

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 ОТЛИВОК ИЗ СТАЛИ С ГОДОВЫМ  
ВЫПУСКОМ 10000 ТОНН

Исполнитель:

Обучающийся группы МП – 403

Пряничников И.М.

Руководитель:

Доцент кафедры ИММ,

канд. пед. наук

Бекетова Ю. А.

Нормоконтролер:

Профессор кафедры ИММ

канд. техн. наук, доцент

Категоренко Ю. И.

Екатеринбург

2018

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 95 листов печатного текста, 50 таблиц, 3 рисунка, 23 литературных источника, 2 приложения, а также графическую часть, выполненную на 5 листах формата А1.

В данной ВКР разработан технологический процесс изготовления отливок из стали с годовым выпуском 10000 тонн.

В ВКР произведен расчет оборудования основных участков литейного цеха и разработана технология изготовления детали «Коромысло». Также были произведены расчеты количества рабочих, их заработной платы, стоимости оборудования и материалов. Был произведен расчет коммерческой эффективности проекта.

Были рассмотрены вопросы по охране труда и экологичности проекта.

Была разработана методика обучения.

Ключевые слова: ЦЕХ, ОБОРУДОВАНИЕ, ОТЛИВКА, ТЕХНОЛОГИЯ, ШИХТА, СТАЛЬ 35Л, ТЕХНОЛОГИЯ ХТС, БЕЗОПАСНОСТЬ, ЭКОЛОГИЧНОСТЬ, МЕТОДИКА.

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ			
Изм.	Лист				Организация технологического процесса изготовления отливок из стали с годовым выпуском 10000 тонн	Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Пряничников И.М.						2	95
Провер.	Бекетова Ю.А.							
Рецензент								
Н.контр.	Категоренко Ю.И.							
Утверд.	Гүзанов Б.Н.					ФГАОУ ВО РГПГУ, ИПО каф. ИММ группа МП-403		

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....	6
1.1 Расчет производственной программы цеха.....	6
1.2 Выбор режима работы цеха и расчет фондов времени .....	8
1.3 Расчет основных участков цеха.....	8
1.3.1 Выбор и расчет количества плавильных агрегатов.....	8
1.3.2 Выбор и расчет количества формовочного оборудования.....	10
1.3.3 Выбор и расчет количества стержневого оборудования .....	13
1.3.4 Выбор и расчет количества смесеприготовительного оборудования.....	14
1.3.5 Выбор и расчет количества оборудования для участка завершающих операций.....	17
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	23
2.1 Расчет шихты для выплавки стали.....	23
2.1.1 Состав шихты .....	23
2.1.2 Период плавления шихты .....	25
2.1.3 Шлак периода плавления .....	27
2.1.4 Количество газов периода плавления .....	28
2.1.5 Окислительный период .....	30
2.1.6 Потребность в железной руде.....	31
2.1.7 Шлак окислительного периода.....	31
2.1.8 Количество газов окислительного периода .....	33
2.1.9 Раскисление металла .....	34
2.1.10 Количество и состав газов периода раскисления .....	36
3.2 Технология изготовления отливки.....	37
3.2.1 Характеристика отливки .....	37
3.2.2 Материал, используемый для изготовления отливки .....	38
3.2.3 Выбор плавильного агрегата и футеровки для плавки .....	39
3.2.4 Выбор припусков на механическую обработку .....	39
3.2.5 Расчет количества прибылей .....	40
3.2.6 Расчет литниковой системы.....	42

4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	46
4.1 Расчет численности работающих .....	46
4.2 Расчет заработной платы.....	50
4.3 Отчисления на социальные нужды .....	55
4.4 Расчет стоимости основных фондов и амортизационных отчислений .....	56
4.5 Определение затрат и расчет себестоимости продукции .....	60
4.6 Расчет плановых постоянных и переменных затрат .....	63
4.7 Формирование цены .....	64
4.8 Анализ коммерческой эффективности .....	65
4.9 Показатели эффективности.....	75
5. ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА.....	77
5.1 Характеристика производства .....	77
5.2 Вентиляция .....	78
5.3 Производственный микроклимат .....	79
5.4 Производственное освещение .....	80
5.5 Производственный шум .....	81
5.6 Электробезопасность .....	81
5.7 Пожарная безопасность .....	82
5.8 Экологичность проекта .....	83
6. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	86
6.1 Особенности обязанностей и трудовых функций шихтовщика 3 разряда .....	86
6.2 Знания и умения шихтовщика 3 разряда .....	86
6.3 Учебный план .....	89
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	91
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	92
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	95
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	96

## ВВЕДЕНИЕ

Литейное производство является одной из важнейших отраслей машиностроения. В различных конструкциях современных машин и приборов около 60-80 % по массе деталей представляют собой отливки из стали, чугуна, медных, алюминиевых, магниевых и других сплавов. Особенно большое место занимают отливки в конструкциях металлургического оборудования, турбин, кузнечно-прессовых машин, металлорежущих станков. В такой отрасли, как станкостроение, литые детали составляют до 90 % общей массы заготовок.

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса производства отливок из стали с годовым выпуском 10 тысяч тонн.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- рассчитать производственную программу цеха и выбрать его режим работы;
- выбрать и рассчитать необходимое количество оборудования на производственных участках цеха;
- разработать технологию изготовления отливки «Коромысло»;
- рассчитать коммерческую эффективность проекта.

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

# 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

## 1.1 Расчет производственной программы цеха

Производственная программа является важной частью разработки технологической составляющей проекта.

В проектируемом цехе стального литья планируется выпуск 10000 тонн годовой годной продукции с массой отливок от 50 до 500 кг. В производстве будет использоваться сталь марки 35Л.

Все производимая продукция делится на массовые группы:

- 50-100 кг;
- 100-500 кг.

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Массовая группа, кг	Наименование отливки	Марка материала	Масса отливки без литников и прибылей, кг	Масса отливки с литниками и прибылями, кг	Количество отливок на годовую программу, шт	Масса отливки без литников и прибылей на годовую программу, т	Масса отливки с литниками и прибылями на годовую программу, т	Размер опоки (Ш×Д×В), мм	Количество отливок в форме, шт	Количество форм на годовую программу, шт	Количество стержней на отливку, шт	Количество стержней на программу, шт
50-100	Шатун	35Л	50	78,13	14382	705	1101,562	1600×1200×400	4	3596	2	28764
	Коромысло	35Л	65	101,56	10828	690	1078,125	1600×1200×400	4	2707	1	10828
	Ползун	35Л	70	109,38	9981	685	1070,313	1600×1200×400	4	2495	0	0
	Втулка	35Л	74	115,63	9235	670	1046,875	1600×1200×400	4	2309	1	9235
	Кронштейн	35Л	80	125	8479	665	1039,063	1600×1200×400	4	2120	1	8479
	Крышка	35Л	85	132,31	7800	650	1015,625	1600×1200×400	2	3900	1	7800
	Корпус	35Л	94	146,88	6999	645	1007,813	1600×1200×400	2	3499	1	6999
	Зубчатое колесо	35Л	99	154,69	6491	630	984,375	1600×1200×400	2	3245	1	6491
100-500	Корпус	35Л	110	171,88	5795	625	976,563	2000×1300×560	4	1449	1	5795
	Подпятник	35Л	135	210,94	4571	605	945,313	2000×1300×560	2	2286	1	4571
	Водило	35Л	193	301,56	3145	595	929,688	2000×1300×560	2	1573	1	3145
	Шатун	35Л	210	328,13	2841	585	914,063	2000×1300×560	2	1421	2	5683
	Втулка	35Л	280	437,5	2113	580	906,25	2000×1300×560	1	2113	1	2113
	Коромысло	35Л	320	513	1801	565	906,175	2000×1300×560	1	1801	1	1801
	Ползун	35Л	385	601,56	1484	560	875	2000×1300×560	1	1484	0	0
	Крышка	35Л	405	632,81	1373	545	851,563	2000×1300×560	1	1373	1	1373
Итого:					97317	10000	15648,362			41810		103076

Т  
аблица 1 –  
Производственная  
программа

## 1.2 Выбор режима работы цеха и расчет фондов времени

В цехах литейного производства применяются два режима работы: последовательный (ступенчатый) и параллельный.

Для цеха, разрабатываемого в данной работе, был выбран параллельный двухсменный режим работы.

Рассчитываем фонды времени исходя из количества смен и их продолжительности, количества выходных и праздничных дней.

Календарный фонд ( $T_k$ ) – это количество часов в году. Этот фонд будет использоваться для расчета складов. Календарный фонд рассчитывается как количество дней в году, на количество часов:  $T_k = 365 \cdot 24 = 5986$  часов.

Номинальный фонд времени ( $T_n$ ) – это количество рабочего времени без учета неизбежных потерь. [1] Используется для расчета оборудования.  $T_n$  рассчитывается следующим образом:

$$T_n = (365 - P) \cdot C \cdot Ч,$$

где  $P$  – число нерабочих дней в году;

$C$  – количество рабочих смен;

$Ч$  – продолжительность смены.

$$T_n = (365 - (52 \cdot 2 + 9) \cdot 2 \cdot 8) = 4032 \text{ ч.}$$

Действительный фонд ( $T_d$ ) – это количество рабочего времени с учетом неизбежных потерь. [1] Этот фонд мы будем использовать для более точного расчета оборудования.  $T_d$  рассчитываем по формуле:

$$T_d = T_n - П,$$

где  $П$  – количество потерянного рабочего времени.

$$T_d = 4032 - 182 = 3850 \text{ ч.}$$

## 1.3 Расчет основных участков цеха

### 1.3.1 Выбор и расчет количества плавильных агрегатов

Безусловно, главным оборудованием на плавильном участке является плавильная печь. Выбор печи производится на основе вида сплава, из кото-

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		



рого ведется производство отливок, в данном случае это сталь 35Л ГОСТ 977-88. Для выполнения данной задачи подходит электродуговая сталеплавильная печь. Сравнивая электродуговые печи переменного (ДСП) и постоянного тока (ДППТ), я остановил выбор на первой группе, так как эти печи обладают некоторыми преимуществами.

Самое очевидное преимущество ДСП в том, что капитальные затраты на них ниже, чем на ДППТ, а средняя стоимость ниже примерно в полтора раза.

Для данного цеха, с учетом рабочей программы, я выбрал печь ДСП-3.

Таблица 2 – Технические характеристики ДСП-3

Мощность, МВ·А	2
Диаметр рабочего пространства, мм	2950
Удельный расход э/э, кВт·ч/т	515
Номинальная емкость, т	3
Производительность, т/ч	2.4
Максимальная температура расплава, °С	1650

Расчет необходимого количества печей будем производить по формуле:

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

где N – необходимое количество оборудования, ед;

Q – годовой количество продукции, выпускаемое на конкретном оборудовании, т;

$\eta$  – коэффициент использования оборудования (изменяется в интервале 0.5 – 1.2);

q – производительность оборудования.

$$N = \frac{17009.089}{3568 \cdot 1.1 \cdot 2.4} = 1.8 \text{ ед} \approx 2 \text{ ед.}$$

Принятое количество печей ДСП-3 равно 2. Принятое количество оборудования должно удовлетворять неравенству  $0,7 \leq K_3 \leq 0,9$ , где  $K_3$  – это коэффициент загрузки оборудования, который находится по формуле:

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

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

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

$$K_3 = \frac{1,8}{2} = 0,9.$$

Коэффициент загрузки удовлетворяет неравенству.

Расчет необходимого количества одновременно работающих ковшей будем производить по формуле:

$$N = \frac{q \cdot N_n \cdot t_{\text{ц}}}{60 \cdot m},$$

где  $q$  – производительность печи, т/ч;

$N_n$  – число работающих печей, ед;

$m$  – емкость ковша, т;

$t_{\text{ц}}$  – время оборота ковша, мин.

Для работы с печами емкостью 3 тонны я выбрал ковш емкостью 3 тонны, со временем оборота 35 минут. Значит, количество одновременно работающих ковшей будет равно:

$$N = \frac{2,4 \cdot 2 \cdot 35}{60 \cdot 3} = 0,9 \text{ ед.}$$

Таким образом, количество одновременно работающих ковшей будет равно 1, 1 ковш будет в запасе и 3 ковша будут на ремонте. Общее количество ковшей – 5.

### 1.3.2 Выбор и расчет количества формовочного оборудования

На формовочном участке имеют место такие операции как: формовка, сборка форм, их заливка жидким расплавом и выбивка отливок. В нашем цехе мы используем опочную формовку холоднотвердеющими смесями (ХТС).

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		

Для проекта данного цеха я выбрал два типа формовочных линий: Ф665 для опок 2000×1300 и ИФЛ73С для опок 1600×1200.

Формовочную линия типа Л660, а именно ее модификация Ф665 предназначена для изготовления крупных отливок из чугуна и стали в условиях различных видов производств. Линии этого типа созданы на базе унифицированных роликовых конвейеров и установок ХТС. [2]

Технологический цикл изготовления форм на линии Ф665 состоит из следующих операций: приготовление жидкой холоднотвердеющей смеси, установка модельных плит и спаривания их с опоками, заливка ХТС, твердение смеси, срезание излишков смеси, поворот полуформ и вытяжка моделей.

Таблица 3 – Технические характеристики формовочной линии Ф665

Размер опок:	
в свету, мм	2000×1300
высота, мм	300-600
Производительность, форм/ч	10
Скорость перемещения форм, м/мин	8,15
Габаритные размеры, м	41,6×15,5
Масса, т	156

Линии типа ИФЛ73С, также предназначены для изготовления отливок из стали, чугуна и цветных сплавов в формах из самотвердеющих смесей в условиях различных видов производств. Линии komponуют на базе унифицированных агрегатов и роликовых конвейеров. В линию могут быть включены формообразующие агрегаты и установки, в которых используют ХТС, что необходимо для нашего производства. [2]

Таблица 4 – Технические характеристики формовочной линии ИФЛ73С

Размер опок в свету, мм	1600×1200
высота, мм	200-500
Производительность, форм/ч	15

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		

Габаритные размеры, м	44×14,1
Масса, т	417

Расчет необходимого количества формовочных линий типа Ф665 произведем по формуле:

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

где N – необходимое количество оборудования, ед;

Q – годовое количество продукции, выпускаемое на конкретном оборудовании, форм;

$\eta$  – коэффициент использования оборудования (изменяется в интервале 0.5 – 1.2);

q – производительность оборудования.

$$N = \frac{13497}{3608 \cdot 0,55 \cdot 10} = 0,7 \text{ ед} \approx 1 \text{ ед.}$$

Принятое количество формовочных линий типа Ф665 равно 1. Принятое количество оборудования должно удовлетворять неравенству  $0,7 \leq K_3 \leq 0,9$ , где  $K_3$  – это коэффициент загрузки оборудования, который находится по формуле:

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

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

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

$$K_3 = \frac{0,8}{1} = 0,8.$$

Коэффициент загрузки удовлетворяет неравенству.

Аналогично производим расчет для формовочных линий типа ИФЛ73С.

$$N = \frac{23871}{3608 \cdot 0,55 \cdot 15} = 0,8 \text{ ед} \approx 1 \text{ ед.}$$

Принятое количество формовочных линий типа ИФЛ73С равно 1. Проверяем коэффициент загрузки  $K_3$ .

$$K_3 = \frac{0,8}{1} = 0,8.$$

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
						12
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		

Коэффициент загрузки удовлетворяет неравенству.

### 1.3.3 Выбор и расчет количества стержневого оборудования

Выбор оборудования для производства стержней следует производить в соответствии с выбранной технологией производства, их конфигурацией и техническим требованиям.

В проектируемом цехе стержни будут производиться из ХТС, таким образом, имеет смысл устанавливать автоматическую стержневую линию. Я выбрал автоматическую линию Л100Х с использованием смесителей ХТС.  
[2]

Таблица 5 – Характеристика стержневой линии Л100Х

Производительность, съемов/ч	30
Максимальные размеры ящика, мм	1300×1300×600
Наибольшая масса стержня, кг	100
Мощность, кВт	60
Габаритные размеры, мм	19000×5300×4600
Масса, т	52

Расчет количества необходимого количества стержневых линий будем производить по формуле:

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

где N – необходимое количество оборудования, т;

Q – годовое количество продукции, выпускаемой на конкретном оборудовании, съемов;

$\eta$  – коэффициент использования оборудования (изменяется в интервале 0.5 – 1.2);

q – производительность оборудования.

$$N = \frac{39988}{3608 \cdot 0,55 \cdot 30} = 0,7 \text{ ед} \approx 1 \text{ ед.}$$

Принятое количество автоматических стержневых линий Л100Х равно 1. Принятое количество оборудования должно удовлетворять неравенству  $0,7 \leq K_3 \leq 0,9$ , где  $K_3$  – это коэффициент загрузки оборудования, который находится по формуле:

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

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

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

$$K_3 = \frac{0,7}{1} = 0,7.$$

Коэффициент загрузки удовлетворяет неравенству.

#### 1.3.4 Выбор и расчет количества смесеприготовительного оборудования

Безусловно, одними из важных компонентов процесса производства являются формовочные и стержневые смеси. Тип смеси, ее состав и свойства выбирают исходя из технологии производства форм и стержней, их конфигурации, массы. Для проектируемого цеха мною была выбрана холоднотвердеющая смесь, так как она обеспечивает хорошую заполняемость формы, высокую прочность и точный отпечаток.

Таблица 6 – Состав ХТС

Количество, %		
Кварцевый песок	Регенерат	Жидкая композиция
70	20	5 смола ОФ-110 5 паратолуоласульфокислота

Главными компонентами таких смесей являются: кварцевый песок, связующее и катализатор процесса отверждения. Из всех связующих, наиболее актуальными и технологичными являются синтетические смолы, так как они разрушаются от контакта с расплавом и легко выбиваются из опок.

Для приготовления смеси мною был выбран лопастной смеситель типа 19657. Основным агрегатом данного смесителя является горизонтальный вал, вращающийся в корытообразном желобе-корпусе. При вращении вала лопасти, закрепленные на нем, захватывают перемешиваемые материалы и перемещают их по окружности и вдоль корпуса смесителя. Благодаря постоянному ворошению, перебрасыванию, трению о лопасти и стенки корпуса материалы перемешиваются. Изменением угла установки лопастей и частоты вращения валов обеспечивается подбор режимов приготовления смеси. [2]

Таблица 7 – Технические характеристики лопастного смесителя 19657

Производительность, т/ч	16
Установленная мощность, кВт	23,62
Габаритные размеры, мм	3795×800×4225
Масса, кг	3315

Расчет необходимого количества смесителей производим по формуле:

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

где N – необходимое количество оборудования, ед;

Q – годовое количество продукции, выпускаемой на конкретном оборудовании, т;

$\eta$  – коэффициент использования оборудования (изменяется в интервале 0.5 – 1.2);

q – производительность оборудования.

$$N = \frac{67816,194}{3729 \cdot 1,2 \cdot 12} = 1,4 \text{ ед} \approx 2 \text{ ед.}$$

Принятое количество лопастных смесителей типа 19657 равно 2. Принятое количество оборудования должно удовлетворять неравенству  $0,7 \leq K_3 \leq 0,9$ , где  $K_3$  – это коэффициент загрузки оборудования, который находится по формуле:

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

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		15

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

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

$$K_3 = \frac{1,4}{2} = 0,7.$$

Коэффициент загрузки удовлетворяет неравенству.

В состав смеси входит кварцевый песок в количестве 70% от общей массы. Для просеивания и сушки песка в проектируемом цехе я выбрал барабанные полигональные сита типа 174М1 производительностью до 10 т/ч и барабанные сушилки марки СуП1/10 производительностью до 10 т/ч. [2]

Для расчета необходимого количества сит и сушилок, сперва необходимо узнать количество кварцевого песка на годовую программу. Определим количество песка:

$$V_{\text{песка}} = V_{\text{песка.форм}} + V_{\text{песка.стерж}};$$

$$V_{\text{песка.форм}} = \frac{64759,222 \cdot 70}{100} = 45331,46 \text{ т};$$

$$V_{\text{песка.стерж}} = \frac{3056,972 \cdot 70}{100} = 2139,88 \text{ т};$$

$$V_{\text{песка}} = 45331,46 + 2139,88 = 47471,34 \text{ т}.$$

Теперь мы можем рассчитать необходимое количество оборудования по формуле:

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

где  $N$  – необходимое количество оборудования, т;

$Q$  – годовое количество продукции, выпускаемой на конкретном оборудовании, т;

$\eta$  – коэффициент использования оборудования (изменяется в интервале 0.5 – 1.2);

$q$  – производительность оборудования.

$$N = \frac{47471,34}{3729 \cdot 1,2 \cdot 8} = 1,5 \text{ ед} \approx 2 \text{ ед}.$$

Принятое количество барабанных полигональных сит типа 174М1 равно 2. Принятое количество оборудования должно удовлетворять неравенству

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
						16
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		



$0,7 \leq K_3 \leq 0,9$ , где  $K_3$  – это коэффициент загрузки оборудования, который находится по формуле:

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

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

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

$$K_3 = \frac{1,5}{2} = 0,75.$$

Коэффициент загрузки удовлетворяет неравенству.

Аналогично ведем расчет и для сушил:

$$N = \frac{4747,134}{3729 \cdot 1,2 \cdot 8} = 1,5 \text{ ед} \approx 2 \text{ ед}.$$

Принятое количество барабанных сушил марки СуП1/10 равно 2 с коэффициентом загрузки  $K_3=0,75$

### 1.3.5 Выбор и расчет количества оборудования для участка завершающих операций

На данном участке протекают такие технологические процессы как: очистка отливки от формовочной смеси после выбивки, удаление литниковых систем и прибылей, термическая обработка и исправление дефектов.

Перед тем, как отделять прибыли и литниковую систему от отливки, следует очистить ее от формовочной смеси и стержней. Исходя из данных производственной программы, следует использовать очистные дробеметные барабаны 42322М.

Очистной барабан - 16-гранной формы, выстлан изнутри сменными броневыми плитами, по торцам имеет конусы для приема и выдачи отливок, на наружной поверхности - два бандаж, которыми опирается на катки и на них вращается во время очистки отливок. Барабан заключен в сварную коробчатую камеру, на торцовых стенках которой установлены два дробеметных аппарата. [2]

Таблица 8 – технические характеристики дробебетного барабана 42322М

Производительность, т/ч	5
Установленная мощность, кВт	65
Габаритные размеры, мм	7600×4500×7100
Масса, т	30

Расчет необходимого количества очистных дробебетных барабанов 42322М будем производить по формуле:

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

где N – необходимое количество оборудования, т;

Q – годовое количество продукции, выпускаемой на конкретном оборудовании, т;

$\eta$  – коэффициент использования оборудования (изменяется в интервале 0.5 – 1.2);

q – производительность оборудования.

$$N = \frac{15648}{3729 \cdot 1,1 \cdot 5} = 0,7 \text{ ед} \approx 1 \text{ ед.}$$

Принятое количество очистных дробебетных барабанов 42322М равно

1. Принятое количество оборудования должно удовлетворять неравенству  $0,7 \leq K_3 \leq 0,9$ , где  $K_3$  – это коэффициент загрузки оборудования, который находится по формуле:

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

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

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

$$K_3 = \frac{0,7}{1} = 0,7.$$

Коэффициент загрузки удовлетворяет неравенству.

Учитывая данные производственной программы, следующую операцию по отделению литников и прибылей от отливки, целесообразно проводить методом газовой резки. Отливка будет поступать на участок к рабочему,

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		18

который с помощью аппарата газовой резки будет отделять литники и прибыли от отливки. [2]

Следующую операцию по зачистке мелких неровностей, зачистке литниковой системы, удаления заливов, пригара имеет смысл проводить при помощи механизированного комплекса абразивной зачистки заливок типа 99111.

Таблица 9 – Технические характеристики комплекса зачистки 99111

Производительность, шт/ч	20
Скорость резания, м/с	До 40
Установленная мощность, кВт	57,3
Габаритные размеры, мм	8200×4640×2750
Масса	12020

Расчет необходимого количества механизированных комплексов абразивной зачистки заливок типа 99111 будем производить по формуле:

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

где N – необходимое количество оборудования, т;

Q – годовое количество продукции, выпускаемой на конкретном оборудовании, ед;

$\eta$  – коэффициент использования оборудования (изменяется в интервале 0.5 – 1.2);

q – производительность оборудования.

$$N = \frac{37369}{3729 \cdot 1,1 \cdot 15} = 0,7 \text{ ед} \approx 1 \text{ ед.}$$

Принятое количество механизированных комплексов абразивной зачистки заливок типа 99111 равно 1. Принятое количество оборудования должно удовлетворять неравенству  $0,7 \leq K_3 \leq 0,9$ , где  $K_3$  – это коэффициент загрузки оборудования, который находится по формуле:

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

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

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		19

$N_{\phi}$  – принятое количество оборудования.

$$K_3 = \frac{0,7}{1} = 0,7.$$

Коэффициент загрузки удовлетворяет неравенству.

Для придания отливкам необходимых физико-механических свойств и структуры металла производится следующая технологическая операция – термообработка. Исходя из требований к отливкам, металла из которого они производятся, в проектируемом цехе для термообработки я выбрал печь ПВП 20.40.20/10. [3]

Таблица 10 – Технические характеристики печи ПВП 20.40.20/10

Производительность, т/ч	4
Внутренние размеры, мм	4000×2000×2000
Температура максимальная, °С	1000
Мощность, кВт	410

Окончание таблицы 10

Внешние размеры, мм	11000×3500×5600
Масса, т	15

Расчет необходимого количества печей ПВП 20.40.20/10 будем производить по формуле:

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

где  $N$  – необходимое количество оборудования, т;

$Q$  – годовое количество продукции, выпускаемой на конкретном оборудовании, ед;

$\eta$  – коэффициент использования оборудования (изменяется в интервале 0.5 – 1.2);

$q$  – производительность оборудования.

$$N = \frac{15648}{3729 \cdot 1,1 \cdot 5} = 0,8 \text{ ед} \approx 1 \text{ ед}.$$

Принятое количество печей ПВП 20.40.20/10 равно 1. Принятое количество оборудования должно удовлетворять неравенству  $0,7 \leq K_3 \leq 0,9$ , где  $K_3$  – это коэффициент загрузки оборудования, который находится по формуле:

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

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

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

$$K_3 = \frac{0,8}{1} = 0,8.$$

Коэффициент загрузки удовлетворяет неравенству.

После прохождения термообработки необходимо очистить отливки от окалины, для этого применяем дробеметную камеру 42734 с производительностью 2,5 тонны в час. [2]

Расчет необходимого количества будем производить по формуле:

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

где  $N$  – необходимое количество оборудования, т;

$Q$  – годовое количество продукции, выпускаемой на конкретном оборудовании, ед;

$\eta$  – коэффициент использования оборудования (изменяется в интервале 0.5 – 1.2);

$q$  – производительность оборудования.

$$N = \frac{15648}{3729 \cdot 1,1 \cdot 2,5} = 1,53 \text{ ед} \approx 2 \text{ ед.}$$

Принятое количество дробеметных камер равно 2. Принятое количество оборудования должно удовлетворять неравенству  $0,7 \leq K_3 \leq 0,9$ , где  $K_3$  – это коэффициент загрузки оборудования, который находится по формуле:

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

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

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

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
						21
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		

$$K_3 = \frac{1,53}{2} = 0,77.$$

Коэффициент загрузки удовлетворяет неравенству.

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Расчет шихты для выплавки стали

#### 2.1.1 Состав шихты

В проектируемом цехе плавку металла мы производим в дуговых электрических печах с кислой футеровкой. В печах такого типа могут выплавляться простые среднеуглеродистые стали, и некоторые среднеуглеродистые легированные стали. Сложнолегированные стали и сплавы с содержанием Ti, Mn, Al, и др., выплавлять в таких печах практически не представляется возможным.

Шихтовые материалы должны содержать фосфора и серы меньше, чем допускается в готовой стали, так как в процессе кислой плавки невозможно проведение дефосфорации и десульфурации. Таким образом, отходы собственного производства должны составлять не более 50% от массы шихты, а остальная часть шихты формируется из отходов углеродистых сталей с низким содержанием серы и фосфора. За счет шихтовых материалов должно вноситься такое количество углерода, чтобы его содержание после расплавления было на 0,10-0,20% больше, чем в выплавляемой стали. [4]

В составе шихты используют следующие материалы:

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

Таблица 11 - Химический состав стали 35Л [5]

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	II

Химический состав шихтовых материалов и состав шлакообразующих приведены в таблицах 12 и 13 соответственно.

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

Соотношение между стальными компонентами шихты и чугуном будем определять с помощью балансового по углероду уравнение:

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

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

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

$[C]_{\text{сш}}$  - содержание углерода в стальной составляющей шихты, %;

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

$\chi$  - содержание в шихте чугуна, %.

Таблица 12 – Состав шихтовых материалов

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

Таблица 13 – Состав шлакообразующих материалов

Шлакообразующие материалы	Массовая доля составляющих, %				
	CaO	MgO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
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 мы принимаем сумму компонентов, содержащих сталь за 100%, таким образом выражение можно записать так:

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



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

Сейчас снова рассчитываем состав компонентов исходя из 100% (например, для отходов литейного цеха:  $30 \cdot 100 / (100 + x)$ ), окончательно получим:

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

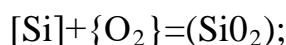
Для того, чтобы получить более точные расчеты нам следует учесть, что отходы литейного цеха могут быть загрязнены песком в виде пригара (обычно от 0,5 до 2,0% [4]). Похожее загрязнение могут быть и у других компонентов шихты. Тогда, принимая пригар в количестве 1%, действительное количество отходов литейного цеха составит  $28,7(100-1)/100 = 28,41$  кг. Масса пригара будет равна  $28,70 - 28,41 = 0,29$  кг.

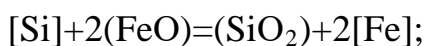
Таблица 14 – Количество элементов, вносимых шихтовыми материалами

Шихтовые материалы	Масса, кг	Вносят элементов, кг					
		C	Мл	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
Итого: 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

### 2.1.2 Период плавления шихты

Во время периода плавления протекают реакции окисления кремния, марганца, углерода и железа. Окисление элементов металлической ванны, например, кремния, можно представить реакциями [4]:





Нужно учесть, что часть оксида железа растворяется в металле по реакции  $(\text{FeO}) = [\text{O}] + [\text{Fe}]$ , насыщая металл растворенным кислородом. Но в нашем расчете мы не станем учитывать этот процесс, принимая долю растворившегося в металле кислорода ничтожно малой.

За период плавления угар кремния составляет 70%, марганца - 70%. Угар железа составляет 2-3% от массы металла. [4] Причем большая часть этого угара (60-80%) является результатом испарения и окисления железа в зоне действия электрических дуг. Примем, что угар углерода ничтожно мал и его убыль компенсируется переходом углерода из электродов.

Расход кислорода на окисление элементов приведен в таблице 15.

Таблица 15 – Расход кислорода на окисление элементов, кг

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

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

$$\% \text{O}_2 = 100 / [1 + \mu_{\text{N}_2} \cdot 0,79 / (\mu_{\text{O}_2} \cdot 0,21)]$$

где  $\mu_{\text{N}_2}$  - молярная масса азота;  $\mu_{\text{O}_2}$  ~ молярная масса кислорода.

Таким образом, на образование оксидов требуется 6,878 кг воздуха.

### 2.1.3 Шлак периода плавления

За период плавления в шлак поступает:

Из металла, кг:

MnO 0.429;

SiO<sub>2</sub> 0.585;

FeO 0.910;

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.337;

*Итого* 2,311.

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

SiO<sub>2</sub> 0,29·0,96=0,278;

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,29·0,02=0,006;

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,29·0,02=0,006;

*Итого* 0,290.

Из динасового свода. Расход кирпича на 100 кг шихты можно принять равным 0,2 кг [4]. Из этого количества в период плавления расходуется 60% динаса, т.е. 0,2·0,06 = 0,12 кг, которые внесут в состав шлака, кг:

CaO 0,12·0,013=0,0016;

SiO<sub>2</sub> 0,12·0,966=0,1159;

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,12·0,06 =0,0007;

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,12·0,015=0,0018;

*Итого* 0,1200.

Из подины и откосов. Наварка подины и откосов производится кварцевым песком. Расход песка составляет 1-2 кг на 100 кг шихты [4] (в расчете принимаем 1,5 кг). В период плавления в шлак переходит 50% массы наварки (кварцевого песка), или 0,75 кг. Из наварки переходит в шлак, кг:

SiO<sub>2</sub> 0,75·0,96=0,720;

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,75·0,02=0,015;

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,75·0,02=0,015;

*Итого* 0,750.

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

Из золы электродов. Расход электродов на 1 т стали составляет 4-6 кг (0,4-0,6 кг на 100 кг шихты) [4]. За периоды плавки расход в среднем электродов равен расходу электроэнергии. Принимаем расход электродов в первый период равным 60%, т.е.  $0,5 \cdot 0,6 = 0,30$  кг (если принять расход электродов в среднем 0,5 кг на 100 кг шихты). Также будем считать, что углерод электродов в этот период окисляется кислородом печной атмосферы, а образовавшаяся зола переходит в шлак. В таком случае окисляется углерода  $0,30 \cdot 0,99 = 0,297$  кг. А золы образуется  $0,30 \cdot 0,01 = 0,003$  кг. Из золы электродов перейдет в шлак, кг:

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

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

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

$$\text{Итого } 0,0030.$$

Данные о количестве и составе шлака в период плавления приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Состав и количество шлака периода плавления

Источник поступления оксидов	Составляющие, кг						Всего, кг
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	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
Итого: кг	1,7006	0,0227	0,910	0,3598	0,479	0,0019	3,474
%	48,95	0,65	26,19	10,36	13,79	0,06	100,00

#### 2.1.4 Количество газов периода плавления

Принимая в расчетах, что за период плавления незначительный угар углерода металлической ванны компенсируется растворением углерода электродов, мы не учитываем образование газов за счет окисления углерода, растворенного в металле.

В течение I периода расходуется 0,30 кг графитированных электродов. Принимаем, что углерод электродов окисляется кислородом воздуха на 90% до CO и 10% до CO<sub>2</sub> [4]. Тогда с образованием CO сгорает углерода  $0,30 \cdot 0,99 \cdot 0,90 = 0,267$  кг, где 0,99 - содержание углерода в электродах и образуется  $0,267 \cdot 28 / 12 = 0,623$  кг CO.

С образованием CO<sub>2</sub> окисляется  $0,30 \cdot 0,99 \cdot 0,10 = 0,030$  кг углерода, при этом образуется  $0,030 \cdot 44 / 12 = 0,110$  кг CO<sub>2</sub>. Для горения потребуется кислорода воздуха:  $(0,623 - 0,267) + (0,110 - 0,030) = 0,436$  кг, или  $0,43 \cdot 622,4 / 32 = 0,305$  м<sup>3</sup>. С кислородом воздуха поступит азота:  $0,436 \cdot 77 / 23 = 1,460$  кг, или  $0,305 \cdot 79 / 21 = 1,1427$  м<sup>3</sup>.

Итоговые данные о количестве и составе газов периода плавления сведены в таблице 17. Материальный баланс периода плавления шихты приведен в таблице 18.

Таблица 17 – Количество и состав газов периода плавления

Источник поступления	Поступило, кг	Образовалось, кг			
		CO	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	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	$0,436 + 1,46 = 1,896$	—	—	—	—
Итого: кг	7,489	0,623	0,110	6,756	7,489
%	100,00	8,32	1,47	90,21	100,00

Таблица 18 – Материальный баланс периода плавления шихты

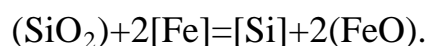
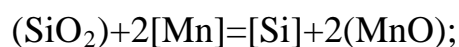
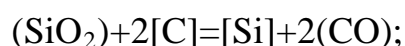
Поступило, кг		Получено, кг	
Железный лом	95,390	Металл	96,117
Чугун	4,320	Шлак	3,474
Динас	0,120	Газ	7,489
Пригар (песок)	0,290	Улет железа в виде FeOз	2,864
Набивка (песок)	0,750	Невязка	0,000
Электроды	0,300		
Воздух	8,774		
Итого 109,944		Итого 109,944	

### 2.1.5 Окислительный период

Функциями окислительного периода при кислой плавке являются дегазация металла за счет кипения и нагрев металла. В течение периода окисляется 0,10-0,20% углерода. Для интенсификации кипения в ванну присаживают небольшими порциями (не более 0,2% от массы металла каждая) железную руду. Вызвать интенсивное кипение металла можно также небольшими присадками извести. [4] Вводимый при этом оксид кальция вытесняет из содержащихся в шлаке силикатов FeO как более слабый основной оксид, повышая тем самым окислительную способность шлака.

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

При высоком содержании в шлаке SiO<sub>2</sub> (56-60%) и высокой температуре происходит восстановление кремнезема по реакциям:



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

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

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

За счет восстановления содержание кремния в металле в конце окислительного периода можно принять равным 0,25%, что составит 96,117-

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$0,25/100=0,240$  кг, тогда восстановится  $0,240-0,117=0,123$  кг кремния. На восстановление кремния потребуется  $0,123 \cdot 24/28 = 0,105$  кг углерода.

### 2.1.6 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 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> руды железом:



Расход железной руды на плавку определим по балансу затрат на окисление элементов и поддержание в шлаке определенных концентраций оксидов железа.

Потребность в FeO покрываем присадкой в шлак железной руды. Для образования 0,658 кг FeO требуется  $0,658 \cdot 160/216 = 0,487$  кг Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Для восстановления Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> до FeO требуется  $0,658 - 0,487 = 0,171$  кг железа. Если принять, что 10% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> из руды переходит в шлак, а 90% восстанавливается до FeO, то расход железной руды составит  $0,487 / (0,90 \cdot 0,90) = 0,601$  кг.

### 2.1.7 Шлак окислительного периода

В шлак окислительного периода поступит:

Из железной руды, кг:

CaO  $0,601 - 0,007 = 0,004$ ;

MgO  $0,601 - 0,003 = 0,002$ ;

SiO<sub>2</sub>  $0,601 - 0,006 = 0,036$ ;

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  $0,601 - 0,003 = 0,018$ ;

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  $0,601 - 0,90 \cdot 0,1 = 0,054$ ;

*Итого* 0,114.

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

CaO  $0,30 \cdot 0,92 = 0,276$ ;

MgO  $0,30 \cdot 0,03 = 0,009$ ;

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
						31
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		

$$\begin{aligned}\text{SiO}_2 & 0,30 \cdot 0,03 = 0,009; \\ \text{Al}_2\text{O}_3 & 0,30 \cdot 0,01 = 0,003; \\ \text{Fe}_2\text{O}_3 & \underline{0,300 \cdot 0,01 = 0,003};\end{aligned}$$

*Итого 0,300.*

Из свода. В окислительный период расходуется 20% динасового кирпича [4], что составляет, кг:

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

*Итого 0,040.*

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

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

*Итого 0,375.*

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

$$\begin{aligned}\text{CaO} & 0,001 \cdot 0,118 = 0,0001; \\ \text{SiO}_2 & 0,010 \cdot 0,565 = 0,0006; \\ \text{Al}_2\text{O}_3 & \underline{0,010 \cdot 0,317 = 0,0003};\end{aligned}$$

*Итого 0,001.*



Таблица 20 – Количество и состав шлака окислительного периода

Источник поступления	Составляющие, кг							Всего, кг
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	CaO	MgO	
Шлак периода плавания	1,7006	0,0227	0,910	0,3598	0,479	0,0019	—	3,474
Металл	-0,264	—	—	—	0,081	—	—	-0,183
Железная руда	0,036	0,018	—	0,054	—	0,004	0,002	0,114
Известь	0,009	0,003	—	0,003	—	0,276	0,009	0,3
Свод	0,0386	0,0002	—	0,0006	—	0,0006	—	0,04
Подина и откосы	0,36	0,008	—	0,007	—	—	—	0,375
Зола электродов	0,0006	0,0003	—	—	—	0,0001	—	0,001
Итого: кг	1,8808	0,0522	0,910	0,4244	0,56	0,2826	0,011	4,121
%	45,64	1,27	22,08	10,3	13,59	6,85	0,27	100

### 2.1.8 Количество газов окислительного периода

При окислении углерода металла образуется  $0,201 \cdot 28/12 = 0,469$  кг монооксида углерода. При окислении углерода электродов кислородом атмосферы образуется  $0,099 \cdot 0,90 \cdot 28/12 = 0,208$  кг СО и  $0,099 \cdot 0,10 \cdot 44/12 = 0,036$  кг СО<sub>2</sub> (0,90 и 0,10 - доли окисления углерода соответственно до СО и СО<sub>2</sub>). При этом требуется  $0,208 \cdot 16/28 + 0,036 \cdot 32/44 = 0,145$  кг, или  $0,145 \cdot 22,4/32 = 0,102$  м<sup>3</sup>, кислорода воздуха. С кислородом поступит азота  $0,145 \cdot 77/23 = 0,485$  кг, или  $0,485 \cdot 22,4/28 = 0,388$  м<sup>3</sup>.

Количество и состав газов окислительного периода представлены в таблице 21, материальный баланс окислительного периода - в таблице 22.

Таблица 21 – Количество и состав газов окислительного периода

Источник поступления	Поступило, кг	Образовалось, кг			
		СО	СО <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	Всего
Углерод металла	0,201	0,469	—	—	0,469
Углерод электродов	0,099	0,208	0,036	0,485	0,729
Воздух	$0,145 + 0,485 = 0,630$	—	—	—	—
Итого: кг	0,930	0,677	0,036	0,485	1,198
%	100,00	56,51	3,01	40,48	100,00

При выплавке стали для фасонного литья плавку проводят без восстановительного периода. [4] В этом случае раскисление проводят осаж-

дающим 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.

Таблица 22 – Материальный баланс окислительного периода

Источник поступления	Поступило, кг	Образовалось, кг			
		CO	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	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	—	—	—	—
Итого: кг	0,930	0,677	0,036	0,485	1,198
%	100,00	56,51	3,01	40,48	100,00

### 2.1.9 Раскисление металла

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

$$\begin{aligned} \text{C} & 0,211 \cdot 100 / 96,317 = 0,22; \\ \text{Si} & 0,240 \cdot 100 / 96,317 = 0,25; \\ \text{Mn} & 0,096 \cdot 100 / 96,317 = 0,100; \\ \text{P} & 0,046 \cdot 100 / 96,317 = 0,048; \\ \text{S} & 0,039 \cdot 100 / 96,317 = 0,040. \end{aligned}$$

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 кремний-восстановительной плавки.

Таким образом, раскисление металла в печи производим ферромарганцем, а в ковше в процессе выпуска - алюминием. Необходимое количество раскислителя можно определить по следующей формуле [4]:

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

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% [4]:

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

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

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

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.

Окончательное раскисление металла производим в ковше алюминием. Расход алюминия составляет 0,8-1,2 кг на 1 т стали. [4] Угар алюминия составляет 75-85%. В расчете принимаем расход алюминия 1 кг/т, т.е. 0,1 кг на 100 кг металла. Тогда фактически требуется  $97,108 \cdot 0,1/100 = 0,097$  кг алюминия. Алюминий внесет:  $0,097 \cdot 0,98 = 0,095$  кг алюминия;  $0,097 \cdot 0,02 = 0,002$  кг

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
						35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

железа, что составит в сумме 0,097 кг. Остается алюминия в металле, если принять его усвоение равным 20%,  $0,095 \cdot 0,20 = 0,019$  кг.

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

Таблица 23 – Количество и состав металла после раскисления ферромарганцем

Элемент	Поступило с металлом, кг	Внесено ферромарганцем, кг	Перешло в шлак, кг	Содержится в металле	
				кг	%
Углерод	0,320	0,0560	—	0,3760	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
Итого	96,317	0,791	0,140	97,108	100,00

### 2.1.10 Количество и состав газов периода раскисления

Газы этого периода образуются в результате окисления углерода электродов и марганца ферромарганца кислородом атмосферы печи.

Таблица 24 - Количество и состав газов в период раскисления

Источник поступления	Поступило, кг	Образовалось, кг			
		CO	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	всего
Углерод электродов	0,099	0,208	0,036	$0,485 + 0,137 = 0,622$	0,866
Воздух	$0,630 + 0,041 + 0,137 = 0,808$	—	—	—	—
Итого: кг	0,907	0,208	0,036	0,622	0,866
%		24,02	4,16	71,82	100,00

Материальный баланс всей плавки приведен в таблице 25.

Таблица 25 – Материальный баланс всей плавки

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

### 3.2 Технология изготовления отливки

#### 3.2.1 Характеристика отливки

Отливка «Коромысло» является звеном плоского механизма, которое образует вращательную пару с неподвижной осью, но не может совершать полный оборот вокруг этой оси. Имеет вид рычага и совершает качающееся движение. [6] Данная отливка изготавливается для машиностроительного производства. Условия эксплуатации данной отливки сочетают в себе динамические и статические нагрузки.

Массово-габаритные характеристики детали:

Высота – 430 мм;

Длина – 1750 мм;

Ширина – 730 мм;

Преобладающая толщина стенки – 20 мм;

Масса – 320 кг.

### 3.2.2 Материал, используемый для изготовления отливки

Данная деталь изготавливается из стали 35Л. Данный вид стали используется для изготовления станины прокатных станов, зубчатые колеса, тяги, бегунки, задвижки, балансиры, диафрагмы, катки, валки, кронштейны и другие детали, работающие под действием средних статических и динамических нагрузок. [5]

Таблица 26 – Химический состав стали 35Л, % [5]

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

Физико-технологические свойства.

Термообработка: Нормализация 860 - 880°C, отпуск 600 - 630°C.

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

Температура критических точек:  $Ac_1 = 730$ ,  $Ac_3(Ac_m) = 802$ ,  $Ar_3(Arc_m) = 795$ ,  $Ar_1 = 691$ .

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

Флокеночувствительность: не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости: не склонна.

Обрабатываемость резанием: в термообработанном состоянии при  $HV 160$   $K_{v\text{ тв. спл}} = 1,2$  и  $K_{v\text{ б.ст}} = 0,9$ .

Температура начала затвердевания, °C: 1480-1490.

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

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

Жидкотекучесть,  $K_{ж.т.}$ : 1,0.

Линейная усадка, %: 2.2 - 2.3.

Склонность к образованию усадочной пористости,  $K_{у.п.}$  1,0. [5]

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

### 3.2.3 Выбор плавильного агрегата и футеровки для плавки

В основном сталь в литейном производстве получают в электродуговых печах. Между печами переменного (ДСП) и постоянного тока (ДППТ) выбор падает в сторону печей переменного тока, так как:

- ДСП имеют конструкцию проще, соответственно более простое обслуживание;
- Удельный расход энергии в ДППТ, при аналогичной производительности, выше, чем в ДСП;
- Средняя стойкость свода и стен ДСП выше и выдерживает больше плавов.

Таким образом, для плавки стали 35Л принято решение выбрать электродуговую печь переменного тока ДСП-3 емкостью 3 тонны.

Футеровка в электродуговых печах может быть основная или кислая. Выбор вида футеровки осуществляется на основе марки выплавляемой стали и шихтовых материалов. Стали со средним содержанием углерода и стали низколегированные обычно выплавляют в печах с кислой футеровкой. Важным условием является чистота шихты по сере и фосфору, так как при выборе кислой футеровки невозможно провести процесс дефосфорации и десульфурации. Исходя из этого была выбрана кислая футеровка для нашей печи. [4]

### 3.2.4 Выбор припусков на механическую обработку

Ряд припусков 13. [7]

Таблица 27 – Припуски на механическую обработку

Размер, мм	Припуск, мм
25	8,8
109	12,5
140	12,5

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

### 3.2.5 Расчет количества прибылей

Для того, чтобы определить место установки прибылей и их количества, следует определить все участки отливки, изолированные друг от друга в конце затвердевания. [8]

Форму прибылей выбирают таким образом, чтобы обеспечить минимальные тепловые потери металла. Анализ конструкции отливки показывает, что имеется три питаемых узла, на которые будут установлены прибыли. На первый питаемый узел будут установлены две боковые прибыли с избыточным газовым давлением, с целью улучшения условий питания. На второй питаемый узел будет установлена боковая прибыль с избыточным газовым давлением. На третий узел будет установлена открытая прибыль. Такое расположение прибылей должно обеспечить необходимые условия питания отливки.

Для прибылей с избыточным газовым давлением необходимо определить массу мелового заряда. Эта масса определяется с помощью номограммы представленной на рисунке 1. Таким образом, масса мелового заряда составляет 78 г для первой и второй прибылей и 84 г для третьей прибыли.

Расчет размеров прибылей начнем с определения объемов питаемых узлов в отливке. Объем этого питаемого узла определим с помощью программы КОМПАС-3D. Построив объемную модель первого питаемого узла и воспользовавшись функцией расчета МЦХ узнаем объем первого питаемого узла  $V_{y1} = 13686,55 \text{ см}^3$ .

Аналогично, с помощью программы КОМПАС-3D определяем объем для второго питаемого узла  $V_{y2} = 9542,351 \text{ см}^3$  и для третьего -  $V_{y3} = 2831,33 \text{ см}^3$ .

Находим объемы прибылей по формуле Й. Пржибыла:

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



где  $\alpha_v$  – относительная объемная усадка сплава (для данной стали  $\alpha_v=0,045$ );  
 $\beta$  – коэффициент запаса металла в прибыли, равный отношению объема прибыли к объему усадочной раковины в прибыли (для условий задания при применении

открытых прибылей  $\beta=11$ , с избыточным газовым давлением  $\beta=13$ );

$V_o$  – объем питаемого узла, см<sup>3</sup>.

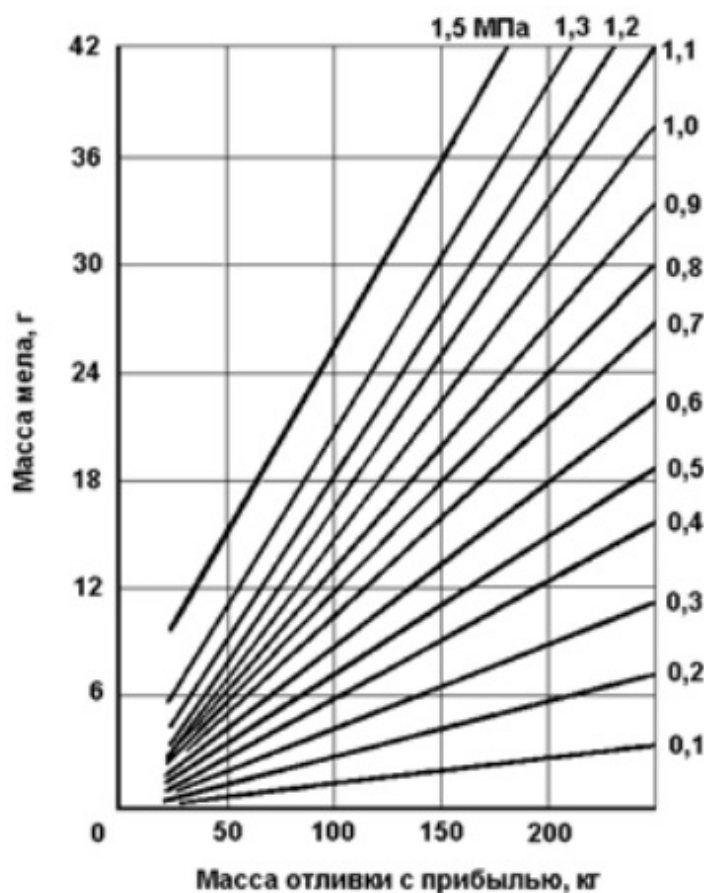


Рисунок 1 – Номограмма для определения массы мелового заряда в зависимости от давления и массы отливки с прибылью

Объем первой и второй прибыли равен:

$$V_{1,2 \text{ пр}} = \frac{6843,28 \cdot 0,045 \cdot 13}{1 - 0,045 \cdot 13} = \frac{4003,31}{0,415} = 8639,6 \text{ см}^3.$$

Объем третьей прибыли равен:

$$V_{3 \text{ пр}} = \frac{9542,35 \cdot 0,045 \cdot 13}{1 - 0,045 \cdot 13} = \frac{5582,3}{0,415} = 13451,3 \text{ см}^3.$$

Объем четвертой прибыли:

$$V_{4\text{ пр}} = \frac{2888,53 \cdot 0,045 \cdot 11}{1 - 0,045 \cdot 11} = \frac{1429,822}{0,505} = 2831,33 \text{ см}^3.$$

Геометрические размеры прибылей были найдены в ходе расчетов.

### 3.2.6 Расчет литниковой системы

Для улучшения работы прибылей сплав целесообразно подводить сверху под прибыль. Однако при падении сплава вниз на большую высоту может произойти разрушение формы и окисление металла. Поэтому высота падения сплава при литье углеродистых и низколегированных сталей ограничивается 250–300 мм. [8] Высота нашей отливки 430 мм, выбираем подвод сплава по разъему формы через три питателя, которые подводятся в боковые прибыли. Это обеспечит правильный режим питания и снизит риск возникновения дефектов.

Начинаем расчет с определения оптимальной продолжительности заливки формы по формуле Г.М. Дубицкого:

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

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

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

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

Масса жидкого металла, заливаемого в форму, равна сумме черновой массы отливки (320 кг), массы прибылей  $G_{\text{пр}}$  и массы литниковых ходов.

Расчитаем массу прибылей:

$$G_{\text{пр}} = (7,8 \cdot (8639,6 \cdot 2 + 13451,3 + 2831,33)) = 177 \text{ кг.}$$

Массу литниковых каналов принимаем равной 5% от массы отливки, значит:

$$G_{\text{л.к.}} = G_{\text{м.о}} \cdot 0,05 = 320 \cdot 0,05 = 16 \text{ кг.}$$

Итого:

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
						42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$G = 320 + 177 + 16 = 513 \text{ кг.}$$

Сейчас мы можем найти оптимальную продолжительность заливки формы:

$$\tau_{\text{опт}} = 1,6 \cdot \sqrt[3]{20 \cdot 513} = 34,77 \text{ с.}$$

После нахождения оптимальной продолжительности заливки формы необходимо проверить среднюю скорость подъема уровня сплава в полости литейной формы [8]:

$$v_{\text{ср}} = C / \tau_{\text{опт}},$$

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

В нашем случае  $C=640$ ;  $v_{\text{ср}}=640/34.77=$  мм/с. Сравнивая эту среднюю скорость с минимально допустимой, получаем, что она должна быть в пределах от 20 до 10 мм/с. В нашем случае полученное значение находится в заданных пределах, то оптимальную продолжительность заливки оставляем без изменений, а именно 34.77 секунд.

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

Для расчета сечения питателя используется следующая формула:

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

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

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

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

$H_p$  – гидростатический напор в системе.

Величину  $H_p$  найдем по формуле Дитерта:

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

где,  $H_o$  – высота верхней опоки плюс высота литниковой воронки;

$P$  – расстояние от места подвода до верхней части полости формы.

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ		Лист
							43
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата			

$$H_p = 560 - \frac{560^2}{2 \cdot 640} = 560 - \frac{313600}{1280} = 315 \text{ мм} = 31,5 \text{ см.}$$

С учетом приведенных значений величин находим площадь узкого места системы:

$$F_{уз} = \frac{513 \cdot 1000}{0,32 \times 34,77 \times 7,8 \cdot \sqrt{2 \cdot 981 \cdot 31,5}} = 24,5 \text{ см}^2.$$

В качестве узкого места примем питатели. Так как питателей 3, то площадь одного питателя равна  $24,5/3=8,2 \text{ см}^2$ . Примем следующее соотношение площадей элементов системы [9]:

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

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

$F_{л.х}$  – площадь литникового хода;

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

$$\text{Значит } \sum F_n = 8,2 \cdot 3 = 24,5 \text{ см}^2.$$

Так как, одна ветвь шлакоуловителя обслуживает один питатель, а другая два, то  $F_{шл1} = \frac{1}{3} \sum F_n \cdot 1,2 = 8,2 \cdot 1,2 = 9,8 \text{ см}^2$ , а  $F_{шл2} = \frac{2}{3} \sum F_n \cdot 1,2 = 16,4 \cdot 1,2 = 19,6 \text{ см}^2$ . Площадь стояка находим по соотношению:  $F_{ст} = 24,5 \cdot 1,4 = 34,3 \text{ см}^2$ .

Диаметр стояка равен:

$$D_{ст} = \sqrt{\frac{F_{ст}}{\pi}} = \sqrt{\frac{34,3}{3,14}} = 6,6 \text{ см.}$$

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

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

$$a = \sqrt{8,2/0,9} = 3,02 \text{ см.}$$

У шлакоуловителя  $b=0,8a$  и  $h=0,9a$ . Значит,  $a = \sqrt{9,8/0,81} = 3,48 \text{ см}$  для одной ветви шлакоуловителя, и  $a = \sqrt{19,6/0,81} = 4,9 \text{ см}$ .

Габаритные размеры питателей:  $a=3,02 \text{ см}$ ,  $b=2,42 \text{ см}$ ,  $h=3,02 \text{ см}$ .

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Габаритные размеры первой ветви шлакоуловителя:  $a=3,48$  см,  $b=2,78$  см,  $h=3,13$  см.

Габаритные размеры второй ветви шлакоуловителя:  $a=4,9$  см,  $b=3,92$  см,  $h=4,41$  см.

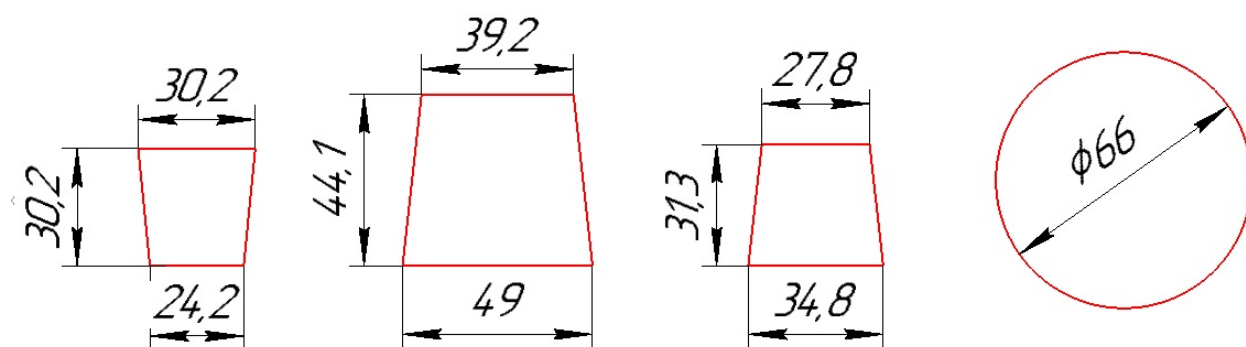


Рисунок 2 – Сечения элементов литниковой системы

## 4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 4.1 Расчет численности работающих

Первым шагом в расчете экономической части ВКР является определение квалификационного и количественного составов рабочих. Определяем квалификацию рабочих в соответствии с используемым оборудованием, сложностью работ и тарифно-квалификационным справочником.

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

Расчет явочной численности рабочих выполняем по формуле [10]:

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

где  $H_i$  - норма обслуживания оборудования в смену, чел.;

$A_i$  - количество одновременно работающих однотипных агрегатов, шт;

$C_i$  - число смен в сутки.

Списочное число рабочих определяем по формуле [10]:

$$N_{сп.i} = N_{я.i} \cdot K_{сп},$$

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

$$K_{сп} = T_n / T_d,$$

где  $T_n$  - номинальный фонд времени, сут.;

$T_d$  - действительный фонд времени, сут.

Величины  $T_n$  и  $T_d$  определяются на основе баланса рабочего времени одного трудящегося [10]:

$$T_n = (366 - P) \cdot C \cdot Ч,$$

где  $P$  – число выходных и праздничных дней в году;

$C$  – количество смен;

$Ч$  – продолжительность рабочей смены.

$$T_n = (365 - 119) \cdot 2 \cdot 8 = 3936 \text{ ч.}$$

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
						46
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		

Действительный фонд рабочего времени определим по формуле [10]:

$$T_d = T_n - H,$$

где H - планируемые невыходы на работу.

$$T_d = 246 - 34 = 212 \text{ сут.}$$

Баланс рабочего времени основных рабочих приведен в таблице 28, вспомогательных - в таблице 29.

Таблица 28 – Баланс рабочего времени основных рабочих

Статья баланса	Фонд времени			
	Сутки	Часы	Сутки	Часы
Календарный фонд времени	365	5840	365	5840
Выходные и праздничные дни	119	-	119	-
Номинальный фонд времени	246	3936	246	3936
Плановые невыходы на работу	34	272	38	304
В том числе:				
Основной и дополнительный отпуск	30(25)	-	33(29)	-
По болезни	7	-	7	-
Выполнение гос. обязанностей	1	-	1	-
Отпуск учащихся	1	-	1	-
Действительный фонд времени	212	3392	208	3328
Коэффициент списочного состава	1,16	-	1,18	-

Таблица 29 – Баланс рабочего времени вспомогательных рабочих

Статья баланса	Фонд времени	
	Сутки	Часы
Календарный фонд времени	365	5856
Выходные и праздничные дни	119	-
Номинальный фонд времени	246	3936
Плановые невыходы на работу	38	304
В том числе:		
Основной и дополнительный отпуск	33(29)	-
По болезни	7	-
Выполнение гос. обязанностей	1	-
Отпуск учащихся	1	-
Действительный фонд времени	208	3328
Коэффициент списочного состава	1,18	-

С учётом этих данных выполняются расчеты численности рабочих, результаты которых сводятся в таблице 30.

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

Таблица 30 – Списочный состав рабочих

Наименование отделений, оборудования, профессий	Тариф-ный разряд	Число смен в сутки	Норма обслуживания, чел.	Количе-ство аг-регатов, шт.	Количество работаю-щих, чел			K <sub>сп</sub>
					Явочное			
					В сме-ну	В сутки		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Основные рабочие								
1. Плавильное отделение								
1.1 ДСП-3				2				
Сталевар	5	2	1		2	4	5	1,18
Подручный	2	2	2		4	8	10	
Шихтовщик	3	2	1		2	4	5	
Завальщик	3	2	1		2	4	5	
Заливщик	4	2	1		2	4	5	
2. Формовоч-ное отделение								
2.1 Автомати-ческая линия Ф665				1				
Оператор	5	2	1		1	2	3	1,16
Автоматиче-ская линия ИФЛ73С				1				
Оператор	5	2	1		1	2	3	
3. Стержневое отделение								
3.1 Автомати-ческая линия Л100Х				1				
Оператор	4	2	1		1	2	3	1,16
4. Смесепри-готовительное отделение								
4.1 Смеситель лопастной 19657				2				
Земледел	3	2	2		4	8	10	1,18
4.2 Сушило барабанное СуП1/10				2				
Сушильщик	4	2	2		4	8	10	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР 44.03.04 151 ПЗ

Лист

48



## Окончание таблицы 30

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4.3 Барабанное сито 174М1				2				
Оператор	4	2	1		2	4	5	
5.Термообрубное отделение								
5.1 Дробометный барабан 42322(317М).				1				
Чистильщик отливок	3	2	3		3	6	7	
5.2 Пост газорезки				1				
Газорезчик	4	2	2		2	4	5	
5.3 Зачистной комплекс 99111				1				
Чистильщик отливок	2	2	1		1	2	3	
5.4 Термическая печь				1				
Термист	3	2	2		2	4	5	
5.5 Дробеметная камера 47232				2				
Оператор	3	2	1		2	4	5	
ИТОГО					14	28	35	
Всего основных рабочих					39	78	99	
Вспомогательные рабочие								
Комплектовщик моделей	3	2	1		1	2	3	1,18
Модельщик по ремонту моделей	4	2	1		1	2	3	
Ковшевой	3	2	1		2	4	5	
Флюсовщик	2	2	1		1	2	3	
Печник	4	2	1		2	4	5	
Маркировщик литья	1	2	1		1	2	3	
Контролер	4	2	1		1	2	3	
Лаборант	3	2	1		1	2	3	
Слесарь	4	2	2		2	4	5	
Электрик	4	2	2		2	4	5	
Вспомогательных рабочих					18	36	48	
Всего рабочих					57	114	147	

## 4.2 Расчет заработной платы

В разрабатываемом цехе будет использоваться повременная оплата труда.

Повременная оплата труда ориентируется только на степень сложности труда. Она применяется, когда количественный результат уже определен ходом рабочего процесса, когда качество труда важнее его количества, когда работа неоднородна по своему характеру и нерегулярна по нагрузке. [10]

Порядок расчета планового фонда заработной платы рабочих следующий:

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

Расчет фонда заработной платы осуществляется по средней тарифной ставке по всем отделениям цеха по формуле [10]:

$$T_{\text{ср}} = \sum_{i=1}^n T_{\text{ст.}i} \cdot N_i / N_{\text{я}},$$

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

$N_i$  - явочное число рабочих соответствующего разряда;

$N_{\text{я}}$  - явочное число рабочих данной группы.

Аналогично определяется средняя тарифная ставка вспомогательных рабочих.

Тарифные ставки по разрядам приведены ниже:

1 разряд – 45 руб.;

2 разряд – 59 руб.;

3 разряд – 65 руб.;

4 разряд – 72 руб.;

5 разряд – 81 руб.

Фонд заработной платы по каждому отделению рассчитывается по формуле [10]:

$$З_{т.ф.} = T_{ср} \cdot H_{ч},$$

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

$$H_{ч} = N_{сп} \cdot T_{д},$$

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

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

Фонд основной заработной платы (заработной платы за отработанное время) рабочих каждой группы рассчитываем по формуле [10]:

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

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

$K_{ст}$  - коэффициент стимулирующих доплат;

$K_{ком}$  - коэффициент компенсационных доплат;

$K_{рн}$  - рабочий коэффициент.

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

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

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

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

Дополнительная заработная плата вычисляется по формуле [10]:

$$З_{доп} = З_{ос} \cdot K_{доп} / 100,$$

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

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

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.;

0,5 - размер прочих составляющих дополнительной заработной платы.

Годовой фонд заработной платы основных и вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле [10]:

$$З_{\text{г.ф.}} = З_{\text{ос}} + З_{\text{доп}},$$

Для того, чтобы определить среднемесячную зарплату, годовой фонд делим на 12 месяцев, а по отношению к одному рабочему ещё и на списочный состав рабочих отделения.

Результаты расчета представлены в таблице 31.

Плановый фонд заработной платы управленческого и обслуживающего персонала рассчитывается на основе должностных месячных окладов  $O_i$  и числа работников каждой категории  $N_i$ . Он вычисляется по формуле [10]:

$$З_{\text{у.о.п.}} = 12 \cdot K_{\text{рн}} \cdot \sum O_i \cdot N$$

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

Эти данные сведены в таблицу 31.

Таблица 31 – Фонд заработной платы основных и вспомогательных рабочих

Отделение цеха	Количество рабочих, чел.	Средняя тарифная часовая ставка, руб.	Затраты времени на программу, чел.ч.	Зарплата за отработанное время, тыс. руб.						Зарплата, тыс. руб.			
				По тарифу	Премии 40%	Стимулирующие доплаты 20%	Компенсационные доплаты 10%	ИТОГО	С учетом районного коэффициента	За неотработанное время	Годовой фонд	Среднемесячная по цеху	Среднемесячная рабочего
1. Плавильное	30	54,37	99840	5428,4	2171,4	1085,7	542,8	9228,3	10612,6	1884,8	12497,4	1041,5	34,7
2. Формовочное	6	54	20350	1098,9	439,6	219,8	109,9	1868,2	2148,4	334,1	2482,5	206,9	34,5
3. Стержневое	3	54	10176	549,6	219,9	109,9	55	934,4	1074,6	167,1	1241,7	103,5	34,5
4.Смесеприготовительное	25	55,36	83200	4606	1842,4	921,2	460,6	7830,2	9004,7	1599,2	10603,9	883,7	35,3
5.Финишных операций	35	52,5	118720	6232,8	2493,2	1246,6	623,3	10595,9	12185,3	1894,8	14080,1	1173,3	33,5
ИТОГО	99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40905,6	-	-
Вспомогательные рабочие	48	51,17	159744	8174,2	1634,8	1634,8	817,4	12261,2	14100,4	2504,2	16604,6	1383,7	28,8
ВСЕГО	147	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57510,2	-	-

Для основных рабочих:  $K_{\text{п}} = 40\%$ ,  $K_{\text{ст}} = 20\%$ ,  $K_{\text{ком}} = 10\%$ ,  $K_{\text{р}} = 15\%$  от зарплаты по тарифу. Для вспомогательных рабочих: 20%, 20%, 10%, 15% соответственно.

Таблица 32 – Штатное расписание и годовой фонд заработной платы ИТР, служащих и МОП

Должность	Количество, чел.	Должностной оклад, тыс. руб.	Сумма оклада с учетом рай- онного коэффициента, тыс. руб.	
			За месяц	За год
ИТР				
Начальник цеха	1	60	69	828
Зам. начальника цеха	1	45	51,75	621
Начальник тех. бюро	1	45	51,75	621
Инженер-технолог	5	30	172,5	2070
Старший мастер	1	35	40,25	483
Мастер	10	30	345	4140
Энергетик	1	20	23	276
Механик	1	20	23	276
Итого	21	285	776,25	9315
Служащие				
Табельщик	1	17	19,55	234,6
Секретарь	1	18	20,7	248,4
Бухгалтер	1	21	24,15	289,8
Завхоз	1	16	18,4	220,8
Нормировщик	1	20	23	276
Диспетчер	1	18	20,7	248,4
Итого	6	110	126,5	1518
МОП				
Курьер	1	12	13,8	165,6
Уборщик	2	10	23	276
Охранник	3	13	44,85	538,2
Итого	6	35	81,65	979,8
ВСЕГО	33	430	984,4	11812,8

Таблица 32 – Структура трудящихся в цехе

Категория персонала	Количество, чел.	Удельный вес, %
1. Рабочие:	147	81,7
основные	99	55
вспомогательные	48	26,7
2. ИТР	21	11,7
3. Служащие	6	3,3
4. МОП	6	3,3

ИТОГО	180	100
-------	-----	-----

### 4.3 Отчисления на социальные нужды

В отчисления на социальные нужды включаются:

- отчисления в фонд социального страхования 2,9% от фонда заработной платы;
- отчисления в пенсионный фонд 22%;
- отчисления в фонд медицинского страхования 5,1%.

Отчисления на социальные нужды от фонда оплаты труда рабочих, управленческого и обслуживающего персонала приведены в таблице 33.

Таблица 33 – Отчисления на социальные нужды по фонду оплаты труда

Фонд заработной платы	Отчисления в фонд, тыс.руб.			Отчисления в социальные фонды, тыс.руб.
	Пенсионный	Медицинского страхования	Социального страхования	
Основные рабочие цеха	8999,23	2086,19	1186,26	12271,68
Вспомогательные рабочие цеха	3653,01	846,83	481,53	4981,37
Управленческий и обслуживающий персонал	2598,82	602,45	342,57	3543,34

Таблица 34 – Общий фонд заработной платы по цеху

Фонд заработной платы	Виды доплат из фонда потребления, тыс. руб.				Общий фонд заработной платы, тыс.руб.
	Единовременные премии (5%)	Вознаграждения за выслугу лет (10%)	Материальная помощь (3%)	Доплаты к отпуску (2%)	
Основные рабочие цеха	2045,28	4090,56	1227,17	818,11	49086,72
Вспомогательные рабочие цеха	830,23	1660,46	498,14	332,09	19925,52
Управленческий и обслуживающий персонал	590,64	1181,28	354,38	236,26	14175,36

Итого по цеху	3466,15	6932,3	2079,69	1386,46	83187,6
---------------	---------	--------	---------	---------	---------

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

#### 4.4 Расчет стоимости основных фондов и амортизационных отчислений

Расчёты выполняются по ориентировочным нормативам. Стоимость здания цеха примем 7000 рублей за  $1\text{м}^3$ , стоимость бытовых помещений 12000 рублей за  $1\text{м}^3$ .

Затраты на здания и бытовые помещения вычисляются по формулам [10]:

$$C_{\text{зд}} = V_{\text{зд}} \cdot c_{\text{зд}};$$

$$C_{\text{бп}} = V_{\text{бп}} \cdot c_{\text{бп}},$$

где  $V_{\text{зд}}$  и  $V_{\text{бп}}$  – объем здания и бытовых помещений,  $\text{м}^3$ ;

$c_{\text{зд}}$  и  $c_{\text{бп}}$  – удельная цена здания и бытовых помещений, тыс. руб./ $\text{м}^3$ .

$$C_{\text{зд}} = 76000 \cdot 7 = 532000 \text{ тыс. руб.}$$

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

Затраты на монтаж оборудования примем 10% от цены оборудования.

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

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

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

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

Результаты расчетов капитальных затрат и амортизационных отчислений сведены в таблице 35.

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
						56
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		



Для выполнения расчетов принимаем следующие значения норм амортизации [10]:

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

Затраты на содержание и ремонт оборудования рассчитываем в процентах от балансовой стоимости, они приведены в таблице 36.

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 35 – Расчет капитальных затрат и амортизационных отчислений

Наименование	Марка обо- рудования	Количество	Стоимость единицы оборудования				Общая стои- мость, тыс. руб.	Амортизационные отчисления	
			Цена, тыс. руб.	Монтаж		Всего, тыс. руб.		Норма, %	Сумма, тыс. руб.
				%	тыс. руб.				
1. Здания и соору- жения			7 за м³				532000	2	10640
2. Бытовые помеще- ния			12 за м³				42000	2	840
ИТОГО							574000		11480
3. Основное обору- дование									
Плавильная печь	ДСП-3	2	5000	10	500	5500	11000	7	770
Формовочная ли- ния	Ф665	1	10000	10	1000	11000	11000	9	990
Формовочная линия	ИФЛ73С	1	10000	10	1000	11000	11000	9	990
Стержневая линия	Л100Х	1	50000	10	5000	55000	55000	9	4950
Сушило барабанное для песка	СуП1/10	2	1500	10	150	1650	3300	9	297
Сито для песка	174М1	2	660	10	66	720	1440	9	129,6
Лопастной смеси- тель	19657	2	400	10	40	440	880	9	79,2
Барабан дробебет- ный	42322М	1	500	10	50	550	550	9	49,5
Камера дробебет- ная	42734	2	1200	10	120	1120	2240	9	201,6
Термическая печь	20.45.20/10М	1	3500	10	350	3850	3850	9	346,5

## Окончание таблицы 35

Станок абразивной зачистки	99111	1	300	10	30	330	330	9	29,7
Пост газорезки		1	600	10	60	660	660	9	59,4
ИТОГО							101250		8892,5
4. Подъемно-транспортное оборудование							60750	10	6075
5. Инструмент и оснастка							5000	50	2500
6. Прочее оборудование							25312,5	10	2531,3
7. Хозяйственный инвентарь							294	-	-
ИТОГО							91356,5		11106,3
ВСЕГО ЗАТРАТ							192606,5		19998,8

Таблица 36 – Смета расходов на ремонт и содержание оборудования

Наименование статьи затрат	Сумма, тыс. руб.	Примечание
Эксплуатация оборудования	1926,1	1% от стоимости оборудования
Текущий ремонт оборудования	9630,3	5% от стоимости оборудования
Внутрипроизводственное перемещение груза	50	5 руб. на 1 т годного литья
Износ малоценного и быстро изнашиваемого оборудования	150	15 руб. на 1 т годного литья
Прочие расходы	1175,6	10% от общей суммы расходов
ИТОГО	12932	

#### 4.5 Определение затрат и расчет себестоимости продукции

В себестоимость продукции включаются следующие группы трат [10]:

- 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.

Расходы на вспомогательные материалы представлены в таблице 37.

Таблица 37 – Стоимость вспомогательных материалов

Наименование материала	Расход, т		Затраты		
	На годовую программу	На 1т годового литья	Цена, руб./т	На годовую программу, тыс. руб.	На 1т годового литья, тыс. руб.
1	2	3	4	5	6
1. Песок	47471	4,75	2200	104436	10,44
2. Смола	3391	0,34	5200	17633	1,76
3. Отвердитель	3391	0,34	4900	16616	1,66
ИТОГО				138685	13,87

Таблица 38 – Смета цеховых расходов

Статья затрат	Сумма	
	На 1 т литья, тыс. руб.	На программу, тыс. руб.
1. Затраты на оплату вспомогательных рабочих, управленческого и обслуживающего персонала	3,41	34100,88
2. Отчисления на социальные нужды	2,07	20796,39
3. Амортизационные отчисления	2	19998,8
4. Затраты на НИОКР, рационализаторство, изобретательство (8% от основной заработной платы производственных рабочих)	0,33	3272,45
5. Расходы на охрану труда (10% от основной заработной платы производственных рабочих)	0,69	6901,22
6. Стоимость вспомогательных материалов	13,87	138685
7. Транспортный налог (1% от цехового фонда заработной платы)	0,06	575,1
8. Прочие расходы (15% от суммы всех предыдущих расходов)	3,36	33649,48
Итого цеховых расходов	25,8	257979,32

Расходы на подготовку и освоение производства планируются в размере 52% от основной заработной платы 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. [10]

Калькуляция себестоимости 1 тонны годных отливок представлена в таблице 39.

Таблица 39 – Калькуляция себестоимости 1 т годных отливок

Статьи затрат	На 1 т годного литья			На программу	
	Количество	Цена, руб.	Сумма, руб.	Количество	Сумма, тыс. руб.
1	2	3	4	5	6
Стальной лом, т	1,416	4200	5947,2	14159,7	59472
Стружка в брикетах, т	0,158	9000	1422	1582,8	14220
Чугун переделный, т	0,071	6000	426	714,5	4260
Электроды, т	0,008	5000	40	82,7	400
Итого	1,654			16539,7	78352
Возврат (литники и прибыли), т	0,565			5648,4	
Угар и безвозвратные потери, т	0,089			891,3	
Итого за вычетом возврата и угара, т	1.00			10000	78352
Оплата труда основных рабочих			4908,67		49086,72
Отчисления на социальные нужды			2079,64		20796,39
Технологическая электроэнергия, тыс. кВт×ч	1,6133	5	8066,5	16133	80665
Энергия на технические нужды					
- вода, м <sup>3</sup>	30	4,5	135	300000	1350
- сжатый воздух, м <sup>3</sup>	100	2,5	250	1000000	2500
Расходы на ремонт и эксплуатацию оборудования			1293,2		12932
Расходы на подготовку и освоение производства			4261,1		42611
Отчисления на амортизацию оборудования			1999,88		19998,8

Основная себестоимость			30829,19		308291,91
Цеховые расходы			26328,73		263287,32
Цеховая себестоимость			56627,12		566271,23

Окончание таблицы 39

1	2	3	4	5	6
Общезаводские расходы			6555,54		65555,39
Производственная себестоимость			63182,66		631826,62
Непроизводственные расходы			1895,48		18954,8
Полная себестоимость			65078,14		650781,42

#### 4.6 Расчет плановых постоянных и переменных затрат

Постоянные затраты складываются из следующих составляющих:

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

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

$FC_2$  – отчисления на эксплуатацию и ремонт оборудования;

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

$FC_4$  – затраты на НИОКР, рационализаторство и изобретательство;

$FC_5$  – расходы на охрану труда;

$FC_6$  – прочие цеховые расходы;

$FC_7$  – общезаводские расходы;

$FC_8$  – непроизводственные расходы.

Все значения расходов берутся из соответствующих статей калькуляции себестоимости и сметы цеховых расходов.

$$FC = 19998,8 + 12932 + 42625,59 + 3272,45 + 6901,22 + 33649,48 + 65555,39 + 18954,8 = 203889,73 \text{ тыс. руб.}$$

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

$$AFC = \frac{203889,73}{10000} = 20,39 \text{ тыс. руб./т.}$$

Далее рассчитываем переменные затраты по формуле:

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

где  $VC_1$  – суммарные затраты на сырьё и основные материалы;

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

$VC_3$  – затраты на технологическую энергию;

$VC_4$  – затраты на техническое использование воды и сжатого воздуха;

$VC_5$  – затраты на вспомогательные материалы;

$VC_6$  – транспортный налог.

Данные для расчёта переменных расходов берем из соответствующих статей таблицы.

$$VC = 78352 + 61358,4 + 80665 + 3850 + 138685 + 575,1 = 363485,5 \text{ тыс. руб.}$$

Средние удельные переменные расходы (на 1 т годного литья) равны  $AFC = VC/M$ .

$$AVC = \frac{363485,5}{10000} = 36,35 \text{ тыс. руб./т.}$$

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

$$TC = 203889,73 + 363485,5 = 567375,23 \text{ тыс. руб.}$$

Общие средние удельные затраты равны полной себестоимости годного литья  $ATC = AFC + AVC$ , то есть:

$$ATC = 20,39 + 36,35 = 56,74 \text{ тыс. руб./т.}$$

#### 4.7 Формирование цены

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64



При установлении цен на продукцию используют следующие методы ценообразования:

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

Рассчитаем цену по формуле:

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

где  $S$  – себестоимость тонны годного литья, тыс. руб.

$$P = 1,9 \cdot 65,1 = 123,69 \text{ тыс. руб.}$$

Принимаем цену за одну тонну годного литья из стали 35Л равную 175000 рублей.

Доход от продаж определим по следующей формуле:

$$D = P \cdot Q,$$

где  $D$  – доход от продаж, тыс. руб.;

$P$  – цена продукции, тыс. руб.;

$Q$  – объем производства, т.

$$D = 175 \cdot 10000 = 1750000 \text{ тыс. руб.}$$

Прибыль определим по формуле:

$$\Delta P = D - B3,$$

где  $B3$  – валовые затраты (полная себестоимость), тыс. руб.

$$\Delta P = 1750000 - 650781,42 = 1099218,58 \text{ тыс. руб.}$$

#### 4.8 Анализ коммерческой эффективности

Принимаем расчетный срок реализации проекта – 3 года или 12 кварталов.

Сооружение цеха проходит в несколько этапов. Строительство здания – три первых квартала. В первом квартале расходуется 30 % капитальных затрат на строительство здания, во втором – 30 % и в третьем квартале – 40 %.

Приобретение и монтаж оборудования, подъемно-транспортных средств.

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
						65
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		

приобретение оснастки, хозяйственного инвентаря и прочих средств осуществляется в 3, 4 и 5 кварталах. В третьем квартале расходуется 20 % средств, в четвертом квартале – 60 % и в пятом квартале – 20 %. [10]

Выпуск литья начинается в четвертом квартале, принятую мощность  $M_{\text{пр.кв}}$  (выпуск литья  $M_{\text{пр.г}} = 10000$  т,  $M_{\text{пр.кв}} = \frac{M_{\text{пр.г}}}{4} = \frac{10000}{4} = 2500$  т.) начинают достигать с шестого квартала. В четвертом квартале выпуск литья будет составлять  $M_{\text{пр.кв}} \cdot 0,5 = 2500 \cdot 0,5 = 1250$  т; в пятом квартале -  $M_{\text{пр.кв}} \cdot 0,75 = 2500 \cdot 0,75 = 1875$  т; в шестом и последующих кварталах -  $M_{\text{пр.кв}} = 2500$  т.

Для начала реализации проекта требуется прирост оборотных фондов на создание в третьем квартале необходимых запасов основных и вспомогательных материалов.

Таблица 40 – Распределение инвестиций в основные и оборотные средства

Адрес инвестиций	Инвестиции по кварталам, млн. руб.					
	1	2	3	4	5	6
1. Строительство здания	172,2	172,2	229.6	-	-	-
2. Приобретение и монтаж оборудования			38.52	115.56	38.52	-
3. Прирост оборотных фондов	-	-	15	-	-	-
Итого	172,2	172,2	283,12	115,56	38,52	-

В таблице 40 приняты следующие обозначения:  $ИОК_1$  – капитальные затраты на строительство здания и бытовых помещений;  $ИОК_2$  – капитальные затраты на приобретение и монтаж оборудования.

Общий объём необходимых инвестиций равен:

$$ИОК = ИОК_1 + ИОК_2 + ИПО,$$

где ИПО – инвестиции на прирост оборотных средств.

Таким образом ИОК равен:

$$\text{ИОК} = 574 + 192,6 + 15.$$

Оперативный план производства приведен в таблице. Принимаем объем собственных средств  $\text{ИФС} = 0,8 \cdot \text{ИОК}$ . Остальные средства в объеме  $0,4\text{ИОК}$  распределяются между привлеченными и заемными средствами, т.е.  $\text{ИОК} = \text{ИФС} + \text{ИФП}_p + \text{ИФ}_z$ .

Таблица 41 – Оперативный план производства

Показатель	Кварталы								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9-12
1. Рыночный потенциал цеха, т	-	-	-	1250	1875	2500	2500	2500	10000
2. Цена 1 тонны годного литья, тыс. руб.				175	175	175	175	175	175
3. Объем продаж, тыс. т	-	-	-	1250	1875	2500	2500	2500	10000
4. Доля предприятия в отраслевом рынке	0	0	0	0,5	0,75	1	1	1	1
5. Объем производства, тыс. т	-	-	-	1250	1875	2500	2500	2500	10000

Заемный капитал предполагает возврат средств и выплату процентов. Преимуществом использования заемных средств является исключение процентных выплат за кредит из валовой прибыли, при расчете налогооблагаемой прибыли. Примем ставку на кредит – 28 % годовых (7 % в квартал) с поквартальной выплатой,  $\text{ИФП}_p = 0,25 \cdot \text{ИОК}$  и  $\text{ИФ}_z = 0,15 \cdot \text{ИОК}$ .

Таблица 42 – Источники финансирования

Наименование источника	Распределение вложений по кварталам, млн. руб.					
	1	2	3	4	5	6
1. Собственные средства	172,2	172,2	124,56	-	-	-
2. Привлеченные средства	-	-	158,56	36,84	-	-
3. Заемные средства	-	-	-	78,72	38,52	-
Итого	172,2	172,2	283,12	115,56	38,52	-

Таблица 43 – План привлечения и погашения кредитных средств

Наименование операции	Распределение по кварталам, млн. руб.					
	4	5	6	7	8	9-12
1. Привлечение кредита	78,72	38,52	-	-	-	-

2. Погашение кредита	-	-	-	-	-	117,24
3. Финансовые издержки (процент за кредит)	-	5,5	8,2	8,2	8,2	-
Итого	78,72	44,02	8,2	8,2	8,2	90,6

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

Инвестиционная деятельность – это деятельность предприятия по вкладыванию собственных средств и привлечению чужих средств. [10]

Таблица 44 – Данные по инвестиционной деятельности

Наименование показателя	Распределение по кварталам, млн. руб.								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9–12
Поступления от продажи активов (акций)	-	-	158,56	36,84	-	-	-	-	-
Затраты на приобретение активов	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Итого	-	-	158,56	36,84	-	-	-	-	-

Финансовая деятельность связана с привлечением собственного капитала, кредитов, с погашением задолженностей по кредитам, с выплатами дивидендов. [10]

Таблица 45 – Данные по финансовой деятельности

Наименование показателя	Распределение по кварталам, млн. руб.								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9–12
Собственный капитал	172,2	172,2	124,56	–	–	–	–	–	–
Заемные средства	–	–	–	78,72	38,52	–	–	–	–
Излишек средств	172,2	172,2	124,56	78,72	38,52	–	–	–	–

Операционная деятельность – деятельность по производству продукции.

Данные по инвестиционной, финансовой и операционной деятельности приведены в таблицах 44, 45 и 47 соответственно.

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ					Лист
										68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

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

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

Валовая прибыль определяется по формуле

$$ВП = 0,8Д - ВЗ,$$

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

Расчет чистой прибыли производится по формуле:

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

где ВП – валовая прибыль, млн. руб.;

НС – сумма налогов и сборов, млн. руб.;

НП – налог на прибыль, млн. руб.;

$K_1$  и  $K_2$  – доли от чистой прибыли, отчисляемые в фонд потребления и дивиденды, млн. руб.

Таблица 39 – Значения коэффициентов  $K_1$  и  $K_2$

Коэффициент	Квартал					
	4	5	6	7	8	9-12
$K_1$	0	0	0	0,1	0,1	0,1
$K_2$	0,05	0,08	0,1	0,1	0,1	0,15

Налогооблагаемую прибыль определим по формуле:

$$НОП = ВП - НС - РФ - ФР,$$

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

Резервный фонд рассчитываем по формуле:

$$\text{РФ} = 0,1 \cdot \text{ЧП}.$$

Фонд потребления рассчитываем по формуле:

$$\text{ФП} = K_1 \cdot \text{ЧП}.$$

Отчисления на дивиденды рассчитываем по формуле:

$$Д = K_2 \cdot \text{ЧП}.$$

Фонд накопления (фонда развития) рассчитываем по формуле:

Таблица 47 – Данные по операционной деятельности

Показатель	Распределение по кварталам						
	1-3	4	5	6	7	8	9 – 12
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Объём производства, т	-	1250	1875	2500	2500	2500	10000
2. Цена продукции, тыс. руб./т	-	175	175	175	175	175	175
3. Доход от продаж, млн. руб.	-	218,75	328,13	437,5	437,5	437,5	1750
4. Налог на добавленную стоимость, млн. руб.	-	39,38	59,06	78,75	78,75	78,75	315
5. Налоги и сборы, млн. руб.	-	3,28	4,92	6,56	6,56	6,56	26,25
6. Валовые затраты, млн. руб.	-	81,35	122,02	162,7	162,7	162,7	650,78
7. Валовая прибыль, млн. руб.	-	93,65	140,48	187,3	187,3	187,3	749,22
8. Резервный фонд, млн. руб.	-	8,93	13,29	17,63	17,21	17,21	68,04
9. Резервный фонд нарастающим итогом, млн. руб.	-	8,93	22,22	39,85	57,06	74,27	142,31
10. Фонд развития, млн. руб.	-	75,84	108,98	141,06	120,44	120,44	442,29
11. Налогооблагаемая прибыль, млн. руб.	-	5,6	13,29	22,05	43,09	43,09	212,64
12. Налог на прибыль, млн. руб.	-	1,12	2,66	4,41	8,62	8,62	42,53

13. Чистая прибыль, млн. руб.	-	89,25	132,9	176,33	172,05	172,05	680,44
14. Фонд потребления, млн. руб.	-	0	0	0	17,21	17,21	68,04

Окончание таблицы 47

1	2	3	4	5	6	7	8
15. Фонд накопления, млн. руб.	-	75,84	108,98	141,06	120,44	120,44	442,29
16. Фонд накопления нарастающим итогом, млн. руб.	-	75,84	184,82	325,88	446,32	566,76	1009,5
17. Дивиденды, млн. руб.	-	3,57	10,63	17,63	17,21	17,21	102,07

Далее рассматриваем потоки наличности. В таблице 48 приведены данные по притокам и оттокам денежных средств в первые 12 кварталов реализации проекта. Чистые денежные потоки равны разности притока и оттока средств. Для принятия проекта необходимо, чтобы все сальдо накопленных денег были положительными.

Для приведение разновременных затрат и эффектов к ценности в начальном периоде, т.е. дисконтирования, применяется норма дисконта  $E$ , равная приемлемой для инвестора норме дохода на капитал. [10]

В таблице 49 приведены данные по чистому дисконтированному эффекту за вычетом затрат без учета капиталовложений.

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
						72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Таблица 48 – План доходов и расходов

Денежные потоки, млн. руб.	Денежные потоки в кварталы инвестиционного периода, млн. руб.								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9-12
<b>I. Операционная деятельность</b>									
1. Приток наличности	-	-	-	75,84	184,82	325,88	446,32	566,76	1009,5
2. Погашение задолженности за кредит	-	-	-	-	-	-	-	-	117,24
3. Расходы на основные средства	-172,2	-172,2	-283,12	-115,56	-38,52	-	-	-	-
4. Чистый денежный поток	-172,2	-172,2	-283,12	-39,72	146,3	325,88	446,32	566,76	892,26
<b>II. Финансовая деятельность</b>									
Приток 5. Собственный капитал	172,2	172,2	124,56	-	-	-	-	-	-
6. Заемные средства	-	-	-	78,72	38,52	-	-	-	-
7. Чистый денежный поток	172,2	172,2	124,56	78,72	38,52	-	-	-	-
<b>III. Инвестиционная деятельность</b>									
Приток 8. Поступления от продажи активов (акций)	-	-	158,56	36,84	-	-	-	-	-
9. Чистый денежный поток	-	-	158,56	36,84	-	-	-	-	-
10. Излишек средств	0	0	0	75,84	146,3	325,88	446,32	566,76	892,26
11. Суммарная потребность	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12. Сальдо на конец месяца				75,84	222,14	548,02	994,34	1561,1	2453,36

Таблица 49 – Расчет чистого дисконтированного эффекта

Наименование показателя	Кварталы								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9 – 12
1. Чистый денежный поток, млн. руб.	0	0	0	75,84	146,3	325,88	446,32	566,76	892,26
2. Коэффициент дисконта $\alpha_t$	1	0.855	0.731	0.624	0.534	0.452	0.39	0.335	0.178
3. Чистый дисконтированный поток, млн. руб.	0	0	0	47,32	78,12	147,3	174,06	189,86	158,82
4. Чистый дисконтированный поток нарастающим итогом, млн. руб.	0	0	0	47,32	125,44	272,74	446,8	636,66	795,48

## 4.9 Показатели эффективности

Показателями эффективности проекта являются:

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

$$\text{ЧДД} = S - K,$$

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

$K$  – суммарное дисконтированное значение инвестиций.

$$\text{ЧДД} = 795,48 - 618,21 = 177,27 \text{ млн. руб.}$$

Индекс доходности (ИД) определяется по формуле:

$$\text{ИД} = S/K,$$

$$\text{ИД} = 795,48 / 618,21 = 1,3.$$

$\text{ИД} > 1$ , следовательно, проект считается эффективным.

2) Срок окупаемости проекта определяем по графику (рисунок 1). В нашем случае срок окупаемости составляет чуть больше шести кварталов.

3) Доля собственных средств предприятия в проекте составляет:

$$(468,96/781,6) \cdot 100\% = 60 \, \%.$$

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

$$Q_{\text{кр}} = FC/(P - AVC),$$

где  $FC$  – постоянные затраты, млн. руб.;

$P$  – цена одной тонны годного литья, млн. руб.;

$AVC$  – средние удельные переменные расходы, млн. руб.

$Q_{\text{кр}} = 203889,73 / (175 - 36,35) = 1470,5 \text{ т} < 10000 \text{ т}$ , т.е. выпуск отливок превышает точку безубыточности.

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
						75
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		

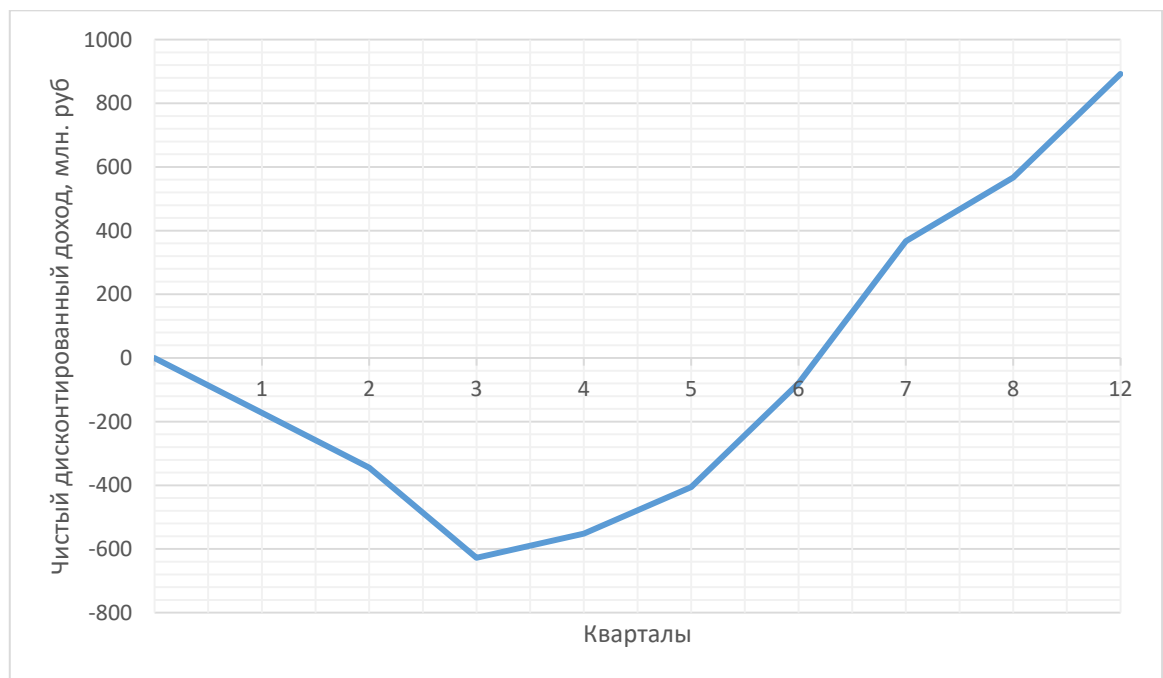


Рисунок 3 – Финансовый профиль проекта

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

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

## 5. ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

Литейное производство – это производство повышенной опасности, где соблюдать правила охраны труда и техники безопасности очень важно. Ряд мероприятий обеспечит не только высокий уровень производственной культуры, но и благоприятные условия для профессиональной деятельности на производстве.

Современное производство должно быть оснащено комплексом специальных технических средств, обеспечивающих безопасные и здоровые условия труда. К таким техническим средствам относятся оградительные, блокировочные, вентиляционные устройства, кондиционирующие установки и другие виды оборудования. [11]

Помимо этих средств охраны труда, для предупреждения воздействия на человека опасных и вредных факторов используют разнообразные средства индивидуального назначения – электрозащитные приборы, средства индивидуальной защиты и т.п.

В литейном цехе находятся опасные и вредные производственные факторы, такие как: повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; электрический ток; шум; вибрация; тепловое излучение.

### 5.1 Характеристика производства

В проектируемом цехе имеются следующие вредные производственные факторы по ГОСТ 12.0.003-74 [12]:

Повышенная загазованность воздуха рабочей зоны. Присутствует на участках:

- плавки – выделение легкоплавких и легко испаряемых элементов;
- смесеприготовления (при приготовлении связующего)

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ док-м.	Подпись	Дата		77

- повышенная запылённость воздуха проявляется на участках:
- подготовки шихтовых и формовочных материалов;
- смесеприготовления;
- выбивки отливок;
- обчистки и обрезки.

Повышенная температура воздуха рабочей зоны имеется на участках:

- плавки (от индукционных тигельных плавильных печей и заливочных ковшей);
- термообработки отливок (от термических печей).
- повышенный уровень шума наиболее характерен для участков:
- выбивки отливок;
- обрезки и зачистки отливок.

Шум значительно снижает работоспособность, вызывает раздражения, ухудшает действие слуховых органов, влияет на нервную и сердечно-сосудистую систему.

Повышенный уровень вибрации характерен для участков:

- выбивки отливок;
- обрезки и зачистки отливок.

Повышенная подвижность воздуха. Имеется на всей территории цеха, обеспечивается естественной вентиляцией и работой искусственной вентиляции.

## 5.2 Вентиляция

Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха соответствует требованиям СНиП 41-01-03. [13]

Воздух, удаленный из здания цеха системами местной и общей вытяжной вентиляции, содержащий вредные вещества подвергается очистке, с помощью мокрых пылеуловителей и рукавных фильтров.

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
						78
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В проектируемом цехе производятся следующие мероприятия по оздоровлению воздушной среды:

- склад формовочных и стержневых материалов оснащен вытяжными аппаратами, так как он характеризуется большим выделением пыли;
- плавильное отделение размещается с подветренной стороны здания, чтобы предотвратить попадания дымовых газов и нагретого воздуха в другие отделения цеха, кроме того, печи оборудованы эффективными устройствами для очистки отходящих газов;
- на участках ремонта и сушки ковшей, установлена местная вытяжная вентиляция с эффективной очисткой отсасываемого воздуха;
- заливочная площадка формовочной линии оборудована верхними боковыми отсосами на всю длину рабочей площадки до начала охлаждающего кожуха;
- участок охлаждения форм оборудован сплошным вентиляционным кожухом с торцевыми проемами и патрубками для удаления газов;
- формовочная и стержневая смесь готовится в смесителе;
- выбивная решетка оборудована укрытием;
- отделение финишных операций снабжено местными отсосами и укрытиями;
- в цехе предусмотрены изолированные комнаты отдыха для рабочих;
- рабочие обеспечены спецодеждой, обувью и средствами индивидуальной защиты в соответствии с нормами по ГОСТ 12.4.011-89. [14]

### 5.3 Производственный микроклимат

Одним из основных условий труда на предприятии является обеспечение необходимого микроклимата для рабочих. На проектируемом предприятии существует множество источников тепловыделения. К ним относятся

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		79

электродуговые печи, расплавленный металл в процессе разливки в формы, отливки в процессе остывания, термические печи и остывающие ковши.

В цехе проводятся следующие мероприятия для установления необходимого микроклимата:

- автоматизация и дистанционные управления процессами;
- теплоизоляция нагретых поверхностей оборудования, установка экранов у печей;
- для рабочих предусмотрены комнаты отдыха и обеспечение средствами защиты в соответствии с ГОСТ 12.1.011-89 [14];
- в цехе предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция и воздушное отопление, совмещенное с ней.

Предельно допустимые величины показателей микроклимата в рабочих местах регламентируются по СанПиН 2.2.4.548-96. [15]

#### **5.4 Производственное освещение**

Большое значение в проектируемом цехе имеет обеспечение правильного освещения.

В проектируемом цехе предусматривается естественное и искусственное освещение в соответствии с СНиП 23-05-95, необходимое для создания благоприятных условий выполнения работы, прохода людей и движения транспорта. [16]

По условиям гигиены труда необходимо как можно больше использовано естественное освещение. В проектируемом цехе это осуществляется через оконные проемы и световые фонари.

В местах выпуска металла из печи, на участках заливки и формовки предусмотрено аварийное освещение с использованием люминесцентных ламп, минимальная освещенность которых 10 лк.

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
						80
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		



В цехе предусмотрено переносное освещение, так как стационарным освещением невозможно создать нормируемый уровень освещенности.

Мостовые краны оборудованы подкрановым освещением, которое выполнено лампами накаливания.

Для общего освещения производственных помещений применяются газоразрядные источники света люминесцентные лампы типа ЛХБ.

Для местного освещения используются светильники ПВЛП. Имеющие две лампы, что даст возможность уменьшить пульсацию суммарного светового потока светильника.

### 5.5 Производственный шум

В проектируемом цехе наибольший уровень шума наблюдается на участках, выбивки и в отделениях финишных операций.

Допустимая величина шума в цехе согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 – 80дБА. [17]

Для снижения уровня шума в цехе предусматриваем следующие мероприятия:

- применение автоматизированных линий с низким уровнем шума;
- системы вентиляций и местных отсосов снабжены шумопоглощающими устройствами;
- кожух выбивной решетки снабжаем внутренней облицовкой из звукопоглощающих материалов;
- применение средств индивидуальной защиты от шума.

### 5.6 Электробезопасность

Наличие в цехе электрического оборудования предусматривает выполнение правил электробезопасности, несоблюдение которых может привести к

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
						81
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		

поражению электрическим током.

В цехе приняты следующие мероприятия по обеспечению безопасности труда:

- все токоведущие части электрических устройств и оборудования имеют изоляцию, а также специальные ограждения;
- все корпуса электродвигателей, а также металлические части, которые могут оказаться под воздействием тока, заземлены в соответствии с ГОСТ 12.1.030-81. [18]
- организован периодический контроль состояния электрооборудования и изоляции;
- электроустановки снабжены автоматической блокировкой, которая исключает включение оборудования при его неисправности, а также сигнализацией о его включении/выключении;
- оборудование снабжается предохранительными устройствами, которые обесточивают его защиту при коротком замыкании.

Защита персонала цеха от воздействия электрического тока предусматривается согласно ГОСТ 12.1.019-96. [19]

## 5.7 Пожарная безопасность

Литейное производство отличается повышенной пожарной опасностью, которая обусловлена в большей степени применением металлических материалов в расплавленном виде.

Общие требования пожарной безопасности предусматривает ГОСТ 12.1.004-91. [20]

Для предупреждения возникновения пожаров необходимо соблюдать следующие правила:

- нельзя оставлять на рабочем месте масляные тряпки и другие материалы, которые легко самовоспламеняются;

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
						82
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		

- курить в цехе можно только в специально отведённых для этой цели местах;

- необходимо следить за тем, чтобы изоляция электропроводки цеха и переносных электроламп не была повреждённой.

В цехе проводятся следующие мероприятия по пожарной профилактике:

- инструктаж по пожарной безопасности;
- грамотное размещение противопожарного оборудования (ящики с песком, пожарный кран с рукавом, огнетушители типа ОП-4) и его содержание;

- в цехе предусмотрена пожарная сигнализация;
- обеспечена безопасная эвакуация людей при пожаре.

Проектируемый цех имеет следующие противопожарные приспособления:

- для тушения электрооборудования – углекислотные огнетушители, асбестовые и войлочные полотна;

- на плавильном участке имеется песок для тушения металлов;
- для тушения возгорания газа применяют углекислый газ и
- порошковые огнетушители;
- в пожароопасных местах имеются таблички, запрещающие использование открытого огня.

- в цехе имеется пожарная сигнализация;
- для вызова пожарной команды служит кнопочная и автоматическая сигнализация. На видных местах вывешены планы эвакуации людей.

## 5.8 Экологичность проекта

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

Литейное производство заняло второе место по выбросам в атмосферу. Именно загрязнение атмосферы является основной причиной экологических проблем. Выбросы из труб приводят к загрязнению почвы, уничтожению растительности и образованию техногенных пустошей вокруг крупных заводов. Кроме того, экологические проблемы отечественной металлургии обостряются из-за высокого износа оборудования и устаревших технологий. По данным Министерства промышленности и энергетики, до 70% всех мощностей отечественной металлургической промышленности изношены, устарели и нерентабельны.

Процесс экологизации представляет собой принятие мер по уменьшению концентрации опасных и токсичных веществ и предусматривает меры по поддержанию низкого количества отходов и безотходного производства.

Метод экологизации производства заключается в снижении уровня токсичных веществ в цехе путем их всасывания и фильтрации.

В настоящее время для снижения запыленности помещения в цехе используется приточная и вытяжная вентиляция, она осуществляется механически, путем использования вентиляционных установок. [21]

В механическом цехе во время обработки металлов и сплавов происходит загрязнение воздуха металлической пылью. Для предотвращения этого загрязнения предлагается использовать специальную систему кондиционирования воздуха и вентиляции, основанной на центральной системе кондиционирования с утилизацией тепла в теплообменнике отработанного воздуха (рекуператоре). Выбор системы оправдан тем, что обработка вновь введенной технологии будет проводиться на современном оборудовании с ЧПУ, для оптимальной работы которого требуется определенная температура. Кроме того, закрытая зона резания обеспечит более низкую концентрацию металлической пыли и других вредных веществ, так как обработка проводится в обрабатывающем центре.

Центральный кондиционер включает в себя дополнительную секцию вытяжного вентилятора, а также систему для утилизации тепла отработанно-

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
						84
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

го воздуха в кросс-точном теплообменнике. В этом случае, секции кондиционирования и вытяжной вентиляции размещаются в двух ярусах. Источником охлаждения центрального кондиционера является чиллер (холодильник), установленный на крыше.

В канализационных насосах установлены фильтры HUBER, он выполняет обработку сточных вод, осадков с использованием многослойной структуры с угольным составом.

Для защиты атмосферы от выбросов предусматривается такая мера как: замена фильтров и очистка неорганизованных выбросов в высокоэффективных тканевых фильтрах марки ФРИР-700.

Рекомендуемые действия сделают процесс литья из стали более экологичным и ресурсосберегающим, поскольку внедрение данных мер по экологизации, резко сократит объем вредных выбросов в окружающую среду.

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
						85
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## **6. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **6.1 Особенности обязанностей и трудовых функций шихтовщика 3 разряда**

Область профессиональной деятельности и трудовых функций шихтовщика [22]:

- подготовка шихтовых материалов для плавильных печей;
- шихтоподготовка первичных сырьевых материалов;
- шихтоподготовка оборотных, вторичных материалов и отходов;
- Руководство шихтовщиками более низкой квалификации (разряда).

### **6.2 Знания и умения шихтовщика 3 разряда**

Шихтовщик 3-го разряда должен знать [22]:

- 1) Документы, объекты, способы и приемы выполнения работ более низкой квалификации, предусмотренные производственными (по профессии) инструкциями и (или) профессиональным стандартом;
- 2) Устройство, принцип работы и правила технической эксплуатации, основного и вспомогательного оборудования, сооружений и устройств, погрузочно-разгрузочных механизмов, блокирующих устройств, контрольно-измерительных приборов, систем аварийной сигнализации, приспособлений и оснастки цеха шихтоподготовки;
- 3) Химический состав, назначение и особенности применения шихтовых материалов в металлургическом производстве;
- 4) Требования, предъявляемые к химическому и гранулометрическому составу, параметрам влажности и температуры отгружаемой шихты и материалов;
- 5) Расположение и емкость отсеков, бункеров и других загрузочных устройств цеха шихтоподготовки;

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
						86
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- 6) Требования, предъявляемые к качеству шихтуемых материалов;
- 7) Порядок и правила ведения работ по подготовке шихтовых, флюсовых и присадочных материалов к плавке;
- 8) Способы расчета заданного состава шихты;
- 9) Очередность подачи компонентов шихты в смесительные бегуны и мешалки;
- 10) Физические и химические свойства компонентов шихты и их назначение;
- 11) Вредные примеси в шихте и их влияние на качество шихты;
- 12) Внешние признаки различных видов перерабатываемых материалов;
- 13) Схемы движения шихтовых материалов;
- 14) Технологические регламенты применения грузоподъемных сооружений;
- 15) Правила складирования и хранения шихтовых, флюсовых и присадочных материалов;
- 16) Правила строповки и транспортировки контейнеров и коробов подъемными сооружениями;
- 17) Требования бирочной системы и нарядов-допусков цеха шихтоподготовки;
- 18) Производственно-техническую, технологическую инструкции шихтоподготовки;
- 19) Порядок и правила ведения работ по переработке, подготовке шихтовых, флюсовых и присадочных материалов к плавке;
- 20) Способы, порядок, периодичность проверки исправности и работоспособности блокировок механизмов, средств индивидуальной и коллективной защиты, производственной сигнализации и средств связи;
- 21) Правила строповки и транспортировки изложниц, шлаковых чаш со шлаком, конвертерных тележек, контейнеров и коробов подъемными сооружениями;

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
						87
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

22) План мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий цеха шихтоподготовки;

23) Требования охраны труда, промышленной, экологической и пожарной безопасности цеха шихтоподготовки;

24) Программное обеспечение процесса рабочего места шихтовщика. Шихтовщик 3-го разряда должен уметь [22]:

1) Выполнять работы (операции, действия) по более низким разрядам;

2) Контролировать (визуально и с применением приборов) нормативный уровень запасов шихтовых компонентов для бесперебойного обеспечения металлургического производства шихтой, флюсовыми и присадочными материалами;

3) Определять визуально или с использованием приборов работоспособность и готовность оборудования, механизмов, устройств и оснастки, используемых при шихтовке и отгрузке готового материала;

4) Отбирать представительные (репрезентативные) пробы поступающих на шихтовку исходных материалов и готовой шихты;

5) Визуально и по результатам лабораторных анализов оценивать качество шихты, флюсовых и присадочных материалов;

6) Рассчитывать необходимый состав шихты;

7) Задавать режимы дозировок шихтовых компонентов;

8) Регулировать режимы работы транспортно-питательных, скреперных и загрузочных механизмов;

9) Управлять процессом сушки шихты;

10) Производить проверки работоспособности блокировок, производственной сигнализации и средств связи;

11) Регулировать работу оборудования и механизмов для дробления и измельчения шлаков, оборотов и отходов металлургического производства;

12) Селектировать дробленый материал по содержанию в нем металла и крупности;

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
						88
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



13) Управлять специализированным оборудованием для разделки шлаков, скреперными и загрузочными механизмами;

14) Применять условные знаки и радиосвязь для подачи команд машинисту крана;

15) Применять средства индивидуальной защиты, газозащитную аппаратуру, средства пожаротушения и пользоваться аварийным инструментом;

16) Пользоваться программным обеспечением рабочего места шихтовщика.

Профессия шихтовщик (3 квалификационный уровень) получена в результате подготовки в учебном центре при предприятии.

### 6.3 Учебный план

Цель: подготовка рабочих по профессии шихтовщик 3 разряда.

Категория слушателей: незанятое население.

Срок обучения: 276 часов; 2,5 месяца.

Форма обучения: с отрывом от производства.

Режим занятий: 8 часов в день.

Таблица 50 – Учебный план по профессии шихтовщик [23]

№ п/п	Наименование разделов и дисциплин	Всего часов	В том числе		Форма контроля
			лекции	практические занятия	
1	2	3	4	5	6
1.	Теоретическое обучение	92			
1.1	Общетехнический курс	12	12		Зачет
1.1.1	Материаловедение	6	6		
1.1.2	Промышленная безопасность и охрана труда	6	6		
1.2	Специальный курс	80	80		Зачет
1.2.1	Основные сведения о производстве и организации рабочего места	2	2		
1.2.2	Основы металлургии	4	4		

1.2.3	Шихтовые материалы	10	10		
1	2	3	4	5	6
1.2.4	Оборудование шихтового двора	12	12		
1.2.5	Технологический процесс подготовки, набора и подачи шихты к печам	30	30		
1.2.6	Охрана окружающей среды	2	2		

Окончание таблицы 50

1	2	3	4	5	6
2.	Практическое обучение	176			
2.1	Производственная практика	176	4	172	Зачет
2.1.1	Инструктаж по технике безопасности и ознакомление с производством	8	4	4	
2.1.2	Технологические операции разгрузки, сортировки, составления и взвешивания шихты	24		24	
2.1.3	Эксплуатация оборудования шихтового двора	40		40	
2.1.4	Самостоятельное выполнение работ шихтовщика 3го разряда	104		104	
	Квалификационный экзамен	8			8
	ИТОГО:	276	96	172	8

Из данного учебного плана выбираем курс – Специальный курс, предмет – Шихтовые материалы. По материалам производственной технологии разработаем самостоятельную работу.

Помимо основных компетенций необходимо развить в будущем рабочем умение мыслить самостоятельно, находить решения. В этом поможет самостоятельная работа. Помимо самостоятельной работы с рекомендованными источниками будущие рабочие научатся выделять главное, а изученная самостоятельно информация закрепится гораздо лучше, чем при репродуктивной деятельности. Процесс написания Самостоятельной работы студентами – творческий процесс, а значит, студент мотивирован к лучшему результату и познавательная деятельность активизируется.

Разработанная самостоятельная работа представлена в приложении А.

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе была разработана технология изготовления отливок из стали с годовым выпуском 10000 тонн.

Проведен расчет оборудования основных отделений цеха и на основе этих расчетов было выбрано оборудование. Также была рассчитана экономическая составляющая проекта, а именно: расчет численности рабочих, фонда заработной платы, отчислений на социальные нужды и размера основных фондов и амортизационных отчислений; была подсчитана себестоимость продукции и коммерческая эффективность проекта. Исходя из этих расчетов проект можно назвать коммерчески эффективным.

Была разработана технология изготовления отливки «Коромысло».

Также были рассмотрены вопросы охраны труда и экологичности проекта. Примененные меры по охране труда в значительной мере улучшают условия работы трудящихся в цехе и их безопасность. А меры по снижению вредных выбросов на необходимом уровне обезопасили окружающую среду.

В дополнение к технологии была разработана самостоятельная работа для обучающихся по специальности «Шихтовщик» 3го разряда.

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
						91
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Миляев В.М., Гофман Э.В. Проектирование литейных цехов: Учеб. пособие / В.М. Миляев. – Екатеринбург. Изд. Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 1994. – 52 с.
2. Сафронов В.Я. Справочник по литейному оборудованию: Справочник / В.Я. Сафронов. – М. Машиностроение, 1985. – 320 с.
3. Перебоева А.А. Технология термической обработки [электронный ресурс]. – Интернет: [http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/211/u\\_lectures.pdf](http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/211/u_lectures.pdf) (дата обращения 05.06.2018).
4. Мащенко А.Ф. Расчет шихты для выплавки стали [электронный ресурс]. – Интернет: <http://window.edu.ru/resource/692/50692/files/1897.pdf> (дата обращения 10.06.2018).
5. ГОСТ 977-88 Отливки стальные. Общие технические условия. – М. ИПК Издательство стандартов, 2004.
6. Wikipedia. Свободная энциклопедия Википедия [Электронный ресурс]. – Интернет: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%BC%D1%8B%D1%81%D0%BB%D0%BE\(%D0%BC%D0%B5%D1%85%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%BC%D1%8B%D1%81%D0%BB%D0%BE(%D0%BC%D0%B5%D1%85%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC)) (дата обращения 14.06.2018)
7. ГОСТ Р 53464 – 2009 Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. – М. Стандартинформ, 2010.
8. Гофман Э.Б., Панчук А.Г. Курсовое проектирование по дисциплинам «Технология литейного производства» и «Металлургическая теплотехника и печи»: Учеб. пособие / Э.Б. Гофман. – Екатеринбург. Изд. Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2002. – 104 с.

9. Чуркин Б.С., Гофман Э.Б. и др. Технология литейного производства: Учебник / Б.С. Чуркин. – Екатеринбург. Изд. Урал. гос. проф. –пед. ун-та, 2000. – 662 с.

10. Чуркин Б.С. Экономика и управление производством: Учебное пособие / Б.С. Чуркин. – Екатеринбург. Изд. Урал. гос. проф. –пед. ун-та, 1999. – 91 с.

11. ГОСТ 12.3.027-2004. Работы литейные. Требования безопасности. – М. Стандартинформ, 2005. – 39 с.

12. ГОСТ 12.0.003-74. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – М. ИПК Издательство стандартов, 2002. – 4 с.

13. СНиП 41-01-03. Отопление, вентиляция и кондиционирование. – М. Государственный комитет Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу, 2004. – 17 с.

14. ГОСТ 12.4.011-89. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация. – М. ИПК Издательство стандартов, 1989. – 8 с.

15. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М. Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. – 11 с.

16. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. – М. Минстрой России. – 88 с.

17. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. – М. Минздрав России, 1996. – 7 с.

18. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление. – М. Министерством монтажных и специальных строительных работ, 1982. – 10 с.

19. ГОСТ 12.1.019-96. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. – М. Госстандарт, 1996. – 7 с.

20. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования. – М. Минхимпром СССР, 1991. – 69 с.

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
						93
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

21. Большина Е.П. Экология металлургического производства [Электронный ресурс]. – Интернет: [https://nmetau.edu.ua/file/ktemp\\_15502.pdf](https://nmetau.edu.ua/file/ktemp_15502.pdf) (дата обращения 15.06.2018)

22. Профессиональный стандарт «Шихтовщик» для профессиональной деятельности Шихтовщика 3 разряда [Электронный ресурс]. – Интернет: [https://demo.consultant.ru/cgi/online.cgi?req=doc&base=RZR&n=192654&rn\\_d=7](https://demo.consultant.ru/cgi/online.cgi?req=doc&base=RZR&n=192654&rn_d=7)  
[D2167B34FFAF21E819901657E379814&dst=100203&fld=134#020616455456284655](https://demo.consultant.ru/cgi/online.cgi?req=doc&base=RZR&n=192654&rn_d=7) (дата обращения 16.06.18).

23. Образовательные программы по основным профессиям. Учебный план. Шихтовщик. [Электронный ресурс]. – Интернет: <http://www.chemk.ru/files/programs.pdf> (дата обращения 16.06.18).

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
						94
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Самостоятельная работа по теме

«Расчет шихты для выплавки конструкционной стали»

Курс: Специальный курс.

Предмет: Шихтовые материалы.

Данная самостоятельная работа разработана для обучающихся по специальности «Шихтовщик». И предназначена для оптимизации учебной внеаудиторной деятельности студентов. Данная самостоятельная работа выполняется в течении всего времени изучения предмета «Шихтовые материалы» и сдается при его окончании, в соответствии с учебным планом.

Критерии оценивания:

- задания сделаны на 75% - удовлетворительно;
- задания сделаны на 80% - хорошо;
- задания сделаны на 90% - отлично.

Форма отчета: по проделанной самостоятельной работе оформляется отчет в виде реферата с указанием номера задания и его содержания.

Рекомендованные источники литературы:

1. Мащенко А.Ф. Расчет шихты для выплавки стали [электронный ресурс]. – Интернет: <http://window.edu.ru/resource/692/50692/files/1897.pdf>
2. Булгакова А.И. Основы получения отливок из сплавов железа [электронный ресурс]. – Интернет: [http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/Bulgakova/u\\_practice.pdf](http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/Bulgakova/u_practice.pdf)
3. Соболев Б.М. Расчеты в технологических процессах плавки сталей [электронный ресурс]. –  
нет: [https://knastu.ru/media/files/page\\_files/page\\_421/posobiya\\_2015/Raschety\\_v\\_tekhnologicheskikh\\_protssakh\\_plavki\\_staley.pdf](https://knastu.ru/media/files/page_files/page_421/posobiya_2015/Raschety_v_tekhnologicheskikh_protssakh_plavki_staley.pdf)

## ВАРИАНТЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ

Вариант 1. Рассчитать состав шихты для выплавки стали марки 35л (ГОСТ 977-88) в электродуговой печи переменного тока с кислой футеровкой методом полного окисления примесей.

Вариант 2. Рассчитать состав шихты для выплавки стали марки 35л (ГОСТ 977-88) в индукционной печи.

Вариант 3. Рассчитать состав шихты для выплавки стали марки 35л (ГОСТ 977-88) в электродуговой печи переменного тока методом переплава.

					ВКР 44.03.04 151 ПЗ	Лист
						96
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



[illegible]