

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

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:  
Заведующий кафедрой МСП  
\_\_\_\_\_ Б.Н. Гузанов  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г.

**ПРОЕКТ ЛИТЕЙНОГО ЦЕХА ПО  
ИЗГОТОВЛЕНИЮ ОТЛИВОК ИЗ ЧУГУНА 35000 ТОНН В ГОД**

Выпускная квалификационная работа бакалавра  
По направлению 22.03.02 Металлургия

Идентификационный код ВКР: 916

Исполнитель:  
студент группы НТ-411сЛППересторонин Н.И.  
(подпись)

Руководитель:  
старший преподаватель  
кафедры МСП  
Ведерников  
(подпись) М.В.

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

Екатеринбург  
2017

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 107 листов машинописного текста, 2 рисунков, 53 таблиц, 32 источников литературы, графическую часть на 5 листах формата А1.

В дипломном проекте разработана система организации технологического процесса производства отливок из чугуна для машиностроения с годовым выпуском 35000 тонн.

Произведен расчет основных отделений литейного цеха и выбор технологического оборудования для производства отливок. Разработана технология изготовления отливки «Опора».

В экономической части произведены расчеты по организации труда и заработной платы, себестоимость одной тонны годных отливок, срок окупаемости капитальных затрат.

Рассмотрены вопросы безопасности труда производственных рабочих и охраны окружающей среды.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ОТЛИВКА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ, ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ МОЩНОСТЬ, СЕБЕСТОИМОСТЬ, ОХРАНА ПРИРОДЫ, ОХРАНА ТРУДА, ЭКОЛОГИЧНОСТЬ.

	Лист	№ докум	Подп.	Дата			
Разраб.					Литер	Лист	Листов
Пров.							
Н. контр.							
Утв.							

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....	8
1.1. Обоснование и расчет производственной программы .....	8
1.2. Выбор и обоснование места строительства цеха .....	11
1.3. Выбор режима работы литейного цеха. Расчёт фондов времени.....	12
2. АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ ДЕТАЛИ И ТРЕБОВАНИЯ К НЕЙ .....	14
2.1. Характеристика детали, её назначение и особенности условий её эксплуатации .....	14
2.2. Характеристика сплава СЧ25.....	15
2.3. Выбор, обоснование технологического процесса изготовления отливки .....	15
2.4. Выбор положения отливки в форме.....	17
2.5. Конструирование и расчет литниково-питающей системы.....	18
2.5.1. Конструирование и расчет прибылей .....	18
2.5.2. Определение выхода годного .....	19
2.5.3. Конструирование и расчет литниковой системы .....	19
3. РАСЧЁТ ОСНОВНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ ЦЕХА.....	24
3.1. Плавильное отделение.....	24
3.1.1. Выбор плавильного агрегата .....	24
3.1.2. Шихтовые материалы индукционной плавки.....	26
3.1.3. Расчет количества плавильных агрегатов .....	29
3.1.4. Расчет парка ковшей.....	31
3.2. Формовочно-заливочно-выбивное отделение.....	32

3.2.1. Расчет программы формовочного отделения .....	32
3.2.2. Технологический процесс изготовления форм из ХТС .....	34
3.2.3. Выбор формовочного оборудования .....	34
3.2.4. Расчет количества формовочного оборудования .....	35
3.3. Стержневое отделение .....	36
3.3.1. Расчёт программы стержневого отделения.....	36
3.3.2. Технологический процесс изготовления стержней из ХТС .....	38
3.3.3. Выбор стержневого оборудования и расчёт его количества.....	39
3.4. Смесеприготовительное отделение.....	40
3.4.1. Выбор формовочной и стержневой смеси .....	41
3.4.2. Расчёт оборудования смесеприготовительного отделения .....	42
3.5. Участок финишных операций.....	43
4. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА.....	50
4.1 Расчет численного состава рабочих .....	50
4.2. Организация и планирование заработной платы.....	56
4.3. Отчисления в социальные фонды .....	59
4.4. Расчет капитальных затрат и амортизационных отчислений .....	60
4.5. Определение затрат и планирование себестоимости .....	63
4.6. Расчет плановых постоянных и переменных затрат .....	67
4.7. Ценообразование.....	69
4.8. Расчет коммерческой эффективности проекта .....	70
4.9. Показатели эффективности.....	78
5. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА .....	81
5.1. Безопасность труда.....	81
5.1.1. Характеристика производства .....	82

5.1.2. Вентиляция .....	83
5.1.3. Производственный микроклимат.....	84
5.1.4. Производственное освещение .....	86
5.1.5 Производственный шум .....	87
5.1.6. Производственная вибрация.....	88
5.1.7. Электробезопасность.....	88
5.1.8. Пожарная безопасность.....	89
5.1.9. Безопасность при ЧС .....	91
5.2. Экологичность проекта .....	94
5.2.1. Глобальные экологические проблемы современности.....	94
5.2.2. Анализ связей технологического процесса изготовления отливок из чугуна с экологическими системами .....	95
5.2.3. Основные требования экологизации проекта .....	98
5.2.4. Пути экологизации производства .....	99
5.2.5 Предложения по экологизации технологического процесса .....	100
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	104
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	105

## ВВЕДЕНИЕ

В результате практического использования достижений научно-технического прогресса, в технологии машиностроения все более четко формируются следующие основные направления развития:

- повышение удельного веса непрерывных процессов производительности металлорежущего оборудования, значительное повышение точности на всех стадиях машиностроительного производства;
- ускорение внедрения комплексной механизации трудоемких работ и повышения уровня автоматизации процессов, усиление контроля за качеством обработки деталей, применение автоматических манипуляторов, внедрение гибких производственных систем;
- совершенствование структуры технологических процессов, заключающиеся в замене трудоемкого труда обработки прогрессивными видами штамповки, проката и точного литья;
- снижение уровня удельной материалоемкости деталей, узлов и готовых изделий за счет повышения качественных характеристик конструкционных металлов.

В решении поставленных задач большое место отводится исходной заготовке, и особенно литой, т.к. отливки составляют от 50 до 80% от массы выпускаемых изделий.

Действительно, ни один технологический процесс изготовления продукции машиностроения не может быть поставлен на непрерывный поток производства, если не будут решены вопросы однородности в свойствах и размерах исходных заготовок. Показатели качества изделий так же тесно связаны с точностью и качеством применяемых заготовок. Технологический процесс, построенный на использовании заготовок с большими допусками, припусками, с грубой поверхностью, неоднородной твердостью материала, с большими уклонами может вызвать большие колебания в допусках готовой детали вследствие закона копирования при механической обработке.

Влияние качества, себестоимости литых заготовок так же просматриваются и отображаются на других направлениях развития технологии машиностроения.

Постоянно возрастающие требования к литым заготовкам привели к тенденции перехода от традиционных способов литья в песчано-глинистые формы к литью в холоднотвердеющие смеси (ХТС). Эти тенденции объясняются тем, что литье в ХТС способствует резкому снижению трудозатрат и материалоемкости получаемых изделий, достижению высоких физико-механических характеристик и эксплуатационных свойств литых изделий.

Поэтому целью выполнения данного дипломного проекта, является организация технологического процесса изготовления отливок из чугуна для машиностроения с годовым выпуском 35000 тонн.

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Современный литейный цех представляет собой сложную технологическую систему, включающую в себя совокупность находящихся во взаимодействии друг с другом производственных отделений (участков), в которых реализуются различные стадии принятого технологического процесса. Каждое отделение цеха имеет структуру, включающую в себя совокупность разных типов технологического и вспомогательного оборудования, а так же транспортных средств, реализующих предусмотренные в отделении технологические процессы. В соответствии с принятым в цехе технологическим процессом изготовления отливок, объем производства определяет количество и вид оборудования [4].

В разработанном проекте освещаются следующие вопросы:

- Режим работы цеха и участков;
- Расчет фондов времени работы оборудования;
- Обоснование технологического процесса изготовления отливок;
- Расчет количества оборудования;
- Расчет технико-экономических показателей;
- Вопросы охраны труда;
- Вопросы охраны окружающей среды.

Исходными данными служат заданный объем производства, номенклатура деталей, масса деталей и т.д.

### 1.1. Обоснование и расчет производственной программы

Производственная программа является основой для разработки технологической части проекта.

Проектом цеха чугунного литья предусмотрен выпуск 35000 тонн годной продукции в год, масса отливок от 15 до 650 кг. Используется



литейный сплав марки СЧ25. Характер производства крупносерийный и массовый.

В проектируемом цехе вся номенклатура отливок разделяется на следующие массовые группы:

- группа – отливки массой от 5 до 50кг;
- группа – отливки массой от 50 до 100кг;
- группа – отливки массой от 100 до 700кг;

Производственная программа цеха приведена в таблице 1.

Планируемая доля брака при изготовлении отливок составит 1%. Брак стержней – 5%, брак форм – 5%. Просыпь и потеря технологических свойств смесей: формовочной – 5%, стержневой – 5%.

Таблица 1 – Производственная программа цеха

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, мм	Количество отливок в	Количество форм на годовую программу, шт	Количество стержней на отливку, шт	Количество стержней на программу, шт
									фонме, шт			
0-50	Крышка	СЧ25	15	20.2	165333	2480	3339.7	1000×800×200	4	41333	5	826667
	Крейцкопф	СЧ25	25	33.7	106000	2650	3572.2	1000×800×200	2	53000	2	212000
	Опора	СЧ25	33.6	45.6	92857	3120	4234.3	1000×800×200	1	92857	0	0
	Картер	СЧ25	50	67.5	33000	1650	2227.5	1000×800×200	2	16500	0	0
	Втулка	СЧ25	50	67.5	34000	1700	2295.0	1000×800×200	4	8500	0	0
Итого по группе					431190	11600	15668.7			212190		1038667
50-100	Подпятник	СЧ25	60	81	41667	2500	3375.0	1200×1600×400	2	20833	2	83333
	Балка	СЧ25	100	135	24000	2400	3240.0	1200×1600×400	2	12000	0	0
	Головка	СЧ25	60	81	41667	2500	3375.0	1200×1600×400	2	20833	0	0
	Крышка	СЧ25	100	135	17000	1700	2295.0	1200×1600×400	2	8500	2	34000
	Блок цилиндра	СЧ25	100	135	28300	2830	3820.5	1200×1600×400	2	14150	4	113200
Итого по группе					152633	11930	16105.5			76317		230533
100-700	Люлька	СЧ25	150	202.5	14667	2200	2970.0	1200×1600×400	1	1	14667	4
	Тяга	СЧ25	200	270	10900	2180	2943.0	1200×1600×400	2	2	5450	4
	Траверса	СЧ25	250	337.5	8520	2130	2875.5	1200×1600×400	2	2	4260	4
	Редуктор	СЧ25	400	540	6000	2400	3240.0	1200×1600×400	1	1	6000	3
	Опора	СЧ25	400	540	3425	1370	1849.5	1200×1600×400	1	1	3425	0
	Корпус	СЧ25	620	723	1919	1190	1387.7	1200×1600×400	1	1	1919	3
Итого по группе					45431	11470	15265.7			35721		160105
Итого по цеху					629255	35000	47039.9			324228		1429305

## 1.2. Выбор и обоснование места строительства цеха

Проект должен обеспечивать создание цеха с технологией, оборудованием и сооружениями соответствующим высокому технологическому уровню, с высоким уровнем механизации и автоматизации трудовых действий и производства, с безопасными условиями труда, с постоянным использованием мер и средств, предотвращающих загрязнение окружающей среды.

При выборе места строительства цеха учитывались следующие принципы [2]:

- Экономичности – проработка более экономичных проектных решений с целью обеспечения минимальных затрат на единицу продукции;
- Перспективности – этот принцип предполагает необходимость резервирования территории для расширения цеха, резервирования коммуникаций и мощности обслуживающих отделений, участков и оборудования;
- Учета территориальности – определение особенностей территориального расположения места сооружения цеха, при этом учитывается наличие источников снабжения, наличие в данном районе потребителей производимой продукции, природные условия и особенности климата.

Проектируемый цех расположен на территории Свердловской области. Он предназначен для выпуска отливок из чугуна, используемых в машиностроении.

Шихтовые материалы будут доставляться с металлургических заводов, отходы производства будут перерабатываться. Поставку необходимого оборудования, строительных материалов и металлоконструкций обеспечат заводы близлежащих областей Урала и Сибири.

Потребность в рабочих кадрах и инженерно технических работниках будут удовлетворять профессионально-технические училища, колледжи и ВУЗы Урала и Сибири.

### 1.3. Выбор режима работы литейного цеха. Расчёт фондов времени

В литейных цехах серийного производства применяют следующие виды режимов работ:

- параллельный, предусматривающий совмещение по времени и месту отдельных технологических операций производства литья, при этом операции со значительными выделениями шума, пыли и газа осуществляются в отдельных помещениях;
- ступенчатый, предусматривающий разделение технологических операций по времени и совмещение по месту их выполнения в неизолированных общих помещениях.

При крупносерийном и массовом поточном производстве в литейных цехах, как правило, применяют параллельный двухсменный режим работы с пятидневной рабочей неделей, продолжительностью рабочей смены 8,2 часа.

При проектировании литейных цехов различают три вида фондов времени работы оборудования и рабочих [14]:

1) Календарный фонд ( $T_k$ ) -указывает количество календарных дней (часов) в году.  $T_k = 365 \text{ дней} = 8760 \text{ часов}$ . Используется при расчете складских помещений.

2) Номинальный фонд ( $T_n$ )указывает время, в течение которого может выполняться работа по принятому режиму, без учета неизбежных потерь времени. Используется при расчетах оборудования:

$$T_n = (T_k - p) \cdot r \cdot c,$$

где  $p = 113$  -усредненное число выходных и праздничных смен;

$c$  — количество смен;

$r$  — продолжительность рабочей смены, ч,

$$T_{\text{н}} = (365 - 113) \cdot 2 \cdot 8,2 = 4132,8 \text{ ч.}$$

3) Действительный фонд ( $T_{\text{д}}$ ) определяется путем исключения из номинального фонда неизбежных потерь времени на простои; ремонт и так далее. Используется при более точном расчете оборудования.

Действительный фонд времени рассчитывается по формуле [4]:

$$T_{\text{д}} = T_{\text{н}} \cdot (1 - \Pi),$$

где  $\Pi$  - коэффициент, учитывающий потери времени.

Действительный фонд времени работы оборудования отражен в таблице 2.

Таблица 2 – Действительный годовой фонд времени

Оборудование	Число смен		
	1	2	3
Формовочное, стержневое, смесеприготовительное оборудование	2030	3975	5900
Оборудование для очистки и обрубки литья	2030	3975	5900
Автоматизированные формовочные и стержневые линии	-	3645	5340
Индукционные печи	-	3850	5710
Термические печи	-	3890	5840
Сушильные печи	2010	3975	5840
Станки металлорежущие	2030	4015	5960

## 2. АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ ДЕТАЛИ И ТРЕБОВАНИЯ К НЕЙ

### 2.1. Характеристика детали, её назначение и особенности условий её эксплуатации

В дипломном проекте рассматривается технология изготовления детали «Опора» массой 27,8 кг. Масса отливки с литниками и прибылями составляет 45,6 кг. Деталь работает в условиях средних статических и динамических нагрузок, а так же испытывает вибрационные нагрузки, следовательно, она должна обладать высокими прочностными свойствами.

Отливка «Опора» должна быть главным образом герметичной и прочной. Применение чугуна марки СЧ25 обеспечит необходимые физико-механические свойства металла,

Деталь подвергается механической обработке с удалением материала. Припуски на механическую обработку определяем по ГОСТ Р 53464-2009[27].

Точность отливки 12-11-15-10.

Класс точность размеров 12, степень коробления 11, степень точности поверхности 15, класс точности масс 10.

Допуск размеров отливки и припуски приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Допуски размеров и припуски на механическую обработку

Размер	Допуск	Припуск
23	4	5
37	4,4	5,3
22	4	5,1
15	3,6	4,9
R 62,5	5	5,6
R 60	5	5,6

Все отверстия  $\varnothing 11$  и резьбовые отверстия заливаются металлом и получают последующей механической обработкой.

Выбираем припуски на механическую обработку 5 мм на размер 23 и

37 мм, а на остальные размеры припуск 6 мм.

## 2.2. Характеристика сплава СЧ25

Материалом отливки проектируемого варианта технологии служит чугун марки СЧ25, состав и свойства чугуна СЧ25 приведены в таблицах 4-6.

Таблица 4 - Химический состав в % материала СЧ25 ГОСТ 1412 - 85

С	Si	Mn	S	P
3,2 – 3,4	1,4 – 2,2	0,7 – 1,0	до 0,15	до 0,2

Литейно-технологические свойства – линейная усадка составляет 1,2%.

Таблица 5 – Механические свойства при T=20°C материала СЧ25

сортамент	размер	Напр.	$\sigma_B$	$\sigma_T$	$\sigma_5$	$\sigma$	КСУ	Термообр
-	мм	-	МПа	МПа	%	%	кДж/м <sup>2</sup>	-
Отливки, ГОСТ 1412-85			250					

Твердость сплава СЧ25 в соответствии с ГОСТ 1412-85 составляет НВ=156 – 260 МПа.

Таблица 6 – Физические свойства материала СЧ25

T	E 10 <sup>-5</sup>	$\alpha$ 10 <sup>6</sup>	$\lambda$	$\rho$	C	R 10 <sup>9</sup>
Град.	МПа	1/Град	Вт/(м·град)	Кг/м <sup>3</sup>	Дж/(кг·град)	Ом·м
20	1		50	7200		
100		10			500	

## 2.3. Выбор, обоснование технологического процесса изготовления отливки

Технологический процесс изготовления отливок в проектируемом цехе должен обеспечить получение отливок, удовлетворяющих техническим требованиям, при высокой экономической эффективности производства в конкретных условиях данного предприятия.

При выборе способа производства отливок, прежде всего, необходимо установить метод литья, обеспечивающий выполнение предъявляемых к отливкам технических требований. Из всех методов нужно отдать предпочтение тем, которые обеспечивают наивысшую экономическую эффективность и наилучшие условия труда, а также удовлетворяют требованиям экологии [11].

При выборе способа получения отливки необходимо соотносить возможности каждого способа литья и требования, предъявляемые к литому изделию: размерная точность, шероховатость поверхности, механические и эксплуатационные свойства, структуру отливки и допустимые дефекты.

Требования, предъявляемые к отливке «Опора» могут быть обеспечены следующими способами литья: литьём в кокиль, литьём в керамические формы, литьём в песчаные формы.

Для изготовления отливки «Опора» не подходит кокильное литье из-за высокой стоимости кокильной оснастки, а так же из за характерного брака для кокильного литья – отбела, газовых раковин, неоднородности структуры, трещит в отливках, возникающих при быстром охлаждении.

Литьём в керамические формы можно получать сложные отливки практически из любых сплавов. При этом достигается высокая геометрическая и размерная точность изделия, чистая поверхность при минимальных припусках на механическую обработку. Однако изготовление отливки «Опора» в керамической форме приведёт к повышенному расходу формовочных материалов, что в свою очередь приведёт к повышению затрат на производство и, следовательно, к повышению себестоимости литья.

Благодаря низкой себестоимости, универсальности процесса, быстрой подготовке производства, рационально выбрать литьё в песчаные формы.

Литье в песчано-глинистые формы – литье в землю с очень низкой ценой за килограмм отливки. Многие заводы успешно применяют эту технологию. Однако оно подходит для грубых заготовок, которые затем полностью обрабатываются (или когда качество не имеет значения).



Внедренная в металл смесь портит инструмент, в ходе обработки часто вскрываются поры и раковины. Иногда наполовину обработанную деталь приходится заваривать или отправлять в брак из-за вскрывшихся дефектов.

Литье в формы на основехолоднотвердеющей смеси (ХТС) - относительно простой и технологичный способ изготовления отливок. Он позволяет изготавливать отливки со сложной плоскостью разъема формы. Поверхность получается с хорошим качеством, практически не требует дальнейшей обработки. Высокая точность позволяет давать минимальные припуски на механическую обработку, а многие поверхности получать сразу без обработки.

Учитывая требования к отливке «Опора» целесообразно выбрать литье в формы из ХТС.

С целью обеспечения более высокого качества, а в первую очередь большой точности отливок, рационально выбрать машинную формовку, где будут применяться металлические модели и оснастка.

Формовочные машины позволяют механизировать самые трудоемкие процессы изготовления форм, уплотнения смеси в опоке и извлечение модели из формы. Кроме того, машинная формовка облегчает условия труда формовщиков, повышает производительность и сокращает цикл изготовления отливок.

#### 2.4. Выбор положения отливки в форме

Поверхность соприкосновения верхней и нижней полуформы называется поверхностью разъема формы. Она необходима для извлечения модели из уплотненной формовочной смеси и установки стержней в форму. Поверхность разъема может быть плоской и фасонной.

Выбор разъема формы определяет конструкцию и разъемы модели, необходимость применения стержней, величину формовочных уклонов, размер опок и т.д. При неправильном выборе поверхности разъема возможно

искажение конфигурации отливки, неоправданное усложнение формовки, сборки.

Для изготовления отливки «Опора» выбираем горизонтальную плоскость разъёма и подвод металла по разъему. Это обусловлено простотой формовки и сборки, а также направленной кристаллизацией металла. Формовка осуществляется по разъёмной модели, разъём формы и разъём модели совпадают.

В опоках располагаем одну отливку. Для этого выбираем опоки с габаритными размерами 800×600×300, согласно ГОСТ 2133-75[25]. Заливку форм производим из поворотного ковша.

Выбранная поверхность разъёма формы удовлетворяет следующим требованиям:

- Поверхность разъёма формы и модели плоская, что наиболее рационально с точки зрения изготовления модельного комплекта;
- Стержни располагается в обеих полуформах, так как линия разъёма проходит строго по его оси;
- Уменьшаются затраты на обрубку и зачистку отливки.

## 2.5. Конструирование и расчет литниково-питающей системы

### 2.5.1. Конструирование и расчет прибылей

Отливка «Опора» изготавливается из серого чугуна марки СЧ25, а для чугунных отливок в качестве питающих элементов используются выпоры.

Питающие выпоры используются для обеспечения питания отдельных термических узлов отливки. Для нашей отливки установим четыре питающих выпора, расположенных по фланцу. Три выпора имеют размеры 20х80х200, а один – 30х80х200.

### 2.5.2. Определение выхода годного

Коэффициент выхода годного показывает сколько металла, заливаемого в форму, приходится непосредственно на отливку[10].

Выход годного рассчитывается по формуле:

$$ВГ = \frac{G_{отл}}{G_{отл} + G_{вып} + G_{л.с.}} \cdot 100 \%,$$

где  $G_{отл}$  – масса отливки, кг;

$G_{приб.}$  – масса прибылей, приходящаяся на одну отливку, кг;

$G_{л.с.}$  – масса литниковой системы, приходящаяся на одну отливку, кг.

Массу выпоров можно вычислить, зная их объем и плотность чугуна.

Масса выпоров составляет 10,3 кг.

Массу литниковой системы определим как 5% от массы отливки:

$$G_{л.с.} = 0,05 \cdot G_{отл} = 0,05 \cdot 33,6 = 1,7 \text{ кг.}$$

Таким образом, подставив полученные данные в исходное уравнение, коэффициент выхода годного для нашей отливки составит:

$$ВГ = \frac{33,6}{33,6 + 10,3 + 1,7} \cdot 100 = 73,7 \%.$$

### 2.5.3. Конструирование и расчет литниковой системы

Заполнение форм сплавом является первым этапом формирования отливки. Несмотря на свою относительную кратковременность, заполнение формы в значительной мере определяет качество отливки. Подавляющее большинство технологического брака в литейном производстве связано с неправильной организацией отливки.

Литниковая система – это система каналов и элементов литейной формы, предназначенная для подвода металла к полости формы, ее заполнения и питания отливки.

Для обеспечения качественного заполнения формы сплавом литниковая система должна удовлетворять следующим требованиям [10]:

- обеспечивать заполнение формы за некоторое оптимальное время;
- создавать возможность надежного улавливания шлака, неметаллических и газовых включений;
- способствовать плавному поступлению сплава в полость формы без разбрызгивания и размывания поверхностей формы и стержней;
- создавать тепловые условия, благоприятствующие направленному затвердеванию отливки и снижению развивающихся в ней литейных напряжений.

Учитывая выше приведенные требования, выбираем литниковую систему III класса, замкнутую в питателях. Литниковая система III класса состоит из литниковой воронки, стояка, шлакоуловителя и питателей.

Рассчитаем литниковую систему для чугунной отливки «Опора» массой 33,6 кг.

Для определения оптимальной продолжительности заливки формы рассчитаем массу жидкого металла, заливаемого в форму:

$$G = G_{\text{отл}} + G_{\text{вып}} + G_{\text{л.с.}}$$

где  $G_{\text{отл}}$  – масса жидкого металла на отливку, кг;

$G_{\text{приб}}$  – масса жидкого металла на прибыли, кг;

$G_{\text{л.с.}}$  – масса жидкого металла на литниковую систему, кг.

$$G = 33,6 + 10,3 + 1,7 = 45,6 \text{ кг.}$$

Масса жидкого металла, заливаемого в форму, равна 45,6 кг.

Рассчитаем оптимальную продолжительность заливки по формуле Г.М. Дубицкого [10]:

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

где  $S_1$  – коэффициент продолжительности заливки (в соответствии с данными Г. М. Дубицкого, для чугуна примем  $S_1 = 2$ );

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

$\delta$  – преобладающая толщина стенки отливки, мм ( $\delta = 17$  мм).

$$\tau_{\text{опт}} = 2 \sqrt[3]{45,6 \cdot 17} = 18,4 \text{ с.}$$

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

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

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

$$C = 44 + 200 = 244 \text{ мм,}$$

$$V_{\text{ср}} = 244 / 18,4 = 13,3 \text{ мм/с.}$$

Так как литниковая система является замкнутой во всех элементах, то расчетный статический напор ( $H_p$ ) определяется по формуле Дитера:

$$H_p = H_o - \frac{P^2}{2 \cdot C},$$

где:  $H_o$  – начальный напор или расстояние от горизонтальной оси питателей до верхней кромки верхней опоки, мм ( $H_o = 200$ );

$P$  – расстояние от горизонтальной оси питателей до верха отливки, мм ( $P = 200$ );

$C$  – высота отливки, мм ( $C = 244$ ).

$$H_p = 200 - \frac{200^2}{2 \cdot 244} = 118 \text{ мм.}$$

Площадь узкого места системы для расчета при заливке из поворотных ковшей будет равна:

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

где  $G$  – масса жидкого металла, кг;

$\rho$  – плотность сплава при температуре заливки,  $7,2 \text{ г/см}^3$ ;

$\mu$  – коэффициент расхода металла,  $0,48$ ;

$\tau_{зал}$  – продолжительность заливки формы, сек;

$g$  – ускорение свободного падения,  $981 \text{ см/с}^2$ ;

$H_p$  – расчетный статический напор, см.

$$F_{уз} = \frac{45,6 \cdot 1000}{7,2 \cdot 0,48 \cdot 18,4 \cdot \sqrt{2 \cdot 981 \cdot 11,8}} = 4,71 \text{ см}^2.$$

После определения площади сечения узкого места литниковой системы рассчитывают площади поперечного сечений остальных элементов. Это осуществляется по эмпирическим соотношениям, зависящим от сплава и положения узкого места системы. На основании того, что мы осуществляем заполнение формы чугуном и из поворотного ковша, то:

$$\sum F_{пит} : \sum F_{шл} : F_{ст} = 1 : 1,2 : 1,4.$$

Так как узким местом у нас является питатель, но у нас их 4, то:

$$F_{пит} = 4,71 / 4 = 1,18 \text{ см}^2.$$

Из соотношения находим  $F_{шл}$  и  $F_{ст}$ :

Так как шлакоуловитель делится стояком на две ветви, то:

$$F_{шл} = 4,71 \cdot 1,2 / 2 = 2,83 \text{ см}^2.$$

$$F_{ст} = 4,71 \cdot 1,4 = 6,59 \text{ см}^2.$$

После расчета площадей сечений определяем размеры всех элементов литниковой системы.

По найденным значениям площадей питателей и шлакоуловителя найдем их конкретные размеры. Примем для этих элементов трапециидальную форму сечения. С учетом этого находим для питателей:

$$F_{пит} = 0,9a^2 \Rightarrow a = \sqrt{\frac{F_{пит}}{0,9}} = \sqrt{\frac{1,18}{0,9}} = 1,15 \text{ см}$$

$$h=a=1,15\text{ см}$$

$$b=0,8a=0,8 \cdot 1,15=0,92\text{ см}$$

Для шлакоуловителя:

$$F_{\text{ул}}=0,81a^2 \Rightarrow a = \sqrt{\frac{2,83}{0,81}} = 1,87\text{ см}$$

$$b=0,8a=0,8 \cdot 1,87=1,5 \text{ мм}$$

$$h=0,9a=0,9 \cdot 1,87= 1,68\text{ см}$$

Стояк:

Для обеспечения замкнутости литниковой системы и удобства формовки используем конический, расширяющийся вверх круглый стояк. Конусность стояка зависит от его высоты. Уклон стояка делается из расчета 1 мм на 100 мм высоты.

$$F_{\text{ст}} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\text{ст}}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 6,59}{3,14}} = 2,9 \text{ см.}$$

$$D_{\text{ст.в.}}=3,3 \text{ см.}$$

Воронка:

Форма внутренней поверхности воронки должна охватывать контур падающей струи.

Диаметр воронки равен  $D_{\text{в}} = (2,7 \div 3,0) \cdot D_{\text{ст.в.}}$ , а высота  $H_{\text{в}}=D_{\text{в}}$ .

Исходя из конструктивных соображений, примем  $D_{\text{в}} = 2,72 \cdot D_{\text{ст.в.}}$ .

$$D_{\text{в}} = 2,72 \cdot 3,3 = 9 \text{ см.},$$

$$H_{\text{в}}=D_{\text{в}} = 9 \text{ см.}$$

### 3. РАСЧЁТ ОСНОВНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ ЦЕХА

#### 3.1. Плавильное отделение

Перспективная технология выплавки чугуна должна обеспечивать[10]:

- стабильное получение чугунных отливок с заданными эксплуатационными свойствами;
- использование высокопроизводительных плавильных агрегатов, включая методы интенсификации;
- снижение потерь от брака по причинам, зависящим от качества чугуна (отклонение по химическому составу, структуре отливок, усадки и другое);
- применение технологического оборудования для плавки и внепечной обработки чугуна, отвечающего высоким требованиям экологической чистоты технологии;
- механизацию и автоматизацию технологических процессов набора и дозирования шихты;
- использование возврата;
- значительное снижение трудоемкости и энергоемкости на всех технологических операциях, включая вспомогательные работы по подготовке производства.

##### 3.1.1. Выбор плавильного агрегата

Выбор плавильного оборудования обуславливается его металлургическими возможностями обеспечить заданное качество выплавляемого сплава, наличием в регионе проектируемого цеха необходимых шихтовых материалов и энергетических ресурсов, условиями труда обслуживающего персонала и соблюдением условий защиты



окружающей среды от газовыделений и отходов плавки сплавов и эффективностью производства сплава на выбранном оборудовании [9].

Проектируемый цех ориентирован на производство отливок из серого чугуна (СЧ25).

Высокое качество чугуна должно быть обеспечено:

- технологией плавки;
- качеством шихтовых материалов;
- эффективными методами выпечной обработки.

Для выплавки чугуна в проектируемом цехе целесообразно применять индукционные тигельные электропечи.

Достоинства индукционных плавильных печей:

1) Энергия выделяется непосредственно в загрузке, без промежуточных нагревательных элементов;

2) Интенсивная электродинамическая циркуляция расплава в тигле, обеспечивающая быстрое плавление мелкой шихты, отходов, выравнивание температуры по объёму ванны и отсутствие местных перегревов, гарантирующая получение однородных по химическому составу сплавов;

3) Принципиальная возможность создания в печи любой атмосферы (окислительной, восстановительной или нейтральной) при любом давлении;

4) Высокая производительность, достигаемая благодаря высоким значениям удельной мощности, особенно на средних частотах;

5) Возможность полного слива металла из тигля и относительно малая масса футеровки печи, что создаёт условия для снижения тепловой инерции печи благодаря уменьшению тепла, аккумулируемого футеровкой. Печи этого типа удобны для периодической работы с перерывами между плавками и обеспечивают возможность быстрого перехода с одной марки сплава на другую;

6) Простота и удобство обслуживания печи, управления и регулировки процесса плавки, широкие возможности для механизации и автоматизации процесса;

7) Высокая гигиеничность процесса плавки и малое загрязнение воздуха.

К недостаткам тигельных печей относятся относительно низкая температура шлаков, наводимых на зеркало расплава с целью его технологической обработки.

Шлак в индукционных тигельных печах разогревается от металла, поэтому его температура всегда ниже, а также сравнительно низкая стойкость футеровки при высоких температурах расплава и наличие теплосмен (резких колебаний температуры футеровки при полном сливе металла).

Однако преимущества индукционных тигельных печей перед другими плавильными агрегатами значительны, поэтому они нашли широкое применение в самых разных отраслях промышленности [5].

Анализ эффективности применения различных плавильных агрегатов (индукционные печи, электропечи и вагранки) показал, что приведенные затраты на 1 тонну годного литья при использовании индукционной печи меньше, чем например, при ваграночной плавке на 21 - 23%.

Устранение отрицательной наследственности шихты, связанной с наличием вредных примесей, достигается применением относительно высоких перегревов расплавов до температур разупорядочения структуры жидкости интенсивным перемешиванием ванны и шлаковой обработкой, с основной футеровкой и насыщением основных шлаков, с успехом осуществляется в индукционных печах.

### 3.1.2. Шихтовые материалы индукционной плавки

Шихтой называется смесь материалов, предназначенных для расплавления в плавильных агрегатах с целью получения металла необходимого состава и качества. При выплавке чугуна в качестве шихтовых

материалов используют отходы собственного производства, стальной и чугунный лом.

Перед плавкой шихтовые материалы подвергаются подготовке. Подготовка заключается в удалении с поверхности металлических материалов оксидов, влаги, масел, эмульсии, остатков формовочной смеси, удалении железных армирующих вставок, фильтрующих сеток, в разделке на куски нужных габаритов. Соли, входящие в состав флюсов, также могут содержать влагу и служить источником загрязнения сплавов оксидами и водородом. Поэтому флюсы вначале переплавляют, затем измельчают и хранят в условиях, предупреждающих поглощение ими влаги (в закрытой емкости, сушильных шкафах при температуре 120-200°C). С экономической точки зрения, целесообразно переплавлять все отходы собственного производства.

Для приготовления расплава с требуемыми свойствами и, следовательно, качественной отливки выполняют контроль шихтовых материалов на соответствии их требованиям стандартов и технических условий.

Расчет шихты ведется на 100 кг жидкого чугуна марки СЧ25 предназначенного для изготовления отливок для машиностроения. Химический состав для СЧ25 приведен в таблице 7, а состав шихты в таблице 8.

Таблица 7 – Химический состав чугуна СЧ25, % [23]

Марка	Углерод	Кремний	Марганец	Фосфор	Сера
СЧ25	3,2 – 3,4	1,4 – 2,2	0,7 – 1	<0,2	<0,15

Таблица 8- Расчет шихты для плавки чугуна СЧ 25

Номер строки	Наименование	Количество, кг	Содержание элементов, %									
			C		Si		Mn		P		S	
			%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг
1	Жидкий чугун	100,0	3,3	3,3	1,8	1,8	0,9	0,9	0,2	0,	0,15	0,15
2	Угар	0,47	4,3	0,15	4,1	0,08	1,4	0,01	0	0	0	0
3	Шихта	100,47	3,43	3,45	1,87	1,88	0,91	0,91	0,2	0,2	0,15	0,15
4	Возврат	25,5	3,3	0,84	1,8	0,46	0,9	0,23	0,2	0,05	0,15	0,04
5	Стальной лом	20	0,3	0,06	0,4	0,08	0,5	0,1	0,05	0,01	0,05	0,01
6	Чугунный лом	30	3,3	0,99	2	0,6	0,6	0,18	0,2	0,06	0,1	0,03
7	Внесено	75,5	-	1,89	-	1,14	-	0,51	-	0,12	-	0,08
8	Необходимо внести	24,97	-	1,56	-	0,74	-	0,4	-	0,08	-	0,07
9	Чугун ПЛ1БП	22,88	3,8	0,76	1	0,2	0,35	0,07	0,12	0,02	0,02	0,004
10	Ферромарганец ФМн78	0,41	7	0,03	0	0	80	0,33	0,35	0,001	0,03	0
11	Ферросилиций ФС65	0,83	0	0	65	0,54	0,4	0,003	0,05	0	0,02	0
12	Электродный бой	0,85	90,9	0,77	0	0	0	0	0	0	0,02	0
13	Внесено	24,97	-	1,56	-	0,74	-	0,4	-	0,03	-	0,004
14	Всего	100,47	-	3,45	-	1,88	-	0,91	-	0,15	-	0,08

### 3.1.3. Расчет количества плавильных агрегатов

Для расчета количества плавильных агрегатов необходимо составить баланс металла по цеху, который приведен в таблице 9.

Таблица 9 - Баланс металла по цеху

Наименование статьи баланса	СЧ 25	
	т	%
Годные отливки, $M_{г.о.}$	35000	70,8
Литники и прибыли, $M_{л.п.}$	12039.9	24,2
Скрап, $C_k$	1411.1	3
Итого жидкого сплава	48451	98
Угар и безвозвратные потери	969	2
Итого металлозавалки, $M_m$	49420	100

Данные по годным отливкам берем из производственной программы. Процент скрапа  $C_k=3\%$ . Угар и безвозвратные потери составляют 2%.

Масса металлозавалки в тоннах рассчитывается по формуле:

$$M_m = M_{г.о.} + M_{л.п.}/100 - Y - C_k \times 100,$$

где  $M_{г.о.}$  – годные отливки, т;

$M_{л.п.}$  – литники и прибыли, т;

$Y$  – угар и безвозвратные потери, %;

$C_k$  – скрап, %.

Массу скрапа и массу, потерянную при угаре находим по формулам:

$$M_c = M_m \times C_k/100,$$

$$M_Y = M_m \times Y/100.$$

В проектируемом цехе в качестве плавильных агрегатов используем индукционную тигельную печь марки ИЧТ-6 с основной футеровкой, емкостью 6 тонн и производительностью 3 т/ч. Технические характеристики

печи приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Технические характеристики индукционной тигельной печи повышенной частоты ИЧТ-6 [9]

Номинальная вместимость печи, т	6
Производительность, т/ч	3
Установленная мощность, кВт	2500
Расход электроэнергии, кВт·ч/т	725
Металлургические показатели	$t_M \leq 1700^\circ\text{C}$ . Угар и безвозвратные потери 2 – 3%. Изменение химического состава практически не происходит

Расчет необходимого количества плавильных печей проводим по формуле:

$$N = \frac{Q \cdot K_n}{T_o \cdot q},$$

где N – количество единиц оборудования, шт;

Q – металлозавалка;

$K_n$  – коэффициент неравномерности использования оборудования (для плавильного оборудования равен 1,3);

q – производительность оборудования.

$$N = \frac{49420 \cdot 1,3}{3850 \cdot 3} = 5,6 \text{ шт.}$$

Принимаем к установке 6 печей с коэффициентом загрузки:

$$K_{\text{заг}} = 5,6 / 6 = 0,93.$$

### 3.1.4. Расчет парка ковшей

Ковши служат для транспортировки жидкого металла и заливки форм. Ковш представляет собой стальной кожух, стенки и дно которого изнутри выложены огнеупорным кирпичом. Для разлики чугуна используем поворотные ковши. После футеровки ковши необходимо тщательно просушить и прокалить до темно-красного цвета. Для этого используем стенд для сушки ковшей газообразным топливом при температуре 500 - 600°C, который имеет местную вытяжку продуктов горения[10].

Расчет парка заливочных ковшей производится с учетом количества одновременно работающих ковшей, продолжительности работы ковша до ремонта и длительности ремонта. Время работы ковша до ремонта и длительность ремонта зависят от емкости ковша [9].

Принимаем для использования ковши ёмкостью 3т.

Рассчитаем необходимое количество одновременно работающих ковшей (N – ковши емкостью 3т) по формуле:

$$n = q \cdot N_{\text{п}} \cdot t_0 / M \cdot 60,$$

где q - производительность печи, т/ч;

$N_{\text{п}}$  - количество одновременно работающих печей;

$t_0$  - время оборота ковша, мин;

M - емкость ковша, т.

$$n = 3 \cdot 6 \cdot 20 / 3 \cdot 60 = 2.$$

Принимаем 2 одновременно работающих ковша в смену.

Результаты расчёта парка ковшей сводим в таблице 11.

Таблица 11 – Результаты расчёта парка ковшей

Ёмкость ковша, кг	Число одновременно работающих ковшей	Число ковшей в ремонте	Запас ковшей	Общее количество ковшей
3000	2	4	1,2	8

### 3.2. Формовочно-заливочно-выбивное отделение

В формовочно-заливочно-выбивном отделении производятся следующие операции: формовка полуформ, сборка форм, заливка форм жидким металлом, выдержка залитых форм перед выбивкой, выбивка отливок из форм. Трудоемкость этих операций составляет до 60% от общей трудоемкости изготовления отливок. Технологическое, подъемно-транспортное оборудование, модельно-опочная оснастка являются наиболее дорогостоящими. Поэтому при выборе технологического оборудования необходимо учитывать следующее [9]:

- максимальная механизация всех трудоемких основных и вспомогательных операций;
- использование передового опыта других заводов;
- условия работы должны соответствовать современным требованиям техники безопасности;
- охрана труда и окружающей среды.

Для изготовления отливок ответственного назначения в условиях крупносерийного и массового производства характерно применение различного вида упрочняемых форм из самотвердеющих смесей. Для изготовления отливки «Опора» используем холоднотвердеющие смеси.

#### 3.2.1. Расчет программы формовочного отделения

В соответствии с выбранным технологическим процессом необходимо рассчитать количество формовочного оборудования. Прежде всего,



составляется расчетная программа формовочного отделения, цель которой – определить годовое количество форм для каждого технологического процесса.

Исходными данными для расчета формовочного отделения служат значения годового количества отливок с учетом внешнего и внутреннего брака.Metalлоемкость формы определяется на основе известных значений масс отливок с литниками и прибылями.

Объем формовочной смеси на форму ( $V_c$ ) определяется по формуле:

$$V_c = V_f - (V_m + V_{ст}),$$

где  $V_f$  – объем формы;

$V_m$  – объем металла в форме;

$V_{ст}$  – объем стержней в форме (без знаковых частей).

Опираясь на данные производственной программы(таблица 1), составим производственную программу формовочного отделения (таблица 12).

Таблица 12– Производственная программа формовочного отделения

Отливка	Кол-во форм в год, шт.	Технологическ ие потери		Кол-во форм с учетом потерь, шт.	Масса формовочной смеси, т		
		%	шт.		на форму	в год	
Крышка цилиндра	41333	5	2067	43400	0.57	24737.80	
Крейцкопф	53000		2650	55650	0.525	29216.25	
Опора	92857		4643	97500	0.353	34417.45	
Картер	16500		825	17325	1.05	18191.25	
Втулка	8500		425	8925	2.1	18742.50	
Подпятник	20833		1042	21875	1.164	25462.09	
Втулка большая	12000		600	12600	1.94	24444.00	
Головка	20833		1042	21875	1.164	25462.09	
Крышка	8500		425	8925	1.94	17314.50	
Блок цилиндра	14150		708	14858	1.94	28823.55	
Люлька	14667		733	15400	1.38	21252.48	
Тяга	5450		273	5723	3.68	21058.80	
Траверса	4260		213	4473	4.6	20575.80	
Редуктор	6000		300	6300	2.96	18648.00	
Опора	3425		171	3596	2.96	10644.90	
Корпус	1919		96	2015	4.23	8523.24	
ИТОГО:	324228			16211	340439		347514.70

### 3.2.2. Технологический процесс изготовления форм из ХТС

При изготовлении формы для отливки «Опора» используем технологию изготовления формы из ХТС. Данная технология рассчитана на выпуск мелких, средних и крупных отливок массой до 700 кг. Формы из ХТС отличаются высокой прочностью и точностью.

Для изготовления форм используют металлические опоки. При этом применяют холоднотвердеющие смеси с синтетическими смолами. Эти смеси готовят и сразу же выдают в опоки шнековыми смесителями, устанавливаемыми в формовочном отделении. При изготовлении форм смесь уплотняют в опоках на вращающихся столах, а так же с помощью вибрационного стола. Время выдержки мелких форм обычно составляет 1 – 5 минут, а средних и крупных 8 – 40 минут после виброуплотнения [9].

### 3.2.3. Выбор формовочного оборудования

Основным направлением повышения производительности труда и качества отливок, изготавливаемых в разовых объёмных формах, является применение автоматических и комплексно-механизированных линий. Для окупаемости затрат на установку формовочных линий их необходимо интенсивно использовать, кроме того, они должны обладать необходимой технической и технологической надёжностью и ремонтпригодностью.

Формовочное оборудование выбирают по принятому технологическому процессу и приемлемому способу уплотнения, по необходимому размеру форм и производительности в зависимости от массы, объёма и серийности производства отливок [9].

В проектируемом цехе для форм с габаритными размерами 1200×1600×400 используем комплексно-механизированные линии типа

ИФЛ72С, для форм с габаритными размерами 1000×800×200 – автоматическую формовочную карусель. Технические характеристики формовочного оборудования представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Технические характеристики комплексно-механизированной формовочной линии марки ИФЛ72С и технические характеристики автоматизированной формовочной карусели[13]

Размер опоки, мм	Производительность, ф/ч	Установленная мощность, кВт	Габаритные размеры линии, м	Масса, т
Комплексно-механизированная формовочная линия ИФЛ72С				
1200×1600	35	458	64,8×17,1	1100
Автоматическая формовочная карусель				
1000×800	30	400		

### 3.2.4. Расчет количества формовочного оборудования

Расчет необходимого количества автоматических формовочных каруселей и комплексно-механизированных формовочных линий ИФЛ72С производится по формуле:

$$N = \frac{Q \cdot K_n}{T_o \cdot q},$$

где N – количество единиц оборудования, шт;

Q – годовое количество форм, шт;

$K_n$  – коэффициент неравномерности использования оборудования (для формовочного оборудования равен 1);

q – производительность оборудования.

$$N = \frac{112038 \cdot 1}{3645 \cdot 25} = 0,88 \text{ шт.}$$

Принимаем к установке одну линию модели ИФЛ72С.

Коэффициент загрузки линии определим по формуле:

$$K_3 = N_{\text{л}} / N,$$

где  $N_{л}$ — расчетное количество линий;

$N$ —принимаемое количество линий.

$$K_3 = 0,88 / 1 = 0,88.$$

$$N = \frac{212190 \cdot 1}{3645 \cdot 30} = 1,94 \text{ шт.}$$

Принимаем к установке две автоматические формовочные карусели.

Коэффициент загрузки формовочной карусели определим по формуле:

$$K_3 = N_{л} / N,$$

где  $N_{л}$ — расчетное количество линий;

$N$ —принимаемое количество линий.

$$K_3 = 1,94 / 2 = 0,97.$$

### 3.3. Стержневое отделение

Организация работы стержневого отделения и выбор метода изготовления стержней зависят от характера литья. В стержневом отделении выполняются операции изготовления, покраски, сушки, зачистки и сборки стержней, их контроль и комплектовка. На площадях стержневого отделения размещаются каркасный участок, склады для суточного хранения стержневых ящиков, плит и стержней. Объем стержневых работ зависит главным образом от сложности отливок, то есть количества и массы стержней на 1 тонну годного литья, а выбор метода изготовления стержней и оборудования – от серийности номенклатуры[9].

#### 3.3.1. Расчёт программы стержневого отделения

На основании производственной программы цеха, приведенной в таблице 1, составляем производственную программу для стержневого отделения(таблица14).

Таблица 14 – Производственная программа стержневого отделения

Наименование отливки	Количество стержней		Масса стержней		Брак стержней, %	Количество стержней на годовую программу с учетом брака, шт.	Масса стержней на годовую программу с учетом брака, т	Количество стержневых гнезд в ящике, шт.	Годовое количество съёмов стержней, шт.
	На одну отливку, шт.	На программу, шт.	На одну отливку, кг	На годовую программу, т					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Крышка	5	826667	2.11	348.85	5	868000	366.30	8	108500
Крейцкопф	2	212000	6.11	647.66	5	222600	680.04	4	55650
Подпятник	2	83333	14.66	610.83	5	87500	641.37	4	21875
Крышка	2	34000	24.44	415.48	5	35700	436.25	4	8925
Блок цилиндра	4	113200	24.44	691.65	5	118860	726.23	6	19810
Люлька	4	58667	60.95	893.94	5	61600	938.64	4	15400
Тяга	4	43600	81.27	885.84	5	45780	930.14	4	11445
Траверса	4	34080	101.59	865.55	5	35784	908.82	4	8946
Редуктор	3	18000	162.54	975.24	5	18900	1024.00	1	18900
Корпус	3	5758	451.14	865.89	5	6046	909.18	1	6046
Всего по цеху		1429305		7200.93		1500770	7560.98		275497

### 3.3.2. Технологический процесс изготовления стержней из ХТС

При изготовлении стержней для отливки «Опора» используем технологию изготовления стержней из ХТС. Данная технология рассчитана на выпуск мелких, средних и крупных стержней массой до 600 кг, которые по сложности относятся к II – V классам, а по конструктивным особенностям – к сплошным и полым. Стержни отличаются высокой прочностью и точностью, легко удаляются из отливок при выбивке форм.

Для изготовления стержней используют деревянные стержневые ящики, окрашиваемые эпоксидными или меламиновыми красками. При этом применяют холоднотвердеющие смеси с синтетическими смолами. Эти смеси готовят и сразу же выдают в ящик шнековыми смесителями, устанавливаемыми в стержневом отделении. При изготовлении стержней смесь уплотняют в ящике на вращающихся столах или с помощью вибрационного стола. Время выдержки мелких стержней в ящике обычно составляет 20 – 40 секунд, а средних и крупных 8 – 40 минут после виброуплотнения. Стержни для чугунных отливок окрашивают красками на основе циркона для тонкостенных отливок один раз, а для толстостенных и массивных два раза. После окраски стержни подсушивают при температуре 80 – 120 °С в течение 20 – 40 минут.

Благодаря высокой прочности стержни можно транспортировать путём захвата за подъёмы каркаса без применения сушильных плит. Крупные стержни целесообразно выполнять полыми, а внутренние их полости заполнять насыпанным в мешочки гравием или кусками бракованных стержней. Несмотря на высокую стоимость ХТС, они широко используются благодаря высокой точности и низкой шероховатости поверхностей отливок. ХТС обеспечивают хорошую выбиваемость стержней из отливок, а также малую трудоёмкость стержневых и очистных работ [9].

### 3.3.3. Выбор стержневого оборудования и расчёт его количества

При выборе оборудования для проектируемого стержневого отделения следует базироваться на принятом технологическом процессе изготовления стержней с учётом вида производства отливок.

Для изготовления стержней из ХТС в проектируемом цехе целесообразно установить автоматическую стержневую линию Л16Х. Технологические характеристики линии приведены в таблице 15.

Таблица 15 – Технологические характеристики автоматической стержневой линии Л16Х[13]

Показатели	Характеристики
Максимальный размер стержневого ящика, мм	1300×1300×600
Грузоподъемность вибростола, кг	400
Производительность, съёмов/ч	60
Мощность, кВт	43
Габаритные размеры линии, мм	20800×4220×3640
Масса, т	40

Автоматизированная стержневая линия включает в себя комплект оборудования, на котором выполняются операции по изготовлению стержней. К таким операциям относятся: приготовление стержневой смеси ХТС, наполнение стержневого ящика смесью, уплотнение смеси на вибрационном столе, накладывание транспортной плиты на ящик, кантовка ящика со стержнем, извлечение стержня из стержневого ящика, укладка стержня на плиту, транспортирование плит со стержнем на участок покраски стержня противопригарной краской, а затем на склад стержней, возврат стержневых ящиков после очистки и сборки на позицию заполнения стержневой смесью.

Стержневые транспортные плиты очищаются в специальной камере, смонтированной на раме приводного роликового конвейера. Внизу камеры имеется воронка, в которой собираются продукты очистки, вверху камеры - патрубок для вытяжной вентиляции [7].

Расчет количества стержневых линий произведем по формуле:

$$N = \frac{Q \cdot K_n}{T_o \cdot q},$$

где  $N$  – количество единиц оборудования, шт;

$Q$  – годовое количество съёмов, шт;

$K_n$  – коэффициент неравномерности использования оборудования (для формовочного оборудования равен 1,2);

$q$  – производительность оборудования.

$$N = \frac{275497 \cdot 1,2}{3645 \cdot 60} = 1,5 \text{ шт.}$$

Принимаем к использованию две стержневые линии модели Л16Х с коэффициентом загрузки  $K_z = 1,5/2=0,75$ .

#### 3.4. Смесеприготовительное отделение

Формовочные и стержневые смеси это основные компоненты технологического процесса изготовления отливок в разовые песчаные формы. Составы и свойства смесей выбираем в зависимости от технологии изготовления форм и стержней, конфигурации и массы отливок. Формовочные смеси в зависимости от их назначения, делятся на облицовочные, наполнительные и единые [9].

В смесеприготовительном отделении выполняется контроль качества свежих формовочных материалов, транспортирование компонентов формовочной и стержневой смесей к месту их приготовления, приготовление формовочной и стержневой смесей и противопопригарной краски для стержней из смеси ХТС, контроль их качества.



### 3.4.1. Выбор формовочной и стержневой смеси

Составы формовочных смесей определяются технологией изготовления форм, конфигурацией и массой отливки.

В проектируемом цехе для изготовления форм используем холоднотвердеющие смеси, так как данная смесь обеспечивает высокую прочность формы, точный отпечаток модели и хорошую поверхность отливки.

Основные компоненты самотвердеющих смесей: регенерированная или оборотная смесь, кварцевый песок, химическое связующее и катализатор химического процесса затвердевания. Из всех видов химических связующих наиболее технологичными являются различные синтетические смолы, так как они, разрушаясь после контакта с горячим металлом, легче выбиваются из опок, а отработанная смесь легко регенерируется.

Стержневые смеси, как правило, находятся в более тяжёлых условиях, чем формовочные, так как вся поверхность стержней обычно соприкасается с жидким металлом и испытывает высокие температуру и давление.

Стержневые смеси делят на две группы: упрочняемые смеси средней прочности, приобретающие прочность в процессе тепловой обработки и самотвердеющие смеси высокой прочности [9].

Для изготовления стержней также используем холоднотвердеющие смеси, обладающие высокой прочностью. Состав и свойства смесей описаны в таблице 16 и 17.

Таблица 16 – Состав холоднотвердеющей смеси для форм и стержней [1].

Количество, % по массе		
Кварцевый песок	Регенерат	Жидкая композиция
70	20	5 смолы ОФ-110; 5 паратолуоласульфокислоты

Таблица 17 – Свойства ХТС для форм и стержней [1].

Основные свойства		
Влажность, %	Газопроницаемость, ед	Предел прочности на разрыв, МПа
до 1	150	4,9

### 3.4.2. Расчёт оборудования смесеприготовительного отделения

Приготовление смесей из предварительно подготовленных материалов состоит из следующих операций [1]:

- смешивание составных частей в заданных пропорциях;
- отстаивание смеси с целью выравнивания влажности;
- разрыхление смеси.

При смешивании смесей требуется достичь более равномерного распределения всех составляющих смеси в объеме. Поэтому операция перемешивания является важнейшей во всем технологическом процессе приготовления формовочной и стержневой смесей.

Для приготовления формовочной смеси применяем смесители для ХТС марки 19639 производительностью 40т/ч [7].

Необходимое количество оборудования определим по формуле:

$$N = \frac{Q \cdot K_n}{T_o \cdot q},$$

где  $N$  – количество единиц оборудования, шт;

$Q$  – масса формовочной смеси на программу, т;

$K_n$  – коэффициент неравномерности использования оборудования (для формовочного оборудования равен 1,2);

$q$  – производительность оборудования.

$$N = \frac{347514.7 \cdot 1,2}{3645 \cdot 40} = 2,8 \text{ шт.}$$

Принимаем к использованию три смесителя марки 19639 с коэффициентом загрузки:  $K_3 = 2,8/3 = 0,93$ .

Приготовление стержневой смеси ХТС происходит непосредственно в смесителе, который входит в состав автоматизированной стержневой линии Л16Х.

Для просеивания песка необходимо выбрать и рассчитать количество сит. В качестве сит принимаем полигональное барабанное сито марки 178М с производительностью 80 т/ч [7].

Определим объем кварцевого песка:

$$V_{\text{песка}} = V_{\text{пескаформ. смес.}} + V_{\text{песка стерж. смеси}}$$

$$V_{\text{пескаформ. смес.}} = 347514.7 \cdot 70 / 100 = 243260.3 \text{ т,}$$

$$V_{\text{песка стерж. смеси}} = 7560.98 \cdot 70 / 100 = 5292.7 \text{ т,}$$

$$V_{\text{песка}} = 243260.3 + 5292.7 = 248553 \text{ т.}$$

Рассчитаем необходимое количество сит для песка:

$$N = 248553 \cdot 1,2 / 3975 \cdot 80 = 0,94.$$

Принимаем одно полигональное барабанное сито марки 178М с производительностью 80 т/ч, с коэффициентом загрузки:  $K_z = 0,94$ .

Рассчитаем необходимое количество сушил для песка:

$$N = 248553 \cdot 1,2 / 3975 \cdot 30 = 2,5.$$

Принимаем трибарабанных сушила для песка марки S6210 с производительностью 30 т/ч, с коэффициентом загрузки:  $K_z = 2,5 / 3 = 0,83$ .

### 3.5. Участок финишных операций

Для выбивки отливок используются выбивные решетки модели 424.

Технические характеристики решетки приведены в таблице 18.

Таблица 18 – Технические характеристики выбивной решетки 424.

Грузоподъемность, т	4
Размер полотна: дхш, мм	2240х1800
Частота вращения вала, об/мин	880
Амплитуда колебаний, мм	28
Установленная мощность, кВт	15,5
Габаритные размеры: дхшхв, мм	2820х2375х820
Производительность, т/ч	8
Масса, кг	3400

Рассчитаем количество выбивных решеток по формуле:

$$N = \frac{Q \cdot K_n}{T_o \cdot q},$$

где  $N$  – количество единиц оборудования, шт;

$Q$  – масса отливок с литниками и прибылями на программу, т;

$K_n$  – коэффициент неравномерности использования оборудования (для формовочного оборудования равен 1,2);

$q$  – производительность оборудования.

Рассчитаем необходимое количество выбивных решеток:

$$N = \frac{47039,9 \cdot 1,2}{3975 \cdot 8} = 1,8 \text{ шт.}$$

Принимаем две выбивных решетки с коэффициентом загрузки:

$$K_z = 1,8/2=0,9.$$

Для очистки отливок от формовочной и стержневой смеси в проектируемом цехе применяем: для отливок до 50кг – галтовочные барабаны; массой 50 – 700 кг дробеметные камеры. Галтовочная очистка происходит в результате соударения и трения отливок одна о другую в процессе их взаимного перемещения во вращающемся в горизонтальной плоскости барабане. В дробемётных камерах очистка выполняется потоком чугунной дроби, направляемой на отливку специальными головками и аппаратами [9].

Технические характеристики галтовочного очистного барабана 314 [7]:

- производительность –5 т/ч;
- диаметр барабана –2 м;
- длина рабочей части барабана –6,4 м;
- частота вращения –10об/мин;
- мощность электродвигателей–41,7 кВт.

Технические характеристики дробебетной камеры 42810 [7]:

- грузоподъемность подвески – 700 кг;
- габаритные размеры очищаемой отливки – 1000×1700 мм;
- шаг подвесок – 1600 мм;
- производительность – 5т/ч
- масса дробы, выбрасываемая дробебетными аппаратами – 1600 кг/мин;
- объем отсасываемого воздуха – 59000 м<sup>3</sup>/ч;
- установленная мощность электродвигателей – 300 кВт;
- габаритные размеры камеры – 15250×12000×8400 мм;
- масса камеры – 94 т.

Количество необходимого оборудования рассчитываем по формуле:

$$N = \frac{Q \cdot K_n}{T_o \cdot q},$$

где N – количество единиц оборудования, шт;

Q – масса отливок с литниками и прибылями на программу, т;

K<sub>n</sub> – коэффициент неравномерности использования оборудования (для формовочного оборудования равен 1,2);

q – производительность оборудования.

Рассчитаем необходимое количество галтовочных барабанов:

$$N = \frac{15668.7 \cdot 1,2}{3975 \cdot 5} = 0,94 \text{ шт.}$$

Принимаем один галтовочный барабан с коэффициентом загрузки:

$$K_3 = 0,94.$$

Количество дробебетных камер равно:

$$N = \frac{31371.2 \cdot 1,2}{3975 \cdot 5} = 1,9 \text{ шт.}$$

Принимаем две дробебетные камеры периодического действия марки 42810 с коэффициентом загрузки K<sub>3</sub> = 1,9/2=0,95.

В этом отделении цеха также выполняют операции удаления литниковых систем, прибылей, очистку от пригоревшей смеси, а также производится обрубка литников и прибылей, термическая обработка отливок, исправление пороков и приёмка отделом технического контроля.

На участок обрубки литников и прибылей отливки поступают на подвесном толкающем конвейере.

Для обрубки отливок применяем воздушно-дуговую резку. Для зачистки питателей, прибылей и других мелких неровностей на наружных поверхностях отливок применяем специальные установки, снабжённые абразивными корундовыми или карборундовыми кругами. Заусенцы, острые кромки и другие подобные неровности удаляем на ленточных шлифовальных станках.

Технические характеристики ленточно-шлифовального станка GM75 [13]:

- Размер абразивной ленты – 75×2000 мм;
- Тип привода – электродвигатель;
- Производительность 25 шт./ч;
- Мощность привода – 4 Вт;
- Напряжение тока – 400 В;
- Количество фаз – 3;
- Частота вращения – 3000 об/мин;
- Окружная скорость – 37 м/с;
- Вес – 135 кг.

Расчёт количества шлифовальных станков производится по формуле:

$$N = \frac{Q \cdot K_n}{T_o \cdot q},$$

где N – количество единиц оборудования, шт;

Q – количество отливок на программу, т;

$K_n$  – коэффициент неравномерности использования оборудования (равен 1,2);

$q$  – производительность оборудования.

$$N = \frac{629255 \cdot 1,2}{4015 \cdot 25} = 7,5 \text{ шт.}$$

Принимаем восемь шлифовальных станка модели GM75 с коэффициентом загрузки  $K_z = 7,5 / 8 = 0,94$ .

Абразивная очистка отливок применяется в качестве завершающей операции обрубных и очистных работ. Принимаем механизированных комплекса для абразивной зачистки отливок марки 98516М [7].

Расчет количества механизированных комплексов 98516М:

$$N = \frac{Q \cdot K_n}{T_o \cdot q},$$

где  $N$  – количество единиц оборудования, шт;

$Q$  – количество отливок на программу, т;

$K_n$  – коэффициент неравномерности использования оборудования (равен 1,2);

$q$  – производительность оборудования.

$$N = \frac{629255 \cdot 1,2}{4015 \cdot 35} = 5,4 \text{ шт.}$$

Принимаем шесть механизированных комплексов 98516М с коэффициентом загрузки  $K_z = 5,4 / 6 = 0,9$ .

В таблице 19 приведены технические характеристики механизированного комплекса для абразивной зачистки отливок.

Таблица 19 – Технические характеристики механизированного комплекса 98516М для абразивной зачистки отливок [7]

Марка	Основная техническая характеристика	Расчётная производительность, шт./ч	Габаритные размеры, мм
98516М	Наибольшие размеры отливок 2000×1200×1200 мм;	35	6200×4600×3000

Для снятия внутренних напряжений и улучшения обрабатываемости отливок при обработке резанием, придания металлу определённой структуры и физико-механических свойств применяется термообработка.

Для термообработки отливок устанавливаем в цехе термическую печь марки ОКБ 2020. Технические характеристики печи приведены в таблице 20.

Таблица 20– Техническая характеристика термической печи ОКБ 2020 [7]

Наименование характеристики	Значение
Мощность, кВт	230
Рабочая температура, °С	550
Число тепловых зон, шт	5
Производительность при рабочей температуре, шт./ч	100
Размеры рабочего пространства, мм	8270×1700×600

Расчёт количества печей производится по формуле:

$$N = \frac{Q \cdot K_n}{T_o \cdot q},$$

где N – количество единиц оборудования, шт;

Q – количество отливок на программу, т;

$K_n$  – коэффициент неравномерности использования оборудования (равен 1,2);

q – производительность оборудования.

$$N = \frac{629255 \cdot 1,2}{3890 \cdot 100} = 1,9 \text{ шт.}$$

Принимаем две термических печь типа ОКБ 2020с коэффициентом загрузки  $K_z = 1,9/2=0,95$ .

Отпуск производим в печах марки ОКБ 4023. Технические характеристики печи приведены в таблице 21.

Таблица 21– Техническая характеристика термической печи ОКБ 4023 [7]

Наименование характеристики	Значение
Максимальная температура, °С	200
Время термообработки, ч	9
Производительность, шт./ч	100
Размеры рабочего пространства, мм:	3390×2150×11700



Количество печей для отпуска рассчитаем по формуле:

$$N = \frac{629255 \cdot 1,2}{3890 \cdot 100} = 1,9 \text{ шт.}$$

Принимаем две термических печь марки ОКБ 4023 с коэффициентом загрузки  $K_3 = 1,9/2=0,95$ .

После термообработки отливки подвергаются проверке на твердость специальным прибором. Затем отправляются на склад готовой продукции, который находится в непосредственной близости от участка термической обработки и зачистки деталей.

## 4. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

### 4.1 Расчет численного состава рабочих

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 [12].

Расчёт явочной численности рабочих выполняем по формуле:

$$N_{я} = N_i \cdot A_i \cdot C_i$$

где  $N_i$  – норма обслуживания оборудования в смену, чел.;

$A_i$  – количество одновременно работающих однотипных агрегатов, шт.;

$C_i$  – число смен в сутки.

Списочное число рабочих определяем по формуле:

$$N_{сп} = N_{я} \cdot K_{сп},$$

где  $K_{сп}$  – коэффициент списочного состава,  $K_{сп} = \frac{T_n}{T_d}$ ,

Баланс рабочего времени основных рабочих представлен в таблице 22.

Баланс рабочего времени вспомогательных рабочих представлен в таблице 23.

Таблица 22 – Баланс рабочего времени основных рабочих [12]

Статья баланса	Фонд времени	
	Сутки	Часы
Календарный фонд времени	365	2920
Выходные дни	101	-
Праздничные дни	9	-
Предпраздничные дни	8	-
Номинальный фонд времени	247	1976
Плановые невыходы на работу	34	272
В том числе:		
• основной и дополнительный отпуск;	30 (25)	-
• по болезни;	7	-
• выполнение государственных обязанностей;	1	-
• отпуск учащихся.	1	-
Действительный фонд времени	213	1704
Коэффициент списочного состава $K_{сп}$	1,16	-

Таблица 23–Баланс рабочего времени вспомогательных рабочих [12]

Статья баланса	Фонд времени	
	Сутки	Часы
Календарный фонд времени	365	2920
Выходные дни	101	-
Праздничные дни	9	-
Предпраздничные дни	8	-
Номинальный фонд времени	247	1976
Плановые невыходы на работу	30	240
В том числе:		
• основной и дополнительный отпуск;	24 (21)	-
• по болезни;	7	-
• выполнение государственных обязанностей;	1	-
• отпуск учащихся	1	-
Действительный фонд времени	217	1736
Коэффициент списочного состава	1,14	-

С учетом данных баланса рабочего времени рабочих выполняем расчет численности рабочих. Расчёт по основным рабочим приведён в таблице 24. Расчет списочного состава вспомогательных рабочих приведён в таблице 25. В таблице 26 представлено штатное расписание ИТР, служащих и МОП. Принятое количество управленческого и обслуживающего персонала приведено в таблице 27.

Таблица 24 – Расчет списочного состава основных рабочих

Наименование отделений, оборудования и профессий	Тарифный разряд	Число смен в сутки	Норма обслуживания, чел.	Количество агрегатов, шт.	Количество рабочих, чел.			К <sub>сп</sub>
					Явочное		Списо- чное	
					В смену	В сутки		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Плавильное отделение ИСТ-6,0				6				1,16
Плавильщик	5	2	1		6	12	14	
Подручный	2	2	1		6	12	14	
Завальщик	3	2	1		6	12	14	
Шихтовщик	3	2	1		6	12	14	
Заливщик	3	2	1	2	2	4	5	
Итого					26	52	61	
Формовочное отделение Комплексно-механическая формовочная линия ИФЛ72С				1				1,16
Оператор	5	2	1		1	2	3	
Автоматическая формовочная карусель				2				
Оператор	4	2	1		2	4	5	
Итого				4	3	6	8	
Стержневое отделение Автоматическая стержневая линия Л16Х				2				1,16
Оператор	3	2	2		4	8	10	
Итого					4	8	10	
Смесеприготовительное отделение Сушильные печи песка S610				3				1,16
Сушильщик	3	2	1		3	6	7	

Окончание таблицы 24

Наименование отделений, оборудования и профессий	Тарифный разряд	Число смен в сутки	Норма обслуживания, чел	Количество агрегатов, шт.	Количество рабочих, чел.			К <sub>сп</sub>
					Явочное		Списо- чное	
					В смену	В сутки		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Смеситель 19639				3				1,16
Земледел	3	2	1		3	6	7	
Полигональное барабанное сито 178М				1				
Земледел	3	2	1		1	2	3	
Итого					7	14	17	
Отделение выбивки, очистки и термообработки отливок Галтовочный барабан 314				1				1,16
Оператор	4	2	1		1	2	3	
Дробемётная камера 42735				2				
Оператор	3	2	1		2	4	5	
Термическая печь ОКБ2020				2				
Термист	4	2	1		2	4	5	
Термическая печь ОКБ4023				2				
Термист	4	2	1		2	4	5	
Механизированный комплекс абразивной зачистки отливок 98516М				6				
Оператор	4	2	1		6	12	14	
Шлифовальный станок				8				
Шлифовщик	4	2	1		8	16	19	
Выбивная решетка				2				
Выбивщик литья	3	2	2		4	8	10	
Итого					25	50	61	
Всего производственных рабочих					65	130	157	

Таблица 25 – Расчет списочного состава вспомогательных рабочих

Наименование профессии	Тарифный разряд	Число смен в сутки	Количество рабочих			К <sub>сп</sub>
			Явочное		Списочное	
			В смену	В сутки		
Комплектовщик моделей	4	2	2	4	5	1,14
Ковшевой	3	2	2	4	5	
Маркировщик литья	2	2	1	2	3	
Модельщик по ремонту моделей	4	2	2	4	5	
Контролёр	3	2	2	4	5	
Лаборант	3	2	2	4	5	
Весовщик	2	2	1	2	3	
Водитель внутрицехового транспорта	2	2	2	4	5	
Крановщик	4	2	4	8	10	
Кладовщик	2	2	2	4	5	
Слесарь	4	2	2	4	5	
Электрик	4	2	3	6	7	
Футеровщик	4	2	2	4	5	
Работник по подготовке шихты и формовочных материалов	2	2	2	4	5	
Стропальщик	3	2	4	8	10	
Всего вспомогательных рабочих			33	66	83	

Таблица 26 – Штатное расписание ИТР, служащих и МОП

Должность	Количество, чел.	Должностной оклад, руб.	Сумма оклада с учетом районного коэффициента, руб.	
			За месяц	За год
<b>ИТР</b>				
Начальник цеха	1	40000	46000	552000
Зам. начальника цеха по производству	1	32000	36800	441600
Зам. начальника цеха по подготовке производства	1	32000	36800	441600
Начальник планово- диспетчерского бюро	1	28000	32200	386400
Начальник технологического бюро	1	28000	32200	386400
Начальник бюро труда и заработной платы	1	28000	32200	386400
Начальник бюро технического контроля	1	28000	32200	386400
Старший мастер	4	20000	92000	1104000
Мастер	8	18000	165600	1987200
Старший энергетик	1	20000	23000	276000
Главный механик	1	20000	23000	276000
Итого	21	294000	552000	6624000
<b>Служащие</b>				
Табельщик	2	12000	27600	331200
Секретарь	1	12000	13800	165600
Бухгалтер	2	15000	34500	414000
Завхоз	1	13000	14950	179400
Экспедитор	1	12000	13800	165600
Учётчик	3	30000	103500	1242000
Итого	10	94000	208150	2497800
<b>МОП</b>				
Курьер	1	6000	6900	82800
Уборщик	4	7000	32200	386400
Сторож	3	6500	22425	269100
Итого	8	19500	61525	738300
<b>ВСЕГО</b>	<b>39</b>	<b>407500</b>	<b>821675</b>	<b>9860100</b>

Таблица 27 – Структура трудящихся в цехе

Категория персонала	Количество человек	Удельный вес в общей численности, %
Рабочие, всего	240	86
В том числе:		
• основные	157	56,3
• вспомогательные	83	29,7
ИТР	21	7,5
Служащие	10	3,6
МОП	8	2,9
Итого:	279	100

## 4.2. Организация и планирование заработной платы

Расчёт фонда заработной платы:

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

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

$N_i$  – явочное число рабочих соответствующего разряда;

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

Фонд заработной платы по каждой группе рабочих рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{т.ф}} = T_{\text{ср}} \cdot N_{\text{ч}} \text{ (зарплата по ставке)} \text{ и } Z_{\text{т.ф.с}} = Z_{\text{т.ф}} + \Delta Z_{\text{с}},$$

где  $Z_{\text{т.ф.с}}$  – зарплата сдельщиков;

$\Delta Z_{\text{с}} = Z_{\text{т.ф}} \cdot (K - 1)$  - приработок сдельщика (коэффициент выполнения норм выработки  $K$  можно принять в пределах 1,5-1,3);

$N_{\text{ч}}$  – годовые затраты времени данных рабочих на программу.

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



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

$T_{\text{д}}$  – действительный фонд рабочего времени рабочего, ч.

Фонд основной заработной платы (за отработанное время) рабочих каждой группы рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{ос}} = Z_{\text{т.ф.с}} \cdot (1 + K_{\text{пр}} + K_{\text{ст}} + K_{\text{ком}} + K_{\text{др}}) \cdot K_{\text{рн}},$$

где  $K_{\text{пр}}$  – коэффициент премиальных затрат;

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

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

$K_{\text{др}}$  – коэффициент прочих доплат;

$K_{\text{рн}}$  – районный коэффициент.

Дополнительная заработная плата вычисляется по формуле:

$$Z_{\text{доп}} = \frac{Z_{\text{ос}} \cdot K_{\text{доп}}}{100},$$

где  $K_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной заработной платы.

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

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

Результаты расчетов фонда заработной платы основных и вспомогательных рабочих приведены в таблице 28.

Таблица 28 – Расчет фонда заработной платы основных и вспомогательных рабочих

Участок	Количество рабочих, чел.	Средняя часовая ставка, руб.	Заграты времени на программу, чел. ч.	Зарплата за отработанное время, тыс. руб.								Зарплата, тыс. руб.			
				По ставке	Приработок сдельщика	Премии	Стимулирующие доплаты	Компенсационные доплаты	Прочие доплаты	Итого	С учетом районного коэффициента	За неотработанное время	Годовой фонд	Среднемесячная по отделению	Среднемесячная рабочего
Плавильное отделение	61	113.8	103944	11828.8	4731.5	3548.6	1774.3	1182.9	828.0	23894.2	27478.4	4259.1	31737.5	2644.8	43.4
Формовочное отделение	8	129.4	13632	1764.0	705.6	529.2	264.6	176.4	123.5	3563.2	4097.7	635.1	4732.9	394.4	49.3
Стержневое отделение	10	109	17040	1857.4	742.9	557.2	278.6	185.7	130.0	3751.9	4314.6	668.8	4983.4	415.3	41.5
Смесепприготовительное отделение	17	109	28968	3157.5	1263.0	947.3	473.6	315.8	221.0	6378.2	7334.9	1136.9	8471.8	706.0	41.5
Отделение выбивки, очистки и термообработки литья	61	119.6	103944	12431.7	4972.7	3729.5	1864.8	1243.2	870.2	25112.0	28878.8	4476.2	33355.1	2779.6	45.6
Итого	157												83280.7	6940.1	221.3
Вспомогательные рабочие	83	99.6	144088	14351.2	5740.5	4305.3	2152.7	1435.1	1004.6	28989.4	33337.8	4167.2	37505.0	3125.4	37.7
Всего	240												120785.7	10065.5	258.9

#### 4.3. Отчисления в социальные фонды

Порядок уплаты страховых взносов во внебюджетные фонды определяется законом от 24.07.2009 № 212-ФЗ «О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования и территориальные фонды обязательного медицинского страхования» [33] и частично федеральными законами о конкретных видах обязательного социального страхования. В 2013 г. применяются следующие ставки страховых взносов:

- отчисления в Федеральный фонд обязательного медицинского страхования (5,10 % от фонда заработной платы);
- отчисления в Фонд социального страхования Российской Федерации (2,90% от фонда заработной платы);
- отчисления в Пенсионный фонд Российской Федерации (22% от фонда заработной платы).

Отчисления в социальные фонды от фонда оплаты труда основных и остальных трудящихся приведены в таблице 29.

Таблица 29 - Отчисления в социальные фонды

Фонд заработной платы	Отчисления в фонд, тыс. руб.			Отчисления в социальные фонды, тыс. руб.
	Пенсионный	Медицинского страхования	Социальногострахования	
Основные рабочие по цеху (83280.7)	18321.8	4413.9	2415.1	25150.8
Вспомогательные рабочие по цеху (37505)	8251.1	1987.8	1087.6	11326.5
Управленческий и обслуживающий персонал по цеху (9860,1)	2169.2	522.6	285.9	2977.8

Данные по общему фонду заработной платы с учетом доплат из фонда потребления приведены в таблице 30.

Таблица 30 – Общий фонд заработной платы по цеху, тыс. руб.

Категории работников	Виды доплат из фонда потребления, тыс. руб.				Общий фонд заработной платы тыс. руб.
	Единовременные премии (5%)	Вознаграждение за выслугу лет (2,5%)	Материальная помощь (2%)	Доплаты к отпуску (1%)	
Основные рабочие (83280,7)	4164,0	2082,0	1665,6	832,8	92025,2
Вспомогательные рабочие (37505)	1875,3	937,6	750,1	375,1	41443,0
ИТР (6624)	331,2	165,6	132,5	66,2	7319,5
Служащие (2497,8)	124,9	62,4	50,0	25,0	2760,1
МОП (738,3)	36,9	18,5	14,8	7,4	815,8
Итого	6532,3	3266,1	2612,9	1306,5	144363,6

#### 4.4. Расчет капитальных затрат и амортизационных отчислений

Прежде всего, определяем балансовую стоимость основных фондов, включающую в себя затраты [12]:

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

Стоимость здания литейного цеха принимаем 3000 рублей за 1 м<sup>3</sup>, стоимость бытовых помещений – 3500 рублей за 1 м<sup>3</sup>. Затраты на здание и бытовые помещения вычисляем по формулам:

$$C_{зд} = V_{зд} \cdot c_{зд},$$

$$C_{б.п.} = V_{б.п.} \cdot c_{б.п.},$$

где  $V_{зд}$  и  $V_{б.п.}$  – объёмы здания и бытовых помещений,  $m^3$ ;

$c_{зд}$  и  $c_{б.п.}$  – удельная цена здания и помещений, тыс.руб/ $m^3$ .

$$C_{зд} = 85000 \cdot 3000 = 255 \text{ млн. руб};$$

$$C_{бп} = 3500 \cdot 3500 = 12,25 \text{ млн.руб.}$$

Расчёт затрат на приобретение, доставку, монтаж оборудования и подъёмно-транспортных механизмов выполняем по ведомости оборудования. Затраты на монтаж основного оборудования принимаем 10%. Затраты на приобретение и монтаж подъёмно-транспортного оборудования принимаем в размере 60% от стоимости технологического оборудования.

Затраты на инструмент и приспособления принимаем в количестве 200руб. на 1 тонну годных отливок.

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

Амортизационные отчисления определяются умножением нормы амортизации на балансовую стоимость основных фондов. Принимаем следующие значения норм амортизации [12]:

- для зданий и сооружений – 2 %;
- для плавильных печей – 7 %;
- для технологического оборудования – 9 %;
- для подъёмно-транспортного оборудования – 10 %;
- для инструмента и оснастки – 50 %;
- для хозяйственного инвентаря – 10 %.

Результаты расчетов капитальных затрат и амортизационных отчислений приведены в таблице 31.

Таблица 31 – Расчет капитальных затрат и амортизационных отчислений

Наименование	Марка(модель) ) оборудования	Количество	Стоимость единицы оборудования			Общая стоимость, тыс. руб.	Амортизационные отчисления		
			Цена, тыс.руб.	Монтаж			Норма, %	Сумма, тыс. руб.	
				%	тыс. руб.				Всего, тыс.руб.
Здания и сооружения		85000	3 за м <sup>3</sup>			255000	2	5100	
Бытовые помещения		3500	3,5 за м <sup>3</sup>			12250	2	245	
		Итого				267250		5345	
Печь плавильная	ИСТ-6	6	1800	10	180	1980	11880	7	831,6
Формовочная карусель		2	950		95	1045	2090	9	188,1
Формовочная линия	ИФЛ73С	1	950		95	1045	1045	9	94,1
Стержневая линия	Л16Х	2	500		50	550	1100	9	99
Термическая печь	ОКБ2020	2	130		13	143	286	9	25,7
Термическая печь	ОКБ4023	2	150		15	165	330	9	29,7
Смеситель	19639	3	450		45	495	1485	9	133,7
Шлифовальный станок	GM75	8	80		8	88	704	9	63,4
Галтовочный барабан	314	1	120		12	132	132	9	11,9
Сито барабанное полигональное	178М	1	20		2	22	22	9	1,9
Дробемётная камера	42735	2	400		40	440	880	9	79,2
Механизированный комплекс для абразивной зачистки отливок	98516М	6	350		35	385	2310	9	207,9
Сушильные печи песка	S6210	3	190		19	209	627	9	56,4
Выбивная решетка	424	2	20	2	22	44	9	3,9	
		Итого					22935		1826,5
Кран мостовой		3	1000	60	600	1600	4800	10	480
Инструмент и оснастка							7000	50	3500
Хоз. инвентарь							480	10	48
		Всего					302465		11199,5

#### 4.5. Определение затрат и планирование себестоимости

В себестоимость продукции включаются следующие группы затрат [12]:

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

Выделяют следующие категории затрат:

1) По роли в системе управления:

- производственные;
- непроизводственные.

2) По их динамике, соответствующей функциональным изменениям:

- переменные;
- постоянные.

Производственные затраты подразделяются на 4 категории [12]:

1) Прямые затраты на материалы, которые входят в состав конечного продукта, т.е. на шихтовые материалы;

2) Оплата прямого труда, т.е. зарплата основных рабочих (расходы на плату труда основных рабочих и отчисления на социальные нужды);

3) Затраты на амортизацию, ремонт и обслуживание оборудования, технологическую энергию и топливо;

4) Накладные цеховые и заводские расходы.

Основная себестоимость продукции образуется из стоимости первых трех групп затрат.

Непроизводственные (общекорпоративные) затраты подразделяются на торговые, общие и административные. Они связаны с затратами на продажу

продукции и поставку сырья, оплату заводской администрации, судебные издержки т.п.

Сумма производственных и непроизводственных затрат образует полную себестоимость.

Переменные затраты (VC) изменяются в целом и прямо пропорционально выпуску продукции (выпуску литья в тоннах). К ним относятся следующие затраты:

- на основные и вспомогательные материалы;
- на оплату труда (полные затраты на оплату труда основных рабочих);
- на технологическую энергию (топливо);
- на социальные нужды;
- на инструмент.

Постоянные затраты не зависят от объема производства (выпуска продукции). К ним относятся следующие затраты:

- на оплату труда вспомогательных рабочих, управленческого и обслуживающего персонала;
- амортизацию зданий, сооружений, оборудования и оснастки;
- ремонт оборудования и оснастки.

Затраты на ремонт и эксплуатацию оборудования приведены в таблице 32. Цеховые расходы приведены в таблице 33. Калькуляция себестоимости 1 тонны отливок приведена в таблице 34.

Таблица 32 – Смета расходов на ремонт и эксплуатацию оборудования

Наименование статьи затрат	Сумма, тыс.руб.	Примечание
Эксплуатация оборудования	229,4	1% от стоимости оборудования
Текущий ремонт оборудования	1146,8	5% от стоимости оборудования
Внутрипроизводственное перемещение груза	175	5 руб на 1 тонну годного литья
Износ малоценного и быстроизнашивающегося оборудования	525	15 руб на 1 тонну годного литья
Прочие расходы	207,6	10 % от общей суммы расходов
Итого:	2283,8	



Таблица 33 – Смета цеховых расходов

Статья	На 1 т литья			Сумма на всю программу, тыс. руб.
	Количество, т	Цена, тыс. руб.	Сумма, тыс. руб.	
Затраты на оплату вспомогательных рабочих, управленческого и обслуживающего персонала			1,49	52338.4
Отчисления на социальные нужды			0,41	14304.3
Амортизация здания и хоз. инвентаря			0,15	5393
Затраты на НИОКР, рационализаторство и изобретательство			0,31	10677,5
Расходы на охрану труда			0,38	13346,8
Стоимость вспомогательных материалов			143,37	5017950
- песок 1К016А	7,1	2,5	17,75	621250
- регенерат	2,03	4,1	8,32	291200
- смолы ОФ-1	0,51	165	84,15	2945250
- паратолуоласульфокислота	0,51	65	33,15	1160250
Итого			146.11	5330228.7
Транспортный налог			0,04	1334,7
Прочие расходы			22,85	799734.5
Итого цеховых расходов			169	6131297.9

Таблица 34 - Калькуляция себестоимости 1 тонны годных отливок

Статьи затрат	Единицы измерения	На 1 т литья			На программу	
		Количество	Цена, руб /т.	Сумма, тыс.руб.	Количество	Сумма, тыс. руб.
Сырье и основные материалы						
Чугун ПЛ1БШ	т	0,322	22000	7,08	11254,4	247596.8
Чугунный лом	т	0,779	7500	5,84	27299,8	204748.5
Ферромарганец ФМн78	т	0,006	48000	0,29	201,7	9681.6
Ферросилиций ФС65	т	0,012	27000	0,32	408,3	11024.1
Стальной лом	т	0,281	10500	2,95	9837,7	103295.9
Электродный бой	т	0,012	21000	0,25	418,1	8780.1
Итого		1,412		16,73	49420	585127
Возврат (литники и прибыли)	т	0,344			12039,9	
Угар и потери	т	0,068			2380,1	
Итого за вычетом угара и возвратов		1		16,73	35000	585127
Оплата труда основных рабочих				2,63		92025.2
Отчисления на социальные нужды				0,72		25150.8
Технологическая электроэнергия	тыс. кВт/ч	1,6	3,8	6,08	56000	212800
Энергия на технические нужды:						
- Вода	тыс.м <sup>3</sup>	0,03	3,2	0,09	1050	3360
- Сжатый воздух		0,9	6,00	5,4	31500	189000
Расходы на подготовку и освоение производства				14,01		490406.8
Расходы на ремонт и эксплуатацию оборудования				0,07		2283.8
Отчисления на амортизацию оборудования				0,05		1826.5
Основная себестоимость				45,78		1601980.1
Цеховые расходы				169		6131297.9
Цеховая себестоимость				214.78		7733278
Общезаводские расходы				2,16		75447.2
Производственная себестоимость				216.94		7808725.2
Непроизводственные расходы				3.35		117130.9
Полная себестоимость				220.29		7925856.1

#### 4.6. Расчет плановых постоянных и переменных затрат

Постоянные затраты складываются из следующих составляющих:

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

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

$FC_2$  – отчисления на эксплуатацию и ремонт оборудования;

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

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

$FC_5$  – расходы на охрану труда;

$FC_6$  – прочие цеховые расходы;

$FC_7$  – общезаводские расходы;

$FC_8$  – непроизводственные расходы.

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

$$FC = 11199.5 + 2283.8 + 66642.7 + 10677.5 + 13346.8 + 799734.5 + 75447.2 + 117130.9 = 1096462.9 \text{ тыс. р.}$$

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

$$AFC = 1096462.9 / 35000 = 31.3 \text{ тыс. р./т.}$$

Далее производим расчёт переменных затрат по формуле:

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

где  $VC_1$  – суммарные затраты на сырьё и основные материалы;  
 $VC_2$  – затраты на оплату труда основных рабочих и отчисления на социальные нужды;  
 $VC_3$  – затраты на технологическую энергию;  
 $VC_4$  – затраты на техническое использование воды и сжатого воздуха;  
 $VC_5$  – затраты на вспомогательные материалы;  
 $VC_6$  – транспортный налог.

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

$$VC = 585127 + 117176 + 212800 + 192360 + 5017950 + 1334.7 = 6126747.7 \text{ тыс. р.}$$

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

$$AVC = 6126747.7 / 35000 = 175,05 \text{ тыс. р./т.}$$

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

$$TC = 1096462.9 + 6126747.7 = 7223210.6 \text{ тыс. р.}$$

Общие средние удельные затраты равны полной себестоимости годного литья:

$$ATC = AFC + AVC,$$

$$ATC = 31.3 + 175,05 = 206,35 \text{ тыс. р./т.}$$

#### 4.7. Ценообразование

При установлении цен на продукцию используют следующие методы ценообразования:

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

Рассчитаем цену по формуле:

$$P = 1,4 \cdot S,$$

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

$$P = 1,4 \cdot 220.29 = 308,4 \text{ тыс. р.}$$

Примем цену на тонну годного литья из сплава СЧ25, равную 310000 р.

Доход от продаж определим по формуле:

$$D = P \cdot Q,$$

где  $D$  – доход от продаж, тыс. р.;

$P$  – цена продукции, р.;

$Q$  – объем производства, т.

$$D = 310 \cdot 35000 = 10850000 \text{ тыс. р.}$$

Прибыль определим по формуле:

$$\Delta\Pi = D - В.З.,$$

где В.З. – валовые затраты = полной себестоимости, тыс.р.

$$\Delta\Pi = 10850000 - 7925856.1 = 2924143.9 \text{ тыс.р.}$$

#### 4.8. Расчет коммерческой эффективности проекта

Примем расчетный срок реализации проекта – 3 года, т.е. 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, 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 %.

Выпуск литья начинается в четвертом квартале, принятую мощность  $M_{\text{пр.кв}}$  (выпуск литья  $M_{\text{пр.г}} = 35000$  т,  $M_{\text{пр.кв}} = M_{\text{пр.г}} / 4 = 35000 / 4 = 8750$  т) начинают достигать с шестого квартала. В четвертом квартале выпуск литья будет составлять  $M_{\text{пр.кв}} \cdot 0,5 = 8750 \cdot 0,5 = 4375$  т; в пятом квартале -  $M_{\text{пр.кв}} \cdot 0,75 = 8750 \cdot 0,75 = 6562.5$  т; в шестом и последующих кварталах -  $M_{\text{пр.кв}} = 8750$  т. Для начала реализации проекта требуется прирост оборотных фондов на создание в третьем квартале необходимых запасов основных и вспомогательных материалов.

Суммарные инвестиционные издержки на проект сводим в таблице 35.

Таблица 35 – Распределение необходимых инвестиций в основные и оборотные средства

Адрес инвестиций	Инвестиции по кварталам, млн.р.						
	1	2	3	4	5	6	Всего
1. Строительство здания	80,2	80,2	106,9	-	-	-	267,3
2. Приобретение и монтаж оборудования	-	-	7,1	21	7,1	-	35,2
3. Прирост оборотных фондов	-	-	20	-	-	-	20
Итого	80,2	80,2	134	21	7,1	-	322,5

В таблице приняты следующие обозначения: ИОК<sub>1</sub> – капитальные затраты на строительство здания и бытовых помещений; ИОК<sub>2</sub> – капитальные затраты на приобретение и монтаж оборудования.

Общий объём необходимых инвестиций равен:

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

где ИПО – инвестиции на прирост оборотных средств.

Оперативный план производства приведен в таблице 36. Примем объём собственных средств ИФС = 0,6 · ИОК. Остальные средства в объёме 0,4 · ИОК распределяются между привлеченными и заемными средствами, т.е. ИОК = ИФС + ИФП<sub>р</sub> + ИФ<sub>з</sub>.

Таблица 36 – Оперативный план производства

Показатель	Кварталы								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9-12
1. Рыночный потенциал цеха, т.	-	-	-	4375	6562,5	8750	8750	8750	35000
2. Цена 1 тонны годного литья, тыс.р.	-	-	-	310	310	310	310	310	310
3. Объём продаж, тыс.т.	-	-	-	4375	6562,5	8750	8750	8750	35000
4. Доля предприятия в отраслевом рынке	0	0	0	0,5	0,75	1	1	1	1
5. Объём производства, тыс.т.	-	-	-	4375	6562,5	8750	8750	8750	35000

Привлеченные средства получают за счет выпуска и продажи обычных акций.

Заемный капитал предполагает возврат средств и выплату процентов. Преимуществом использования заемных средств является исключение процентных выплат за кредит из валовой прибыли, при расчете налогооблагаемой прибыли. Примем ставку на кредит – 100 % годовых (25 % в квартал) с поквартальной выплатой, ИФП<sub>р</sub> = 0,25 · ИОК и ИФ<sub>з</sub> = 0,15 · ИОК.

В таблице 37 приведены источники финансирования.

Таблица 37 – Источники финансирования

Наименование источника	Распределение вложений по кварталам, млн р.						
	1	2	3	4	5	6	Всего
1. Собственные средства	80,2	80,2	33,1	-	-	-	193,5
2. Привлеченные средства	-	-	-	80,6	-	-	80,6
3. Заемные средства	-	-	-	24,2	24,2	-	48,4
Итого	80,2	80,2	33,1	104,8	24,2	-	322,5

План привлечения и погашения кредитных средств приведен в таблице 38.

Таблица 38 - План привлечения и погашения кредитных средств

Наименование операции	Распределение по кварталам, млн р.					
	4	5	6	7	8	9-12
1. Привлечение кредита	24,2	24,2	-	-	-	-
2. Погашение кредита	-	-	-	-	-	48,4
3. Финансовые издержки (процент за кредит)	-	6,1	12,1	12,1	12,1	-
Итого	24,2	30,3	12,1	12,1	12,1	48,4

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

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

Операционная деятельность – деятельность по производству продукции.

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

Данные по операционной, инвестиционной и финансовой деятельности приведены в таблицах 39, 40 и 41.

Таблица 39 – Данные по инвестиционной деятельности

Наименование показателя	Распределение по кварталам, млн.р.								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9–12
Поступления от продажи активов (акций)	-	-	-	80,6	-	-	-	-	-
Затраты на приобретение	-	-	-	-	-	-	-	-	-



активов									
Итого	-	-	-	80,6	-	-	-	-	-

Таблица 40 – Данные по финансовой деятельности

Наименование показателя	Распределение по кварталам, млн.р								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9–12
Собственный капитал	80,2	80,2	33,1	-	-	-	-	-	-
Заемные средства	-	-	-	24,2	24,2	-	-	-	-
Излишек средств	80,2	80,2	33,1	24,2	24,2	-	-	-	-

Таблица 41 – Данные по операционной деятельности

Показатель	Распределение по кварталам						
	1-3	4	5	6	7	8	9 – 12
1. Объём производства, т.	-	4375	6562.5	8750	8750	8750	35000
2. Цена продукции, тыс.р./т.	-	310	310	310	310	310	310
3. Доход от продаж, млн.р.	-	1356.3	2034.4	2712.5	2712.5	2712.5	10850
4. Налог на добавленную стоимость, млн.р.	-	244.1	366.2	488.3	488.3	488.3	1953.0
5. Налоги и сборы, млн.р.	-	20.3	30.5	40.7	40.7	40.7	162.8
6. Валовые затраты, млн.р.	-	405.6	608.4	811.2	811.2	811.2	3244.9
7. Валовая прибыль, млн.р.	-	679.4	1019.1	1358.8	1358.8	1358.8	5435.2
8. Резервный фонд, млн.р.	-	64.2	94.8	125.1	119.0	119.0	464.7
9. Резервный фонд нарастающим итогом, млн.р.	-	64.2	159.0	284.0	403.0	522.0	986.7
10. Фонд развития, млн.р.	-	545.5	777.2	1000.6	833.0	833.0	3020.5
11. Налогооблагаемая прибыль, млн.р.	-	49.4	116.6	192.4	366.1	366.1	1787.3
12. Налог на прибыль, млн.р.	-	17.3	40.8	67.3	128.1	128.1	625.5
13. Чистая прибыль, млн.р.	-	641.8	947.7	1250.8	1190.0	1190.0	4646.9
14. Фонд потребления, млн.р.	-	0	0	0	119.0	119.0	464.7
15. Фонд накопления, млн.р.	-	545.5	777.2	1000.6	833.0	833.0	3020.5
16. Фонд накопления нарастающим итогом, млн.р.	-	545.5	1322.7	2323.3	3156.2	3989.2	7009.7
17. Дивиденды, млн.р.	-	32.1	75.8	125.1	119.0	119.0	697.0

Налог на добавленную стоимость (НДС) принят 20 % от дохода, а налоги и сборы взяты в размере 1,5 % от дохода. Отчисления в резервный фонд являются обязательными. Начиная с 4 квартала, примем отчисления в резервный фонд 10 % от чистой прибыли. Фонд потребления до 7 квартала примем равным нулю. С 7 квартала отчисления в фонд потребления составят 10 % от чистой прибыли.

Накопление резервного фонда производится до тех пор, пока он не достигнет 15 % от уставного капитала. Пока не будет обеспечена

положительная разница между притоком и оттоком денежных средств, весь фонд накопления будет направляться на реализацию проекта.

Валовая прибыль определяется по формуле

$$ВП = 0,8Д - ВЗ,$$

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

Расчет чистой прибыли производится по формуле:

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

где ВП – валовая прибыль, млн.р.;

НС – сумма налогов и сборов, млн.р.;

НП – налог на прибыль, млн.р.;

$K_1$  и  $K_2$  – доли от чистой прибыли, отчисляемые в фонд потребления и дивиденды, млн.р. (значения приведены в таблице 42).

Таблица 42 – 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:

$$\Phi P = 0,1 \cdot \text{ЧП.}$$

Фонд потребления рассчитываем по формуле:

$$\Phi П = K_1 \cdot \text{ЧП.}$$

Отчисления на дивиденды рассчитываем по формуле:

$$Д = K_2 \cdot \text{ЧП.}$$

Фонд накопления (фонда развития) рассчитываем по формуле:

$$\Phi Н = \text{ЧП} - \Phi P - Д.$$

В таблице 43 приведены данные по притокам и оттокам денежных средств в первые 12 кварталов реализации проекта.

Таблица 43 – Расчет чистых денежных потоков

Денежные потоки, млн р.	Денежные потоки в кварталы инвестиционного периода, млн.р.								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9-12
I. Операционная деятельность									
1. Приток наличности	-	-	-	545.5	1322.7	2323.3	3156.2	3989.2	7009.7
2. Погашение задолженности за кредит	-	-	-	-	-	-	-	-	-48,4
3. Расходы на основные средства	-80,2	-80,2	-134	-21	-7,1	-	-	-	-
4. Чистый денежный поток	-80,2	-80,2	-134	524,5	1315.6	2323.3	3156.2	3989.2	6961.3
II. Финансовая деятельность									
5. Собственный капитал	80,2	80,2	33,1			-	-	-	-
6. Заемные средства	-	-	-	24,2	24,2	-	-	-	-
7. Чистый денежный поток	80,2	80,2	33,1	24,2	24,2	-	-	-	-
III. Инвестиционная деятельность									
8. Поступления от продажи активов (акций)	-	-	-	80,6	-	-	-	-	-
9. Чистый денежный поток	-	-	-	80,6	-	-	-	-	-
10. Излишек средств	0	0	0	629,3	1339.8	2323.3	3156.2	3989.2	6961.3
11. Суммарная потребность	0	0	-100,9	0	0	0	0	0	0
12. Сальдо на конец месяца			-100,9	528.4	1868.2	4191.5	7347.7	11336.9	18298.2

Таблица 44 – Расчёт чистого дисконтированного эффекта

Наименование показателя	Кварталы								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9 – 12
1. Чистый денежный поток, млн.р.	0	0	-100,9	528.4	1868.2	4191.5	7347.7	11336.9	18298.2
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.р.	0	0	-73.8	329.7	997.6	1894.6	2865.6	3797.9	3257.1
4. Чистый дисконтированный поток нарастающим итогом, млн.р.	0	0	-73.8	256.0	1253.6	3148.1	6013.7	9811.6	13068.7

Таблица 45 – Дисконтированные значения инвестиций

Наименование показателя	Инвестиции по кварталам				
	1	2	3	4	5
1. Суммарные инвестиции, млн.р.	80,2	80,2	33,1	24,2	24,2
2. Дисконтирующий множитель, $\alpha_t$	1	0,855	0,731	0,624	0,534
3. Дисконтированные инвестиции, млн.р.	80.2	68.6	24.2	15.1	12.9
4. Дисконтированные инвестиции нарастающим итогом, млн.р.	80.2	148.8	173.0	188.1	201.0

#### 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.

$$\text{ЧДД} = 13068.7 - 201 = 12867.7 \text{ млн.р.}$$

2) индекс доходности (ИД) определяется по формуле:

$$\text{ИД} = S/K,$$

$$\text{ИД} = 13068.7 / 201 = 65.$$

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

3) срок окупаемости проекта определяем по графику (рисунок 1). В нашем случае срок окупаемости составляет почти 4 квартала.

4) доля собственных средств предприятия в проекте составляет:

$$(193,5 / 322,5) \cdot 100\% = 60 \%$$

5) точка безубыточности – это значение минимального объёма

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

$$Q_{кр} = FC / (P - AVC),$$

где FC – постоянные затраты, млн.р.;

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

AVC – средние удельные переменные расходы, млн.р.

$Q_{кр} = 1096462.9 / (310 - 175,05) = 8125 \text{ т} < 35000 \text{ т}$ , т.е. выпуск отливок превышает точку безубыточности.

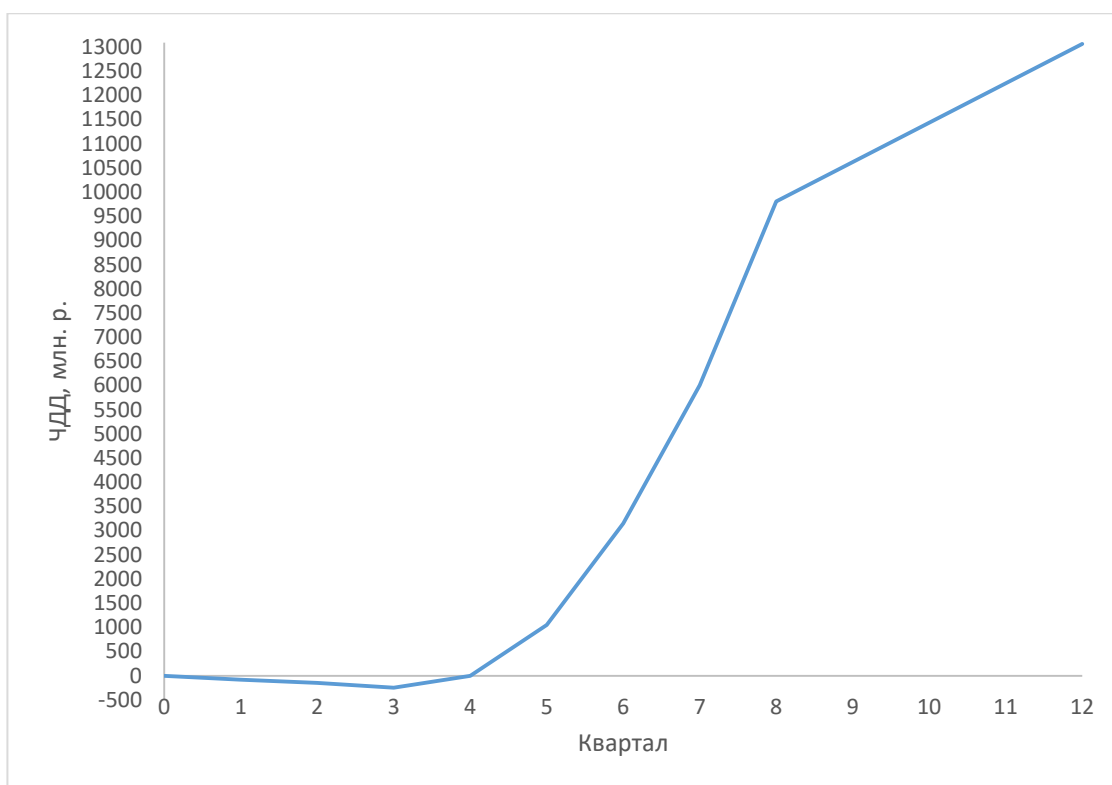


Рисунок 1 – Финансовый профиль проекта

В таблице 46 приведены технико-экономические показатели проекта.

Таблица 46 - Техничко-экономические показатели цеха

Показатели	Единица измерения	Величина показателей
1. Годовой выпуск продукции	т.	35000
2. Выход годного	%	74.4
3. Численность работающих, всего	чел.	279
в том числе: основных	чел.	157
вспомогательных	чел.	83
ИТР	чел.	21
служащих	чел.	10
МОП	чел.	8
4. Фонд основной заработной платы	тыс.руб.	144363.6
5. Капитальные вложения	тыс.руб.	302465
6. Себестоимость	тыс.руб.	7925856.1
7. Прибыль	тыс.руб.	2924143.9
8. ЧДД	млн.руб.	12867.7
9. ИД		65
10. Срок окупаемости	год	≈1

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

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



## 5. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

### 5.1. Безопасность труда

Литейное производство характеризуется наличием большого количества вредных и опасных производственных факторов, имеющих на всех участках производственного процесса. Неудовлетворительное состояние охраны труда оказывает влияние не только на трудящихся, непосредственно занятых на этом предприятии, но и на окружающую его среду. Для создания нормальных условий труда, предотвращения несчастных случаев и профессиональных заболеваний, большое значение имеет общее устройство предприятия. Внедрение в производство автоматизации на наиболее вредных и опасных для здоровья людей участках позволяет отказаться от применения ручного труда. Строгое разграничение производственных участков исключает воздействие факторов технологического процесса одного участка на рабочих другого участка, так как помещения участков изолированы друг от друга [19].

В литейном цехе находятся опасные и вредные производственные факторы, такие как:

- повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- электрический ток;
- шум;
- вибрация;
- тепловое излучение.

При проектировании данного цеха необходимо учесть данные факторы и предпринять меры по улучшению условий труда и защитить рабочих от травматизма. Это возможно за счет следующих изменений:

- установления автоматических формовочных и стержневых линий;

- ограждение механизмов и рабочих площадок;
- повышения уровня пожарной безопасности производства путем разработки методов оценки пожарной безопасности оборудования, материалов, технологии и комплексных мер по усилению пожарной профилактики;
  - звукоизоляции вытяжных и приточных вентиляционных установок и другого оборудования, создающего шум.

### 5.1.1. Характеристика производства

В проектируемом цехе имеются следующие вредные производственные факторы по ГОСТ 12.0.003-74 [15]:

1) Повышенная загазованность воздуха рабочей зоны. Присутствует на участках:

- Плавки – выделение легкоплавких и легко испаряемых элементов;
- Смесеприготовления (при приготовлении связующего)

2) Повышенная запылённость воздуха проявляется на участках:

- Подготовки шихтовых и формовочных материалов;
- Смесеприготовления;
- Выбивки отливок;
- Обчистки и обрезки.

3) Повышенная температура воздуха рабочей зоны имеется на участках:

- Плавки (от индукционных тигельных плавильных печей и заливочных ковшей);

- Термообработки отливок (от термических печей).

4) 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.

5) Повышенный уровень вибрации характерен для участков:

- Выбивки отливок;
- Обрезки и зачистки отливок.

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

### 5.1.2. Вентиляция

Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха соответствует требованиям СНиП 41-01-03 [31].

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

Предельно-допустимые концентрации вредных веществ (ПДК) в воздухе рабочей зоны регламентируется ГН 2.2.5.1313-03 [14]. Предельно-допустимые концентрации вредных веществ (ПДК) в воздухе рабочей зоны приведены в таблице 47.

Таблица 47 – Предельно-допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны [14]

Наименование вещества	ПДК, мг/м <sup>3</sup>
Кремнесодержащая пыль:	
кремния двуокись кристаллическая при содержании её в пыли от 2 до 10 %;	4
кремния двуокись кристаллическая при содержании её в пыли от 10 до 70 %.	2
Пыль содержащая оксиды железа	4 – 6
Оксид углерода	20
Углеводороды	300
Оксид азота	2

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 охладительного 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 [21].

### 5.1.3. 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: индукционные тигельные печи, расплавленный металл в процессе разлива в формы, отливки в процессе остывания, термические печи и остывающие ковши.

Проектируемый цех по удельному тепловыделению относится к горячему, так как тепловыделения превышают  $23,26 \text{ Вт/м}^2$ . Параметры метеорологических условий (температура воздуха, относительная влажность и скорость движения воздуха) регламентируются СанПиН 2.2.4.548-96 [29].

Допустимая величина показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений приведена в таблице 48.

Таблица 48 – Допустимая величина показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений [29]

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат	Величина энергозатрат	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
			Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин			Для диапазона температур ниже оптимальных величин, не более	Для диапазона температур выше оптимальных величин
холодный	Пб	233 - 290	15,0 - 16,9	19,1 - 22,0	14,0- 23,0	15 - 75	0,2	0,4
теплый	Пб	233 - 290	16,0 - 18,9	21,1 - 27,0	15,0- 28,0	15 - 75	0,2	0,5

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 [21];

- 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 [29].

#### 5.1.4. Производственное освещение

Важное значение в проектируемом цехе имеет обеспечение правильного освещения.

В проектируемом цехе предусматривается естественное и искусственное освещение в соответствии с СНиП 23-05-95<sup>\*</sup>, необходимое для создания благоприятных условий выполнения работы, прохода людей и движения транспорта [32].

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.

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.

Рассчитаем необходимое количество светильников по формуле:

$$N = E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z / n \cdot \Phi_{\text{л}} \cdot \eta,$$

где  $E$  – нормируемая освещенность, лк;

$K_3$  – коэффициент запаса;

$S$  – освещаемая площадь,  $\text{м}^2$ ;

$Z$  – коэффициент неравномерности освещения;

$n$  – количество ламп в светильнике;

$\Phi_{\text{л}}$  – световой поток выбранной лампы, лм;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока.

$$N = 200 \cdot 1,8 \cdot 8500 \cdot 1,2 / 2 \cdot 19000 \cdot 0,48 = 202 \text{ лампы.}$$

Для освещения цеха необходимо установить 202 лампы высокого давления типа ДРЛ.

### 5.1.5 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. [30]

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;
- производим звукоизоляцию стенок дробеметной камеры;

- применение средств индивидуальной защиты от шума (противошумные заглушки «беруши», наушники противошумные ВЦНИИОТ-1) по ГОСТ 12.4.011-89 [21].

#### 5.1.6. Производственная вибрация

В проектируемом цехе источником общей вибрации является сотрясение пола и других конструкторских элементов здания вследствие ударного действия выбивных решеток.

Допускаемая величина общей вибрации в цехе, согласно СН 2.2.4/2.1.8.566-96. [30]

Предпринимаем следующие меры по устранению вибрации и уменьшению ее вредного явления:

- исключением ручного пневмотранспорта;
- с целью снижения вредного воздействия локальной вибрации используются специальные рукавицы с прокладкой по ГОСТ 12.4.002-97 [20];
- с целью снижения вредного воздействия общей вибрации используется специальная виброзащитная обувь по ГОСТ 12.4.024-76 [22].

#### 5.1.7. Электробезопасность

Наличие в цехе электрического оборудования предусматривает выполнение правил электробезопасности, несоблюдение которых может привести к поражению электрическим током.

В цехе приняты следующие мероприятия по обеспечению безопасности труда:

- все токоведущие части электрических устройств и оборудования имеют изоляцию, а так же специальные ограждения;



- все корпуса электродвигателей, а также металлические части, которые могут оказаться под воздействием тока, заземлены в соответствии с ГОСТ 12.1.030-96[17].

- 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 обеспечивают его защиту при коротком замыкании.

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

#### 5.1.8. 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 12.1.004-96. [16].

Для предупреждения возникновения пожаров необходимо соблюдать следующие правила:

- Нельзя оставлять на рабочем месте масляных тряпок и других материалов, которые могут самовоспламеняться;

- 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:

- правильная эксплуатация оборудования и внутрицехового транспорта;
- правильное содержание зданий и территорий;
- инструктаж по пожарной безопасности;
- профилактические осмотры технологического оборудования;
- использование систем вентиляции;
- правильное 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.

В заключении можно сказать, что проектируемый цех чугунного литья производительностью 35000 тонн полностью соответствует всем требованиям по организации и обеспечению безопасного труда, а именно:

- производственные процессы, сопровождающиеся шумом, вибрацией, а также выделением пыли и вредных газов, изолированы друг от друга, размещены в разных пролетах и отделены стенкой.

- производство литейных формы и стержней осуществляться на автоматических линиях, исключая ручной труд, предохраняющих рабочих от травматизма и улучшающих условия труда;

- участок выбивки отливок из форм на автоматической линии оснащен устройствами для разделения опок, что значительно уменьшает шум и вибрацию.

- на предприятии проводятся организационно-профилактические мероприятия – все работающие проходят инструктаж: вводный, первичный, внеочередной на рабочем месте и повторный, а также регулярное прохождение медосмотров;

Проводимые в цехе мероприятия по охране труда работников позволяют сократить число несчастных случаев и профессиональных заболеваний. В цехе во всех производственных отделениях предусмотрены помещения для отдыха рабочих.

Таким образом, внедрение данного проекта позволит снизить функциональные затраты рабочих за счет улучшения характера и условий труда

#### 5.1.9. Безопасность при ЧС

Оценка устойчивости работы проектируемого объекта при взрыве.

Устойчивость работы объекта в чрезвычайных ситуациях определяется его способностью выполнять свои функции в этих условиях, а также приспособленностью к восстановлению в случае повреждения. Под устойчивостью объекта понимается способность объекта выпускать установленные виды продукции в условиях чрезвычайных ситуаций (взрывов, пожаров и т.д.), а также приспособленность этого объекта к

восстановлению в случае повреждения.

В качестве критериев оценки физической устойчивости приняты:

- при воздействии ударной волны - избыточные давления, при которых элементы производственного корпуса не разрушаются (не повреждаются) или получают такие повреждения, при которых они могут быть восстановлены в короткие сроки;
- при воздействии светового или теплового излучения – максимальные значения световых (тепловых) импульсов, при которых не происходит загорание материалов, сырья, оборудования, зданий и сооружений;
- при воздействии вторичных факторов поражения - избыточного давления, при котором происходящие разрушения и повреждения не приводят к авариям, пожарам, взрывам, затоплениям, смерти людей, выходу из строя средств производства.

Оценка физической устойчивости объекта производится последовательно по воздействию каждого поражающего фактора, а также вторичных факторов поражения.

Эта оценка включает:

- воздействие ударной волны на элементы объекта;
- возможность возникновения пожаров;
- воздействие вторичных поражающих факторов.

Определение физической устойчивости элементов объекта производится по избыточным давлениям во фронте ударной волны от 5 кПа и кончая давлением, разрушающим данный элемент.

Пример оценки устойчивости элементов объекта к воздействию ударной волны показан в таблице 49.

Таблица 49 – Оценка устойчивости объекта к воздействию ударной волны

Наименование элементов объекта	Степень разрушения и избыточное давление					
	сильное		среднее		слабое	
	кПа	кгс/см <sup>2</sup>	кПа	кгс/см <sup>2</sup>	кПа	кгс/см <sup>2</sup>
Здание промышленное с железобетонным каркасом	60-50	0,6-0,5	50-40	0,5-0,4	40-20	0,4-0,2
Крановое оборудование	70-50	0,7-0,5	50-30	0,5-0,3	30-20	0,3-0,2
Трубопроводы подземные стальные	2000	20-15	1500-1000	15-10	1000-600	10-6
Смотровые колодцы	1000	10	300	3	200	2
Наземные	130	1,3	50	0,5	20	0,2
Открытые склады	200	2	-	-	-	-

Рассмотрим пути повышения устойчивости функционирования наиболее важных технических систем объекта.

1) Системы водоснабжения. При чрезвычайных ситуациях, как правило, все элементы этой системы не могут быть выведены из строя одновременно. При проектировании системы водоснабжения необходимо предусмотреть меры их защиты в чрезвычайных ситуациях. Ответственные элементы системы водоснабжения следует размещать ниже поверхности земли, что повысит их устойчивость.

2) Системы электроснабжения. Для повышения устойчивости этих систем в первую очередь целесообразно заменить воздушные линии электропередач на кабельные (подземные) сети, предусмотреть автономные резервные источники электропитания объекта.

Основным средством повышения устойчивости сооружения от воздействия ударной волны является повышение прочности и жёсткости конструкций.

Значительное внимание необходимо уделять защите рабочих и служащих, для чего на территории объекта: строятся убежища и укрытия, предназначенные для защиты персонала; создаётся и поддерживается в постоянной готовности система оповещения рабочих и служащих объекта, а также проживающего вблизи населения о возникновении ЧС.

В данном проекте предусмотрены мероприятия по автоматизации и механизации технологического процесса, выполнение нормативных

требований по шуму, вибрации, пыли, микроклимату, освещённости и т.п. Это способствует улучшению условий труда, безопасности труда и здоровью работающих людей. Приняты решения по поводу рациональных режимов труда и отдыха. Ведь известно, что здоровье и безопасные условия труда благотворно влияют на самочувствие и работоспособность людей, содействуют повышению производительности труда.

## 5.2. Экологичность проекта

### 5.2.1. Глобальные экологические проблемы современности

Главная особенность современного экологического кризиса – его глобальный характер. Он распространяется и угрожает охватить всю планету.

Среди глобальных экологических проблем можно отметить следующие:

- Увеличение парникового эффекта;
- Уничтожены и продолжают уничтожаться тысячи видов растений и животных;
- В значительной мере истреблен лесной покров;
- Стремительно сокращается имеющийся запас полезных ископаемых;
- Мировой океан не только истощается в результате уничтожения живых организмов, но и перестает быть регулятором природных процессов;
- Атмосфера во многих местах загрязнена до предельно допустимых размеров, а чистый воздух становится дефицитом;
- Частично нарушен озоновый слой, защищающий от губительного для всего живого космического излучения;
- Загрязнение поверхности и обезображивание природных ландшафтов.

Человек сегодня вовлекает в производство и потребление такое количество вещества и энергии, которое в сотни раз превышает его биологические потребности. Ежедневно добывается и перерабатывается около 300 млн тонн

вещества и материалов, сжигается 30 млн тонн топлива, изымается из рек и других источников около 2 млрд м<sup>3</sup> воды, потребляется более 65 млрд м<sup>3</sup> кислорода.

Сложность современной экологической ситуации связана также с тем, что человечество не в состоянии отказаться от достижений технического прогресса и от использования природных ресурсов.

С позиции экологии, литейное производство является одним из самых опасных. Отходы литейного производства и выбросы в атмосферу пагубно влияют на экологическое равновесие. На атмосферный воздух приходится более 70% всех вредных воздействий литейного производства. При производстве одной тонны отливок из стали и чугуна выделяется около 60 кг пыли, от 70 кг до 250 кг оксидов углерода, 1,5-2 кг оксидов серы и азота и до 1,5 кг других вредных веществ (фенола, формальдегида, ароматических углеводородов, аммиака, цианидов). В водный бассейн поступает до 3000 м<sup>3</sup> сточных вод и вывозится в отвалы до 6 тонн отработанных формовочных смесей. В то же время без литейного производства невозможно представить себе современную промышленность. Однако целью модернизации литейных производств должно быть, прежде всего, не извлечение выгоды, а максимально возможное снижение вредного влияния литейных производств на окружающую среду. Задачей нашего проекта является разработка цеха, при работе которого, природные ресурсы будут использоваться наиболее эффективно, с наименьшими затратами и потерями для окружающей среды и самого человека, а также будут применяться современные методы для снижения выбросов вредных веществ, влияющих на окружающую природную среду, то есть должна соблюдаться общая экологическая безопасность проекта.

5.2.2. Анализ связей технологического процесса изготовления отливок из чугуна с экологическими системами

Проектируемый цех ориентирован на изготовления отливок из чугуна для машиностроения с годовым выпуском 35000 тонн. Плавка металла осуществляется в индукционных тигельных печах ИСТ-6, работающих на электричестве. Литъё ведётся в формы на основе холоднотвердеющей смеси (ХТС), состоящей из кварцевого песка, смолы и регенерата.

Анализ взаимодействия технологического процесса изготовления отливок с экологическими системами представлен в виде схемы (рисунок 2).

Готовой продукцией являются отливки из сплава СЧ25 (3,2 – 3,4% С; 1,4 – 2,2% Si; 0,7 – 1% Mn; до 0,2% P; до 0,15% S).

Электроэнергия является энергетическим ресурсом. Шихта, вода и ХТС используются в качестве материальных ресурсов. В состав шихты для СЧ25 входит: стальной и чугунный лом, ферросилиций ФС65, ферромарганец ФМн78.

В ходе технологического процесса изготовления отливок образуются следующие виды отходов:



Рисунок 2 – Схема технологического процесса изготовления отливок



Материальные, подразделяются на:

- твердые – скрап, угар, литники и прибыли, пыль, отработанная смесь;
- жидкие – сточные воды;
- газообразные –  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{HCOH}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CN}$ .

К энергетическим отходам относятся: шум, вибрация, тепловые выбросы и электромагнитное излучение.

Источниками энергетических отходов является все оборудование, используемое в проектируемом литейном цехе.

Основное выделение твердых отходов связано с операциями транспортировки, смесеприготовления, изготовления форм и стержней, а так же выбивки, обрубки и очистки отливок.

Жидкие отходы образуются в результате охлаждения оборудования, приготовления и увлажнения формовочной и стержневой смеси, а так же очистки отливок.

Газообразные отходы образуются при изготовлении форм и стержней, изготовлении смеси, а так же плавке, заливки и охлаждении металла.

Анализ технологического процесса свидетельствует о его незамкнутом характере, поскольку существуют связи с внешней средой при использовании сырья, энергии, выходе готовой продукции и получении различных видов отходов.

Основные материально-энергетические показатели технологического процесса приведены в таблице 50.

Таблица 50 – Основные материально-энергетические показатели технологического процесса

Показатель	Количество	Единицы измерения
Сырье:		
Шихта для СЧ25	49420	тонн/год
Холоднотвердеющая смесь (ХТС):		
• формовочная	347514,7	тонн/год
• стержневая	7560,98	тонн/год
Энергия		
Электрическая	212800	тыс.кВт/ч
Готовая продукция		
Отливки из чугуна СЧ25	35000	тонн/год
Отходы материальные		
Скрап	1411,1	тонн/год
Угар	969	тонн/год
Литники и прибыли	12039,9	тонн/год
Пыль	1080	тонн/год
Оксид углерода	1260	тонн/год
Диоксид серы	27	тонн/год
Диоксид азота	36	тонн/год
Фенол	6,75	тонн/год
Формальдегид	6,75	тонн/год
Аммиак	6,75	тонн/год
Цианид	6,75	тонн/год
Сточные воды:	до 540	тыс. м <sup>3</sup> /год
Взвешенные вещества	4,29	тыс. тонн/год
Сульфаты	12,29	тыс. тонн/год
Хлориды	6,29	тыс. тонн/год
Фенол	1	тыс. тонн/год
Цианид	1	тыс. тонн/год
Отходы энергетические		
Шум	70-80	дБА
Тепловое излучение	23,26	Вт/м <sup>2</sup>
Вибрация	80-90	дБА
Электромагнитное излучение	50	Гц
Напряженность электрического поля	380	В/м
Напряженность магнитного поля	3,26	А/м

### 5.2.3. Основные требования экологизации проекта

Основными требованиями экологизации проекта являются – соблюдение предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ выбрасываемых цехом (таблица 51) а так же предельно допустимых уровней (ПДУ) вредных воздействий (таблица 52).

Таблица 51 – ПДК вредных веществ, выбрасываемых цехом [14]

Вещество	ПДК
В атмосферном воздухе, мг/м <sup>3</sup> (максимально разовая/среднесуточная)	
Пыль нетоксичная	0,5/0,15
Оксид углерода	3/1
Диоксид серы	0,5/0,05
Фенол	0,012/0,008
Формаотленид	0,035/0,03
Аммиак	0,02/0,04
Цианид	0,01/0,005
В воде водоемов, г/м <sup>3</sup>	
Взвешенные вещества	20
Сульфаты	500
Хлориды	350
Фенол	20
Цианид	35

Таблица 52 – ПДУ вредных воздействий

Показатели технологического процесса (параметрические загрязнения)	Ед. измерения	Нормируемое значение
Электромагнитное излучение,	Гц	50
Напряженность электрического поля	кВ/м	5
Напряженность магнитного поля	А/м	8
Вибрация	дБ	85
Шум	дБ	75
Тепловое излучение	Вт/м <sup>2</sup>	70

#### 5.2.4. Пути экологизации производства

Сравнив основные материально-энергетические показатели технологического процесса с ПДК вредных веществ и с ПДУ вредных воздействий некоторых показателей технологического процесса, можно сделать вывод, что необходимо принять меры по экологизации производства.

Для обеспечения экологичности производства необходимо:

- 1) Применить эффективное пылеулавливающее оборудование для улавливания выброса нетоксичной пыли.
- 2) Применить газовые отсосы для удаления вредных газообразных веществ. А так же применить эффективные установки для улавливания газообразных веществ выбрасываемых цехом.

3) Создать замкнутый технологический процесс, при котором будет отсутствовать выброс отходов в атмосферу, образующихся на промежуточных стадиях производства. Применить установки для регенерации отработанной формовочной и стержневой смеси, а так же применить замкнутый водооборот.

#### 5.2.5 Предложения по экологизации технологического процесса

Для создания малоотходно производства предусматриваются следующие мероприятия:

- Установка современных автоматических формовочных и стержневых линий;
- Улавливание пыли установками с рукавным фильтром;
- Улавливание газообразных вредных веществ газовыми отсосами и очистка вентиляционного воздуха абсорбционно-биохимическими установками;
- Создание замкнутого технологического процесса;
- Очистка воды в установках «Альфа 8М».

Установка современных автоматических и формовочных линий позволит уменьшить вредное воздействие шума, вибрации и теплового излучения до ПДУ, а так же понизит общий расход электроэнергии.

Использование установки с рукавным фильтром повысит пылеулавливаемость до 99,5%. Таким образом, выброс пыли уменьшится до 0,49 мг/м<sup>3</sup>, что соответствует нормам ПДК.

Установка газовых отсосов поспособствует улавливанию газообразных веществ. Применение абсорбционно-биохимических установок позволит очистить вентиляционный воздух от вредных веществ до 99,8%. При этом количество вредных газообразных выбросов составит: оксида углерода до 1,14 мг/м<sup>3</sup>, диоксида серы до 0,02 мг/м<sup>3</sup>, диоксида азота до 0,02 мг/м<sup>3</sup>, фенола

до 0,007 мг/м<sup>3</sup>, формальдегида до 0,0074 мг/м<sup>3</sup>, аммиака до 0,01 мг/м<sup>3</sup>, цианида до 0,005 мг/м<sup>3</sup>, что значительно ниже их норм ПДК.

Создание замкнутого технологического процесса, при котором скрап, брак и другой возврат собственного производства (литники и прибыли) будут отправляться на переплавку, что позволит сократить потребность в пополнении запасов сырья и основных материалов на 27,2%, то есть на 13451 тонн в год.

Отработанная формовочная и стержневая смесь при замкнутом технологическом процессе будет отправляться на регенерацию. При этом безвозвратные потери смеси составят около 15% в год от общей массы смеси, то есть 53261,4 тонн в год. Это позволит сократить потребность в пополнении запасов песка примерно на 85%.

Применение замкнутого водооборота, при котором используемая вода не сбрасывается в водоем, а очищается физико-химическим методом и снова направляется в цех. При этом безвозвратные потери воды составят 8% в год от общего оборота воды, то есть 268800 м<sup>3</sup> в год. Это позволит сократить потребность в изъятии пресной воды из рек и водоемов на 92% или на 3091200 м<sup>3</sup> в год. Использование установки «Альфа 8М» позволит очистить воду от вредных веществ до 99,9%. Таким образом, количество выбросов составит: взвешенных веществ до 0,429 г/м<sup>3</sup>, сульфатов до 1,229 г/м<sup>3</sup>, хлоридов до 0,629 г/м<sup>3</sup>, фенола до 0,1 г/м<sup>3</sup> и цианида до 0,1 г/м<sup>3</sup>, что значительно ниже норм ПДК.

Планируемые выбросы вредных веществ представлены в таблице 53.

Таблица 53 – Планируемые выбросы вредных веществ

Вещество	Образующееся	Улавливаемое	Выбрасываемое
Выбросы в атмосферу, мг/м <sup>3</sup>			
Пыль нетоксичная	86,4	85,97	0,43
Оксид углерода	571,5	570,36	1,14
Диоксид серы	5,31	5,29	0,02
Диоксид азота	6,82	6,80	0,02
Фенол	3,63	3,623	0,007
Формальдегид	3,7	3,6926	0,0074
Аммиак	5,05	5,04	0,01
Цианид	2,445	2,44	0,005
Выбросы в водоемы, г/м <sup>3</sup>			
Взвешенные вещества	429	428,571	0,429
Сульфаты	1229	1227,771	1,229
Хлориды	629	628,371	0,629
Фенол	100	99,9	0,1
Энергетические выбросы			
Шум, дБ	70-80	5	65-75
Вибрация, дБ	80-90	75	75-85
Тепловое излучение, Вт/м <sup>2</sup>	23,26	3,26	20
Электромагнитное излучение, Гц	50	0	50
Напряженность электрического поля, кВ/м	380	0	380
Напряженность магнитного поля, А/м	3,26	0	3,26

Таким образом, экологическая эффективность данного проекта достигается:

- 1) Применением автоматических формовочных и стержневых линий, позволяющих уменьшить вредное воздействие шума, вибрации и теплового излучения до их ПДУ.
- 2) Применением установок с рукавным фильтром, которые позволят снизить разовый выброс пыли до ее норм ПДК.
- 3) Установкой газовых отсосов и применением абсорбционно-биохимических установок, которые позволяют уменьшить выброс газообразных веществ в атмосферу. Разовый выброс газообразных веществ в атмосферу не будет превышать их норм ПДК.
- 4) Применением установки «Альфа 8М» уменьшающей разовый выброс вредных веществ растворенных в воде до их норм ПДК.

5) Введением замкнутого технологического процесса, который позволит уменьшить потребность в пополнении запасов нового сырья, основных и вспомогательных материалов, а так же пресной воды.

Рекомендуемые мероприятия позволят сделать данный технологический процесс экологичным, энерго- и ресурсосберегающим за счет внедрения современного оборудования и создания замкнутого технологического процесса.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном проекте был разработан цех чугунного литья производительностью 35000 тонн в год. Проведен расчет технологического оборудования, стержневых и формовочных материалов, а также расчет шихты. По результатам проведенных вычислений было выбрано оборудование и технологические материалы, обеспечивающие качественный результат. Современное оборудование и технологии позволили увеличить производительность, повысить качество, снизить затраты на ремонт, улучшить условия труда и сократить срок окупаемости.

Кроме того была посчитана экономическая эффективность проекта, а именно проведены следующие расчеты: расчет численности рабочих, расчет заработной платы, отчислений на социальные нужды, основных производственных фондов (здания, сооружения, технологическое оборудование, транспортное оборудование). Произведен расчет калькуляции себестоимости 1 тонны годных отливок и технико-экономических показателей. Исходя из данных вычислений, можно сказать, что проектируемый литейный цех экономически эффективен.

Также были рассмотрены вопросы экологии, безопасности труда и безопасности жизнедеятельности при чрезвычайных ситуациях. В результате снижения расхода основных материалов, минимизирования выбросов вредных веществ получилось обезопасить окружающий мир от вредных факторов и сделать данный проект экологичным. Были разработаны мероприятия по безопасности труда, которые позволили изменить характер труда работающих в проектируемом литейном цехе, внедрить современные средства техники безопасности, обезопасить трудящихся от влияния на них вредных факторов, что привело к снижению травматизма и профессиональных заболеваний.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Голотенков О.Н. Формовочные материалы. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2004. – 164 с.
2. Зинин Ю.Н., Серебряная А.В. Проектирование новых и реконструкция действующих цехов. – СПб: СЗТУ, 2006. – 62 с.
3. Мамай С.П. Методика составления тестовых заданий: Учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2001. – 58 с.
4. Миляев В.М., Гофман Э.Б. Проектирование литейных цехов. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 1994. – 52 с.
5. Мутылина И.Н. Технология конструкционных материалов. – Владивосток: ДВГТУ, 2007. – 167 с.
6. Рыбкин В.А. Ручное изготовление литейных форм – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш.шк., 1986. – 199 с.
7. Сафронов В.Я. Справочник по литейному оборудованию. М.: Машиностроение, 1985. – 320 с.
8. Сосненко М.Н. Формовщик машинной формовки. – М.: Профтехиздат, 1960. – 202
9. Фанталов Л.И., Кнорре Б.В., Четверухин С.И. и др. Основы проектирования литейных цехов и заводов. Учеб. Под ред. Кнорре Б.В. – М.: Машиностроение, 1979. – 376 с.
10. Чуркин Б.С., Гофман Э.Б., Майзель С.Г. и др. Технология литейного производства. Учеб. Под ред. Чуркина Б.С. – Екатеринбург: Изд-во Урал. Гос. Проф.-пед. Ун-та, 2000. – 662 с.
11. Чуркин Б.С., Гофман Э.Б., Новиков А.И. Методические указания по дипломному проектированию: В 4 Ч.– Свердловск: Свердл. инж.-пед. ин-т, 1989.Ч.1. – 88 с.
12. Чуркин Б.С. Экономика и управление производством. – Екатеринбург: Изд-во Урал.гос.проф.-пед.ун-та, 1999. – 91 с.

13. Шуляк В.С. Проектирование литейных цехов – 3-е изд. – М.:МГИУ, 2007. – 92 с.
14. ГН 2.2.5.1313-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. 2003. – 188 с.
15. ГОСТ 12.0.003-74. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. Введен 01.01.76. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 4 с.
16. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования. Введен 01.07.92. – М.: Минхимпром СССР, 1991. – 69 с.
17. ГОСТ 12.1.019-96. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. Введен 01.01.96. - М.: Госстандарт, 1996. – 7 с.
18. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление. Введен 01.07.82 – М.: Министерством монтажных и специальных строительных работ, 1982. – 10 с.
19. ГОСТ 12.3.027-2004. Работы литейные. Требования безопасности. Введен 01.01.2006 – М.: Стандартиформ, 2005. – 39 с.
20. ГОСТ 12.4.002-97. Средства защиты рук от вибрации. Технические требования и методы испытаний. Введен 01.07.98. – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1997. – 15 с.
21. ГОСТ 12.4.011-89. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация. Введен 01.07.90. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1989. – 8 с.
22. ГОСТ 12.4.024-76. Обувь специальная виброзащитная. Общие технические требования. Введен 01.01.78. - М.: ИПК Издательство стандартов, 1976. – 8 с.
23. ГОСТ 1412-85. Чугун с пластинчатым графитом для отливок. Введен 01.01.87. - М.: ИПК Издательство стандартов, 1987. – 5 с.
24. ГОСТ 20131-80. Плиты модельные. Типы. Основные размеры. Технические условия. Введен 01.01.82. - М.: ИПК Издательство

стандартов,1982. – 12 с.

25. ГОСТ 2133-75. Опoки литейные. Типы и основные размеры. Введен 01.01.77. - М.: Издательство стандартов,1977. – 10 с.

26. ГОСТ 26358-84. Отливки из чугуна. Общие технические условия. Введен 01.01.86. - М.: ИПК Издательство стандартов,1986. – 3 с.

27. ГОСТ Р 53464-2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. Введен 09.12.2009. – М.: Стандартиформ, 2010. – 45 с.

28. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Введен 01.10.96. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. – 11 с.

29. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Введен 31.10.96. – М.: Минздрав России, 1996. – 7 с.

30. СНиП 41-01-03. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Введен 26.06.2003. – М.: Государственный комитет Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу, 2004. – 17 с.

31. СНиП 23-05-95\*. Естественное и искусственное освещение. Введен 01.01.96. – М.: Минстрой России. – 88 с.

32. Федеральный закон России №212-ФЗ. О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования и территориальные фонды обязательного медицинского страхования. 2009. – 23 с.