установлено, что направленное затвердевание не происходит. Для данной отливки целесообразно установить внутренние холодильники.

Внутренний холодильник это определенное тело из подобного сплава и подходящими свойствами с данной сталью. Его устанавливают в полость формы, обеспечивающие массивный узел. Благодаря холодильнику, установленному в форме часть, тепла отдается на холодильник и происходит ускорение затвердевания массивного узла отливки [5].

Расчет массы внутреннего холодильника происходит по формуле:

$$m_x = 4\% \times M,$$

где m_x – масса внутреннего холодильника;

M – масса питаемого узла.

2.1.6. Расчёт припусков на механическую обработку

Расчёт припусков происходит по ГОСТ Р53464-2009. Определяется класс точности отливки исходя из размеров на обрабатываемую поверхность, выбирается припуск. Данные припусков указаны в таблице 18, 19.

Таблица 18 – размер наружных припусков

Размер, мм	Припуск, мм
135	4
135	7

Таблица 19 – размер внутренних припусков

Размер, мм	Припуск, мм
135	4
135	7
80	4
120	8

2.1.7. Виды стержней, способы крепления и расчёт стержней

Расчёт стержней зависит от степени сложности, по массе, объему и способу упрочнения. Данные стержни относятся к 5 группе. Они используются для

получения внутренних и наружных поверхностей отливки. Так же они обладают хорошей податливостью. Стержни крепятся в форме за счёт стержневых знаков. Есть два вида знаков горизонтальные и вертикальные. Точная фиксация зависит от форм и размеров [5].

Для данной детали нужно 7 стержневых знаков. Размеры стержневых знаков находим через объем питаемого узла, который находится по формуле:

$$V_{\text{п.у.}} = \frac{\pi(D^2-d^2)}{4} \times h \times \rho,$$

где π – 3,14;

D – внешний диаметр питаемого узла;

d – внутренний диаметр;

h – высота питаемого узла;

ρ - постоянная.

Ст1 – стержневой знак №1:

Размер стержневого знака №1 будет равен 50мм.

Зазоры стержневого знака №2 будут равны $S_1 = 0,8$; $S_2 = 1,0$; $S_3 = 1,2$ мм.

Угол отклонения будет равен: $\alpha = 7^\circ$.

Ст2 – стержневой знак №2:

Размер стержневого знака №3 будет равен 35мм.

Зазоры стержневого знака №4 будут равны $S_1 = 0,6$; $S_2 = 0,8$ мм.

Угол отклонения будет равен: $\alpha = 7^\circ$; $\beta = 10^\circ$.

Ст3 – стержневой знак №3:

Размер стержневого знака №4 будет равен 20мм. – вверх; 20мм. - низ

Зазоры стержневого знака №6 будут равны $S_1 = 0,5$; $S_2 = 0,8$ мм.

Угол отклонения будет равен: $\alpha = 7^\circ$; $\beta = 15^\circ$.

Ст4 – стержневой знак

Размер стержневого знака №7 будет равен 140мм.

Зазоры стержневого знака №8 будут равны $S_1 = 1,2$ $S_2 = 1,0$ мм.

					ВКР 44.03.04 558 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

2.1.7 Расчет прибылей

Для расчета прибылей и их мест установки нужно выделить в конструкции отливки все участки изолированные друг от друга [6].

Форму для прибылей определяют из обеспечения минимальных тепловых потерь металла прибыли, как действует внешнее атмосферное давление на расплав в прибылях и выгодные удобства изготовления формы. Самый верный способ заливки осуществляется следующим образом, форма наполняется через литниковую систему до заполнения прибылей 2/3 высоты, а после заливать расплав через открытые прибыли. Благодаря этому способу происходит эффективное заполнение литейной формы и снижение возникновения различных дефектов [6].

Проанализировав деталь, выбрали 2 прибыли. Первая прибыль будет иметь цилиндрическую форму и установлена на отверстие, а вторая прибыль будет являться боковой прибылью или бобышка, её целесообразно ставить для нашей детали так как она имеет большое отношение длины к толщине отливки

Для расчета первой прибыли найдем объем питаемого узла цилиндра через площадь основания и дальше рассчитываем по методу Й. Прижибыла:

$$S_{\text{онс}} = 15386 \text{мм}^3,$$

Находим объем питаемого узла прибыли

$$V_{\text{пр}} = \frac{V_{\text{п.у.}} \times \varepsilon V_{\Sigma}}{\beta - \varepsilon V_{\Sigma}},$$

где $V_{\text{п.у.}}$ – объем питаемого узла;

β – коэффициент запаса металла в прибыли $\beta = 11$

$$V_{\text{пр}} = 1929,9 \text{см}^3,$$

$$V_{\text{пр}} = \frac{4}{3} \pi R^3 + H \times \pi r^2,$$

где R – радиус цилиндра;

H - высота прибыли;

Из данного уравнения выразим неизвестную H

$$H = 79 \text{мм},$$

					ВКР 44.03.04 558 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

Так мы нашли высоту первой прибыли цилиндрического вида. Затем на него устанавливается прибыль полусфера диаметром равным отверстию.

Для второй прибыли мы аналогично используем метод Прижибыла, сначала мы находим объем питаемого узла через площадь основания, затем выражаем неизвестные и находим их размеры:

$$S_{\text{онс}} = 8949000 \text{мм}^3 = 8949 \text{см}^3.$$

Находим объем питаемого узла прибыли:

$$V_{\text{пр}} = a \times b \times h + \frac{4}{3} \pi R^3 + \pi R^2 \times H,$$

где a – длин прибыли;

b – ширина прибыли;

h – высота прибыли;

H – высота прибыли;

$$V_{\text{пр}} = 5033,8 \text{см}^3,$$

Из данного уравнения мы находим $a = 100 \text{мм}$; $b = 250 \text{мм}$; $R = 50 \text{мм}$; $H = 150 \text{мм}$; $h = 133 \text{мм}$. По подсчитанным данным мы строим боковую прибыль.

2.1.8 Конструирование и расчет литниковой системы

Для лучшего поступления металла форму, было предложено подводить литниковую систему через стержневой знак. Благодаря этому металл будет равномерно заливаться в самые массивные части отливки.

Сначала рассчитывают оптимальную продолжительность заливки формы. По формуле Г.М. Дбицкого:

$$\tau_{\text{опт.}} = S_1 \times \sqrt[3]{\delta \times G},$$

где S_1 – коэффициент продолжительности заливки = 1,6;

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

δ – Преобладающая толщина стенки отливки, мм.

Жидкий сплав заливаемый в форму, одинаков с черновой массой отливки (251,25 кг) плюс масса прибылей $G_{\text{пр}}$ и плюс массы металла, который расходуется на заполнение литниковых каналов.

					ВКР 44.03.04 558 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		34

Масса прибылей равна сумме двух прибылей:

$$G_{\text{пр.}} = 15,05 + 39,3 = 54,35 \text{ кг.}$$

Масса литников равна:

$$G_{\text{лит.}} = 20,1 \text{ кг.}$$

Сложив все показатели, получим, что масса заливаемого металла будет равна 271,35 кг. Теперь мы можем рассчитать оптимальную продолжительность заливки:

$$\tau_{\text{опт.}} = 1,6 \times \sqrt[3]{25 \times 271,25} = 29,5 \text{ с,}$$

Следующим действием будем находить сечение питателя по формуле:

$$F_{\text{пит.}} = \frac{G \times 1000}{\mu \times \tau_{\text{опт.}} \times \rho \times \sqrt{2g \times H_p}},$$

где G – масса жидкого металла, заливаемого в форму;

ρ – плотность сплава (сталь $\rho = 7,8 \text{ г/см}^3$);

μ – коэффициент расхода литниковой системы ($\mu = 0,32$);

H_p – гидростатический напор.

По формуле Дитерта $H_p = 600 \text{ мм}$, то есть 60 см .

Исходя из подсчётов находим площадь узкого места:

$$F_{\text{пит.}} = \frac{271,35 \times 1000}{0,32 \times 29,5 \times 7,8 \times \sqrt{2 \times 981 \times 60}} = 10,7 \text{ см}^2.$$

Значит $F_{\text{уз}} = 10,7 \text{ см}^2$.

За узкое место берем питатели. Питателей для данной отливки получается 2, следуя из этого площадь одного питателя будет равна $5,35 \text{ см}^2$. Соотношение площадей принимаем: $F_n : F_{\text{лх}} : F_{\text{ст}} = 1 : 1,2 : 1,4$, где F_n – площадь питателей, $F_{\text{лх}}$ – площадь литникового хода, $F_{\text{ст}}$ – площадь сечения стояка внизу. Таким образом площадь шлакоуловителя будет равна $F_{\text{шл}} = 6,42 \text{ см}^2$, а площадь стояка $F_{\text{ст}} = 14,98 \text{ см}^2$. Диаметр стояка внизу будет равен $d = 4,4 \text{ см}$.

По всем найденным данным определим конкретные размеры литникового хода. Высота питателей равна $h = a = 3,44 \text{ см}$, и $b = 2,75 \text{ см}$. Высота шлакоуловителя будет равна $a = 2,82 \text{ см}$; $b = 2,54 \text{ см}$. Данные показаны на рисунке 1.

					ВКР 44.03.04 558 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

В составе шихты используют следующие материалы:

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

Таблица 20 - Химический состав стали 35Л []

Массовая доля элементов, %					Группа отливок
C	Mn	Si	P	S	
0,32-0,40	0,45-0,90	0,20-0,52	<0,060	<0,060	I
			<0,060	<0,060	II
			<0,050	<0,050	III

Данные о химическом составе шихтовых материалов приведены в таблице 21, а о составе шлакообразующих материалов - в таблице 22.

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

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

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

$[C]_{изб}$ - превышение содержания углерода к концу периода плавления, в кислом процессе оно обычно составляет 0,10-0,20%;

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

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

χ - содержание в шихте чугуна, %.

Таблица 21 - Состав шихтовых материалов

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

* Остальную часть составляет железо.

Таблица 22 - Состав шлакообразующих материалов

Шлакообразующие материалы	Массовая доля составляющих, %				
	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO
Известь свежееобожженная	92,00	3,0	3,00	1,00	1,0
Железная руда	0,70	0,3	6,00	3,00	90,0
Песок	—	—	96,00	2,00	2,0
Динас	1,34	—	96,58	0,58	1,5
Зола электродов	11,80	—	56,50	31,70	—

В данном расчете за 100% принята сумма только компонентов, содержащих сталь, то выше приведенную формулу, можно записать следующим образом:

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

или $42(100 + x) = 2500 + 4x(100 + x)$, и в окончательном виде

$$4x^2 + 358x - 4700 = 0, \text{ откуда } x = 4,52 \text{ кг } (\%).$$

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

- отходы литейного цеха составят $30 \times 100 / (100 + 4,52) = 28,70$ кг (%);

- расход стального лома составит $60 \times 100 / (100 + 4,52) = 57,41$ кг (%);

- расход стружки в брикетах составит 10 кг;

									Лист
									38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР 44.03.04 558 ПЗ				

- расход чугуна составит $4,52 \times \frac{100}{100+4,52} = 4,32$ кг (%).

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

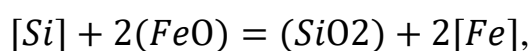
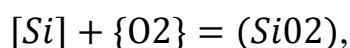
Количество элементов, вносимое металлической шихтой, приведено в таблице 23.

Таблица 23 - Количество элементов, вносимых шихтовыми материалами

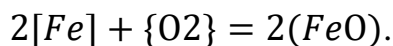
Шихтовые материалы	Масса, кг	Вносят элементов кг					
		C	Mn	Si	P	S	Fe
Отходы литейного цеха	28,41	0,071	0,170	0,099	0,013	0,011	28,046
Стальной лом	57,41	0,144	0,287	0,230	0,023	0,023	56,703
Стружка в брикетах	9,57	0,024	0,043	0,033	0,004	0,004	9,462
Чугун передельный	4,32	0,173	0,030	0,028	0,006	0,001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

2.2.2 Период плавления шихты

В этот период плавления проходит окисление кремния, марганца, углерода и железа. Возьмем, что окисление этих элементов происходит в основном кислородом атмосферы печи. Окисление элементов металлической ванны, например кремния, можно представить реакциями [7]:



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



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

За данный 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 24

Таблица 24 - Расход кислорода на окисление элементов, кг

Элемент	Поступило	Окислилось	Осталось в металле	Требуется		Образовалось оксида*
				FeO	O ₂	
C	0,412	—	0,412	-	-	-
Mn	0,530	0,53×0,7= =0,371	0,159	0,371×72/55= =0,486	0,108	0,371+0,108= =0,479
Si	0,390	0,39×0,7= =0,273	0,117	0,273×144/28 = =1,404	0,312	0,585
P	0,046	-	0,046	-	-	-
S	0,039	-	0,039	-	-	-
Fe	98,293	-	95,344	-	2,949×0,24х х 16/56=0,067 2,949×0,08х х48/112=0,101 2,949×0,68х х48/112=0,859	2,949×0,24х х72/56=0,910 2,949×0,08х х 160/112=0,337 2,949×0,68х х160/112=2,864
Итого	99,71	3,593	96,117	1,890	1,582	5,175

*24% окислившегося железа окисляется до FeO, 8% - доFeO₃ (переходит в шлак), 68% - до Fe₂O₃ и улетучивается в зоне электрических дуг [11].

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 следующего 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.

Из этого получаем, что на образование оксидов требуется воздуха $1,582 + 5,296 = 6,878$ кг.

Шлак периода плавления

В шлак периода плавления поступит:

- Из металла (см. табл. 22), кг:

MnO 0,429;

SiO₂ 0,585;

FeO 0,910;

Fe₂O₃ 0,337;

Итого 2,311

- За счет пригара (песка) на отходах литейного цеха (см. табл. 25), кг:

SiO₂ $0,29 \times 0,96 = 0,278$;

Al₂O₃ $0,29 \times 0,02 = 0,006$;

Fe₂O₃ $0,29 \times 0,02 = 0,006$;

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% динаса, т.е. $0,2 \times 0,06 = 0,12$ кг, которые внесут в состав шлака (см. табл. 25), кг:

CaO $0,12 \times 0,013 = 0,0016$;

SiO₂ $0,12 \times 0,966 = 0,1159$;

Al₂O₃ $0,12 \times 0,06 = 0,0007$;

Fe₂O₃ $0,12 \times 0,015 = 0,0018$;

Итого 0,1200

					ВКР 44.03.04 558 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

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

$$\text{SiO}_2 \quad 0,75 \times 0,96 = 0,720;$$

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

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

Итого 0,750

- Из золы электродов. Расход электродов на 1 т стали составляет 4-6 кг (0,4-0,6 кг на 100 кг шихты []). По периодам плавки расход электродов примерно пропорционален расходу электроэнергии. Считаем, что в первый период расходуется 60% электродов, т.е. $0,5 \cdot 0,6 = 0,30$ кг (если принять расход электродов в среднем 0,5 кг на 100 кг шихты). Возьмем также, что углерод электродов в этот период окисляется кислородом печной атмосферы, а образовавшаяся зола переходит в шлак. В этом случае окисляется углерод (см. табл. 25) $0,30 \times 0,99 = 0,297$ кг. При этом образуется золы (см. табл. 25) $0,30 \times 0,01 = 0,003$ кг. Из золы электродов перейдет в шлак (см. табл. 25), кг:

$$\text{CaO} \quad 0,003 - 0,1180 = 0,0003;$$

$$\text{SiO}_2 \quad 0,003 - 0,565 = 0,0017;$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 \quad 0,003 - 0,317 = 0,0010;$$

Итого 0,0030

Данные о количестве и составе шлака в период плавления приведены в таблице 25.

Таблица 25 - Состав и количество шлака периода плавления

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

2.2.3 Количество газов периода плавления

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

Во время 1-го периода расходуется 0,30 кг графитированных электродов. Принимаем, что углерод электродов окисляется кислородом воздуха на 90% до CO и 10% до CO₂ []. Тогда с образованием CO сгорает углерода $0,30 \times 0,99 \times 0,90 = 0,267$ кг, где 0,99 - содержание углерода в электродах (см. табл. 26), 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 $0,030 \times 44/12 = 0,110$ кг CO₂. Для горения потребуется кислорода воздуха: $(0,623 - 0,267) + (0,110 - 0,030) = 0,436$ кг, или $0,43 \times 622,4/32 = 0,305$ м³. С кислородом воздуха поступит азота: $0,436 \cdot 77/23 = 1,460$ кг, или $0,305 \times 79/21 = 1,1427$ м³.

Итоговые данные о количестве и составе газов периода плавления сведены в таблицу 26. Материальный баланс периода плавления шихты приведен в таблицу 27.

Таблица 26 - Количество и состав газов периода плавления

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

Таблица 27 -Материальный баланс периода плавления, кг

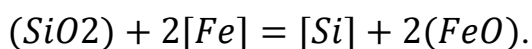
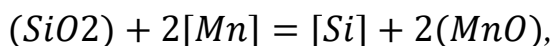
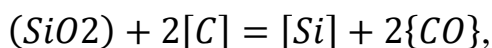
Поступило		Получено	
Железный лом (см.табл. 4.4)		Металл (см. табл.4.5)	96,117
28,41+57,41+9,57 =	95,390	Шлак (см. табл.4.6)	3,474
Чугун (см. табл. 4.4)	4,320	Газы (см. табл.4.7)	7,489
Динас	0,120	Улет железа в виде FeOз	2,864
Пригар (песок)	0,290	(см. табл. 4.5)	
Набивка (песок)	0,750	Невязка	0,000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

2.2.4 Окислительный период

Главным приоритетом окислительного периода при кислой плавке являются дегазация металла за счет кипения и нагрев металла. В ходе периода окисляется 0,10-0,20% углерода. Для интенсификации кипения в ванну присаживают небольшими порциями (не более 0,2% от массы металла каждая) железную руду. Сделать интенсивное кипение металла можно также небольшими присадками извести [1]. Вводимый при этом оксид кальция вытесняет из содержащихся в шлаке силикатов FeO как более слабый основной оксид, повышая тем самым окислительную способность шлака [7].

При этом 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% [7].

В соответствии с приведенными в литературе данными принимаем следующее изменение состава металла в окислительном периоде плавки. Содержание углерода в конце периода должно быть приблизительно 0,22%, или $96,1170,22/100 = 0,211$ кг, где 96,117 - выход жидкого металла (см. табл. 27), кг. Следовательно, окислится углерода, в том числе с учетом углерода, пошедшего на восстановление кремния (см. табл. 27), $0,412 - 0,211 = 0,201$ кг.

К концу периода в металле остается 0,08-0,12% марганца [7]. Принимаем в расчете 0,10%, или $96,117 - 0,10/100 = 0,096$ кг; окислится марганца (см. табл. 27) $0,159 - 0,096 = 0,063$ кг.

За счет восстановления содержание кремния в металле в конце окислительного периода можно принять равным 0,25%, что составит $96,117 - 0,25/100 = 0,240$ кг, тогда восстановится $0,240 - 0,117 = 0,123$ кг кремния (см. табл. 27). На восстановление кремния потребуется $0,123 \times 24/28 = 0,105$ кг углерода.

2.2.5 Потребность в железной руде

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



Расход железной руды на плавку определим по балансу затрат на окисление элементов и поддержание в шлаке определенных концентраций оксидов железа. Количество FeO, необходимое для окисления примесей, приведено в таблице 28.

Потребность в FeO покрываем присадкой в шлак железной руды. Для образования 0,658 кг FeO требуется $0,658 \times 160/216 = 0,487$ кг Fe₂O₃. Для восстановления Fe₂O₃ до FeO требуется $0,658 - 0,487 = 0,171$ кг железа. Если принять, что 10% Fe₂O₃ из руды переходит в шлак, а 90% восстанавливается до FeO, то расход железной руды составит $0,487/(0,90 \times 0,90) = 0,601$ кг (см. табл. 28).

					ВКР 44.03.04 558 ПЗ	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

$$\begin{aligned} \text{CaO} & 0,30 \times 0,92 = 0,276; \\ \text{MgO} & 0,30 \times 0,03 = 0,009; \\ \text{SiO}_2 & 0,30 \times 0,03 = 0,009; \\ \text{Al}_2\text{O}_3 & 0,30 \times 0,01 = 0,003; \\ \text{Fe}_2\text{O}_3 & \underline{0,3000,01 = 0,003}; \end{aligned}$$

Итого 0,300

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

$$\begin{aligned} \text{CaO} & 0,40 \times 0,0134 = 0,0006; \\ \text{SiO}_2 & 0,40 \times 0,9658 = 0,0386; \\ \text{Al}_2\text{O}_3 & 0,40 \times 0,0058 = 0,0002; \\ \text{Fe}_2\text{O}_3 & \underline{0,40 \times 0,015 = 0,0006}; \end{aligned}$$

Итого 0,040

- Из подины и откосов. В шлак поступит 25% набивной массы, т.е. $1,5 - 0,25 = 0,375$ кг. Из набивной массы в шлак перейдет (см. табл. 28), кг:

$$\begin{aligned} \text{SiO}_2 & 0,375 \times 0,96 = 0,360; \\ \text{Al}_2\text{O}_3 & 0,375 \times 0,02 = 0,008; \\ \text{Fe}_2\text{O}_3 & \underline{0,375 \times 0,02 = 0,007}; \end{aligned}$$

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. Окисляется углерода электродов (см. табл. 28), кг: $0,10 \times 0,99 = 0,099$. Образуется золы $0,10 \times 0,01 = 0,001$ кг. Составляющие золы внесут в шлак (см. табл. 28), кг:

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

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

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

Итого 0,001

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

Состав и количество шлака окислительного периода приведены в таблице 28.

2.2.7 Количество газов окислительного периода

При окислении углерода металла образуется $0,201 \times 28/12 = 0,469$ 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 $0,208 \times \frac{16}{28} + 0,036 \times 32/44 = 0,145$ кг, или $0,145 \times 22,4/32 = 0,102$ м³, кислорода воздуха. С кислородом поступит азота $0,145 \times 77/23 = 0,485$ кг, или $0,485 \times 22,4/28 = 0,388$ м³.

Количество и состав газов окислительного периода представлены в таблице 29 и 30 материальный баланс окислительного периода - в таблице 31.

Таблица 29 - Количество и состав шлака окислительного периода

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

Таблица 30 -Количество и состав газов окислительного периода

Источник поступления	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=0,630	—	—	—	—
<i>Итого:</i> кг	0,930	0,677	0,036	0,485	1,198
%	100,00	56,51	3,01	40,48	100,00

Таблица 31 - Материальный баланс окислительного периода, кг

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

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

2.2.8 Раскисление металла

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

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

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

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

$$P = 0,046 \times 100/96,317 = 0,048 ;$$

$$S = 0,039 \times 100/96,317 = 0,040.$$

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

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

Таким образом, раскисление металла в печи производим ферромарганцем, а в ковше в процессе выпуска - алюминием. Необходимое количество раскислителя можно определить по следующей формуле [8]:

$$q_p = \frac{M_{ст}}{100} \times \frac{[E]_{ст} - [E]_{п.р}}{\frac{[E]_p}{100} \times \frac{100 - U}{100}},$$

где q_p - количество присаживаемого раскислителя, кг;

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

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

$[E]_{п.р}$ - 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% []:

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

Ферромарганец внесет, кг: $0,931 \times 0,06 = 0,056$ углерода; $0,931 \times 0,75 = 0,698$ марганца; $0,931 \times 0,02 = 0,019$ кремния; $0,93 \times 10,003 = 0,003$ фосфора; $0,931 \times 0,0003 = 0,0003$ серы. Итого 0,7763 кг.

С ферромарганцем поступит $0,931 - 0,776 = 0,155$ кг железа. При раскислении металла окислится $0,698 \times 0,20 = 0,140$ кг марганца и образуется

					ВКР 44.03.04 558 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

$0,140 \times 71/55 = 0,180$ кг MnO. При этом требуется $0,140 \times 16/55 = 0,041$ кг кислорода воздуха, с которым поступит $0,041 \times 77/23 = 0,137$ кг азота. Количество и состав металла после присадки ферромарганца отражены в таблице 32.

В период раскисления стали принимаем расход огнеупоров, набивной массы и электродов таким же, что и в окислительный период плавки: 0,04 кг динаса; 0,375 кг набивки; 0,10 кг электродов. Количество и состав шлака после раскисления приведены в таблице 33.

Окончательное раскисление металла производим в ковше алюминием. Расход алюминия составляет 0,8-1,2 кг на 1 т стали [8]. Угар алюминия составляет 75-85%. В расчете принимаем расход алюминия 1 кг/т, т.е. 0,1 кг на 100 кг металла. Тогда фактически требуется $97,108 \times 0,1/100 = 0,097$ кг 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 $0,095 \times 0,80 \cdot 48/54 = 0,068$ кг кислорода воздуха, с которым поступит $0,068 \times 77/23 = 0,227$ кг азота.

Таблица 32 - Количество и состав металла после раскисления ферромарганцем

Элемент	Поступило с металлом, кг	Внесено ферромарганцем, кг	Перешло в шлак, кг	Содержится в металле	
				кг	%
Углерод	0,211	0,0560	—	0,2670	0,27
Марганец	0,096	$0,698 - 0,140 = 0,5580$	0,140	0,6540	0,67
Кремний	0,240	0,0190	—	0,2590	0,27
Фосфор	0,046	0,0030	—	0,0490	0,05
Сера	0,039	0,0003	—	0,0393	0,04
Железо	$95,344 + 0,512 - 0,171 = 95,685$	0,1550	—	95,8400	98,70
<i>Итого</i>	96,317	0,791	0,140	97,108	100,00

Таблица 33 - Количество и состав шлака перед выпуском металла

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

2.2.9 Количество и состав газа периода раскисления

Газы этого периода образуются в результате окисления углерода электродов и марганца ферромарганца кислородом атмосферы печи. Количество и состав газов в период раскисления приведено в таблице 34.

Таблица 34 - Количество и состав газов в период раскисления

Источник поступления	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	—	—	—	—
<i>Итого:</i> кг	0,907	0,208	0,036	0,622	0,866
%		24,02	4,16	71,82	100,00

Материальный баланс периода раскисления приведен в таблице 35, материальный баланс всей плавки - в таблице 36.

Таблица 35 - Материальный баланс периода раскисления, кг

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

Таблица 36 - Материальный баланс плавки, кг

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

3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Расчёт численного состава рабочих

Есть два вида численного состава рабочих списочное и явочное количество. Списочная численность рабочих включает в себя всех постоянных и временных рабочих [].

Расчёт явочной численности рассчитывают по формуле:

$$N_g = N_i \times x \times A_i \times x \times C_i,$$

где N_i - норма обслуживания оборудования в смену, человек;

A_i - количество одновременно работающих однотипных агрегатов, шт;

C_i - число смен в сутки.

Списочное число рассчитывается по формуле:

$$N = N_{я} \times K_{сп},$$

где $K_{сп} = T_n / T_d$ - коэффициент списочного состава.

Величины T_n и T_d определяем на основе баланса рабочего времени одного трудящегося.

Рассчитываем баланс рабочего времени и заносим в таблицу 37.

Таблица 37 – баланс рабочего времени 1-го трудящегося на один год

Статьи баланса	Фонд времени	
	Сутки	Часы
Календарный фонд времени	356	2920
Выходные дни	104	
Праздничные дни	9	
Предпраздничные дни	8	
Номинальный фонд времени	252	2002
Плановые не выходы на работу	34	272
в том числе:		
основной и дополнительный отпуск	30	
по болезни	7	
выполнение государственных обязанностей	1	
отпуск учащихся	1	
Действительный фонд времени	218	1738
Коэффициент списочного состава, $K_{сп}$	1,16	

Дальше выполняем расчёт списочного состава основных рабочих и заносим в таблицу 38.

					ВКР 44.03.04 558 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

Таблица 38 – Списочный состав рабочих

Наименование отделений, оборудования и профессий	Тарифный разряд	Число смен в сутки	Норма обслуживания, чел.	Количество агрегатов, шт.	Количество рабочих, чел.			К _{сп}
					Явочное		Списочное	
					В смену	В сутки		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Плавильное отделение ДСП-3				2				1,16
Плавильщик	5	2	1		4	8	10	
Подручный	3	2	1		4	8	10	
Завальщик	3	2	1		4	8	10	
Шихтовщик	3	2	1		4	8	10	
Заливщик	3	2	1	2	2	4	8	
Итого				4	18	36	48	
Формовочное отделение Комплексно-механическая линия ИФЛ71С				1				1,16
Оператор	5	2	1		1	2	3	
Формовщик	3	2	2		2	4	6	
Двухвальный двухплечий смеситель ХТС 4525				1				
Оператор	3	2	1		2	4	6	
Итого				2	5	10	15	
Стержневое отделение Автоматическая стержневая линия ЛПО61				1				1,16
Оператор	3	2	2		2	4	5	
Стержник	3	2	3		3	6	8	
Автоматическая стержневая				1				

линия ЛП038								
Оператор	3	2	2		2	4	5	
Сержник	3	2	3		3	6	8	
Итого				2	10	20	26	
Участок регенера- ции фор- мовочной смеси Сушиль- ные печи песка S3310				2				1,16
Сушиль- щик	2	1	1		2	4	5	

Таблица 38 – продолжение

Наимено- вание от- делений, оборудова- ния и про- фессий	Та- риф- ный раз- ряд	Число смен в сут- ки	Норма обслу- жива- ния, чел	Количество агрегатов, шт.	Количество рабочих, чел.			K _{сп}
					Явочное		Списо- чное	
					В смену	В сутки		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Полиго- нальное барабанное сито 170M1				4				
Земледел	3	2	1		1	2	3	
Итого				6	3	6	8	
Отделение выбивки, очистки и термообра- ботки от- ливков								1,16
Дробемёт- ная камера 43323M				1				
Оператор	3	2	1		2	4	5	
Термиче- ская печь ТОБ021				1				
Термист	4	2	1		2	4	5	
Механизи- рованный комплекс абразивной				3				

зачистки отливок 35895М								
Оператор	4	2	1		4	8	10	
Шлифовальный станок GM25				2				
Шлифовщик	4	2	1		5	10	12	
Выбивная решетка 434								
Выбивщик литья	3	2	2		4	8	10	
Итого				7	17	34	42	
Всего производственных рабочих				19	53	106	137	

Далее рассчитываем списочный состав вспомогательных рабочих и заносим в таблицу 39.

Таблица 39 – расчет списочного состава вспомогательных рабочих

Наименование профессии	Тарифный	Число смен в сутки	Количество рабочих			
			Явочное	Списочное	Ксп	
1	2	3	4	5	6	7
1. Маркеровщик	1	2	3	3	3	
2. Контролёр	3	2	3	6	7	
3. Ковшовой	3	2	3	3	3	
4. Крановщик	4	2	4	8	9	
5. Стропальщик	3	2	6	12	14	
6. Кладовщик	2	2	1	2	2	
7. Слесарь	4	2	5	10	12	
8. Станочник	3	2	3	6	7	
9. Наладчик	3	2	3	6	7	
10. Электрик	5	2	3	6	7	
11. Печник-футеровщик	3	2	4	8	9	
12. Лаборант	3	2	3	3	3	
13. Водитель внутреннего транспорта	2	2	2	4	5	
14. Комплектовщик моделей	3	2	3	3	3	
15. Модельщик по ремонту моделей	4	2	3	3	3	
ИТОГО:			49	83	94	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР 44.03.04 558 ПЗ

Лист

57

Составляем штатное расписание и годовой фонд заработной платы ИТР, служащих и МОП и заносим в таблицу 40.

Таблица 40 - штатное расписание и годовой фонд заработной платы ИТР, служащих и МОП

Должность	Количество, чел.	Оклад, руб.		
		Месячный	Годовой	С учетом районного коэффициента
1. ИТР				
Начальник цеха	1	50 000,00	600 000,00	690000,00
Заместитель начальника цеха по подготовке	1	40 000,00	480 000,00	552000,00
Начальник ПДБ	1	30 000,00	360 000,00	414000,00
Начальник техбюро	1	30 000,00	360 000,00	414000,00
Инженер-технолог	4	100 000,00	1200000,00	1380000,00
Старший мастер	2	50 000,00	600000,00	690000,00
Мастер	4	80 000,00	960000,00	1104000,00
Механик цеха	2	36 000,00	432000,00	496800,00
Экономист	2	40 000,00	480000,00	552000,00
Энергетик цеха	2	20 000,00	240000,00	276000,00
Итого	20	476 000,00	5712000,00	6568800,00
2. Служащие				
Нормировщик	3	36 000,00	432 000,00	496800,00
Бухгалтер по расчетам	2	40 000,00	480 000,00	552000,00
Секретарь	1	15 000,00	180 000,00	207000,00
Табельщик	4	60 000,00	720 000,00	828000,00
Завхоз	1	12 000,00	144 000,00	165600,00
Итого	11	163 000,00	1956000,00	2249400,00
3. МОП (2%)				
Курьер	1	15 000,00	180 000,00	207000,00
Уборщик	2	20 000,00	240 000,00	276000,00
Сторож	2	20 000,00	240 000,00	276000,00
Итого	5		420 000,00	483000,00

Структура трудящихся в цехе указана в таблице 41.

Таблица 41 – структура трудящихся в цехе

Категории персонала	Количество человек	Удельный вес, %
1. Рабочие, всего	233	86,61
в том числе:		
Основные	139	51,67
Вспомогательные	94	34,94
2.ИТР	20	7,43
3. Служащие	11	4,08
4. МОП	5	1,85
ИТОГО:	269	100

3.2 Организация и планирование заработной платы

Существует два вида системы оплаты труда. Первая – это сдельно-премиальная, а вторая – повременно-премиальная. Повременная оплата зависит от степени сложности труда. Она применяется, когда количественный результат труда уже определён ходом рабочего процесса, когда количественный результат труда может быть измерен (деятельность в сфере управления), когда качество труда важнее его количества, когда работа неоднородная по своему характеру и нерегулярна по нагрузке [10].

Сдельная системы оплаты труда учитывается степень сложности труда и производительность достигнутая рабочими. Планируя фонд заработной платы нужно учитывать его расчет исходя из затраченного труда на программу, дополнительных исчислений по разряду и дополнительных выплат [10].

Расчет тарифного фонда заработной платы определяется по формуле[10]:

$$T_{cp} = \sum T_{cti} \times Ni / Nя,$$

где T_{cti} - тарифная ставка рабочего n - разряда, руб.;

Ni - явочное число рабочих соответствующего разряда;

$Nя$ - явочное число рабочих данной группы.

Аналогичным способом определяется средняя тарифная ставка вспомогательных рабочих [10].

Далее определяем тарифные ставки по отделениям цеха и разряду рабочих.

					ВКР 44.03.04 558 ПЗ	Лист
						59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1) Плавильное отделение:

$$T_{\text{ср}} = \frac{27 \times 8 + 21 \times 28}{36} = 22,3 \text{ руб/час.}$$

2) Формовочное отделение:

$$T_{\text{ср}} = \frac{27 \times 2 + 21 \times 8}{10} = 22,2 \text{ руб/час.}$$

3) Стержневое отделение:

$$T_{\text{ср}} = \frac{21 \times 20}{20} = 21 \text{ руб/час.}$$

4) Участок регенерации песка:

$$T_{\text{ср}} = \frac{21 \times 2 + 17 \times 4}{6} = 18,33 \text{ руб/час.}$$

5) Выбивное отделение:

$$T_{\text{ср}} = \frac{25 \times 22 + 21 \times 12}{34} = 23,58 \text{ руб/час.}$$

Находим фонд заработной платы по каждому отделению по формуле [10]:

$$З_{\text{т.ф.}} = T_{\text{ср}} \times H_{\text{ч}},$$

где $H_{\text{ч}}$ – годовые затраты времени рабочих

$$H_{\text{ч}} = N_{\text{сп}} \times T_{\text{д}},$$

где $N_{\text{сп}}$ – списочное число рабочих

$T_{\text{д}}$ – действительный фонд времени одного рабочего

Фонд заработной платы рабочих каждой группы рассчитываем по формуле []:

$$З_{\text{ос}} = З_{\text{т.ф.}} \times (1 + K_{\text{пр}} + K_{\text{ст}} + K_{\text{ком}} + K_{\text{пр}}) \times K_{\text{рн}},$$

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

$K_{\text{ст}}$ - коэффициент стимулирующих доплат;

$K_{\text{ком}}$ - коэффициент компенсационных доплат;

$K_{\text{рн}}$ - рабочий коэффициент.

Стимулирующие доплаты – это доплаты и надбавки к тарифным окладам, а так же ежемесячные и ежеквартальные вознаграждения за выслугу лет, стаж работы [11].

Так же доплачиваются компенсации за режим и условия труда (ночное время, вредные условия, выходные и праздничные дни [11].

					ВКР 44.03.04 558 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		60

Все эти значения устанавливаются непосредственно руководством предприятия в соответствии с договором.

Дополнительная заработная плата так же включает оплату отпусков, учебное время.

Дополнительная заработная плата рассчитывается по формуле [11]:

$$Z_{\text{доп}} = Z_{\text{ос}} \times K_{\text{доп}}/100,$$

где $K_{\text{доп}}$ – Коэффициент дополнительной зарплаты

$$K_{\text{доп}} = T_{\text{отп}} \times \frac{100}{T_{\text{д}}} + T_{\text{г.о}} \times \frac{100}{T_{\text{д}}} + T_{\text{у.о.}} \times \frac{100}{T_{\text{д}}} + T_{\text{б}} \times \frac{70}{T_{\text{д}}} + 0,5,$$

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

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

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

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

$T_{\text{б}}$ - время болезни, сут.

В соответствии с законодательством в этот раздел себестоимости включается []:

- социальные взносы (30% от фонда заработной платы).

Отчисления составляют 10159,07 тыс. руб.

Все отчисления указаны в таблице 42.

Таблица 42 – отчисления в социальные нужды

Фонд заработной платы	Отчисления в фонд, тыс. руб.
1. Рабочие:	
Основные	5033,43
Вспомогательные	2975,826
2. ИТР	1970,4
3. Служащие	144,9
4. МОП	34,5332

Далее рассчитываем фонд заработной платы основных и вспомогательных рабочих и заносим в таблицу 43.

Таблица 43 – расчет фонда заработной платы основных и вспомогательных рабочих

Отделения	Количество рабочих, чел.	Средняя тарифная часовая ставка, руб.	Заграты времени на программу, чел.ч.	Зарплата за отработанное время, тыс.руб.								За неотработанное время	Зарплата, тыс.руб.		
				По тарифу	Приработок сельщика	Премии	стимулирующие доплаты	Компенсационные доплаты	Прочие доплаты	ИТОГО	С учётом районного коэффициента		Годовой фонд	Среднемесячная по цеху	Среднемесячная рабочего
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Плавильное	48	22,33	83424	1862,85	931,42	745,14	372,57	186,28	186,28	4284,54	4927,22	747,95	5675,17	472,9	9,85
Формовочное	15	22,2	26070	578,75	289,37	231,5	115,75	87,87	87,87	1391,11	1599,77	242,85	1842,62	153,55	10,23
Выбивное	42	23,58	72996	1721,24	860,62	688,5	344,24	172,12	172,12	3958,84	4552,66	691,09	5243,75	436,97	10,4
Участок регенерации песка	8	18,33	13904	254,86	127,43	101,94	50,97	25,48	28,48	589,16	977,53	148,09	1125,62	93,80	11,72
Стержневое	26	21	45188	948,95	474,47	379,58	189,79	94,89	94,89	2182,57	2509,96	381,01	2890,97	240,91	9,26
Итого по основным рабочим													16778,1		
Вспомогательные рабочие	94	19,93	163372	3256,00	1628	1302,4	651,2	325,6	325,6	7488,8	8612,12	1307,3	9919,42	826,61	8,79
ВСЕГО:	233										22879,3	3518,29	26697,5	2224,8	

Таблица 44 Общие фонды заработной платы

Фонд заработной платы, тыс.руб.	Виды оплат из фонда потребления, тыс.руб.						Общий фонд заработной платы, тыс.руб.
	Единовременные премии	Вознаграждения за выслугу лет	Материальная помощь	Доплаты к отпуску	Оплата жилья	Другие доплаты	
Основных рабочих, 16778,1	5033,43	2516,71	1677,8	8389,05	5033,43	1677,8	24328,22
Вспомогательных рабочих, 9919,42	2975,83	1487,91	991,94	4959,71	2975,83	991,94	14383,16
ИТР, служащих и МОП, 2149,83	644,95	322,47	214,98	1074,91	644,95	214,98	3117,24
Итого:	8654,21	4327,09	2884,72	14423,67	8654	2884,72	41828,41

3.3 Планирование мощностей основных фондов

Определяем балансовую стоимость основных фондов, которые включают в себя:

- Затраты на постройку зданий
- Затраты на покупку, доставку и монтаж оборудования
- Покупка технологической оснастки
- Покупка инструмента и инвентаря

Все данные указаны в таблице 45.

Затраты на покупку, доставку и монтаж оборудования примем 60% от стоимости технологического оборудования.

Затраты на покупку вспомогательного оборудования берем 25% от стоимости технологического оборудования.

Затраты на покупку инструмента берем 50руб. на 1 тонну годного литья.

Затраты на покупку хозяйственного инвентаря берем 2000 рублей на одного рабочего.

Стоимость здания цеха 8000 за 1м^3 а стоимость бытовых помещений составляет 12000 за 1м^3

Следовательно стоимость здания цеха будет равна 80000 тыс. руб., а бытового здания 42000 тыс. руб.

Расчет капитальных затрат и амортизационных отчислений заносим в таблицу 45.

					ВКР 44.03.04 558 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		64

Таблица 45 – капитальные затраты и амортизационные отчисления

Наименование	Марка оборудования	Количество, шт	Стоимость единицы оборудования			Общая стоимость, тыс.руб	Амортизационные отчисления			
			Цена, тыс. руб.	Монтаж %	Монтаж Тыс.руб.		Всего, тыс. руб.	Норма, %	Сумма, тыс.руб	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Здания и сооружения		10000	8 за 1м ³	10			80000	2	600	
Бытовые помещения		3500	12 за 1м ³					42000	2	840
Итого								122000		1440
Основное оборудование:										
1. Печь плавильная	ДСП-3	2	5000			500	5500	11000	7	770
2. Поворотный ковш 3т		8								
3. Стержневая линия 1	ЛП061	1	700			70	770	770	9	69,3
4. Стержневая линия 2	ЛП038	1	550			55	605	605	9	54,45
5. Формовочная линия	ИФЛ71С	1	950			95	1045	1045	9	94,05
6. Двухвальный двуплечий смеситель	4727	1	250			25	275	275	9	24,75
7. Сито барабанное полигональное	171М1	4	75			7,5	82,5	330	9	29,7
8. Сушильная печь песка	S6210	2	200			20	220	440	9	36,9
9. Выбивная решетка	424	1	75			7,5	82,5	82,5	9	7,42
10. Дробеметный барабан	42322	1	300		30	330	330	9	29,7	
11. Зачистной станок	35895М	3	100		10	110	330	9	29,7	
12. Термообрабатывающая печь	ОКБ021	1	190		19	209	209	9	18,81	
13. Шлифовальный станок	GM50	2	40		4	44	88	9	7,92	
ИТОГО:							15504,5		1172	

Окончание таблицы 46

Наименование	Марка оборудования	Количество, шт	Стоимость единицы оборудования			Общая стоимость, тыс.руб.	Амортизационные отчисления		
			Цена, тыс. руб.	Монтаж %	Тыс. руб.		Всего, тыс.руб.	Норма,	Сумма, тыс.руб.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Подъемно-транспортное оборудование							9302,7	10	930,27
Инструмент и оснастка							425	50	212,5
Прочее оборудование							3876,12	10	387,61
Хозяйственный инвентарь							538	10	53,8
ИТОГО:							14141,8		1584,18
ВСЕГО:							151646,3		4196,18

Таблица 48 – смета расходов на ремонт и содержание оборудования

Наименование статьи затрат	Сумма, тыс.руб.	Примечание
Эксплуатация оборудования	1516,46	1% от стоимости оборудования
Текущий ремонт оборудования	7582,31	5% от стоимости оборудования
Внутрипроизводственные перемещения груза	42,5	5 руб. на 1 т годного литья
Износ малоценного и быстроизнашивающегося оборудования	127,5	15 р.на 1 т. годного литья
Прочие расходы	926,88	10 % от общей суммы расходов
ИТОГО:	10195,65	

3.4 Определение затрат и себестоимости продукции

В себестоимость продукции включаются следующие группы затрат [12]:

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

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

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

Сумма производственных и непроизводственных затрат образует полную себестоимость.

Смета цеховых расходов представлена в таблице 49.

Калькуляция себестоимости 1 тонны годных отливок представлена в таблице 50.

Расходы на подготовку и освоение производства планируются в размере 520% от основной зарплаты производственных рабочих в сумме с затратами на ремонт и эксплуатацию оборудования. Общезаводские расходы примем в размере 80% от заработной платы производственных рабочих и расходов на ремонт и эксплуатацию оборудования.

Непроизводственные расходы примем 3% от производственной себестоимости [12].

Таблица 49 – смета цеховых расходов

Статьи затрат	Затраты на 1т литья, тыс. руб.	Затраты на всю программу, тыс.руб.
1	2	4
1 . Затраты на оплату вспомогательных рабочих, управленческого и обслуживающего персонала	4,9	41828,41
2. Отчисления на социальные нужды	1,1	10159,07
3. Амортизация зданий и инвентаря	0,49	4196,18
4. Затраты на НИОКР, рационализаторство и изобретательство (8% от основной зарплаты производственных рабочих)	0,36	3096,9
5. Расходы на охрану труда (10% от основной зарплаты производственных рабочих)	0,45	3871,1
6. Стоимость вспомогательных материалов	60,8	516834
ИТОГО:	68,2	579985,66
7. Транспортный налог (1% от цехового фонда заработной платы)	0,04	387,11
8. Прочие расходы (15% от суммы всех предыдущих расходов)	10,2	87055,91
ИТОГО цеховых расходов	78,52	667428,68

Таблица 50 - Калькуляция себестоимости продукции на 1тонну годных ОТЛИВОК

Статьи затрат	На 1 т годного литья			На программу	
	Количество, т	Цена, руб.	Сумма, руб	Количество, т	Сумма, тыс. руб.
1. Сырье и основные материалы					
Стальной лом	0.89	8000	7120	7565	60520
Стружка в брекетах	0.16	7500	1200	1360	10200
Чугун передельный	0.07	10000	700	595	5950
Литники и прибыли	0.56			4760	

Железная руда	0,006	3720	22,32	51	189,72
Ферромарганец	0,0093	60000	558	79,05	4743
Электроды	0,005	10000	50	42,5	425
Алюминий	0,00097	55000	48,5	8,24	453,2
Итого	1,69		9698,82	14460,8	82480,92
2. Возврат	0.56			4760	
Угар и безвозвратные потери	0.13			1879,9	
Итого за вычетом возврата и угара	1.00	5738,9	5738,9	8500	48780,65
3. Оплата труда основных рабочих			4142.3		24328,22
4. Отчисления на социальные нужды			1649.3		10159,07
5. Технологическая электроэнергия	2580	3	20520	21930000	65790
6. Энергия на технические нужды					
- вода, м ³	15	30	450	127500	3825
- сжатый воздух, м ³	1750	10	17500	14875000	148750
7. Расходы на ремонт и эксплуатацию оборудования			1199,48		10195,65
8. Расходы на подготовку и освоение производства			15553,42		132204,12
9. Отчисления на амортизацию оборудования			3022.9		4196,18
Основная себестоимость			52732,81		448228,89
Цеховые расходы			78521,02		667428,68
Цеховая себестоимость			131253,83		1115657,57
Общезаводские расходы			4603,01		39125,62
Производственная себестоимость			135856,84		1154783,19
Непроизводственные расходы			2037,8		17321,74
Полная себестоимость			137894,69		1172104,93

3.5 Плановые и постоянные затраты

Постоянные затраты складываются из следующих составляющих:

$$FC = FC1 + FC2 + FC3 + FC4 + FC5 + FC6 + FC7 + FC8,$$

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

FC_2 – отчисления на эксплуатацию и ремонт оборудования;

										Лист
										69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ВКР 44.03.04 558 ПЗ

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

FC_4 – затраты на НИОКР, рационализаторство и изобретательство;

FC_5 – расходы на охрану труда;

FC_6 – прочие цеховые расходы;

FC_7 – общезаводские расходы;

FC_8 – непроизводственные расходы.

$$FC = +4169,18 + 10195,65 + 132204,12 + 132276,31 + 3096,9 + 3871,1 + 87055,95 + 39125,62 + 17321,74 = 310343,53 \text{ тыс. руб.}$$

Средние удельные постоянные расходы рассчитываем по формуле:

$$AFC = FC/M,$$

где M – годовой выпуск годного литья, тонн.

$$AFC = \frac{310343,53}{8500} = 36,51 \text{ тыс.руб/т.}$$

Далее считаем переменные затраты по формуле:

$$VC = VC1 + VC2 + VC3 + VC4 + VC5 + VC6,$$

где VC_1 – суммарные затраты на сырьё и основные материалы;

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

VC_3 – затраты на технологическую энергию;

VC_4 – затраты на техническое использование воды и сжатого воздуха;

VC_5 – затраты на вспомогательные материалы;

VC_6 – транспортный налог.

$$VC = 48780,65 + 34487,29 + 65790 + 0 + 152,575 + 51683 + 387,11 + 666431,62 \text{ тыс. руб.}$$

Находим средние удельные переменные затраты по формуле:

$$AVC = VC/M,$$

где M – годовой выпуск годного литья, тонн.

$$AVC = \frac{666431,62}{8500} = 78,4 \text{ тыс. руб.}$$

					ВКР 44.03.04 558 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

3.6 Показатели эффективности

Главным показателем является чистый доход от продаж который находится по формуле [12]:

$$\text{ЧДД} = S - K,$$

где S - суммарное значение денежного потока в конце периода

K – суммарное значение инвестиций

$$\text{ЧДД} = 234420,91 \text{ руб.}$$

Далее мы ищем индекс доходности он будет равен 6. Так как индекс доходности больше 1; ИД>1 то проект считается эффективным.

После всех подсчетов мы рассчитываем сроки окупаемости, год; фондоотдачу, тыс. руб.; затраты на 1 рубль произведенной продукции, руб. После рассчитываем точку безубыточности и заносим все эти данные в таблицу 51.

Точка безубыточности рассчитывается по формуле:

$$Q_{\text{кр}} = FC / (P - AVC),$$

где FC – постоянные затраты, тыс. руб.;

P - цена одной тонны годного литья, тыс. руб.;

AVC – средние удельные переменные расходы тыс. руб.

$$Q_{\text{кр}} = 1,48 \text{ тыс. р.,}$$

					НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		771

Таблица 51 – Показатели эффективности

Показатель	Единицы измерения	Проектируемый вариант
1. Годовой объём выпуска литья	тонна	8500
2. Балансовая стоимость основных производственных фондов		
в т.ч. активной части	тыс. руб.	151646,3
3. Численность рабочих		269
в т.ч. всех производственных	человек	233
4. Себестоимость производственной программы выпуска	тыс. руб.	1406525,84
5. Чистая прибыль	тыс. руб.	234420,91
6. Дополнительные капитальные вложения	тыс. руб.	36600
7. Выпуск продукции		
- на 1 работающего	т/г	31,6
- на 1 производственного рабочего	т/г	36,5
8. Фондоотдача (на тыс. руб. осн. произ. фондов)		
- на тыс. руб. активной части осн. произ. фондов	тыс.руб.	1,55
9. Затраты на 1 рубль произведённой продукции	руб.	0,81
10. Рентабельность продукции	%	20
11. Окупаемость капитальных вложений	год	5
12. Критический объём выпуска (точка безубыточности)	тыс. руб.	1,48

4. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

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

Данные факторы приводят к разным заболеваниям и травмам и, следовательно, к ухудшению здоровья и снижению работоспособности.

Охрана труда объединяет данный комплекс мероприятий по трудовому законодательству, технике безопасности и производственной санитарии, обеспечивающих безопасные работы, а также предупреждать от несчастных случаев. Главной задачей охраны труда является сведение к минимуму вероятности поражения или заболевания работающих, с одновременным обеспечением комфорта и максимальной производительности труда [13].

Система управления безопасностью жизнедеятельности на предприятии предполагает собой регламентированную нормативно-техническими документами совокупность взаимосвязанных организационных, технических, санитарно-гигиенических и социально-экономических мероприятий, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособность трудящихся в процессе труда [13].

4.1 Безопасность труда

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

Стандарты на общие требования безопасности к производственному оборудованию устанавливают требования безопасности к конструкции оборудования в целом и его отдельным элементам. Методы контроля выполнения требований безопасности содержат требования безопасности размещения элементов технологических систем, режимов работы производственного оборудования, систем управления и режима труда персонала, требования по применению

					ВКР 44.03.04 558 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		74

средств защиты, стандарты на нормы и общие требования по видам опасности, устанавливают предельно допустимые концентрации, уровни или дозы вредных веществ и требования безопасности при работе с веществами, которые выделяют опасные и вредные пары. Работа по обеспечению безопасности трудящихся является важнейшей задачей охраны труда [13].

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

4.2 Защита от тепловых и электромагнитных излучений

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

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

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

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

4.3 Защита от механического травмирования

Уменьшить механический травматизм помогает повышение культуры производства, и соблюдение работниками правил безопасного ведения работ и

					ВКР 44.03.04 558 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		74

требований инструкций по технике безопасности. Виды защитных ограждений производственного оборудования по ГОСТ12.2.062 – 81 [14].

4.4 Монтаж, ремонт и использование грузоподъемных и транспортных средств

В отделении установлены следующие грузоподъемные транспортные механизмы: мостовые, шаржерные краны, электротельферы, лебедки, челночные механизмы. Состояние этих средств и график ремонтов соответствует положениям ГОСТ12.2.065 – 81 [14].

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

4.5 Защита от шума и вибраций

Борьба с шумом наиболее рациональна посредством уменьшения его в источнике. Применяемые в отделении средства уменьшения шумов механического и аэродинамического происхождения у их источников – это своевременный ремонт неисправностей механизмов, широкое применение принудительного смазывания трущихся поверхностей в сочленениях, применение в вентиляторах лопаток оптимального сопротивления воздуху и газам, создание оптимальной пульсации давления рабочей среды в аэродинамических процессах. Уровень шума на анодном переделе в целом соответствует требованиям ГОСТ 12.1.003 – 83 и ГОСТ 12.1.036 – 81. В качестве средств индивидуальной защиты могут применяться ушные вкладыши (беруши) [14].

При монтаже во время реконструкции оборудования учитываются требования ГОСТ 12.1.012 – 90 «Вибробезопасность». Компрессоры, насосы, вентиляторы установлены на амортизаторы (резиновые, металлические, комбиниро-

					ВКР 44.03.04 558 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		75

ванные). В качестве средств индивидуальной защиты работающих используют обувь на массивной подошве, а так же применяются виброзащитные перчатки.

В среднем по отделению рабочие находятся в зонах вибрации не более 10% рабочего дня. Регламентация времени нахождения рабочего в местах сильной вибрации является действенной мерой охраны труда. Уровень вибрации, воздействующий на работающих, вполне отвечает нормам вибрации по ГОСТ 12.1.012 – 90 [14].

4.6 Вентиляция

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

Верно спроектированные и правильно эксплуатируемые вентиляционные системы способствуют улучшению самочувствия работающих и повышению производительности труда. По проведенным исследованиям кондиционирование воздуха может повысить производительность труда на 4-10 % [15].

Для создания в производственном помещении микроклимата, отвечающего санитарным нормам, важно правильно скомбинировать естественную и механическую вентиляции. Кроме того должна быть предусмотрена система аварийной вентиляции, которая применяется для быстрого 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, если она обеспечивает соответствие состояния воздуха требованиям СНиП 245-71 и ГОСТ 12.1.005-88.

Основными вредностями являются: тепловыделения из печи; пыль; газ SO₂.

Для борьбы с пылевыведениями устанавливают аспирационные системы, снабженные местными отсосами с последующей очисткой запыленного воздуха в электрофильтрах и циклонах [16].

					НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА	Лист
						76
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

Системы механической вентиляции подразделяются на общеобменные, местные, аварийные, смешанные и системы кондиционирования [17].

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

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

Здоровый и производительный труд имеет место быть только при хорошем содержании рабочего места, его правильной организации.

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

На работоспособность человека существенное влияние оказывает микроклимат рабочего помещения.

Наличие вредных веществ в воздухе, сравнение с нормативом ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны [18].

Таблица 52 - 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 [17]. Этими нормами регламентированы показатели микроклимата в рабочей зоне производственного помещения: температура, относительная влажность, скорость движения воздуха в зависимости от способности организма человека к акклиматизации в разное время года, характера одежды, интенсивности производимой работы и характера тепловыделений в рабочем помещении.

4.7 Производственное освещение

Свет - очень сильный стимулятор работоспособности.

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

Освещенность

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

Нормы проектирования освещения представлены в СНиП23 – 05-95 [].

По параметрам освещенности условия труда работающих в медеплавильном цехе относятся к VI разряду зрительной работы, общие наблюдения за ходом производственного процесса постоянная и периодическая – VIII разряд работы, подразряды а и б [17].

Естественное освещение невозможно задавать количественной величиной освещенности, таким образом естественное освещение характеризуется тем, что создаваемая освещенность изменяется в чрезвычайно широких пределах.

Данные изменения обуславливаются временем дня, года и метеорологическими факторами. В качестве нормируемой величины для естественного освещения принята относительная величина – коэффициент естественной освещенности, который представляет собой выраженные в процентах отношение освещенности в данной точке внутри помещения к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности, создаваемой светом полностью открытого небосвода. Значение коэффициента естественной освещенности с

					ВКР 44.03.04 558 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		78

учетом характера зрительной работы, системы освещения, района расположения здания на территории РФ определяются по СНИП23- 05 – 95 [17].

В тёмное время суток, а также при недостаточном естественном освещении необходимо использовать искусственное освещение. Учитывая непрерывный режим работы в медеплавильном цехе освещённость должна быть не менее 50 лк (СНиП 23.05-95) [17].

Искусственное освещение делится на несколько видов. Лучшее является приемлемо комбинированное освещение, состоящее из общего и местного освещения.

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

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

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

Оно обязано обеспечивать освещённость рабочих мест не менее 10% от рабочего освещения [18]. Аварийное освещение обязано иметь постоянно действующий источник питания и автоматически включаться при аварии рабочего освещения. Принимаем для аварийного освещения лампы мощностью 500 Вт. Лампы расположены по середине помещения. Ремонтное освещение предусматривает освещение для проведения ремонтных работ. Для ремонтного освещения используют переносные лампы напряжением 12...36 В.

Эвакуационное освещение оборудуется в производственных помещениях с постоянно работающими людьми. В данных помещениях эвакуация людей в случае аварийного отключения рабочего освещения связана с опасностью травмирования из-за продолжения работы оборудования. Эвакуационное

					ВКР 44.03.04 558 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		79

освещение делается в местах, опасных для прохода людей, на лестницах, в основных проходах производственных помещений.

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

Поэтому, на переделе используется естественное освещение, искусственное и совмещенное, уровень которого соответствует категории зрительной работы передела.

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;

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

Отрегулировать высоту приспособлений по своему росту;

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

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

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

Проверить исправность подъемных приспособлений (блоки, домкраты и др.); все подъемные механизмы должны иметь надежные тормозные устрой-

					ВКР 44.03.04 558 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		80

ства, 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" [18].

Во время работы необходимо:

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

- возвращать использованный инструмент на исходное место;

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

- при рубке металла зубилом учитывать, в какую сторону безопаснее для окружающих направить отлетающие частицы и установить с этой стороны защитную сетку; работать только в защитных очках. Если по условиям работы нельзя применять защитные очки, то рубку выполняют так, чтобы отрубаемые частицы отлетали в ту сторону, где нет людей;

- не допускать загрязнения одежды керосином, бензином, маслом.

- По окончании работы необходимо:

- убрать с верстака заготовки и обработанные детали;

- тщательно убрать рабочее место;

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

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

- выключить индивидуальное освещение.

					ВКР 44.03.04 558 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		81

4.9 Пожарная безопасность

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

ГОСТ12.1.004 – 91 «Пожарная безопасность. Общие требования» определяет способы и средства предотвращения и тушения пожаров следующим образом: предотвращение пожара должно достигаться предотвращением образования горючей среды и предотвращения образования в горючей среде (или внесение в нее) источников зажигания [18].

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 оказывает сильное влияния на окружающую среду. К параметрам, характеризующим это влияние, относятся характеристики источников выделения (производств, участков, агрегатов), характеристики выделяемых вредных веществ, ПДВ, ПДК, приведенное количество загрязняющего вещества, выбрасываемого в природную среду в год, равное произведению массы загрязняющего вещества на коэффициент токсичности (величина обратная ПДК), категория опасности производства, план мероприятий по регулированию выбросов НМУ, план мероприятий по снижению выбросов вредных веществ в атмосферу с целью достижения ПДВ, контроль за соблюдением нормативов ПДВ на источниках выброса и на контрольных точках, сведения о плановых выбросах [18].

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

					ВКР 44.03.04 558 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		82

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

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

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

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

4.9 Прогнозирование возможных ЧС и их причин

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

					ВКР 44.03.04 558 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		83

1. Чрезвычайные ситуации техногенного характера:

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

2. Чрезвычайные ситуации природного характера:

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

3. Чрезвычайные ситуации экологического характера:

- чрезвычайные ситуации, связанные с изменением почвы (наличие в почве тяжелых металлов, в том числе радионуклеидов сверх предельно допустимых концентраций);
- 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 [16]:

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 немедленно должны быть приняты меры к тушению с помощью огнетушителя, песка и др. имеющихся средств, а также должна быть вызвана пожарная охрана по телефону или по извещателю пожарной сигнализации [17].
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 [18].
5. При обнаружении пропуска газа через сальник ацетиленового вентиля после присоединения редуктора подтягивание сальниковой гайки производить только после закрытия вентиля баллона [18].
6. В случае обнаружения выявленных неисправностей поставьте в известность администрацию и не приступайте к работе до их устранения [18].
7. При загорании редуктора, вентиля на ацетиленовом баллоне немедленно перекрыть вентиль на баллоне и вывезти баллон в безопасное место, приняв при этом меры предосторожности [18].
8. В случае замерзания редуктора или запорного вентиля кислородного баллона отогревать их разрешается только чистой горячей водой, не имеющей следов масла.

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

10. При загорании газа в местах утечки его из вентиля, баллона, шлангов или газопроводов - тушить пламя нужно песком, спец. одеждой, огнетушителями др. средствами, преграждая доступ воздуха к огню. Гасить пламя водой запрещается. Струю огнетушителя следует направлять вдоль пламени, а не навстречу ему [18].

4.11 Управление объектом в чрезвычайной ситуации

При возникновении производственных аварий, рассмотренных выше, разработан план мероприятий по управлению объектами в чрезвычайных ситуациях. План мероприятий и ответственные лица и исполнители представлены в таблице 53.

Таблица 53 - 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
Взрыв в печи. Разрушение футеровки печи. Пожар.	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.	Плавильщик	Изолирующие, изоляционные, противогаз находятся в комнате сменного мастера	Начальник цеха, до его прибытия - сменный мастер

	<p>7. Сообщить диспетчеру предприятия.</p> <p>8. Сообщить должностным лицам.</p> <p>9. Выставить посты, оградить опасную зону, вывести людей</p> <p>10. Пожарные и члены ДПД обследуют место аварии и приступают к тушению пожара.</p>			
--	--	--	--	--

4.12 Экологичность проекта

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

Парниковый эффект возникает из-за наличия в атмосфере Земли газов, которые обладают способностью задерживать длинные волны. Они получили название "парниковых" или "тепличных" газов. Все это приводит к разрушению озонового слоя, таянию ледников и как следствие приведет к глобальному потеплению.

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

Это техногенные газы, в первую очередь, хлорфторуглероды (ХФУ) - стойкие химические соединения, которые могут диффундировать к озоновому слою десятки лет. Все техногенные газы приводят к утончению слоя, в результате поверхность Земли будет менее защищена от лучей ультрафиолета, что приведет к гибели клеток и мутации. Кислотный дождь образуется в результате реакции между водой и такими загрязняющими веществами, как оксид серы (SO₂) и различными оксидами азота (NO) [15].

Кислотные дожди возникают при, выбросе веществ в атмосферу автомобильным транспортом, в результате деятельности металлургических предприя-

					ВКР 44.03.04 558 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		87

тий и электростанций, а также при сжигании угля и древесины. Вступая в реакцию с водой атмосферы, они превращаются в растворы кислот - серной, сернистой, азотистой и азотной. После, вместе со снегом или дождем, они выпадают на землю, это приводит к гибели урожая, лесов и остальной растительности, понижается плодородие почвы, в водоемах погибает фауна и флора. Неправильное применение удобрений и пестицидов. Внесение высоких доз азотных удобрений иногда отрицательно влияет на почвенную структуру и снижает противозерозионную 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
- гальваническое 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 [17].

4.13 Пути экологизации производства

Соблюдение санитарно-гигиенических норм, обеспечивающих охрану атмосферы, гидросферы от вредного воздействия промышленности, требует систематической количественной и качественной оценки производственных загрязнений.

Экологизация технологического процесса представляет собой принятие мер по снижению уровня концентрации опасных и токсичных веществ и предусматривает меры по ведению малоотходного и безотходного производства [18].

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 используется приточная и вытяжная вентиляция, она осуществляется механически, путем использования вентиляционных установок.

В механическом цехе во время обработки металлов и сплавов происходит загрязнение воздуха металлической пылью. Для предотвращения данного загрязнения предлагается использовать специальную систему кондиционирования и вентиляции на базе центрального кондиционера с утилизацией тепла вытяжного воздуха в перекрестно-точном теплообменнике (рекуператоре). Выбор системы обоснован тем, что обработка по вновь введенной технологии будет вестись на современном оборудовании с ЧПУ, для оптимальной работы которой необходима определенная температура. Кроме того, закрытая зона резания также будет обеспечивать меньшую концентрацию металлической пыли и других вредных веществ, так как обработка будет вестись в обрабатывающем центре.

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

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

					ВКР 44.03.04 558 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		89

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

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

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

Уменьшение выбросов тепла, пыли, и испарение СОЖ в атмосферу достигается тем, что вместо большого количества универсальных станков и устаревших моделей станков с ЧПУ будет использоваться существенно меньшее количество современных многоцелевых обрабатывающих центров, которые существенно сокращают количество вредных выбросов.

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 марки ФРИР-700.

Рекомендуемые мероприятия дадут возможность сделать данный технологический процесс изготовления отливок из цветных металлов более экологичным и ресурсосберегающим, поскольку внедрение некоторых мер по экологизации, резко уменьшит объем вредных выбросов.

					ВКР 44.03.04 558 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		990

5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

5.1 Выбор и особенности профессии

В данной ВКР из списка основных рабочих была выделена профессия: «Модельщик». Проанализировав ФГОС СПО на профессию «Модельщик» узнаем, что есть перечень возможных сочетаний профессий рабочих таких как:

- Модельщик по деревянным моделям;
- Модельщик гипсовых моделей;
- Модельщик по металлическим моделям;
- Модельщик выплавляемых моделей.

Также проанализировав данный ФГОС СПО, выявили основные особенности трудовых функций, указанных в компетенциях.

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

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов 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.

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).

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

Производство деревянных моделей и стержневых ящиков.

					ВКР 44.03.04 558 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		91

ПК 1.1. Обрабатывать древесину вручную.

ПК 1.2. Обрабатывать древесину на станках.

ПК 1.3. Соединять деревянные заготовки и детали.

ПК 1.4. Отделывать поверхности моделей.

ПК 1.5. Изготавливать стержневые ящики.

ПК 1.6. Изготавливать модели элементов литниковой системы.

ПК 1.7. Изготавливать шаблоны и скелетные модели.

Производство металлических моделей и стержневых ящиков.

ПК 2.1. Обрабатывать металл резанием.

ПК 2.2. Получать металлические заготовки моделей и стержневых ящиков методом литья в песчаные формы по деревянным моделям.

ПК 2.3. Изготавливать стержневые ящики для холодного и горячего отверждения стержней.

ПК 2.4. Изготавливать модельную оснастку для автоматических формовочных линий.

Отделка и контроль модельных комплектов.

ПК 3.1. Осуществлять контроль за соответствием размеров модельного комплекта чертежу.

ПК 3.2. Осуществлять окраску готового модельного комплекта.

ПК 3.3. Маркировать модели стержневых ящиков.

ПК 3.4. Осуществлять периодический контроль рабочих модельных комплектов.

Ремонт модельных комплектов.

ПК 4.1. Составлять ведомость дефектов модельной оснастки.

ПК 4.2. Выявлять основные причины поломок и износа элементов модельных комплектов.

ПК 4.3. Производить ремонт модельных комплектов.

					<i>ВКР 44.03.04 558 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		92

5.2 Осуществление профессиональной подготовки выбранного рабочего по профессии «Модельщик»

Данная профессия получается в результате подготовки в техникуме. Сроки получения СПО по профессии 22.01.07 «Модельщик» в очной форме обучения и соответствующие квалификации проводятся в таблице 54 [19].

Таблица 54 – Сроки получения СПО по профессии «Модельщик»

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	Модельщик по деревянным моделям Модельщик по металлическим моделям	10 мес.
основное общее образование	Модельщик выплавляемых моделей Модельщик гипсовых моделей	2 года 5 мес.

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

Независимо от применяемых образовательных технологий.

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.

Сроки получения СПО по ППКРС независимо от применяемых образовательных технологий увеличиваются:

а) для обучающихся по очно-заочной форме обучения:

на базе среднего общего образования - не более чем на 1 год;

на базе основного общего образования - не более чем на 1,5 года;

б) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья - не более чем на 6 месяцев.

Область профессиональной деятельности выпускников: изготовление деревянных и металлических моделей для литейного производства.

Объектами профессиональной деятельности выпускников являются:

- технологические процессы производства модельных комплектов;
- оборудование и инструменты;
- исходные материалы и готовые деревянные и металлические модели;
- техническая, технологическая и нормативная документация.

Обучающийся по профессии 22.01.07 «Модельщик» готовится к следующим видам деятельности:

4.3.1. Производство деревянных моделей и стержневых ящиков.

4.3.2. Производство металлических моделей и стержневых ящиков.

4.3.3. Отделка и контроль модельных комплектов.

4.3.4. Ремонт модельных комплектов.

5.3 Учебный план по подготовке данной профессии

Учебный план – основной документ, предназначенный для организации всего учебного процесса в учебном заведении [20].

Система профессионально-технологических знаний формируется у учащихся в результате изучения различных модулей, и составляют стройную систему взаимосвязанных элементов. Эта взаимосвязь проявляется в виде межпредметных связей [20].

Интегративность – это не только взаимопроникновение, но и взаимообогащение учебных дисциплин [20].

В ходе данной работы была изучена модель учебного плана СПО выявлена основная идея и принципы, сформировано умение анализировать и корректировать примерный учебный план СПО, сформированы начальные навыки разработки фрагмента в части профессиональной подготовки рабочих в заведениях СПО. На основе модели учебного плана был представлен макет рабочего учебного плана подготовки по профессии 22.01.07 «Модельщик».

В макете учебного плана представлено четкое распределение учебных часов на аудиторную и внеаудиторную нагрузку. Для каждого профессионального модуля определено содержание в виде выделенных междисциплинарных

					ВКР 44.03.04 558 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		94

1	2	3	4	5	6
МДК.01.03	Изготовление стержневых ящиков, моделей, элементов литниковой системы	24	24	8	16
ПМ.02	Производство металлических моделей и стержневых ящиков	144	82	30	52
МДК.02.01	Обработка металлов резанием	68	48	10	38
МДК.02.02	Изготовление металлических заготовок моделей и стержневых ящиков методом литья в песчаные формы по деревянным моделям	28	20	10	10
МДК.02.03	Изготовление стержневых ящиков для холодного и горячего отверждения стержней	48	14	10	4
ПМ.03	Отделка и контроль модельных комплектов	63	20	8	12
МДК.03.01	Организация работ по осуществлению отделки и контроля модельных комплектов	63	20	8	12
ПМ.04	Ремонт модельных комплектов	96	80	30	50
МДК.04.01	Методы устранения дефектов моделей и стержневых ящиков	48	40	15	25
МДК.04.02	Выполнение требований к качеству и точности ремонтируемых модельных комплектов	48	40	15	25
ФК.00	Физическая культура	64	32	30	2
	Вариативная часть циклов ППКРС (определяется образовательным учреждением)	162	108	52	56
	Итого по обязательной части ППКРС, включая раздел «Физическая культура» и вариативной части ППКРС	864	576		
УП.00.	Учебная практика				
ПП.00.	Производственная практика (практика по профилю специальности)	22	792		

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

1	2	3	4	5	6
ПА.00	Промежуточная аттестация				
ГИА.00	Государственная итоговая аттестация				

5.4 Разработка лабораторной работы по МДК 02.02 «Изготовление металлических заготовок моделей и стержневых ящиков методом литья в песчаные формы по деревянным моделям» по теме «Изготовление отливок в песчаных формах способом ручной формовки»

План конспект лабораторной работы указан в таблице 56.

Таблица 56 – План конспект лабораторной работы

Этапы урока и затраты времени	Содержание учебного материала
Организационная часть (5-10 минут)	<p>Приветствие учащихся.</p> <p>Сначала проведем отметку присутствующих.</p> <p>Запись темы занятия: «Изготовление отливок в песчаных формах способом ручной формовки».</p> <p>Запись цели лабораторной работы:</p> <p>Овладение техникой ручной формовки при изготовлении отливок в песчаных формах и оценка качества отливки или ознакомление с ручной формовкой в песчаные формы и устройством формы</p>
Повторение учебного материала (10-15 минут)	<p>Прежде чем приступить к выполнению лабораторной работы, поведем опрос по пройденным темам:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое модели ? 2. В чем заключается сущность формовки? 3. Что входит в комплект модельной оснастки?
Выполнение лабораторной работы (60 минут)	<p>2. Оборудование, инструменты и материалы</p> <p>Для изготовления литейных полуформ в мастерских используется комплект модельной оснастки, в который входят следующие элементы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <u>Модель.</u> 2. <u>Опоки.</u> 3. <u>Комплект формовочных инструментов (сито, лопатки, совки, трамбовки, стержни-подъемники, вентиляционная игла, и т.п.).</u> 4. <u>Модели элементов литниковых систем.</u> 5. <u>Стержни (при необходимости).</u> <p><u>Помимо модельного комплекта в данной работе используются:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <u>Плавильная печь.</u> 2. <u>Разливочный (плавильный) тигель.</u> 3. <u>Шихтовые материалы для выплавки алюминия.</u> 4. <u>Формовочная смесь.</u>

					ВКР 44.03.04 558 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		97

Ход работы

Для правильной работы литниковой системы необходимо определить расположение и соотношение размеров ее элементов – стояк, шлакоуловителя и питателей. На практике рассчитывают площади сечения и их количество в зависимости от массы и толщины стенок отливки по таблицам. Учитывая массу отливок, выполняемых в учебных мастерских, выбирают количество питателей от одного до двух. Сечение питателей треугольное. Далее следует рассчитать сечение шлакоуловителя и стояка. На практике следует пользоваться комплектом их моделей, имеющихся в мастерских.

1. Введение

1.1. Процесс литья

Процесс литья заключается в заливке расплавленного и нагретого до оптимальной температуры металла в литейную форму, внутренняя полость которой соответствует конфигурации и размерам будущей отливки. В литейном производстве наиболее распространено получение литых деталей в разовых формах, изготовленных из смесей, состоящих в основном из песка и глины. Такая форма пригодна только для изготовления одной отливки. При извлечении (выбивке) готовой отливки форму разрушают. Разовые песчано-глинистые формы делают из формовочных смесей, основными компонентами которых являются кварцевый песок, глина в количестве 8- 16% и вода (4,5-7%). Последние два служат как связующие материалы, склеивающие зерна песка, упрочняющие формовочную смесь. Песчаные формы изготавливают в мелкосерийном производстве ручной формовкой в двух опоках.

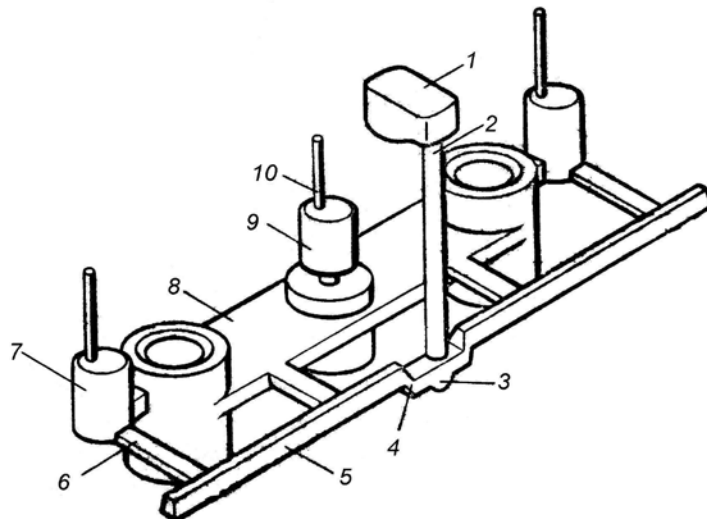


Рис. 1.1. Отливка с литниковой системой: 1 – литниковая воронка или чаша, 2 – стояк, 3 – зумпф (углубление для частичного гашения динамической энергии потока металла), 4 – дрессель, 5 – шлакоуловитель, 6 – питатель, 7 – прибыль (боковая проливная), 8 – отливка, 9 – прибыль (верхняя), 10 – выпор

- Лабораторная работа проводится в двух вариантах.
- 1 вариант – Изготовление отливки с применением неразъемной модели.
- 2 вариант – Изготовление отливки с применением разъемной модели (со стержнем или без стержня).

Формовка по неразъемной модели с плоским основанием

Формовка проводится в двух опоках. Этот вариант является наиболее простым и реализуется только при соблюдении 2-х условий:

- Совпадение основания модели с плоскостью разъема формы,
- Извлекаемость модели из полуформы без ее разрушения.

В этом случае модель полностью располагается в нижней полуформе. Основные элементы литниковой системы выполняются в верхней полуформе, а питательные каналы – в нижней.

Изготовление разъемной литейной формы.

При изготовлении литейной формы операции выполнять в следующей последовательности:

1. На подмодельную доску (плиту) устанавливают одну половину модели (плоскость разъема к доске).
2. На подмодельную доску устанавливают нижнюю опоку. Нужно следить за тем, чтобы были выдержаны расстояния модели от стенок опоки и было место для расположения питателей. При необходимости припыливают модель графитовым порошком.
3. На поверхность модели наносят просеянную через сито формовую смесь (облицовочную смесь) толщиной слоя 20 – 30 мм.
4. Опоку заполняют формовочной (наполнительной) смесью до краев.
5. Узким концом трамбовки уплотняют смесь в опоке в направлении по спирали от стенок опоки к середине опоки.
6. Досыпают формовочную смесь и уплотняют ее широким концом трамбовки.
7. Удаляют излишек формовочной смеси с верха опоки металлической линейкой до получения гладкой горизонтальной поверхности.
8. При необходимости для увеличения газопроницаемости формы накалывают иглой вентиляционные каналы (они не должны доходить до модели).
9. Переворачивают опоку на 180°.
10. Плоскость разъема формы (формовочную смесь вокруг модели) сглаживают и посыпают сухим песком.
11. Сухой песок удаляют с модели.
12. На нижнюю половину модели, по фиксирующим шипам устанавливают верхнюю половину модели. Устанавливают модель шлакоуловителя и припыливают смесь в плоскости разъема графитом.
13. Устанавливают модели стояка и выпоров, если в этом есть необходимость.
14. Засыпают верхнюю опоку, как и нижнюю, формовочной смесью (сначала облицовочной, затем – наполнительной), уплотняют ее, удаляют излишек смеси и накалывают вентиляционные каналы. У стояка прорезают и выглаживают литниковую воронку.
15. Извлекают, раскачивая в разные стороны, модели стояка и выпоров. Выглаживают устья каналов. Снимают верхнюю опоку, переворачивают ее и ставят рядом с нижней опокой.
16. Прорезают каналы питателей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной дипломной работе была разработана технология изготовления отливок из цветных сплавов для машиностроения с годовым выпуском 8500 тыс. тонн в год. Проведен расчет технологического оборудования, стержневых и формовочных материалов. По результатам 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, 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.

					ВКР 44.03.04 558 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		101

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Миляев В.М. , Гофман Э.В. Проектирование литейных цехов: Учеб. Пособие/Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. Пооф.- пед. уи-та, 1994. 52с.
2. Электронный ресурс "Индукционные тигельные печи"
3. Сафронов В. Я.С21 Справочник по литейному оборудованию. М.: Машиностроение, 1985, — 320 с., ил.
4. Электронный ресурс: "Смеситель вихревой"
5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ для выполнения и оформления выпускной квалификационной работы для студентов всех форм обучения направления подготовки 051000.62 Профессиональное обучение (по отраслям) профиля подготовки «Металлургия» профилизации «Технологии и менеджмент в металлургических производствах»
6. Справочник технолога-машиностроителя: В 2 т. Т.1/Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – 665 с.
7. КУРСОВОЙ ПРОЕКТ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ “Технология литейного производства”(ГОС-2000)для студентов всех форм обучения.
8. Чуркин Б. С. Экономика и управление производством: учеб. Пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал.гос.проф.-пед. ун-та, 1999.91 с.
9. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Введ. 01.10.96 М.
10. ГОСТ Р 2.2.2006-2005. Руководство. Гигиенические критерии оценки условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряжённости трудового процесса. Введ. 01.11.2005 М.: Изд-во стандартов, 2005. 103 с.
11. ГН 2.2.5.1313-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Введ. 01.01.2003 М.
12. ГОСТ 12.4.005-85. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Метод определения величины со-

					ВКР 44.03.04 558 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		102

противления дыханию Введ. 18.12.85 М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1986. 16 с.

13. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение. Введ. 01.01.1996. Изд-во стандартов, 1996. 50 с.

14. СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Введ. 31.10.96. 1997. 20 с.

15. ГОСТ 12.4.011-89. Средства защиты работающих. Введ. 01.07.90 М.: Изд-во стандартов, 1996. 7 с.

16. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление и зануление. Введ. 01.07.82 М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1987. 7 с.

17. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. Введ. 01.07.92 М.: Стандартиформ, 2006. 68 с.

18. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ Опасные и вредные производственные факторы. Введ. 01.01.76 М.: Изд-во стандартов, 1978. 3 с.

19. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования по профессии 150711.01 Наладчик литейного оборудования.

20. Сборник учебных планов и программ для подготовки квалифицированных рабочих в технических и профессионально-технических училищах. – М.: ВНИИ ПТО (для различных профессий), 2007.

					ВКР 44.03.04 558 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		103