

Министерство образования и науки Челябинской области
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
«Южно-Уральский государственный технический колледж»

**Методические рекомендации
по выполнению дипломного проекта
для студентов специальности**

22.02.03

**Литейное производство черных и цветных металлов
(базовая подготовка)**

Челябинск, 2022

Методические
рекомендации составлены в
соответствии с программой
учебной дисциплины ФГОС,
учебными планами и
программами дисциплин
специальности 22.02.03
Литейное производство
черных и цветных металлов
и требованиями
работодателей

ОДОБРЕНО
Предметной (цикловой)
комиссией
протокол №
«__»____2022 г.
Председатель ПЦК
____О.Е.
Алябьева

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора по НМР
____Т.Ю.Крашкова
«__»____2022 г.

Автор: Алябьева О.Е. – преподаватель ЮУрГТК

АКТ СОГЛАСОВАНИЯ

на методические рекомендации по выполнению дипломного проекта
для специальности 22.02.03

Литейное производство черных и цветных металлов

Методические рекомендации являются руководством к дипломному проектированию и подготовлены в соответствии с ФГОС по специальности 22.02.03 Литейное производство черных и цветных металлов и Требований по организации выполнения и защиты выпускной квалификационной работы

В методических рекомендациях отражены цель и вопросы организации дипломного проектирования и требования к содержанию. Систематизированы и представлены основные параметры типового технологического оборудования, определены требования к структуре и содержанию экономического раздела, организации производства, охраны труда и экологии. Указаны особенности участков специальных способов литья, изготовления художественных и ювелирных отливок.

Методические рекомендации предназначены для студентов всех форм обучения, соответствуют требованиям, предъявляемым к такого рода методической продукции, и могут быть использованы в учебном процессе профессиональных образовательных организаций.

Ведущий специалист кузнечно-литейного дивизиона «ООО ЧТЗ
УРАЛТРАК».



В.Н.Федоров

СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка	6
1. Содержание, объем и структура дипломного проекта	10
1.1. Примерное содержание и объем дипломного проекта	10
1.2. Структура дипломного проекта	11
2. Проектно-технологические решения	12
2.1. Производственная программа	14
2.2. Режимы работы и фонды времени	
2.3. Расчет производственных отделений литейного цеха	19
2.3.1. Плавильное отделение	22
2.3.2. Формовочно-заливочно-выбивное отделение	30
2.3.3. Стержневое отделение	38
2.3.4. Смесеприготовительное отделение	42
2.3.5. Термообрубное отделение	43
2.3.6. Склады литейных участков	44
2.3.7. Вспомогательные отделения и участки	47
2.3.8. Внутрицеховой транспорт	48
2.4. Особенности проектирования участков специальных видов литья	49
2.4.1. Участок литья по выплавляемым моделям	50
2.4.2. Участок литья в оболочковые (корковые) формы	54
2.4.3. Участок литья под давлением	54
2.4.4. Участок литья в кокиль	56
2.4.5. Участок центробежного литья	58
2.4.6. Особенности участков ювелирного и художественного литья	58
2.5. Объемно-планировочное решение литейного участка	65
2.6. Проектные решения при расширении, реконструкции и техническом перевооружении литейных участков	67
3. Технология изготовления отливки	69
4. Исследовательская часть проекта	70
5. Экономическое обоснование проекта	72
5.1. Основные производственные фонды и амортизационные отчисления	73
5.2. Материально-энергетические затраты	75
5.3. Штаты цеха и фонд заработной платы	77
5.4. Смета расходов на содержание и эксплуатацию оборудования	80
5.5. Смета расходов	81
5.6. Себестоимость продукции	82
5.7. Техничко-экономические показатели работы участка	84

5.8. Анализ эффективности использования производственных ресурсов	86
5.9. Экономическая эффективность проекта	87
6. Безопасность жизнедеятельности	91
6.1. Общие положения	91
6.1.1. Задание по сбору материала в период преддипломной практики	91
6.1.2. Содержание, объем и оформление раздела БЖД в дипломном проекте	91
6.2 Анализ производственных, экологических и техногенных опасностей	92
6.3 Техника безопасности	97
6.3.1. Безопасность веществ и материалов	97
6.3.2. Безопасность производственных процессов	98
6.3.3. Безопасность производственного оборудования	98
6.3.4. Очистка выбросов в атмосферу	99
Литература	100
Приложения	105

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дипломное проектирование является завершающим этапом обучения по специальности 22.02.03 Литейное производство черных и цветных металлов.

Цели дипломного проектирования:

- систематизация, закрепление и расширение теоретических знаний студентов;
- овладение навыками самостоятельного решения технологических задач и организации производства;
- развитие у студентов навыков самостоятельной работы с отечественной и зарубежной технической литературой, в том числе патентной;
- овладение методиками анализа и выбора энерго- и ресурсосберегающих и «экологически чистых» технологий, решения задач по безопасности и охране труда;
- развитие расчетно-графических навыков студента;
- демонстрация уровня подготовленности выпускника к самостоятельной практической деятельности.

Задачи:

- самостоятельно изучить технологии в соответствии с темой проекта;
- выбрать из нескольких вариантов технических решений наиболее выгодный с технико-экономической точки зрения;
- обосновать расчетом (с требуемой степенью точности и с применением современных математических методов) свои проектные предложения;
- четко и наглядно отобразить свои предложения графически;
- разработать мероприятия по охране труда и технике безопасности
- убедительно изложить свои расчеты и обоснование в пояснительной записке.

Дипломный проект должен отразить глубину теоретической, практической и профессиональной подготовки техника, которая предполагает наличие следующих ПК:

ПК 1.1. Выбирать исходные материалы для производства отливок.

ПК 1.2. Анализировать свойства и структуры металлов и сплавов для изготовления отливок.

ПК 1.3. Выполнять расчеты, необходимые при разработке технологических процессов изготовления отливок.

ПК 1.4. Устанавливать и осуществлять рациональные режимы технологических операций изготовления отливок.

ПК 1.5. Рассчитывать основные технико-экономические показатели производства отливок.

ПК 1.6. Оформлять и читать конструкторскую и технологическую документацию по литейному производству.

ПК 2.1. Осуществлять входной контроль исходных материалов литейного

производства в соответствии с технологическим процессом (в том числе с использованием микропроцессорной техники).

ПК 2.2. Осуществлять контроль за выполнением технологического процесса производства отливок из чёрных и цветных металлов и сплавов (в том числе с использованием микропроцессорной техники).

ПК 2.3. Осуществлять контроль за технологией обработки отливок (в том числе с использованием микропроцессорной техники).

ПК 2.4. Осуществлять контроль за работой приборов и оборудования.

ПК 2.5. Анализировать причины образования дефектов и разрабатывать мероприятия по их устранению и исправлению в отливках.

ПК 3.1. Планировать этапы выполнения производственных работ.

ПК 3.2. Организовывать работу исполнителей по производству отливок на отдельном участке.

ПК 3.3. Рассчитывать основные технико-экономические показатели работы коллектива.

ПК 3.4. Контролировать обеспечение требований охраны труда и техники безопасности и промышленной санитарии для безопасной работы в литейном производстве.

ПК 3.5. Проводить анализ травмоопасных и вредных факторов в сфере профессиональной деятельности.

ПК 4.1. Осуществлять установку и заливку форм

ПК 4.2. Осуществлять раздачу жидкого металла

ПК 4.3. Осуществлять модифицирование и легирование расплава

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

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

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

ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

умений:

- — выбирать наиболее эффективное оборудование и исходные материалы для производства отливок;
- устанавливать и осуществлять рациональные режимы технологических операций изготовления отливок;
- использовать программное обеспечение в профессиональной деятельности, применять компьютерные технологии;
- контролировать исходный материал;
- осуществлять контроль за выполнением технологического процесса производства отливок;
- разрабатывать требования повышения качества выпускаемых отливок и создавать условия их реализации;
- выявлять причины образования дефектов и
- разрабатывать мероприятия по их устранению и исправлению в отливках;
- рассчитывать по принятой методологии основные технико-экономические показатели работы коллектива;
- -выбирать наиболее эффективное оборудование для заливки формы;
- -устанавливать и осуществлять рациональный режим заливки формы;
- -использовать программное обеспечение в профессиональной деятельности, применять компьютерные технологии;
- *знаний:*
- литейные свойства металлов и сплавов, закономерности процессов формирования структуры и свойств литых отливок;
- методы расчета оптимальных составов шихты и параметров технологического процесса изготовления отливок;
- оптимальные технологии выплавки литейных сплавов и изготовления отливок, способов получения литейных форм и стержней;
- назначение, конструкцию и принцип действия технологического оборудования литейных цехов;
- общие сведения об автоматических системах управления технологическими процессами выплавки литейных сплавов и изготовления отливок;
- функции и возможности использования информационных технологий в профессиональной деятельности
- критерии и методы контроля исходных материалов литейного производства (в том числе с использованием микропроцессорной техники);
- основные этапы технологического процесса отливок из черных и цветных металлов и сплавов (в том числе с использованием микропроцессорной техники);
- технологию обработки отливок (в том числе с использованием микропроцессорной техники);

- основные причины образования дефектов и способы их устранения;
- основные пути повышения качества выпускаемых отливок
- требования охраны труда и техники безопасности, промышленной санитарии для безопасной работы в литейном производстве
- устройство применяемых крановых и ручных разливочных ковшей, тиглей и их вместимость;
- устройство изложниц и подъемно - транспортных механизмов;
- способ управления разливочной электротележкой при разливке металла в формы и изложницы;
- способы модифицирования и легирования чугуна в ковше или желобе;
- правила раскисления и выдержки металла в ковше при заливке;
- назначение и принципы правильного расположения литников, выпоров, прибылей и шлакоуловителей в форме; - способы заливки форм и рациональные приемы надевания и снятия жакетов;
- особенности заливки постоянных металлических форм, время выдержки и разливки модифицированного чугуна.

1 СОДЕРЖАНИЕ, ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Независимо от характера решаемых задач дипломный проект должен состоять из графической части и пояснительной записки.

1.1. Примерное содержание и объем технологического дипломного проекта

Графическая часть.

Графический материал представляется на листах формата А1:

-планировка участка	1
-чертеж отливки с нанесенными технологическими решениями	1
-чертеж монтажа модели верха	1
-чертеж монтажа модели низа	1
-чертеж формы в сборе	1
-техничко-экономические показатели работы участка	1

Пояснительная записка, листов формата А4:

-титульный лист (на бланке);	1
-задание на проектирование (на бланке);	1
-содержание	1-2
-введение	1-3
-проектно-технологические решения	10-15
-технология изготовления отливки	10-15
-экономическое обоснование проекта	5-7
- безопасность жизнедеятельности	3-5
-заключение	1-2
-список используемых источников	не менее 10 источников
-приложения	по необходимости

Общий объем записки 40-50 машинописных листов, графической части – не менее 6 листов формата А1.

Во введении необходимо обосновать актуальность и практическую значимость выбранной темы, сформулировать цель и задачи, объект и предмет ВКР, круг рассматриваемых проблем.

1.2 Структура дипломного проекта

Технологический дипломный проект имеет структуру:

ВВЕДЕНИЕ

1.ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

- 1.1. Производственная программа
- 1.2. Режим работы и фонды времени
- 1.3. Выбор оборудования для участка
- 1.4. Расчет основного оборудования участка

2 ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ

- 2.1 Анализ технологичности отливки
- 2.2. Выбор способа изготовления отливки
- 2.3 Выбор положения отливки в форме
- 2.4 Определение поверхности разъема формы
- 2.5 Определение припусков на механическую обработку
- 2.6 Определение формовочных уклонов
- 2.7 Определение количества и конструкции стержней
- 2.8 Разработка конструкции и расчет литниковой системы
- 2.9 Разработка технологии плавки сплава, сборки и заливки форм
- 2.10 Финишные операции по обработке отливки

3 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

- 3.1 Состав и стоимость машин и оборудования
- 3.2 Структура основных фондов
- 3.3 Потребность в оборотных средствах
- 3.4 Баланс использования времени одного производственного рабочего
- 3.5 Расчет среднесписочной численности и фонда заработной платы рабочих проектируемого участка
- 3.6 Расчет среднесписочной численности и фонда заработной платы остальных работников проектируемого участка
- 3.7 Смета расходов на содержание и эксплуатацию оборудования участка
- 3.8 Себестоимость годовой программы и одной тонны годного литья
- 3.9 Техничко-экономические показатели работы литейного участка

4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

- 4.1 Анализ опасных и вредных факторов рабочей среды и трудового процесса
- 4.2 Безопасность производственных процессов и оборудования
- 4.3 Очистка выбросов в атмосферу

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

ПРИЛОЖЕНИЯ

- 1.3 Исследовательский дипломный проект имеет следующую структуру:

ВВЕДЕНИЕ

1 ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ

2 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

- 2.1 Состав и стоимость машин и оборудования
- 2.2 Структура основных фондов
- 2.3 Потребность в оборотных средствах
- 2.4 Баланс использования времени одного производственного рабочего

2.5 Расчет среднесписочной численности и фонда заработной платы рабочих проектируемого участка

2.6 Расчет среднесписочной численности и фонда заработной платы остальных работников проектируемого участка

2.7 Смета расходов на содержание и эксплуатацию оборудования участка

2.8 Себестоимость годовой программы и одной тонны годного литья

2.9 Техничко-экономические показателей работы литейного участка

3 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

3.1 Анализ опасных и вредных факторов рабочей среды и трудового процесса

3.1.1 Вредные вещества

3.2 Безопасность производственных процессов и оборудования

3.3 Очистка выбросов в атмосферу

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

Заключение должно содержать выводы и предложения с их кратким обоснованием в соответствии с поставленной целью и задачами, раскрывать значимость полученных результатов.

2. ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

2.1. Производственная программа

В соответствии с темой дипломного проекта студентом разрабатывается производственная программа цеха по форме, представленной в табл. 2.1.

Таблица 2.1 - Программа литейного участка

Изделия	Годовой выпуск изделий, шт.	Масса отливок, т	
		на одно изделие	на годовой выпуск
Основная продукция: а) б) ...			
Итого			
Запасные части Отливки для собственных нужд Отливки по кооперации			
Всего по участку			

Программа должна содержать задание на годовой выпуск отливок для каждого изделия. Выпуск запасных частей и отливок для других предприятий предусматривается подетально для каждого изделия или указывается в процентах к выпуску основной продукции.

Подробная характеристика номенклатуры отливок, выпускаемых цехом, приводится в развернутой (подетальной) программе. Существует три вида развернутой производственной программы – точная, приведенная и условная.

Точная программа предусматривает разработку технологических данных для каждой отливки и применяется при проектировании цехов крупносерийного и массового производства с устойчивой номенклатурой отливок. В дипломных проектах точная программа разрабатывается при номенклатуре до 30–40 наименований. Форма для составления точной производственной программы представлена в табл. 2.2.

Таблица 2.2 - Точная производственная программа

Номер отливки	Наименование отливки	Марка сплава	Масса отливки, кг	Годовая программа, шт.	Масса отливок на годовую программу, т
1	2	3	4	5	6

Приведенная производственная программа в дипломных проектах применяется при номенклатуре отливок более 40 наименований и включает не все подлежащие изготовлению изделия или отливки, а только часть их – типовые, к которым приводятся остальные изделия или отливки развернутой программы. Пересчет развернутой программы на приведенную производится с помощью коэффициента приведения.

Пример 1. Заданием предусмотрен выпуск нескольких типов металлорежущих станков (А, Б, В, Г) с суммарной массой выпускаемых отливок на годовую программу 20000 т. Наибольшую часть в программе выпуска составляют станки модели А (годовая программа 4000 шт.; номенклатура отливок для этого станка – 26 наименований; масса отливок на 1 комплект – 2,0 т; в общем объеме производства цеха масса отливок для этих станков составляет $4000 \times 2,0 = 8000$ т).

Коэффициент приведения можно определить как отношение годовой программы цеха к программе по станкам модели А ($K = 20000:8000 = 2,5$).

Тогда приведенный годовой выпуск составит $4000 \times 2,5 = 10000$ шт. станков модели А. Приведенная программа цеха будет включать 26 наименований отливок станка модели А (для выпуска 10000 шт., масса отливок на программу 20000 т).

Если типовое изделие выбрать сложно, то пересчет заданной программы на приведенную производится для групп отливок в зависимости от их массы, сложности и других параметров. При этом для определения коэффициента приведения в числитель запишется масса отливок на годовую программу по группе, а в знаменатель – масса отливок по типовой отливке (отливкам).

Пример 2. В развернутой программе цеха по группе отливок массой до 5 кг значится 22 наименования отливок одной и той же группы сложности, а в группе массой 5–10 кг — 15 наименований. Годовой выпуск по первой группе составляет 1500 т, по второй — 2000 т. В качестве типовых отливок в первой группе выбраны три отливки (№4, 9 и 20), во второй – 2 отливки (№ 27 и 31), имеющие наибольшую долю выпуска в указанных группах.

Годовой выпуск для указанных отливок по массе и в штуках составляет соответственно:

№ 4 – 160 т, 80000 шт.;

№ 9 – 240 т, 80000 шт.;

№ 20 – 200 т, 50000 шт.;

№ 27 – 400 т, 50000 шт.;

№ 31 – 600 т, 60000 шт.

Тогда коэффициенты приведения по каждой из групп составят соответственно:

$$K_1 = 1500 : (160 + 240 + 200) = 2,5;$$

$$K_2 = 2000 : (400 + 600) = 2,0.$$

Приведенная программа по указанным группам отливок будет содержать 5 отливок, приведенный выпуск которых составит соответственно:

№ 4 – 400 т, 200000 шт.;

№ 9 – 600 т, 200000 шт.;

№ 20 – 500 т, 125000 шт.;

№ 27 – 800 т, 100000 шт.;

№ 31 – 1200 т, 120000 шт.

Приведенный годовой выпуск по группам остался равным годовой программе (1500 и 2000 т).

Форма для расчета приведенной программы представлена в табл. 1.3.

Таблица 2.3 - Приведенная производственная программа

Группа по массе от... до..., кг	Номер чертежа отливки	Наименование отливки	Марка сплава	Годовой выпуск, шт.	Коэффициент приведения	Приведенный годовой выпуск, шт.	Масса отливки, кг	Масса отливок на годовую программу, т
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Условная программа характерна для цехов индивидуального и мелкосерийного производства с обширной номенклатурой и низкой повторяемостью отливок в течение года. Программа задается приблизительной разбивкой деталей на группы в зависимости от массы. Все дальнейшие расчеты выполняются на основании укрупненных технико-экономических показателей родственных предприятий и литературных данных.

Форма для расчета условной программы цеха приведена в табл. 1.4.

Таблица 2.4 - Условная программа цеха

Изделие	Количество изделий в год, шт.	Требуется отливок на одно изделие			Годовая программа		Группы отливок по массе, кг					
							I от... до...		II от... до...		III от... до...	
		марка сплава	шт.	т	шт.	т	шт.	т	шт.	т	шт.	т
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

2.2. Режим работы и фонды времени

В дипломном проекте необходимо обосновать выбор режима работы всех отделений цеха. В соответствии с установленным режимом работы определяются фонды времени работы оборудования и рабочих по данным.

Режим работы литейных цехов определяется организацией производства и количеством рабочего времени трудящихся и оборудования.

По организации работ различают ступенчатый (последовательный), параллельный и комбинированный режимы работы.

Последовательный режим работы предусматривает выполнение всех или большинства технологических операций изготовления отливки в различное время на одной и той же рабочей площади цеха. Это характерно для цехов крупного литья (плацевая формовка) и цехов с низкой степенью механизации работ.

Параллельный режим используется в цехах массового и крупносерийного производства и заключается в выполнении всех технологических операций одновременно на разных производственных площадях и участках литейного цеха (на конвейере или линии) разными рабочими и машинами.

Комбинированный метод работы включает и параллельный и последовательный режимы работы на разных участках.

Количество смен может быть 1, 2, 3.

Чаще всего литейные цехи работают по двухсменному графику работы. Ряд отделений (участков) литейного цеха, в основном при массовом производстве литья, могут работать в три смены (термические печи) или две с половиной смены (плавильные печи) для обеспечения стабильной двухсменной работы отделений всего цеха.

Выбор режима работы цеха может быть связан и с требованиями охраны труда. Например, операции заливки и выбивки крупных форм осуществляют в ночное время, когда присутствие работающих в цехе минимально.

Продолжительность рабочей недели составляет 40 часов.

Различают календарный, номинальный и действительный фонды времени.

Календарный фонд для оборудования и рабочих составляет $\Phi_k = 365 \times 24 = 8760$ ч/год.

Номинальный фонд (Φ_n) – это время, в течение которого по принятому режиму должно работать оборудование и рабочие без учета потерь времени.

$\Phi_n = 2018$ ч/год при односменном режиме;

$\Phi_n = 4036$ ч/год при двухсменном режиме;

$\Phi_n = 6054$ ч/год при трехсменном режиме работы цеха.

Фонд действительный (эффективный) работы оборудования является расчетным и определяется путем исключения из номинального фонда времени неизбежных потерь. Они связаны с возможными ремонтами оборудования и плановым обслуживанием его.

При установлении действительного фонда времени рабочего необходимо учитывать различного вида отпуска, потери из-за временной нетрудоспособности, выполнения государственных обязанностей и др. В зависимости от условий работы и продолжительности отпуска он может меняться в пределах от 1840 до 1610 ч/год.

2.3. Расчет производственных отделений литейного цеха

Проектирование отделений литейных цехов основывается на выборе типа и расчета потребного количества технологического оборудования. Главным условием для выбора типа оборудования является способность его обеспечить выполнение заданного технологического процесса с учетом производительности, надежности, эксплуатационных условий и экономической целесообразности. На основании расчета количества оборудования определяются площади и производится компоновка отделений в соответствии с общими проектными решениями литейного цеха.

Интенсивность использования оборудования в проектных расчетах регламентируется коэффициентом загрузки – K_z , который должен быть в

пределах 0,7–0,85 для большинства видов оборудования. При установке 1–3 единиц неавтоматического и недорогого оборудования допускается в отдельных случаях снижение K_3 до 0,5.

Для обеспечения ритмичной работы цеха коэффициенты загрузки оборудования всех отделений цеха должны быть меньше коэффициента загрузки формовочного оборудования.

В связи с изготовлением различных отливок в групповых потоках номенклатура отливок может планово меняться, что приводит к неравномерности потребления жидкого металла, формовочных и стержневых смесей, стержней и т.п. Поэтому среднечасовые данные расхода материала для расчетов количества оборудования в поточном производстве необходимо увеличивать на коэффициент неравномерности потребления и производства – K_H .

Для оборудования формовочных отделений $K_H = 1$. Для других отделений и видов оборудования при массовом и крупносерийном производстве $K_H = 1,0–1,2$, в условиях серийного и мелкосерийного производства $K_H = 1,1–1,3$, для мелкосерийного и единичного производства $K_H = 1,2–1,4$. Конкретные значения K_H для различных видов оборудования приведены в работе .

Расчетное количество автоматических линий для формовочно-заливочно-выбивных отделений при поточном производстве P_1 определяется по формуле

$$P_1 = \frac{n}{K_\sigma N_{п.расч} \Phi_d}, \quad (1.1)$$

где n – годовое число форм, изготавливаемых в потоке (на линии), шт.;

$K_\sigma = 0,94–0,96$ – коэффициент, учитывающий потери из-за брака форм и отливок;

$N_{п.расч}$ – принятая тактовая (расчетная) производительность автоматического оборудования, шт./ч;

Φ_d – действительный годовой фонд времени, ч.

При применении универсального формовочного оборудования (машин, пескометов и др.) или механизированных линий в формуле (2.1) вместо $N_{п.расч}$

принимают расчетную производительность $\Sigma N_{п.расч}$, исходя из передового опыта его эксплуатации.

Количество единиц формовочного оборудования, принимаемое к установке в цехе P_2 , рассчитывается по формуле

$$P_2 = \frac{P_1}{K_{зф}}, \quad (1.2)$$

где $K_{зф}$ – коэффициент загрузки формовочного оборудования.

Полученные значения P_2 округляются до целой величины, и проверяется фактическая величина коэффициента загрузки, которая должна быть в пределах 0,7–0,85.

Расчетное количество оборудования остальных отделений цеха P_1' находится по формуле

$$P_1' = \frac{B_{г} \cdot K_{н}}{\Phi_{д}' \cdot N_{расч}'}, \quad (1.3)$$

где $B_{г}$ – годовое количество потребляемого жидкого металла, число съемов со стержневых машин, количество смесей и т.п. (с учетом брака, просыпи смесей и т.п.);

$\Phi_{д}'$ – годовой действительный фонд времени рассчитываемого оборудования;

$N_{расч}'$ – производительность оборудования (расчетная), принятая, исходя из прогрессивного опыта его эксплуатации (при расчете числа автоматов заменяется на $N_{п.расч}'$).

Число единиц оборудования (P_2'), принимаемое к установке в цехе, определяется по формуле

$$P_2' = \frac{P_1'}{K_3}. \quad (1.4)$$

Полученное значение P_2' округляется до целой величины, проверяется фактическая величина K_3 . Причем фактическая величина коэффициентов загрузки оборудования во всех отделениях цеха должна быть меньше

фактического коэффициента загрузки основного формовочного оборудования, т.е. должно выполняться условие $K_3 \leq K_{3ф}$.

2.3.1. Плавильное отделение

Основой для расчета плавильного отделения является ведомость расхода металла на залитые формы, которая составляется на основе программы цеха и данных техпроцессов (табл. 2.6).

Количество отливок в год с учетом брака – А (графа 10, табл. 2.6) определяется по формуле

$$A = \frac{\Gamma}{100 - Б} \cdot 100, \quad (1.5)$$

где Γ – годовая программа, шт. (графа 5, табл. 2.6);

Б – планируемый процент брака отливок (графа 7, табл. 1.5).

Тогда брак отливок в натуральном выражении определится по разнице между отлитыми и годными отливками.

Таблица 2.5 - Ведомость расхода металла на залитые формы

Номер отливки	Наименование отливки	Масса отливки,	Марка сплава	Годовая программа		Брак по вине литейного цеха		Отливается в год			Масса на одну отливку, кг		Расход металла в год, т	
											литников и прибылей	отливки с литниками	на литники и прибыли	всего
				шт.	т	%	шт.	т	шт.		т	шт		
Итого														

При проектировании плавильных отделений выполняются следующие работы:

- выбирается тип плавильных агрегатов;

- составляется баланс металла по выплавляемым маркам сплавов на годовую программу;
- рассчитывается шихта и составляется ведомость расхода шихтовых материалов;
- определяется емкость (часовая производительность) и количество плавильных агрегатов;
- разрабатывается схема организации работ в отделении по завалке шихты, передаче жидкого металла к заливке, уборке отходов, ремонту печей, сушке, разогреву ковшей и т.п.;
- рассчитывается потребность по всем видам ковшей;
- выполняется планировка отделения в соответствии с общей компоновкой цеха.

Выбор плавильного оборудования обуславливается металлургическими возможностями обеспечения заданного качества выплавляемого сплава, наличием в регионе проектируемого цеха необходимых шихтовых материалов и энергетических ресурсов, условиями труда обслуживающего персонала, защиты окружающей среды от газовыделений и отходов плавки, а также эффективностью производства сплава на выбранном оборудовании.

Более экономичным следует считать моно- или дуплекс-процессы выплавки чугуна в индукционных печах. В России промышленность выпускает большую гамму индукционных тигельных печей для плавки чугуна вместимостью от 1,0 до 60 т (табл. 1.7).

Таблица 2.6 - Технические характеристики индукционных печей

Марка	Вместимость печи, т	Мощность печи по трансформатору (преобразователю), кВт	Частота тока, Гц	Расчетная скорость плавки (перегрев на 100 °С), т/ч
ИЧТ-1	1,0	400	50	0,6
ИЧТ-2,5	2,5	1000	50	1,7
ИЧТ-6	6,0	1600	50	2,7
ИТЧ-10	10,0	2500	50	2,4
ИЧТ-21	21,0	5600	50	11,3
ИЧТ-31	31,0	7100	50	14,2
ИЧТ-60	60,0	20000	50	33,6

Дуплекс-процесс «дуговая печь – индукционный канальный миксер или индукционная тигельная печь» применяют в современных литейных цехах большой мощности; в качестве первичного агрегата для выплавки чугуна используют дуговые электропечи большой емкости (25–30 т), на которых установлены трансформаторы высокой удельной мощности.

Экономически более выгодным можно признать использование в качестве вторичного агрегата индукционного тигельного миксера, который имеет меньшую мощность трансформатора, что приводит к уменьшению капитальных затрат. В этих миксерах можно производить коррекцию химического состава чугуна и производить подогрев металла. Технические характеристики индукционных тигельных миксеров приведены в табл. 2.7.

Таблица 2.7 - Технические характеристики тигельных миксеров

Марка	Вместимость тигля, т	Мощность по трансформатору, кВт	Расчетная скорость перегрева на 100 °С, т/ч
ИЧТМ-1	1	180	2,8
ИЧТМ-2,5	2,5	400	4,2
ИЧТМ-6	6	400	7,0
ИЧТМ-10	10	1000	17,0
ИЧТМ-16	16	1600	22,0

В качестве плавильных агрегатов для приготовления стали применяют печи, как с кислой, так и с основной футеровкой. В литейных цехах, производящих отливки из рядовых углеродистых сталей, чаще всего используют печи с кислой футеровкой, а для производства легированных и высоколегированных сталей – печи с основной футеровкой.

Типы применяемых для плавки сталей электрических дуговых печей и их технические характеристики приведены в табл. 2.8.

Таблица 2.8 - Технические характеристики дуговых электрических печей

Марка плавильной печи	Вместимость, т	Установленная мощность по трансформатору, кВА	Расход электроэнергии, кВт · ч/т		Диаметр электрода, мм	Внутренний диаметр конуса, мм	Производительность печи, т/ч
			теоретический на расплавление	фактический на плавку			
ДСП-3	3	2000	500	750	200	2764	1,6
ДСП-6	6	4000	550	750	300	3190–3500	2,7
ДСП-12	12	8000	470	720	350	3760–4260	4,2
ДСП-25	25	12500	460	700	400	4450–4950	6,6
ДСП-50	50	20000	440	680	500	5800–6050	11,4

При сравнительно небольшой потребности литейного цеха в жидкой стали широкое применение находят индукционные тигельные сталеплавильные печи серии ИСТ. Такие печи обычно работают на токах повышенной (500–2400 Гц), а не промышленной частоты. В этом случае для плавки используется твердая шихта, и печь работает без «болота».

Технические характеристики печей ИСТ, имеющих повышенные удельные мощности до 500–600 кВт · ч/т с вращающимися преобразователями частоты (ВПЧ) и тиристорными преобразователями частоты (ТПЧ), приведены в табл. 2.8.

Основные типы печей и их технические характеристики для плавки цветных сплавов приведены в табл. 2.9 и 2.10.

Особо следует остановиться на плавке алюминиевых сплавов в индукционных канальных печах. В стране созданы конструкции мощных индукционных тигельных печей, конкурентоспособных лучшим зарубежным аналогам.

По конструкции индукционные канальные печи могут быть одно-, двух- и многофазные, с одним или несколькими каналами. В практике наибольшее распространение получили трехфазные печи ИАК-6, ИАК-13, технические характеристики которых приведены в табл. 2.11.

Таблица 2.11 - Технические характеристики индукционных канальных печей ИАК-6 и ИАК-13

Параметры	Индукционные канальные печи	
	ИАК-6	ИАК-13
Мощность, кВт	750	1300
Напряжение, В	1000	1000
Число фаз	3	3
Полезная вместимость печи, т	6	16
Масса болота, т	3	3
Удельный расход электроэнергии, кВт · ч/т	400–450	400–450
Производительность по плавлению, т/сут.	33,5	33,5

Баланс металла составляется по всем маркам выплавляемых сплавов на годовую программу (табл. 2.12).

Таблица 2.12 - Баланс металла

Наименование статей	Расход по маркам сплава						Всего	
	Марка сплава							
	%	т	%	т	%	т	%	т
1. Годные отливки								
2. Литники и прибыли								
3. Брак отливок								
4. Технологические пробы и опытные отливки								
5. Сливы и сплески								
Итого жидкого металла								
6. Угар и безвозвратные потери								
Металлозавалка	100		100		100		100	

При составлении баланса металла данные по статьям 1, 2, 3 в тоннах заносятся из табл. 2.5, а данные по статьям 4, 5, 6 в процентах от металлозавалки берутся из литературных источников или на основании опыта работы базового предприятия.

Металлозавалка рассчитывается по формуле

$$M = \frac{Г + Л + Б}{100 - П} \cdot 100, \quad (1.6)$$

где М – годовая металлозавалка по выплавляемой марке, т;

Г – масса годных отливок, т;

Л – масса литников и прибылей, т;

Б – масса бракованных отливок, т;

П – сумма потерь металла по статьям 4, 5, 6 баланса металла, %.

После расчета металлозавалки определяются и заносятся в таблицу статьи 1, 2, 3 в процентах, а 4, 5, 6 – в тоннах, а затем подсчитываются суммарные данные по цеху.

При отсутствии подетальной программы литейного цеха (индивидуальное и мелкосерийное производство отливок) для составления баланса металла допускается пользоваться удельными (ориентировочными) показателями выхода годного и других статей баланса в процентах от металлической завалки для каждой группы отливок в соответствии с табл. 2.13. В дипломном проекте излагаются особенности принятой технологии плавки и указываются ее преимущества, приводится расчет оптимального состава шихты на основе методов линейного программирования с помощью ЭВМ и составляется ведомость расхода шихтовых материалов (табл. 2.13).

Число одновременно работающих плавильных агрегатов определяется в зависимости от числа технологических потоков производства форм и возможности снабжения различных потоков из одного плавильного агрегата; числа шихт, потребляемых в цехе одновременно; возможности непрерывной

заливки форм на автоматических линиях и конвейерах из печей периодического действия.

Производительность вагранок и других печей непрерывного действия, а также индукционных печей, работающих с болотом, как правило, определяется из среднечасовой потребности в металле. Задаваясь числом одновременно работающих агрегатов P'_1 , уравнение (2.3) решают относительно расчетной производительности $N'_{\text{РАСЧ}}$.

Таблица 2.13 - Ведомость расхода шихтовых материалов

Наименование материалов	Расход материалов по маркам сплава						Всего	
	Марка							
	%	т	%	т	%	т	%	т
1. Металлическая шихта: а) б)								
Итого:	100		100		100		100	
2. Окислители								
3. Шлакообразующие								
4. Раскислителии модификаторы								
5. Топливо (электроэнергия) технологическое								

Потребность в жидком металле в отдельные периоды бесперебойной работы формовочного отделения может превышать на 20–40 % расчетную производительность плавильного агрегата. Поэтому в проектах часто предусматривают установку подогреваемых миксеров жидкого металла и накопителей форм на участках заливки. Емкость миксера, равная 1–2 часовой производительности плавильного агрегата, позволяет компенсировать неравномерность в потреблении жидкого металла.

При производстве крупных и тяжелых отливок производительность плавильного и миксерного оборудования определяется, кроме того, единовременной потребностью в жидком металле для заливки самой металлоемкой формы.

В тех случаях, когда плавка ведется монопроцессом в печах периодического действия, расчет плавильного оборудования начинается с определения оптимальной емкости для каждого технологического потока. В конвейерных цехах емкости печей обусловлены необходимостью равномерного снабжения сплавом относительно небольшими порциями. В этом случае емкость печей определяется по формуле [7]

$$\varepsilon = \frac{B_{\Gamma} K_H t_{\Pi}}{\Phi_D}, \quad (1.7)$$

где t_{Π} – продолжительность разливки одной плавки, ч.

Число печей рассчитывается по формулам (1.3) и (1.4).

При дуплекс-процессе емкость плавильной печи лимитируется лишь емкостью миксера.

После расчета числа плавильных агрегатов разрабатывается схема организации работ в плавильном отделении, рассчитывается потребность в ковшах и выполняется планировка отделения.

2.3.2. Формовочно-заливочно-выбивное отделение

Формовочно-заливочно-выбивное отделение является основным в цехе. Проектирование формовочного участка начинается с обоснования способа изготовления отливок и выбранного типа форм. Описывается технология изготовления, сборки, заливки, выбивки форм и применяемое оборудование. При изготовлении различных по массе, сложности и габаритам отливок вся номенклатура разбивается на группы, производство которых предусматривается в отдельных потоках в формах оптимального и преимущественно одного размера. Число отливок в формах принимается по технологическим картам или разработкам.

Выбор машины может быть проведен в соответствии с данными по формовочным машинам, приведенным в табл. 2.16.

Современными формовочными машинами являются машины с импульсным уплотнением, а среди них широко известны разработки фирмы HeinrichWagnerSinto (HWS), которые выпускают гамму формовочных машин с уплотнением формовочной смеси воздушно-импульсным потоком. В табл. 2.17 даны технические характеристики некоторых формовочных машин фирмы HWS.

Разработаны и отечественные машины с воздушно-импульсным уплотнением для опок с габаритами $1200 \times 1000 \times 250$ и $1040 \times 900 \times 460$ мм с цикловой производительностью более 120 полуформ в час.

Более крупные формы можно изготавливать с помощью пескометов (табл. 2.17) или наливной формовкой, используя установки и смесители, приведенные в табл. 2.18.

Таблица 2.16 - Технические характеристики формовочных машин воздушно-импульсным уплотнением смеси

Параметры	Тип машины		
	HPS-1	HPS-2	HPS-3
Размер стола, мм	750x560	950x710	1155x860
Размеры опок, мм:			
– внутренний минимальный;	450x300	550x450	700x550
– внутренний максимальный;	650x500	800x650	1000x800
– внешний максимальный	850x650	1000x850	1250x1050
Ход поршня, мм	200	250	300
Ход извлечения максимальный, мм	200	300	400
Давление прессования максимальное, кН	200	315	535
Установленная мощность, кВт	5,5	7,5	11,0
Масса, кг	4500	8600	17000

Таблица 2.17 - Виды пескометов, их технические характеристики

Наименование	Модель	Режим работы	Производительность, м ³ /ч	Скорость выброса, м/с	Общий вылет, мм	Габариты, мм
Пескомет формовочный стационарный консольный	2Б93М	Ручной	12,5	47,4	4600	5585x1200x x2830
	24314	Полуавтоматический	12,5	47,4	4600	
Пескомет формовочный консольный передвижной	24437М	–	25	60	7500	10200x4200x x4820
Пескомет формовочный мостовой передвижной	24512М	–	50	60	3000	7630x3850x x5780

Перспективным направлением является использование автоматических литейных линий (АЛЛ) безопочной формовки. В табл. 2.19 приведены краткие характеристики ряда линий фирмы Disa.

Типы и технические характеристики отечественных линий с безопочной формовкой приведены в табл. 2.20.

Используется также опочная формовка на автоматах с быстрой или автоматической сменой моделей в цикле линии, заливка и охлаждение формы на рольганговых линиях с варьируемыми параметрами и продолжительностью операций (табл. 2.21).

Для определения годового числа форм каждого типоразмера, а также объема стержней и формовочной смеси удобно пользоваться ведомостью изготовления и сборки форм, приведенной в табл. 2.22.

Число автоматических, комплексно-механизированных формовочных линий и машин рассчитывается по формулам (1.1) и (1.2).

При разработке участка заливки форм решаются вопросы подачи металла на заливку из плавильного отделения, организации заливки и рассчитывается парк ковшей всех типов и емкостей. Для обеспечения бесперебойной заливки форм на линиях и литейных конвейерах необходима взаимоувязка работы формовочного и плавильного отделений. Это достигается планированием изготовления нескольких отливок одновременно в целях сужения диапазона среднечасовой потребности в металле, применением накопителей для готовых форм и промежуточных емкостей для выплавленного металла.

Взаимосвязью формовочных автоматов и машин с различными видами транспортных систем для форм и их остывания до выбивки определяются в основном компоновочные схемы различных формовочных автоматических и комплексно-механизированных линий. При значительной необходимой длине охлаждающей зоны применяются конвейеры с двухшарнирной цепью для создания дополнительных петель трассы в нескольких ярусах или используются линии с несколькими ветвями охлаждения форм на поддонах.

Длительность охлаждения форм от заливки до выбивки рассчитывается для наиболее массивных отливок или берется по данным базового предприятия.

Таблица 2.18 - Установки и смесители для приготовления самотвердеющих смесей

Оборудование	Модель	Производительность , м³/ч	Габариты, мм	Радиус действия , мм
Установки для приготовления:				
– ЖСС периодического действия;	19114	8	6130x4650x677	–
	М	10	0	2200
– ЖСС непрерывного действия;	19413	До 30	5605x2585	2650
	19415		7535x6280	
– ЖСС непрерывного действия;	18113	6	5147x3985	–
– жидкой композиции непрерывного действия;	19512	20	9900x5550	2650
– ПСС периодического действия				
Смесители ХТС:				
– одножелобные одновальные;	19611	1	2675x700	1200
– одноплечие;	4727	4	3500x1200	2250
– одноплечие;	19655	6	3650x750	2410
– двуплечие;	4732	16	4212x950	2630
– двуплечие;	19639	40	3882x1358	2950
– двуплечие	19657	16	3795x800	2850
– двухвальные, двуплечие;	19641	1	2857x700	1200
– двухжелобные с вихревой головкой;	19653	2,5	3745x700	2500

Таблица 2.19 - Техническая характеристика линий фирмы Disa

Параметры	Автоматические машины					
	2013		2120/30		2070	
	А	Б	А	Б	А	Б
Размер кома, мм:						
– высота;	480	535	650	600	700	800
– ширина;	600	650	730	775	950	950
– глубина	120–330	120–330	100–475	100–475	200–560	250–636
Расчетная производительность, форм/ч при глубине кома:						
– минимальной;	410	370	200	420	275	260
– максимальной	320	290	200	360	230	220
Расход смеси, т/ч	46	50	30	50	125	160

Расход электроэнергии, кВт/ч	32	32	30	50	42	42
------------------------------------	----	----	----	----	----	----

Таблица 2.20 - Линии формовочные безопочные

Наименование изделия	Модель	Основные параметры			
		Размеры формы, мм	Высота формы, мм	Производительность в цикловая, форм/ч	Габариты, мм
1. Комплексная автоматическая линия безопочной формовки в горизонтальную стопку для изготовления отливок массой до 5 кг	7058	600x500	120–300	270–300	26000x4605
2. То же до 20 кг	АЛ23712	600x450	180–300	300	31050x5350
3. То же до 50 кг	АЛ23714	800x600	250–400	300	70000x6500
4. Комплексная автоматическая линия безопочной формовки и сборки в вертикальную стопку для изготовления отливок массой до 15 кг	АЛ28412	600x500	80–120 (при высоте стопки 800 мм)	420–450	27000x1200

Выбивка форм при поточном производстве отливок осуществляется на автоматических выбивных установках различных конструкций, входящих в комплекты линий. При производстве отливок в других условиях производства выбивка форм производится на выбивных устройствах и решетках.

Подача отливок от выбивки в термообрубное отделение сочетается с охлаждением отливок обычно на пластинчатых конвейерах. Однако при использовании современных линий формовки длина пластинчатых конвейеров получается чрезмерно большой (до 300 м). В этом случае наиболее целесообразно использовать подвесные толкающие конвейеры для охлаждения отливок с автоматической загрузкой и разгрузкой, с трассой охлаждения любой длины и сложности. При наличии в цехе нескольких формовочных линий

необходимо каждую линию оборудовать автономным охлаждающим конвейером.

Таблица 2.21 - Линии формовочные опочные

Наименование изделия	Модель	Основные параметры			
		Размеры формы, мм	Высота формы, мм	Производительность цикловая, форм/ч	Габариты, мм
Массовое и крупносерийное производство					
1. Комплексная автоматическая линия формовки, заливки и выбивки для изготовления отливок массой до 50 кг	Л450А (КВ301)	1100x750	300	240	105000x x16800x6300
2. То же до 75 кг	Л451	1250x1000	350	150	—
3. То же до 100 кг	Л453	1600x1250	400	120	10920x21400
4. То же до 50 кг	7501	1100x750	300	240	11000x18000
Серийное и мелкосерийное производство					
5. Линия автоматическая для изготовления отливок массой до 50 кг	Л22843	800x630	300	100	102000x12900
6. То же до 200 кг	Л651М	1250x1000	400	80	96400x27100
7. Блок-линия импульсной формовки	Л23813	800x630	200— 400	90	9300x7320

Таблица 2.22 - Ведомость изготовления и сборки форм

Номер отливки	Наименование отливки	Изготавливается в год отливок.	Внутренний размер опок в/н. мм	Количество отливок в форме.	Изготавливается форм в год. шт.	Объем для одной формы, м ³				Объем формовочной смеси на	Тип линии (машины)	
						опок	залитого металла	стержней	уплотненной		Верх	Низ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Итого											
-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

По мере уменьшения серийности изготовления отливок возрастает грузопоток модельной оснастки, поэтому в составе цехов предусматриваются промежуточные склады оснастки в непосредственной близости от обслуживаемых участков.

2.3.3. Стержневое отделение

При проектировании стержневых отделений всю номенклатуру стержней разделяют на группы в зависимости от массы, объема и геометрических размеров. Для каждой группы выбирается технология изготовления, составы стержневых смесей, способ упрочнения и т.п.

Основой для расчета стержневого отделения служит ведомость изготовления стержней (табл. 1.23). Форма таблицы может меняться в зависимости от конкретных условий производства.

В массовом и крупносерийном производствах номенклатуру, число, объем, размеры и другие параметры стержней определяют по технологическим картам. При обширной номенклатуре стержней в дипломном проекте можно пользоваться приведенной программой стержневого отделения и в ведомость включать лишь часть номенклатуры стержней, принятых за типовые.

В индивидуальном производстве при отсутствии технологических карт, разработок и чертежей отливок объем производства стержневых отделений определяют по нормативам расчетного числа стержней на 1 т годного.

Количество стержневых машин рассчитывается по формуле (1.3).

Для массового и крупносерийного производства рекомендуется применять способы изготовления стержней с отверждением в оснастке, поточные линии выполняются комплексными с включением операций отделки и сборки стержней. Количество типоразмеров стержневых машин

целесообразно принимать минимальным. Крупные стержни следует изготавливать пустотелыми или расчленять их на части с последующей склейкой. Изготовление массивных стержней допустимо с применением тепловой сушки.

Таблица 2.23 - Ведомость изготовления стержней

Номер отливки	Изготавливается отливок в год, шт.	Номер стержня	Требуется стержней на 1 отливку, шт.	Требуется стержней на годовую программу, шт.	Брак и потери стержней 5–10 %	Изготавливается стержней в год с учетом брака, шт.
1	2	3	4	5	6	7
Всего						

Продолжение табл. 2.23

Объем или масса одного стержня, м ³ (т)	Объем (масса) стержней на годовую программу, м ³ (т)	Количество стержней в ящике, шт.	Число съёмов в год, шт.	Способ изготовления	Норма времени	
					на один съём	на годовую программу
8	9	10	11	12	13	14

Продолжение табл. 2.23

Габариты сушильной плиты, мм	Площадь плиты, м ²	Количество стержней на плите, шт.	Количество сушильных плит на годовой выпуск, шт.	Площадь сушильных плит на годовой выпуск, шт.	Номер смеси
15	16	17	18	19	20

Характеристики линий изготовления стержней с отверждением смеси в оснастке по СО₂-процессу приведены в табл. 2.24.

Для изготовления стержней в единичном, мелкосерийном и серийном производстве прогрессивным является метод изготовления стержней из холоднотвердеющих смесей (ХТС).

Процесс основан на использовании в качестве связующих материалов синтетических смол, способных отверждаться при комнатной температуре за счет введения катализатора.

Таблица 2.24 - Автоматические линии изготовления стержней по CO₂-процессу

Параметры	Модель линии		
	Л16С	Л40С	Л100С
Назначение	Изготовление стержней пескострельным способом с последующим отверждением продувкой CO ₂ в условиях серийного производства		
Производительность, съёмов/ч	110	100	60
Наибольшая масса стержня, кг	16	40	100
Размеры стержневого ящика, мм	630х500х х(300–445)	800х630х х(320–495)	1000х800х х(380–555)
Габаритные размеры, мм	6800х4260х х2560	8500х5500х х3670	9350х6020х х3375
Масса, кг	32000	37000	40000

Для уплотнения ХТС можно применять вибрационные столы, технические характеристики которых приведены в табл. 2.24.

В табл. 2.17 представлены основные характеристики комплексов оборудования для изготовления стержней из ХТС.

В зарубежной практике широко используются технологические процессы изготовления стержней с продувкой газовыми отвердителями (SO₂-процесс, Cold-box-amin-процесс). Отечественная машиностроительная промышленность освоила производство аналогичного оборудования для производства стержней массой от 1 до 50 кг. Технические характеристики стержневых машин приведены в табл. 2.27, 2.28.

В массовом и крупносерийном производстве применяется технологический процесс изготовления стержней с отверждением их в горячих ящиках.

Характеристики машин для изготовления стержней по горячим ящикам приведены в табл. 2.29.

Камерные сушила с выкатными тележками применяются для сушки форм и стержней чугунного и стального литья в цехах с серийным, мелкосерийным и единичным характером производства. Основные характеристики камерных сушил приведены в табл. 2.30.

При проектировании в стержневом отделении выделяются подсобные участки: каркасная мастерская, приготовления краски, склад стержневых ящиков.

В составе стержневого отделения предусматривается участок комплектации и промежуточный склад готовых стержней, а также промежуточный оперативный склад стержневой оснастки.

Склады стержней целесообразно проектировать на базе системы подвесных толкающих конвейеров или многоярусных стеллажей, обслуживаемых автоматизированными штабелерами.

Для подачи готовых стержней на участок сборки форм используют конвейерный транспорт, рольганги, электротележки и т.п.

2.3.4. Смесеприготовительное отделение

Данные табл. 2.22 и 2.23 по формовочному и стержневому отделениям позволяют определить расход смесей в уплотненном виде. Во всех расчетах принимают следующие объемные массы (т/м^3) формовочных и стержневых смесей: разрыхленные – 1,25; уплотненные – 1,65; уплотненные при высоком давлении – 1,8; ЖСС – 1,35; ХТС – 1,55. При индивидуальном и мелкосерийном производстве расчеты расхода формовочных смесей также рекомендуется вести по принятым размерам и числу изготавливаемых форм. Лишь при отсутствии технологических данных допускается определять расход смесей на 1 т годных отливок.

Объем облицовочных смесей можно принимать равным 10–20 % от общего количества формовочной смеси. При определении количества смесей необходимо учесть их потери при транспортировке и формообразовании, равные 10–12 % для формовочных и 5–8 % — для стержневых. Зная рецептуру, по годовому расходу смесей рассчитывают потребность в формовочных материалах, которая может быть сведена в таблицу.

Потребное количество оборудования рассчитывается по формуле (1.3).

В цехах мелкосерийного и единичного производства обычно проектируют одно централизованное смесеприготовительное отделение. Бункера-отстойники устанавливаются как можно ближе к потребителям. Их емкость принимается равной 4–5-часовому расходу.

В цехах крупносерийного и массового производства смесеприготовление для форм и стержней разделяют, а смесеприготовление для форм проектируют отдельно для каждой формовочной линии. Емкость бункеров-отстойников при этом не превышает 30-минутного расхода смеси. Емкость бункеров над смесителями должна быть равной объему всей оборотной смеси, находящейся в системе.

Отечественная промышленность выпускает большую гамму разнообразного смесеприготовительного оборудования (табл. 2.31 и 2.32).

Для изготовления ХТС широкое распространение получили лопастные смесители. Основные характеристики смесителей приведены в табл. 2.33.

2.3.5 Термообрубное отделение

При определении числа отливок, подлежащих обработке в термообрубном отделении, за основу принимают годовую программу литейного цеха с учетом брака. При этом дополнительно учитывают также дефектные отливки, подлежащие исправлению на специализированном участке. Число дефектных отливок от годных принимается 15–20 % для мелких, 25–30 % — для средних и 40–60 % — для сложных и крупных отливок.

Для расчета оборудования годовой выпуск отливок распределяют по операциям очистки и термообработки. Распределение выполняют на основании подетальных расчетов или по укрупненным показателям для отдельных групп отливок. Потребное количество единиц оборудования рассчитывается по формуле (1.3).

Отделения термообработки и очистки, как правило, отгораживают от других отделений цеха. Участки отделения располагают с учетом последовательности выполняемых операций так, чтобы по возможности сократить протяженность межоперационных грузопотоков.

Очистка литья осуществляется следующими способами: в галтовочных барабанах периодического или непрерывного действия, в барабанах и камерах дробеметной и дробеструйной очистки.

Технические характеристики барабанов галтовочных очистных периодического действия, выпускаемых отечественной промышленностью, представлены в табл. 1.34.

Барабаны непрерывного действия отличаются тем, что они не требуют остановки для загрузки и выгрузки отливок и поэтому более производительны. Технические характеристики галтовочных барабанов непрерывного действия представлены в табл. 1.35.

Более универсальным и качественным способом очистки является очистка дробью. Технические характеристики отечественных дробеметных барабанов периодического действия приведены в табл. 1.36.

Технические характеристики камер дробеметно-дробеструйной очистки периодического действия для крупногабаритного литья показаны в табл. 1.37.

2.3.6. Склады литейных участков

На складах осуществляется приемка, складирование, подготовка шихтовых и формовочных материалов, огнеупорных изделий, флюсов и т.д.

При определении площади закровов, необходимых для хранения материалов, используются данные расчетов плавильного и смесеприготовительного отделений, являющихся основными потребителями исходных материалов. Расход вспомогательных материалов принимается по данным базового предприятия или литературы.

Количество хранящихся на складе материалов определяется нормативным запасом по каждому виду и суточной потребностью.

Площади хранилищ нормативного запаса материалов на цеховых складах сводят в табл. 2.38.

Площадь, занимаемую материалом (F_M) на месте хранения, определяют по формуле

$$F_M = \frac{Q}{H \cdot \gamma \cdot k}, \text{ м}^2, \quad (1.8)$$

где Q – масса соответствующего материала, хранимого на складе, т;

H – высота хранения материала, м;

γ – насыпная массы материала, т/м³;

k – коэффициент использования емкости склада (не более 0,8).

Расчетные площади хранения округляются в соответствии с удобством механизированной загрузки и разгрузки материала. Минимальные размеры закровов должны быть не меньше 4х4 м, а бункером – 3х3 м.

Таблица 2.38 - Ведомость расчета площади складов

Наименование материала	Годовое количество, т	Насыпная масса, т/м ³	Нормативный запас хранения, сут.	Количество материала на складе		Высота хранения, м	Площадь хранилища, м ²	
				т	м ³		расчетная	округленная
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Склад шихтовых материалов								

Шихтовые материалы: 1. 2. ...								
Флюсы, раскислители, модификаторы: 1. 2. ...								
Топливо: 1. 2. ...								
Огнеупоры								
Итого								
Склад формовочных материалов								
Формовочные материалы: 1. 2. ...								
Итого								

Примечание. Данные по графам 3 и 7 рассмотрены в разделе «Безопасность жизнедеятельности».

При определении площади складов учитываются также площади, занятые приемными приямками, разгрузочными площадками, эстакадами, приемными устройствами для подачи материалов в цех, оборудованием для подготовки материалов, а также проходами и проездами.

Общая площадь склада равна

$$F_C = K \cdot (\Sigma F_M^i + F_{\text{э}} + F_P), \text{ м}^2, \quad (1.9)$$

где ΣF_M^i – сумма округленных площадей хранения каждого материала на складе, м^2 ;

$F_{\text{э}}$ – площадь, занимаемая эстакадами, м^2 ;

F_P – площадь разгрузочных площадок, м^2 ;

K – коэффициент, учитывающий площади, занимаемые приемными устройствами для подачи материалов в цех, оборудованием для подготовки материалов, а также проходами и проездами, $K=1,2-1,4$.

Площадь разгрузочных площадок определяется по формуле:

$$F_p = n \cdot L \cdot W, \text{ м}^2, \quad (1.10)$$

где n – число разгрузочных площадок, шт.;

L – протяженность железнодорожного пути, находящегося в цехе, м;

W – ширина фронта разгрузки по всей протяженности железнодорожного пути (L), $W = 6\text{--}8$ м.

Для мелких цехов с мелкосерийным и единичным характером производства, где точное определение площади складов затруднено, можно воспользоваться следующим укрупненным показателем: на 100 т годных отливок необходимо 200 м² складов.

Проектирование складов рекомендуется выполнять с учетом следующих основных положений.

Для машиностроительных и литейных заводов, имеющих в своем составе несколько литейных цехов, хранение и подготовка шихтовых и формовочных материалов проектируются в базисных складах, расположенных в отдельных зданиях. Цеховые склады при этом рассчитываются для хранения материалов на 3–5 суток. Завоз материалов на базисные склады осуществляется железнодорожным транспортом. Оптимальными видами транспорта для сухого песка и других материалов из базисного склада в цехи являются пневмотранспорт или ленточные конвейеры. Транспортировку шихтовых материалов на цеховые склады рекомендуется осуществлять в специальных контейнерах большегрузным автотранспортом.

Для заводов с одним литейным цехом склад формовочных и шихтовых материалов проектируется при цехе. Подача материала из склада к местам потребления осуществляется внутрицеховым транспортом.

Склады должны иметь достаточный уровень механизации. Ширина пролета складов 18 или 24 м с высотой подкрановых путей от 8,15 до 14,4 м в зависимости от типа склада, назначения пролета и типа используемых грузоподъемных механизмов.

2.3.7. Вспомогательные отделения и участки

Отделение для подготовки шихты рекомендуется проектировать при складах шихтовых материалов. Участки дробления известняка и ферросплавов и просева кокса обычно размещают рядом с местами приемки или хранения этих материалов.

Отделения подготовки формовочных материалов и отработанных смесей организуются при складах формовочных материалов или на первых этажах зданий цехов. И рассчитывается по формулам (1.3) и (1.4).

Ремонтная служба участка предназначена для проведения межремонтного обслуживания технологического и транспортного оборудования и ремонта оснастки.

Лаборатории цеха предназначены для контроля поступающих материалов, готовой продукции и текущего контроля технологических процессов. Размещаются они в основных отделениях цеха и служебно-бытовых помещениях.

Кладовые размещаются на первом этаже бытовых помещений и в основных отделениях. Площади их зависят от мощности цеха и характера производства.

2.3.8. Внутрицеховой транспорт

Для внутрицеховых грузопотоков на участках литейного цеха используются следующие типы подъемно-транспортных устройств:

- периодического действия (краны различных типов, электротельферы, подъемники, штабелеры, электрические тележки, погрузчики и т.п.);
- непрерывного действия (конвейеры различных типов, элеваторы и т.п.);
- трубопроводный транспорт;

– вспомогательные устройства (питатели, бункеры, затворы и другие механизмы, предназначенные для совместной работы с подъемно-транспортным и технологическим оборудованием).

При выборе подъемно-транспортного оборудования следует учесть, что пролет крана связан шириной пролета здания в зависимости от грузоподъемности крана (табл. 2.39). При установке кранов различной грузоподъемности на общих подкрановых путях ширину пролета принимают по наибольшей грузоподъемности.

Таблица 2.39 - Размеры пролетов кранов и зданий

Ширина пролета здания, м	Ширина пролета крана, м, при грузоподъемности кранов		
	до 15т	20–75 т	75 т
12	11	10,5	–
18	17	16,5	16,0
24	23	22,5	22,0
30	29	28,5	28,0
36	35	34,5	34,0

Недоходы кранового крюка главного и вспомогательных подъемов не одинаковы. Наибольшие недоходы главного крюка, а также крюка вспомогательного подъема для кранов различной грузоподъемности показаны в табл. 2.40.

Таблица 2.40 - Недоходы крюков главного и вспомогательного подъемов до оси подкранового рельса

Вид крюка	Недоход, мм, при грузоподъемности крана				
	5 т	15 т	30 т	75–125 т	150–250
Главного	1100	1300	1600	1900	2500
Вспомогательного	2700	3200	2250	3800	1000

Величину недохода необходимо учитывать при выборе ширины пролета здания, при этом ось крюка должна доходить до центра оборудования, которое он обслуживает, чтобы исключить оттяжку крюка в сторону, что запрещено техникой безопасности.

2.4. Особенности проектирования участков специальных видов литья

Специальные виды литья находят все большее промышленное применение, так как наряду с высокой производительностью обеспечивают повышение размерной и весовой точности отливок, что приводит к значительной экономии металла и к снижению трудоемкости механической обработки.

Положительной особенностью данных способов литья является также возможность высокой степени автоматизации и комплексной механизации производства, улучшение санитарно-гигиенических условий труда.

Преимущества изготовления отливок специальными способами литья обусловили целесообразность организации отдельных специализированных цехов по видам литья: по выплавляемым моделям, в оболочковые формы, под давлением, кокильного, центробежного и др.

В силу своих экономических и технических возможностей каждый из способов может обеспечить производство только определенной категории отливок.

2.4.1. Участок литья по выплавляемым моделям

На данных участках предусматривается выпуск отливок разной степени сложности из любых литейных сплавов. Наиболее целесообразно для данного производства отбирать детали сложной конфигурации с большим объемом механической обработки, т.е. с низким коэффициентом использования металла.

В дипломном проектировании возможна разработка следующих участков: модельного, приготовления суспензий, изготовления формооболочек, прокалочно-заливочное, плавильное, очистки от керамики, термообрубочного, ремонтно-механического. Режим работы участков целесообразно принимать 2-сменным, параллельным с третьей подготовительной сменой.

Типовое, серийно выпускаемое оборудование, автоматические линии, конвейеры и комплексы выбираются в соответствующем разделе каталогов на литейное оборудование, а также по данным практики на базовом предприятии.

Расчет программы, необходимого количества оборудования и материалов производится по методике и формулам (1.3) и (1.4).

Отлична от известной лишь методика расчета требуемого количества модельной массы и количества автоматов для изготовления моделей и модельных звеньев.

Количество модельной массы Q на годовую программу определяется по формуле

$$Q = \frac{M_1 \rho}{K \rho_1}, \quad (1.11)$$

где M_1 – годовая потребность в жидком металле (из табл. 2.6), кг;

ρ – плотность модельной массы, кг/м³;

ρ_1 – плотность металла, кг/м³;

K – коэффициент использования возврата модельной массы, равный 0,6–0,8.

Полученные данные позволяют рассчитать нужное количество установок для приготовления модельной массы по формуле (1.3).

Необходимое количество модельных блоков и оборудования для их изготовления рассчитывают с учетом брака моделей и форм на следующих технологических переделах: при запрессовке, обмазке и вытопке моделей, прокалке и заливке форм.

Все результаты расчетов следует занести в табл. 2.41.

Данные графы 14 табл. 2.41 являются основой для расчета требуемого количества прокалочных печей, а суммарный результат граф 7,9,11,13 – нужного количества конвейеров для обмазки блоков и ванн вытопки. Расчет ведется по формуле (1.3).

В массовом и крупносерийном производствах стояк блока моделей собирается на металлический стержень для подвески на конвейер. Поэтому следует дополнительно учесть производство литниковых чаш и колпачков. Результаты расчета удобнее представить в виде таблицы (табл. 2.42).

Сумма данных графы 18 табл. 2.41 и граф 12, 13 табл. 2.42, определяющая требуемое число запрессовок в год, служит для расчета необходимого количества запрессовочных модельных автоматов, который ведется по формуле (1.3).

Таблица 2.42 - Ведомость годовой потребности в модельных звеньях и блоках

Наименование отливки	Номер отливки	Годовая программа с учетом брака, шт.	Количество моделей в звене, шт.	Количество звеньев в блоке, шт.	Количество моделей на блоке, шт.	Требуемое количество блоков, шт.
1	2	3	4	5	6	7
Итого						

Продолжение табл. 2.42

Потери блоков при обмазке		Потери блоков при вытопке		Потери блоков при прокатке и заливке форм		Количество блоков на годовую программу, шт.
%	шт.	%	шт.	%	шт.	
8	9	10	11	12	13	14

Продолжение табл. 2.42

Требуемое количество звеньев, шт.	Потери звеньев при запрессовке и сборке		Количество модельных звеньев на годовую программу, шт.
	%	шт.	
15	16	17	18

Примечание. Потери блоков при нанесении огнеупорного покрытия (при обмазке) ориентировочно составляют 6–9 %, при вытопке моделей — 6–10 %, при прокатке и заливке форм — 3–6 %, брак моделей при запрессовке и сборке блоков — 10–15 %. Процент брака моделей или модельных звеньев при запрессовке в среднем ориентировочно составляет 10–17 % и должен быть обязательно уточнен по данным базового предприятия.

Таблица 2.43 - Ведомость годовой потребности в литниковых чашах и колпачках

Количество блоков на годовую программу, шт.	Потребность, шт.		Количество моделей в звене, шт.		Потребность в звеньях, шт.	
	в чашах	в колпачках	чаш	колпачков	чаш	колпачков
1	2	3	4	5	6	7
Итого						

Продолжение табл. 2.43

Брак при запрессовке				Количество модельных звеньев на годовую программу, шт.	
чаш		колпачков			
%	шт.	%	шт.	чаш	колпачков
8	9	10	11	12	13

В серийном и мелкосерийном производстве возможно нанесение огнеупорной обмазки на блоки без применения конвейера. Поэтому литниковая чаша выполняется со стояком без использования металлического стержня и потребность в колпачках отпадает.

В проекте участка необходимо предусмотреть максимально возможную степень механизации и автоматизации производства на всех технологических переделах, свести к минимуму ручной труд.

Этого можно достичь за счет использования манипуляторов при перевеске формоболочек на конвейере, на операциях выбивки и обрезки отливок.

2.4.2. Участок литья в оболочковые (корковые) формы

На данных участках выпускают отливки различного назначения из сплавов черных и цветных металлов. Литье в оболочковые формы позволяет

получать точные отливки при использовании простой оснастки и оборудования с высокой степенью механизации и автоматизации.

В дипломном проекте возможно проектирование следующих отделений: приготовления плакированной смеси, изготовления оболочек, обрубки и очистки отливок, термической обработки, ремонта оснастки и оборудования.

Расчет программы участка, а также требуемого количества металла, плакированной смеси, стержней и оборудования производится по общей методике (см. п. 2.2 и 2.3).

В проекте особое внимание должно быть обращено на приточно-вытяжную вентиляцию с местами отсоса воздуха от оборудования на участках приготовления песчано-смоляной смеси, изготовления и склеивания оболочек, заливки и охлаждения форм.

2.4.3. Участок литья под давлением

Литьем под давлением изготавливают отливки преимущественно из цветных металлов и их сплавов. Полученная отливка максимально приближена по массе и размерам к готовой детали. В дипломном проекте возможна разработка следующих отделений: изготовления отливок, обрубки и просечки, пропитки, термообработки.

Расчет программы, расхода металла и материалов следует проводить по общей методике. Для расчета количества машин литья под давлением всю номенклатуру отливок разбивают на группы по массе или габаритам, верхние пределы которых ограничиваются усилием запираания, размерами камеры прессования и мощностью прессования данных машин. Поэтому каждая группа отливок может изготавливаться только на определенном типе машин, указанные параметры которых являются оптимальными для данных отливок. В табл. 2.43 приведены технические характеристики некоторых машин литья под давлением.

При расчете требуемого количества машин данного типа предварительно составляется таблица по определению годового количества запрессовок для каждой группы отливок (табл. 2.44).

Данные графы 9 табл. 2.44 служат основой для расчета необходимого количества машин каждого выбранного типа, который ведется по формуле (1.3).

Дополнительно определяется количество пресс-форм, требуемое для выполнения годовой программы выпуска отливок. Данные расчета сводят в табл. 2.45.

Таблица 2.45 - Количество запрессовок на годовую программу

Номер группы отливок	Количество отливок в группе, шт.	Средняя масса отливок в группе, кг	Годовая программа на каждую группу отливок с учетом брака, шт.	Среднее количество отливок в пресс-форме, шт.	Требуемое количество запрессовок, шт.	Брак при запрессовке		Количество запрессовок на годовую программу, шт.	Средний расход металла на 1 запрессовку, кг	Тип машины
						%	шт.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Таблица 2.45 - Ведомость годовой потребности в пресс-формах

Номер группы отливок	Количество отливок в группе, шт.	Количество запрессовок на годовую программу для каждой группы, шт.	Число запрессовок, которое выдерживает пресс-форма, шт.	Общее количество пресс-форм на группу отливок, шт.		Принятое количество пресс-форм на 1 отливку каждой группы, шт.
				расчетное	принятое	
1	2	3	4	5	6	7

При проектировании цеха следует использовать автоматические дозаторы для заливки металла, манипуляторы для извлечения отливок из пресс-форм. В условиях массового и крупносерийного производства рекомендуется применение роботов, а также установка рядом с литейными машинами прессов для обрубки литниковой системы, облоя и просечки отверстий.

При разработке технологии изготовления отливок необходимо рассчитать минимальный диаметр камеры прессования, скорость прессования, скорость впуска металла в форму и время ее заполнения, площади питателей и коллектора, усилия прессования и запираания.

2.4.4. Участок литья в кокиль

На участках кокильного литья выпускают точные отливки разной сложности из сплавов черных и цветных металлов. Применение металлической формы позволяет сократить количество технологических процессов, уменьшить расход формовочных материалов, упростить грузопотоки, повысить степень механизации и автоматизации.

При дипломном проектировании возможна разработка следующих отделений: изготовления отливок (кокильное), обрубки, пропитки, термической обработки.

Расчет программы, расхода металла, необходимого количества оборудования, стержней, вспомогательных материалов производят по общей методике (см. п. 2.2 и 2.3).

Дополнительно проводится определение количества оснастки (кокилей), требующейся для обеспечения годовой программы производства отливок. Данные расчета сводятся в таблицу, аналогичную табл. 2.45.

В табл.2.46 даны технические характеристики некоторых машин кокильного литья.

Если в проекте предусмотрены линии литья в облицованный кокиль, то дополнительно по общей методике рассчитывают потребность в облицовочной

смеси и в оборудовании для ее приготовления. В проекте следует использовать автоматические дозирующие устройства для заливки металла, манипуляторы для извлечения отливок из кокиля и их обрубки.

Выбор необходимого оборудования производится по материалам практики на базовом предприятии, а также по данным.

При разработке технологии изготовления отливки следует пользоваться данными работ. В этой части проекта производят расчет литниковой системы, прибылей, толщины стенки кокиля, времени затвердевания отливки и ее охлаждения до температуры выбивки.

Аналогично проектируются участки литья вакуумным всасыванием и под низким регулируемым давлением в металлические формы. Технические характеристики установок для получения отливок этими способами представлена в табл. 2.47.

2.4.5. Цех центробежного литья

Центробежным способом производят в основном отливки, имеющие конфигурацию тел вращения типа цилиндра, кольца, из сплавов черных и цветных металлов. В состав цеха входят следующие отделения: плавильное, заливочное, обрубки, термообработки, ремонта оснастки и оборудования, склады и лаборатории.

Нужное оборудование выбирается по материалам практики на базовом предприятии и данным.

В табл. 2.48 представлены технические характеристики некоторых машин центробежного литья.

Расчет требуемого количества оборудования, металла, формовочных материалов производят по общей методике. Исходя из стойкости изложниц, определяют их потребность на годовую программу. Данные расчета сводятся в таблицу, подобную табл. 2.45.

При разработке технологии изготовления отливки следует рассчитать оптимальную скорость вращения формы, геометрию свободной поверхности, давление, развивающееся в жидком металле, время охлаждения отливки. Методика данных расчетов приведена в работах.

2.4.6. Особенности участков ювелирного и художественного литья

Технология по выплавляемым моделям, применяемая в художественном и ювелирном производстве, по составу оборудования и применяемым материалам отличается от процесса точного литья, известного в машиностроении.

Высокое качество, чистота поверхности и точность воспроизведения ажурного рисунка обеспечиваются использованием эластичных резиновых пресс-форм; тонкодисперсными формовочными материалами на гипсовом связующем, принудительным заполнением керамической формы металлом. Процесс получения отливок ювелирных и сувенирных изделий включает в себя следующие основные операции: изготовление разрезных резиновых или вибросинтовых пресс-форм, восковых моделей, сборка моделей в блок, формовка опок, вытапливание воска, прокаливание опок в печи, плавка металла и заливка форм, пескоструйная очистка отлитых блоков, отделение отливок.

Предварительной стадией технологического процесса литья является получение мастер-модели (примы) ювелирных и художественных изделий. Обычно для изготовления мастер-модели используют сплав на основе меди (нейзильбер, латунь, бронза). Для получения мастер-модели художественного изделия применяют способ объемного моделирования с применением термопластичных материалов.

Для изготовления резиновых пресс-форм используют как импортные, так и отечественные материалы на основе полярных каучуков и смеси каучука, обладающего хорошими эластичными свойствами (СКИ-3), с полярным бутадиеннитрильным каучуком.

Вулканизацию каучуков проводят на прессе Д159, который состоит из двух нагревательных плит, траверсы, закрепленной на двух колонках, винтовой пары с маховиком, системы терморегулирования.

Технические характеристики пресса Д159

Номинальное усилие прижатия крышек пресс-форм, кН (не менее)	5
Размер нагревательных плит, мм	110x140
Максимальное расстояние между плитами, мм	70
Максимальная температура нагрева плит, °С	175
Погрешность регулирования температуры, °С	± 5
Напряжение питающей сети, В	220
Потребляемая мощность, кВт (не более)	0,8
Время вулканизации, мин	30–45
Масса пресса, кг (не более)	22

В отечественной практике широко используются модельные составы, в которые входят парафин (наполнитель), шеллачный воск или церезин 100 (упрочнитель), сополимер этилена с винилацетатом (пластификатор), краситель быстрорастворимый антроксиноновый.

Модельный состав запрессовывают в пресс-форму на специальных инжекторных установках.

Технические характеристики инжектора П143

Вместимость бачка, л	1
Максимальная температура нагрева модельного состава, °С...	100
Время расплавления модельного состава, застывшего в бачке, мин	45
Напряжение питающей сети, В	220
Производительность, число циклов в мин	30
Масса установки (без модельного состава), кг	5

Для литья ювелирных и художественных изделий широкое распространение получил «Энтиох-процесс» с применением кристобалито-гипсовых форм. Используют как импортные формовочные материалы («К-90», «Сатинкаст», «Суперкаст», «Инвестрайт»), так и отечественную формовочную массу «Ювелирная».

Импортные формовочные смеси отличаются от отечественных высокой химической чистотой составляющих их компонентов.

Суспензии готовят в миксерах, например, марки П146 с последующим вакуумированием в течение 3–4 мин.

Формовочную смесь (суспензию) заливают в опоки на вибростоле. Создают вакуум и вибрацию. Остаточное давление составляет не более 1400 Па, продолжительность вибровakuумирования — 3–4 мин.

Технические характеристики вибровakuумной установки П142

Производительность, опок/ч	6–12
Потребляемая мощность, кВт	0,4
Напряжение питающей сети, В.....	220
Частота колебаний, мин ⁻¹	50±5
Амплитуда колебаний, мм, не более	0,8
Размеры вакуумной камеры, мм:	
– диаметр	170
– высота	190
Масса установки, кг	20

Промышленная вибровakuумная установка П100 обеспечивает производительность 20 опок/ч. Диаметр вакуумной камеры этой установки составляет 324 мм, высота – 245 мм.

Модельный состав вытапливают в специальных электрических шкафах.

Прокаливание опок осуществляется в электрических печах. Режим прокаливания обусловлен превращениями, которые происходят в кварце при различных температурах.

В СКТБ-6 АО «Русские самоцветы» созданы печи для прокаливания опок, в которых, кроме того, вытапливается модельный состав из опок.

Технические характеристики программируемой прокалочной печи П141

Максимальная температура вытапливания модельного состава, °С	100
Максимальная температура прокаливания опок, °С	1000
Скорость разогрева до номинальной температуры, °С/ч ..	200
Напряжение питающей сети, В	220
Размеры рабочего пространства, мм:	

– длина	250
– ширина	250
– высота	250
Масса печи, кг	70

Плавку и заливку металла осуществляют в специализированных плавильно-заливочных агрегатах, в большинстве случаев оборудованных центробежным столом и индукционными печами или печами электрического сопротивления. Одним из наиболее удачных агрегатов для плавки и центробежной заливки металла является установка П51.

Технические характеристики установки П51

Масса шихты (по золоту), кг	1,5
Максимальная температура нагрева, °С	1200
Потребляемая мощность, кВт	2,8
Вместимость сменных тиглей, см ³	25, 40, 75
Скорость вращения тигля, мин ⁻¹	220
Напряжение питающей сети, В	380
Размеры установки, мм, не более:	
– длина	1225
– ширина	1225
– высота	1400
Масса установки, кг, не более	320

В СКТБ-6, кроме того, сконструирована малогабаритная плавильная установка с центробежным приводом Д161.

Технические характеристики установки Д161

Масса шихты (по золоту), кг	0,5
Максимальная температура нагрева, °С	1300
Потребляемая мощность, кВт	1,0
Вместимость тигля, см ³	25
Скорость вращения тигля, мин ⁻¹	240
Напряжение питающей сети, В	220
Размеры установки с ограждением и тумбой, мм:	
– длина	750
– ширина	750
– высота	1420
Масса установки с ограждением и тумбой, кг	100

За рубежом широко применяется индукционная плавка.

В высокочастотной установке «Модулар 80/вак» (Италия) плавка проводится в графитовых тиглях. Средняя продолжительность плавки 400 г шихты – 10 мин.

Различные установки для индукционной плавки выпускает германская фирма «Линн электроник».

Технические характеристики установки «Пластикат 600/150»

Мощность, кВт	6
Частота тока, МГц	1,3
Размеры опок, не более:	
– диаметр	120
– высота	180
Масса шихты, г, не более:	
– нейзильбер	1000
– бронза	1000
– желтое золото	1200

Эксплуатируются также установки типа S10/CA1000, в которых принудительное заполнение литейной формы происходит за счет перепада давления в плавильной и заливочной камерах.

Технические характеристики установки S10/CA1000

Мощность, кВт	15
Максимальная температура нагрева металла, °С ...	1300
Размеры опок, мм:	
– диаметр	350
– высота (не более)	500
Масса шихты, кг	5

Представленные данные, характеризующие специфику цехов ювелирного и художественного литья по выплавляемым моделям, должны быть учтены в дипломном проектировании студентами специализации «Технология производства точных, ювелирных и художественных изделий методом литья».

2.5. Объемно-планировочное решение литейного участка

В основе объемно-планировочного решения лежит технологическая схема цеха, в соответствие с которой разрабатываются главные архитектурные решения. В начале проектных разработок определяется структура участка, включающая производственные, вспомогательные отделения и участки, складские, ремонтные и энергетические службы.

Необходимо обеспечить кратчайшие и удобные пути передачи жидкого металла, формовочных, стержневых и отработанных смесей, стержней, отливок и возврата металла, а также всех видов отходов производства.

В современных условиях производства нерационально размещать весь комплекс помещений и оборудования в одноэтажном здании.

Предпочтительна компоновка цеха в зданиях прямоугольной формы с отношением сторон от 1:1 до 1:3. Участки сталелитейного цеха могут располагаться в зданиях Г- и Т-образной формы. Используются также так называемые П-образные здания. Здесь в трех продольных пролетах длиной 192 м расположены: в первом – смесеприготовительные отделения, склады шихтовых и формовочных материалов; во втором – плавильные отделения и отделение подготовки производства; в третьем – формовочное отделение крупных отливок. В двух поперечных пристроях располагаются: в одном – двухпролетное обрубное отделение, в другом – двухпролетное стержневое отделение.

Такая практика, однако, не дает значительных преимуществ по сравнению с размещением каждого блока в отдельном здании.

В современной практике чаще всего применяют компоновочное решение литейного участка в виде вытянутого прямоугольника со значительным отношением длины участка к его ширине (не менее 1,5–2,0 раза).

При любой планировке участка необходимо обеспечивать достаточные габариты для размещения технологического и иного оборудования, а также иметь проходы и проезды по цеху.

При проектировании зданий сплошной застройки рекомендуется параллельное расположение пролетов. Однако по условиям производства к ряду параллельных пролетов с одной или с двух сторон могут примыкать перпендикулярные пролеты. При проектировании следует сохранить идентичность размеров пролетов и высот, если это не нарушает технологического потока.

Ширину и высоту пролетов производственных зданий устанавливают в зависимости от компоновки и высоты технологического оборудования, типа подъемно-транспортных средств, массы и размеров деталей, высоты их подъема.

Унифицированные высоты пролетов для зданий цехов с мостовыми кранами принимают следующие (м): 10,8; 12,6; 14,4; 16,2; 18; 19,6; для бескрановых – 6; 7,2; 8,4; 9,6.

Ширина пролета для зданий без мостовых кранов может быть 12, 18 и 24 м, для зданий, оборудованных кранами – 18, 24, 30 и 36 м.

В одноэтажных производственных зданиях рекомендуется крупная сетка колонн 18x12, 24x12 и более. Строительные параметры второго этажа двухэтажных зданий идентичны параметрам одноэтажных зданий (ширине и высоте пролетов, шагу колонн). На первом этаже применяют более частую сетку колонн: 6x9 м при пролете 18 м, 6x12 или 6x6 м в зависимости от нагрузок на перекрытие и конструкций при пролете 24 м.

2.6. Проектные решения при расширении, реконструкции и техническом перевооружении литейных участков

К реконструкции действующего предприятия относится осуществляемое по единому проекту полное или частичное переоборудование и переустройство производства, как правило, без расширения имеющихся зданий и сооружений основного производственного назначения, но с проектированием, при

необходимости, новых и расширением действующих объектов вспомогательного и обслуживающего назначения.

Реконструкция и техническое перевооружение осуществляются для воспроизводства активной части основных фондов на новой основе. Воспроизводство пассивной части основных фондов составляет до 10 % затрат на реконструкцию.

При проведении реконструкции литейных цехов помимо замены устаревшего и изношенного технологического и транспортного оборудования разрешается пристройка к цехам вспомогательных и складских помещений (складов шихтовых, формовочных материалов и оснастки, отделений регенерации оборотных смесей, помещений для вентустановок и др.). При этом необходимо максимально использовать типовые решения, исключая применение ручного и маломеханизированного труда, широко внедрять малоотходные техпроцессы с минимальными вредными выбросами.

Проекты реконструкции и технического перевооружения выполняются на весь объем работ с разбивкой по отдельным этапам. В ходе проектных работ необходимо:

- выполнить технико-экономическое обоснование;
- определить площади и оборудование цеха, подлежащие реконструкции и замене;
- провести выбор новых техпроцессов и оборудования;
- рассчитать потребное количество оборудования;
- разработать порядок проведения работ по реконструкции цеха;
- выполнить технико-экономические расчеты по результатам реконструкции.

3 ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ

Технологический процесс изготовления отливки разрабатывается в следующей последовательности:

- анализ конструкции детали и технических условий на деталь и отливку;
- выбор способа изготовления отливки и его экономическое обоснование;
- выбор положения отливки в форме в период заливки и затвердевания;
- определение поверхности разъема формы;
- определение припусков на механическую обработку;
- определение формовочных уклонов и радиусов закругления;
- определение количества и конструкции стержней;
- разработка конструкции прибылей и выпоров;
- разработка конструкции и расчет литниковой системы;
- определение габаритов опок для песчаных форм и расчет крепления формы;
- выбор и экономическое обоснование способа формовки (для песчаных форм);
- выбор состава формовочных, стержневых смесей и красок;
- разработка технологий сборки и заливки форм, охлаждения, выбивки, обрубки, очистки отливок, их термообработки;
- разработка системы контроля технологии и качества отливки.

Основные требования к разработке технологического процесса изготовления отливок из разных сплавов подробно изложены в работах.

Для выполнения данной части дипломного проекта необходимо воспользоваться методическими рекомендациями по выполнению курсового проекта по МДК 01.04 «Рациональные режимы технологических операций изготовления отливок».

4 ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА

Элементы инициативы и технического творчества дипломника наиболее ярко могут проявиться в исследовательской части, в которой может быть предложено проведение работ по совершенствованию технологии, литейной оснастки, усовершенствования или модернизации литейных машин, механизации или автоматизации процесса или работы на одном из участков цеха, детальной разработки какого-либо агрегата или его узла, по новым способам обработки расплавов металлов, формовочных материалов, отливок, оснастки, по решению вопросов по менеджменту, маркетингу, экономике производства, охране труда, технике безопасности и т.д.

Исследовательская часть характеризуется глубиной разработки, детализацией, наличием оригинальных решений, рационализацией процесса, конкретными выводами, вытекающими из проведенных исследований.

Предварительно, перед началом работы над исследовательской частью дипломник знакомится с литературой, описывающей существующие решения по данному вопросу, с соответствующими данными заводов и научно-исследовательских институтов. На основании этих материалов составляется литературный обзор, выводы из которого являются основанием для проведения исследовательской работы.

В случае выполнения научного исследования, после литературного обзора, ставятся цели и задачи исследования, исходя из времени, отпущенного на выполнение этой части дипломного проекта.

Затем следует описание методики исследования с применением эскизов, схем, переводных таблиц, оборудования и вспомогательных данных, используемых в исследовании.

Следующим этапом является проведение экспериментов, описание результатов, их обработка и систематизация. Полученные результаты представляются в виде таблиц, графиков и пояснительной документации.

Завершается исследовательская часть проекта обсуждением результатов исследований, выводами и рекомендациями для внедрения.

Объем этой части в пояснительной записке составляет до 10 листов машинописного текста, а объем графической части до 2 листов формата А1.

В случае задания на проектирование или модернизацию какого-либо литейного оборудования работа над исследовательской частью проекта складывается из описания существующего оборудования, слабых его узлов, обоснования выбора проектного варианта, расчета рабочего процесса машины и основных его параметров, технико-экономической характеристики спроектированного или модернизированного объекта.

Расчетно-пояснительная записка в этом случае включает: вступление, в котором дается обзор конструкций по теме проекта, а также перспективы развития конструкций проектируемого или модернизируемого оборудования; описание изменений конструкции и рабочего процесса машины с указанием ее назначения, при этом описание изменения конструкции должно вестись в сопоставлении с базовой; расчет рабочего и технологического процесса, выполняемого новой машиной и сравнение его с базовым, расчет основных размеров машины; описание правил эксплуатации, обслуживания и техники безопасности при работе на новой машине.

Технико-экономическое обоснование разработанных решений включает основные показатели оценки эффективности внедрения новой техники: производительность труда, годовой экономический эффект, срок окупаемости капитальных затрат.

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

Экономическая часть дипломного проекта представляет собой совокупность постановки задачи исследования, технико-экономических расчетов, экономического анализа и выводов о целесообразности и эффективности разработки, выполняемой в проекте.

Технико-экономические расчеты должны быть выполнены для следующих экономических категорий:

- основные производственные фонды и амортизационные отчисления;
- материально-энергетические затраты;
- штаты цеха и фонд заработной платы;
- смета расходов на содержание и эксплуатацию оборудования;
- смета цеховых расходов;
- себестоимость продукции;
- капитальные вложения.

Эффективность разработки оценивается по локальным показателям, характеризующим использование всех видов ресурсов (фондоотдача и фондоемкость, материалоотдача и материалоемкость, производительность труда и трудоемкость и т.д.) и обобщающим показателям (годовое изменение прибыли цеха, срок окупаемости дополнительных капитальных вложений и т.д.).

Технико-экономическое обоснование проекта производится путем сопоставления показателей вновь проектируемого или реконструируемого цеха (проектный вариант) с базовым цехом, выполняющим аналогичные задачи. В качестве базового варианта принимается действующий цех, в котором студент проходил преддипломную практику.

Данные для базового участка литйного цеха приводятся в обобщенном виде в таблице технико-экономических показателей и при калькулировании себестоимости. Расчет производится для характеристик проектного варианта,

причем для проектируемого (реконструируемого) цеха анализируются те же показатели, что и для базового цеха.

По каждой из таблиц показателей технико-экономического обоснования проекта делаются соответствующие выводы.

5.1. Основные производственные фонды амортизационные отчисления

Расчет стоимостных характеристик состояния основных производственных фондов производится укрупненно по основным классификационным группам. Более подробно раскрывается категория «Машины и оборудование», так как активная часть фондов претерпевает существенные изменения в процессе реконструкции и строительства цеха. Для этой классификационной группы данные собираются студентом в действующем цехе предприятия с использованием литературных и других источников и приводятся в табл. 4.1 и 5.2.

Таблица 5.1 - Изменение состава и стоимости машин и оборудования

Машины и оборудование		Количество машин данной марки	Стоимость 1 шт., тыс. руб.	Стоимость всех машин данной марки, млн. руб.
Наименование	Марка			
Ввод машин и оборудования				
1.				
2.				
...				
Итого				
Выбытие машин и оборудования				
1.				
2.				
Итого				
Всего				

При проектировании цеха общие капитальные затраты приблизительно определяются по формуле

$$З = (1,15 - 1,35) \cdot Сб \cdot Q, \quad (4.1)$$

где Сб – себестоимость 1 т годного литья в базовом периоде, руб.;

Q – годовой объем производства годного литья проектируемого цеха, т.

Примерная структура капитальных затрат на строительство типового цеха: строительство – 51,6 %; оборудование – 38,9 %; монтаж – 5,3 %; инструмент и инвентарь – 3,8 %; прочие – 0,4 %.

Таблица 5.2 - Изменение состава основных фондов и амортизационных отчислений

Наименование основных фондов цеха	Стоимость основных фондов, млн. руб.		Структура основных фондов, %		Годовые амортизационные отчисления			
					Норма амортизации, %		Сумма, млн. руб.	
	Базовый вариант	Проектный вариант	Базовый вариант	Проектный вариант	Базовый вариант	Проектный вариант	Базовый вариант	Проектный вариант
Здания								
Сооружения								
Передаточные устройства								
Машины и оборудование: – силовые машины – технологическое оборудование – измерительные приборы – вычислительная техника								
Транспортные средства								
Инструмент								
Производственный инвентарь								
Хозяйственный инвентарь								
Итого								

Примечание. Годовые амортизационные отчисления основных фондов рассчитываются согласно норм амортизационных отчислений.

5.2. Материально-энергетические затраты

Потребность в оборотных средствах реконструированного, создаваемого цеха рассчитывается в табл. 5.3 с учетом данных о нормах расхода каждого из оборотных средств на 1 тонну годного литья и уровнем оптовых цен, сложившемся на предприятии на данный момент. Если литейный цех производит несколько видов принципиально отличной продукции, доли которых в общем объеме производства соизмеримы, расчеты производят по каждому виду продукции.

При расчете оборотных средств к основным материалам относят металлическую шихту, флюсы, раскислитель, модификаторы, легирующие с учетом безвозвратных потерь; к вспомогательным – составляющие формовочных и стержневых смесей, краски, огнеупоры, а также другие материалы, применяемые для технологических целей. В табл. 4.3 должны содержаться материалы, необходимые для технологического процесса в конкретном литейном цехе с указанием наименований, марок, ГОСТов и ТУ, и быть отражены нормы расхода жидкого металла, формовочной и стержневой смесей на 1 т годного литья.

Раздел «Топливо и энергия» включает воду, топливо и электроэнергию для технологических целей, а также для хозяйственно-бытовых нужд (электроэнергию на освещение, пар на отопление, воду для хозяйственно-бытовых нужд и т.д.). Расчеты производятся по заводским данным.

При проведении реконструкции потребность в оборотных средствах может изменяться как за счет отклонений в нормах расхода каждого вида оборотных средств на 1 тонну годного литья, так и за счет роста (возможно снижение) годового объема производства, причем, эти процессы чаще всего имеют разнонаправленный характер.

В табл. 5.4 в произвольной форме приводится перечень оборотных средств, частично или полностью представляющих собой возвратные отходы, с указанием их количества в соответствующих единицах измерения и суммы годовой потребности в млн. руб.

Таблица 5.3 - Изменение потребности в оборотных средствах

Наименование оборотных средств, их марка, ГОСТ или ТУ	Единицы измерения	Норма расхода на 1 т годного литья		Цена за единицу, тыс. руб.	Затраты на 1 т годного литья, тыс. руб.		Годовая потребность, млн.руб.	
		Базовый вариант	Проектный вариант		Базовый вариант	Проектный вариант	Базовый вариант	Проектный вариант
Основные материалы								
1.								
2.								
...								
Итого								
Вспомогательные материалы								
1.								
2.								
...								
Итого								
Топливо и энергия для технологических нужд								
1.								
2.								
...								
Итого								
Топливо и энергия для хозяйственно-бытовых нужд								
1.								
2.								
...								
Итого								
Всего оборотных средств								

Таблица 5.4 - Возвратные отходы

Наименование оборотных средств, их марка, ГОСТ или ТУ	Единицы измерения	Норма расхода на 1 т годного литья		Цена за единицу, тыс. руб.	Затраты на 1 т годного литья, тыс. руб.		Годовая потребность, млн.руб.	
		Базовый вариант	Проектный вариант		Базовый вариант	Проектный вариант	Базовый вариант	Проектный вариант

Всего возвратных отходов							
--------------------------	--	--	--	--	--	--	--

5.3. Штаты цеха и фонд заработной платы

С целью определения годового фонда заработной платы рассчитывается годовой фонд времени одного производственного рабочего (табл. 5.5) при сорокачасовой рабочей неделе, указывается форма оплаты труда и сменность работы.

Табл. 5.6 и 5.7 заполняется по данным действующего цеха.

Расчет численности работающих в новом или реконструируемом цехе производится на основании штатного расписания базового цеха (табл. 5.6 и 5.7) по категориям работников с учетом результатов мероприятий, предлагаемых студентом в дипломном проекте.

Таблица 5.5 - Баланс использования времени одного производственного рабочего

Элементы баланса	Дни	Часы
Календарное время		
Выходные и праздничные дни (если цех не работает)		
Номинальное время		
Потери рабочего времени: – очередной отпуск; – болезнь; – выполнение государственных и общественных обязанностей; – прочие		
Эффективное время		

Таблица 5.6 - Расчет среднесписочной численности и фонда заработной платы рабочих базового цеха

Отделени	Професс		Количеств	Часовая	Годовой фонд заработной платы, тыс. руб.
----------	---------	--	-----------	---------	--

е цеха	ия рабочего	Разряд	о работающих	тарифная ставка данного разряда, руб.	Прямой	Начисления на прямую заработную плату	Общий	Общий с учетом единого социального налога
Основные рабочие								
1.								
2.								
...								
Итого								
Вспомогательные рабочие								
Занятые обслуживанием оборудования								
1.								
2.								
...								
Итого								
Незанятые обслуживание оборудования								
1.								
2.								
...								
Итого								
ВСЕГО								

Таблица 5.7 - Расчет среднесписочной численности и фонда заработной платы остальных работников базового участка

Должность	Количество	Оклад, руб.	Начисления на оклад, руб.	Общий годовой фонд заработной платы, тыс. руб.	Общий годовой фонд заработной платы с учетом единого социального налога, тыс. руб.
Руководители					
1.					
2.					
...					
Итого					
Специалисты					
1.					
2.					
...					
Итого					
Служащие					

1.					
2.					
...					
Итого					
Младший обслуживающий персонал					
1.					
2.					
...					
Итого					
ВСЕГО					

Среднесписочная численность рабочих проектируемого цеха определяется по коэффициенту среднесписочного состава или по проценту невыходов:

$$\text{Ч}_{\text{р.сп.}} = \text{Ч}_{\text{р.яв.}} \cdot \text{К}_{\text{сп.}}, \quad (4.2)$$

где $\text{Ч}_{\text{р.яв.}}$ – явочная численность рабочих, чел.;

$\text{К}_{\text{сп.}}$ – коэффициент среднесписочного состава.

$$\text{К}_{\text{сп.}} = \Phi_{\text{н}} / \Phi_{\text{р}}, \quad (4.3)$$

где $\Phi_{\text{н}}$ – номинальный фонд рабочего времени, дней;

$\Phi_{\text{р}}$ – реальный фонд рабочего времени, дней.

$$\text{Ч}_{\text{р.сп.}} = \frac{\text{Ч}_{\text{р.яв.}} \times 100}{100 - \text{Н}}, \quad (4.4)$$

где Н – общее количество планируемых невыходов на работу, %.

Общая потребность предприятия в персонале (Ч) определяется отношением объема производства (Q) к запланированной выработке на одного работающего (ПТ):

$$\text{Ч} = \text{Q} / \text{ПТ}. \quad (4.5)$$

Таблица 5.8 - Ведомость среднесписочного количества работающих и фонда заработной платы проектируемого участка

Категория работающих	Явное количество работающих	Среднесписочное количество работающих	Среднемесячная заработная плата, тыс. руб.	Общий годовой фонд заработной платы, млн. руб.	Общий годовой фонд заработной платы с учетом единого социального налога, млн. руб.
Основные рабочие					
Вспомогательные рабочие:					
– занятые обслуживанием оборудования;					
– незанятые обслуживанием оборудования					
Руководители					
Специалисты					
Служащие					
Младший обслуживающий персонал					
Итого					

5.4. Смета расходов на содержание и эксплуатацию оборудования

Для того, чтобы составить табл. 5.9, необходимо иметь данные для базового участка с учетом проводимых технических мероприятий.

Таблица 5.9 - Смета расходов на содержание и эксплуатацию оборудования цеха

Наименование статьи расходов	Сумма, тыс. руб.		Примечания
	Базовый вариант	Проектный вариант	
1. Амортизация машин и оборудования, транспортных средств, инструмента			Данные из табл. 5.2
2. Вспомогательные материалы для ухода за оборудованием (смазочные и др.)			Принимаются по действующим на предприятии нормам

3. Общий фонд заработной платы с единым социальным налогом рабочих, занятых обслуживанием оборудования (слесари, электрики, смазчики и т.д.)			Данные из табл. 5.6, 5.8
4. Текущий ремонт оборудования и транспортных средств, инструмента			Принимается по действующим на предприятии нормам
Итого			

5.5. Смета расходов на участке

Таблица 5.10 - Смета расходов на участке

Наименование статьи расходов	Сумма, тыс. руб.		Примечания
	Базовый вариант	Проектный вариант	
1. Амортизация зданий, сооружений, передаточных устройств, производственного и хозяйственного инвентаря цеха			Данные из табл. 5.2
2. Вспомогательные материалы на хозяйственно-быто-вые нужды цеха			Принимаются по действующим на предприятии нормам
3. Топливо и энергия (вода) на хозяйственно-бытовые нужды цеха			Данные из табл. 5.3
4. Общий фонд заработной платы с единым социальным налогом руководителей, специалистов и служащих, младшего обслуживающего персонала, а также вспомогательных рабочих, не занятых обслуживанием оборудования			Данные из табл. 5.6, 5.7., 5.8
5. Текущий ремонт зданий, сооружений, передаточных устройств, производственного и хозяйственного инвентаря цеха			Принимается по действующим на предприятии нормам
6. Прочие расходы (охрана труда, рационализация, изобретательство и т.д.)			Принимается по действующим на предприятии нормам
Итого			

5.6. Себестоимость продукции

На основании всех выполненных ранее расчетов составляются калькуляция себестоимости продукции (табл. 4.11).

Общехозяйственные и внепроизводственные расходы, относящиеся к условно-постоянным, следует считать неизменными при переходе от базового варианта к проектному.

Таблица 5.11 - Себестоимость годовой программы и одной тонны годного литья

Калькуляционные статьи затрат	Значение						Примечания
	На годовую програм му, млн. руб.		На одну тонну годного литья,тыс. руб.				
	базовое	проектное	базовое	проектное	отклонение		
					абсолют ное	относит ельное	
1. Основные и вспомогательные материалы на технологические цели							Данные из табл. 5.3
2. Топливо и энергия на технологические цели							Данные из табл. 5.3
3. Возвратные отходы оборотных средств (вычитаются)							Данные из табл. 5.4
4. Общая заработная плата основных рабочих с единым социальным налогом							Данные из табл. 5.6, 5.8
5. Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования							Данные из табл. 5.9
6. Цеховые расходы							Данные из табл. 5.10
7. Потери от брака							Принимаютс я по данным базового цеха с учетом мероприятий по снижению брака
Итого цеховая себестоимость							

8. Общехозяйственные расходы (доля расходов по управлению и обслуживанию на предприятии, приходящаяся на данный цех)							Принимается по данным базового предприятия
Итого производственная себестоимость							
9. Внепроизводственные расходы (доля коммерческих расходов предприятия, приходящаяся на данный цех)							Принимается по данным базового предприятия
Итого полная себестоимость							

После заполнения таблицы 5.11 необходимо провести анализ влияния тех или иных калькуляционных статей затрат на изменение себестоимости продукции. Отдельные статьи затрат чаще всего дают экономию на единицу продукции (основные материалы, заработная плата), а амортизационные отчисления – перерасход, т.к. они связаны с более высоким техническим уровнем проектируемого цеха. Кроме того, необходимо выделить влияние условно-переменных расходов, изменяющихся вместе с объемом производства и условно-постоянных расходов, остающихся неизменными для всего объема производства и дающих экономию в расчете на одну тонну годного литья при увеличении объема производства.

5.7. Технико-экономические показатели работы участка

Табл. 5.12 заполняется всеми студентами, независимо от задания по дипломному проектированию. После таблицы приводится анализ полученных результатов.

Таблица 5.12 - Динамика технико-экономических показателей работы литейного участка

			Значение показателя	Отклонение
Наименование	Единица	Обозначение		

Фондоотдача	$\frac{Руб.}{Руб.}$	$FO = \frac{Q \times Ц}{\Phi_B}$				
Фондоемкость продукции	$\frac{Руб.}{Руб.}$	$FE = 1 / FO$				
Стоимость оборотных фондов (оборотные средства)	Млн. руб.	ОС				
Материалоотдача	$\frac{Руб.}{Руб.}$	$MO = \frac{Q \times Ц}{ОС}$				
Материалоемкость продукции	$\frac{Руб.}{Руб.}$	$ME = 1 / MO$				

Продолжение табл. 5.12

Наименование показателя	Единица измерения	Обозначения и расчетные формулы	Значение показателя		Отклонение	
			базовый вариант	проектный вариант	абсолютное	относительное,
Расход основных материалов на 1 т годного литья	т	P_{OM}				
Численность: – работающих; – рабочих	Чел.	$Ч$ $Ч_p$				
Производительность труда одного работающего	Т/чел.	$ПТ = Q / Ч$				
Производительность труда одного рабочего	Т/чел.	$ПТ_p = Q / Ч_p$				
Трудоемкость продукции	Чел. · ч/т	$TE = \frac{Ч_p \times Э}{Q}$, где ЭВ – эффективное время				
Общий годовой фонд заработной платы работающих	Млн. руб.	ФЗП				

Среднемесячная заработная плата одного работающего	Тыс. руб.	$\overline{ЗП}$				
Полная себестоимость 1 т годного литья	Тыс. руб.	С				
Цена 1 т годного литья	Тыс. руб.	Ц				
Прибыль на 1 т литья	Тыс. руб.	$\Pi = Ц - С$				
Прибыль на годовой выпуск	Млн. руб.	$\Pi_0 = \Pi \times Q$				

Продолжение табл. 5.12

Наименование показателя	Единица измерения	Обозначения и расчетные формулы	Значение показателя		Отклонение	
			базовый вариант	проектный вариант	абсолютное	относительное,
Рентабельность продукции	%	$R_{\Pi} = \frac{\Pi}{С} \times 100\%$				
Рентабельность по фондам	%	$R_{\Phi} = \frac{\Pi \times Q}{\Phi_{\text{Б}} + \text{ОС}} \times 100\%$				
Затраты на 1 руб. продукции		$Z = С / Ц$				

Абсолютное отклонение рассчитывается как разность между проектным и базовым показателем с учетом знаков «+» или «-». Относительное отклонение получается как частное от деления абсолютного отклонения на базовое значение показателя и сохраняет знак абсолютного отклонения.

При защите дипломного проекта среди графического материала представляется один лист, посвященный экономической части, формата А0, выполненный с соблюдением всех правил, предъявляемых к графическим работам. На этот лист из табл. 5.12 выносятся часть показателей, наиболее наглядно характеризующих комплекс мероприятий, предложенных студентом, на проектируемом литейном участке.

5.8. Анализ эффективности использования производственных ресурсов

Для комплексной оценки качества проведенных в цехе мероприятий необходимо рассчитать показатели экономии конкретных видов ресурсов (табл. 5.13).

В таблице индексы при показателях «б» и «п» означают базовый и проектный варианты; АО – годовые амортизационные отчисления; $C_B^Г$ – полная себестоимость годового объема производства в базовом периоде.

Таблица 5.13 - Абсолютная и относительная экономия затрат на производственные ресурсы

Вид ресурса	Вид экономии	Расчетная формула	Значение
Основные производственные фонды	Абсолютная	$\Delta AO = AO_B \times Q_{II} / Q_B - AO_{II}$	
	Относительная	$\delta AO = \frac{\Delta AO / AO_B}{\Delta Q / Q_B} \times 100 \%$	
Оборотные средства	Абсолютная	$\Delta OC = OC_B \times Q_{II} / Q_B - OC_{II}$	
	Относительная	$\delta OC = \frac{\Delta OC / OC_B}{\Delta Q / Q_B} \times 100 \%$	
Трудовые ресурсы	Абсолютная	$\Delta \Phi ЗП = \Phi ЗП_B \times Q_{II} / Q_B - \Phi ЗП_{II}$	
	Относительная	$\delta \Phi ЗП = \frac{\Delta \Phi ЗП / \Phi ЗП_B}{\Delta Q / Q_B} \times 100 \%$	
Коэффициент уровня интенсивности развития, %		$K_I = \frac{\Phi ЗП_B}{C_B^Г} \times \delta \Phi ЗП + \frac{AO_B}{C_B^Г} \times \delta AO +$ $+ \frac{OC_B}{C_B^Г} \times \delta OC$	

Если относительная экономия какого-либо вида ресурса отсутствует (отрицательное значение), то это ресурсоемкий путь развития; в противоположном случае – ресурсосберегающий. Если относительная экономия превышает 50 %, то развитие считается преимущественно интенсивным.

5.9. Экономическая эффективность проекта

Для расчета экономической эффективности предлагаемых студентом мероприятий, необходимо оценить капитальные вложения для их проведения.

При реконструкции базового цеха дополнительные капитальные вложения определяются по формуле

$$K = K_{ВВ} + (K_{ОСТ} - K_{ЛИКВ})_{ВЫБ} + K_{ПР}, \quad (4.6)$$

где $K_{ВВ}$ – стоимость вводимых основных производственных фондов, млн. руб.;

$K_{\text{ост}}$ – остаточная стоимость выбывающих основных производственных фондов, млн. руб.;

$K_{\text{ликв}}$ – ликвидационная стоимость выбывающих основных производственных фондов, млн. руб.;

$K_{\text{пр}}$ – прочие капитальные вложения, млн. руб., принимаются в размере 8–10 % от суммы вводимых фондов.

Для расчета остаточной и ликвидационной стоимости фондов заполняется табл. 5.14.

Таблица 5.14 - Показатели динамики основных производственных фондов цеха

Вид (наименование) выбывающих основных производственных фондов	Стоимость выбывающих основных производственных фондов, $\Phi_{\text{выб}}$, млн. руб.	Годовая норма амортизации, H , %	Фактическая продолжительность работы фондов до момента ликвидации, t , лет	Остаточная стоимость выбывающих фондов: $K_{\text{ост}} = \Phi_{\text{выб}} \times (100 - H \times t) / 100$, млн. руб.	Масса металлической части выбывающих фондов, m , тыс. т	Ликвидационная стоимость выбывающих фондов: $K_{\text{ликв}} = m \cdot C_{\text{л}}$, млн. руб.
1.						
2.						
...						
Итого						

В табл. 5.14 $C_{\text{л}}$ – цена лома, млн.руб./т, которую можно принять постоянной по данным базового цеха (рассмотрен простейший случай ликвидации основных производственных фондов как металлолома). Если выбывающие фонды ликвидируются по ценам возможного их использования, то эти цены и способ ликвидации должны быть указаны в табл. 5.14.

Срок действия и масса выбывающих фондов принимаются на основании данных действующего цеха.

При проектировании нового цеха капитальные вложения определяются по формуле

$$K = K_{\text{ФБ}} + K_{\text{ОС}} + K_{\text{ПР}}, \text{ млн. руб.}, \quad (4.7)$$

где $K_{\text{ФБ}}$ – капитальные вложения в основные производственные фонды, млн. руб.;

$K_{\text{ОС}}$ – капитальные вложения в оборотные фонды, млн. руб.;

$K_{\text{ПР}}$ – прочие капитальные вложения (например, затраты на проектно-изыскательские работы, на подготовку кадров и т.д.), млн. руб., принимаются в размере 8–10 % от стоимости основных производственных фондов.

На основании этих и полученных ранее результатов заполняется табл. 5.15.

Дополнительные капитальные вложения равны разности капитальных вложений проектного и базового вариантов.

Таблица 5.15 - Эффективность работы спроектированного участка

Название показателя	Единицы измерения	Обозначения и расчетные формулы	Значение
Дополнительные капитальные вложения	Млн. руб.	ΔK	
Условно-годовая экономия затрат	Млн. руб.	$\Xi = (C_{\text{Б}} - C_{\text{П}}) \times Q_{\text{П}}$	
Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений	Лет	$T = \frac{\Delta K}{(C_{\text{Б}} - C_{\text{П}}) \times Q_{\text{П}}}$	
Коэффициент эффективности капитальных вложений	1/год	$E = 1 / T$	
Условно-годовое изменение прибыли	Млн. руб.	$\Delta \Pi = [(C_{\text{Б}} - C_{\text{П}}) + (\Pi_{\text{П}} - \Pi_{\text{Б}})] \times Q_{\text{П}}$	
Капиталоотдача	Руб./руб.	$KO = \frac{\Pi_{\text{П}} Q_{\text{П}} - \Pi_{\text{Б}} Q_{\text{Б}}}{\Delta K}$	

После табл. 5.15 должен быть сделан окончательный вывод о целесообразности предложенных студентом в дипломном проекте мероприятий, об их качестве и наиболее эффективных вариантах их проведения.

Технико-экономическое обоснование целесообразности инвестиций (капитальных вложений) называется бизнес-планированием. Составляют

бизнес-планы предприятия, занимающиеся планированием текущей и перспективной деятельности, маркетинговыми исследованиями, изучением рынка, финансами. Бизнес-план является важнейшим инструментом для получения финансовых результатов.

Табл. 5.15 полностью выносится на лист, представленный в графическом материале, в дополнение к табл. 5.12.

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

6.1. Общие положения

6.1.1. Задание по сбору материала в период преддипломной практики

В целях экономии времени при разработке дипломного проекта в период преддипломной практики рекомендуется собрать следующий фактический материал, необходимый для разработки вопросов БЖД:

- условия труда на литейном участке;
- показатели травматизма, профессиональных и общих заболеваний;
- источники и факторы производственных опасностей;
- требования безопасности, предъявляемые к производственным процессам, рабочим местам, производственным помещениям и оборудованию;
- объемно-планировочные решения в литейном цехе и его отделениях;
- меры по обеспечению пожаровзрывобезопасности и защиты персонала в чрезвычайных ситуациях;
- меры по обеспечению защиты природной среды от вредных выбросов и т.п.

6.1.2. Содержание, объем и оформление раздела БЖД в дипломном проекте

Вопросы БЖД могут быть освещены в технологическом, конструкторском, исследовательском и других разделах дипломного проекта в объеме до 5 страниц, необходимом для их решения.

Раздел БЖД, как правило, должен включать следующие части:

- анализ производственных, экологических и техногенных опасностей;
- техника безопасности;
- охрана природной среды;

Список использованных источников по БЖД указывается в общем перечне списка, приводимого в конце пояснительной записки.

6.2 Анализ производственных, экологических и техногенных опасностей

Понятия опасный и вредный производственные факторы определены по ГОСТ 12.0.002-74, а их классификация – по ГОСТ 12.0.003-74.

Опасный производственный фактор (ОПФ) – фактор, приводящий к травме и действующий мгновенно (горячая поверхность оборудования, подвижные части машин и т.д.).

Вредный производственный фактор (ВПФ) – фактор, приводящий к утомлению, заболеванию и действующий длительное время (пыль, высокая температура воздуха рабочей зоны и т.д.).

При проведении технологического процесса в литейных цехах на всех стадиях обработки материалов возможно появление опасных и вредных производственных факторов. Основными из них являются: пыль дезинтеграции и конденсации; выделения паров и газов; избыточное выделение теплоты; тепловой поток; повышенный уровень шума, вибрации, электромагнитных излучений; повышенное значение напряжения в электрических цепях; наличие движущихся машин и механизмов; подвижные части производственного оборудования.

Пыль литейных цехов по дисперсному составу относится к мелкой и мельчайшей фракциям, которые длительно находятся во взвешенном состоянии в воздухе рабочей зоны. Значительные выделения пыли наблюдаются при выбивке отливок, в процессе приготовления формовочных и стержневых смесей, при изготовлении моделей. При плавке легированных сталей и цветных металлов в воздух рабочей зоны могут выделяться аэрозоли конденсации, среди которых наиболее токсичными являются аэрозоли окислов марганца, цинка, ванадия, никеля и др.

К газам и парам, которыми загрязняется воздух рабочей зоны литейных цехов, относятся акролеин, ацетон, ацетилен, бензол, окись азота, окись углерода, двуокись серы, уротропин, углекислый газ, фенол, формальдегид, хлор, этиловый спирт и др. В чугунно- и сталеплавильных цехах основным вредным производственным фактором является окись углерода. Источники выделения – вагранки и другие плавильные агрегаты, залитые формы в процессе их остывания, сушильные печи, агрегаты поверхностной подсушки форм.

Избыточны выделения теплоты в отделениях плавки металла, заливки, сушки форм и стержней, выбивки отливок, термической обработки, а также при выполнении ряда вспомогательных операций (при подсушке ковшей, форм и др.). Потери теплоты основным технологическим оборудованием – плавильными агрегатами – составляют 14–62 % общего расхода теплоты на расплавление металла.

Таблица 6.1

Количество теплоты, выделяемой на различных участках конвейерных литейных цехов, МДж на 1 т заливаемого металла

Источник выделения теплоты	При подаче с выбивки на очистку горячих отливок		При остывании на участке выбивки отливок	
	мелких	средних	мелких	средних
Участок заливки	84	126	84	126
Охладительный кожух	63	63	63	63
Участок выбивки	63	84	126	168
Участок очистки отливок	105	147	42	63
Горелая смесь	105	147	105	147

Таблица 6.2 - Количество теплоты, выделяемое электропечами при наличии местных отсосов, в % от общей затраты теплоты на расплавлении

Печь	Вместимость печи, т	Чугун	Сталь
Электродуговая	0,5	25	32
	3	22	30
	10	14	22
Высокочастотная	0,1	55	62
	0,5	48	55
	2	40	47

В литейных цехах источниками общей вибрации являются сотрясения пола и других конструктивных элементов здания вследствие ударного действия выбивных решеток, пневматических формовочных, центробежных и других машин, а источниками локальной вибрации – пневматические рубильные молотки, трамбовки и др. Параметры общей и локальной вибрации регламентируются ГН 2.2.4 / 2.1.8.566-96.

Наибольшие уровни шума характерны для участков формовки, выбивки отливок, зачистки и обрубки. Параметры шума и общие требования безопасности регламентируются ГН 2.2.4 / 2.1.8.562-96. В табл. 6.11 приведены частотные характеристики уровней звуковой мощности оборудования литейных цехов.

Ультразвук в литейных цехах применяют для обработки жидких расплавов, очистки отливок, в установках и системах очистки газов и др. Для этого используют генераторы с диапазоном частот 18–22 кГц. ГОСТ 12.1.001-89 устанавливает допустимые уровни ультразвукового давления, которые должны учитываться при проектировании ультразвукового оборудования, а также при контроле действующих установок.

Электромагнитные поля в литейных цехах генерируются электротермическими установками для плавки и нагрева металла, сушки форм и стержней и др. Допустимые параметры электромагнитных полей регламентируются ГОСТ 12.1.006-76. Требования к размещению

высокочастотных установок указаны в правилах безопасности при эксплуатации электротермических установок повышенной и высокой частоты.

Таблица 6.3 - Интенсивность теплового потока на рабочих местах

Характеристика рабочего места или выполняемой работы	Интенсивность, кВт/м ²
Работа крановщика шарнирного крана на колошниковой площадке (легкая работа)	0,50–1,05
Загрузка вагранки вручную (работа средней тяжести)	0,5–2,1
Работа вагранщика на рабочей площадке у летки вагранки	0,21–2,10
Работа заливщика у миксера вагранки	0,56–1,05
Работа заливщика на конвейере (работа средней тяжести)	0,42–1,40
Работа шлаковщика на конвейере	0,42–1,40
Рабочие места у электропечей, загрузочных проемов отжигательных печей, топок вертикальных сушильных печей	0,42–1,05 при закрытых дверках; 1,05–3,15 при открытых дверках
Рабочее место при наращивании электродов	1,75–3,50
Работа у электропечи при выпуске стали	7,0–8,4
Работа у открытого окна мартеновской печи (на расстоянии 1–2 м)	9,1–11,2
Работа выбивщика у крупных решеток периодического действия	0,14–0,35
Работа выбивщика у выбивных решеток на конвейерах (работа средней тяжести)	0,28–0,70 – зимой; 0,7–1,4 – летом
Работа выбивщика на вибраторе для выбивки стержней	0,70–1,05
Рабочие места у бегунов, смесительных шнеков, разгрузки сушилок для песка, загрузки мельниц для угля и глины	До 0,14
Рабочие места у пескодувных и пескострельных машин, станков для шлифовки стержней	До 0,14
Рабочие места кочегаров у топок сушил	До 1,05
Рабочее место крановщика	До 0,21

Источники ионизирующих излучений в литейном производстве применяют для плавки, выявления дефектов в отливках, контроле и автоматизации технологических процессов и др. Основными документами, регламентирующими радиационную безопасность, являются «Нормы радиационной безопасности» (НРБ-96).

Основными источниками опасности поражения электрическим током в литейных цехах являются электропечи, машины и механизмы с электроприводом (конвейеры, подъемно-транспортные устройства, помольное

и другое оборудование для приготовления формовочных и стержневых смесей и т.д.). В основном применяемое электрооборудование напряжением до 1000 В, при применении электротермических установок напряжение выше 1000 В.

Литейные цехи оснащены транспортными и грузоподъемными механизмами, машинами для приготовления формовочных и стержневых смесей и составов, а также форм и стержней, устройствами для выбивки отливок, разнообразными механизмами для финишных операций и др. Выполнение любой из операций на указанном оборудовании связано с опасностью травмирования обслуживающего персонала из-за наличия опасных зон в машинах и механизмах.

Анализ производственных, экологических и техногенных опасностей необходимо выполнять на стадиях разработки планировки цеха, технологических процессов, работ, операций и оборудования.

При анализе необходимо учесть:

- природно-климатические условия местности, где размещается проектируемый (реконструируемый) объект по СНиП 23-01-99 (экстремальные температуры воздуха, скорость ветра, осадки, температура воздуха наиболее холодной пятидневки, градусо-сутки отопительного периода);
- виды межцехового и внутрицехового транспорта грузоподъемных кранов;
- виды источников энергии и их параметры;
- предметы труда: шихтовые и формовочные материалы, металлический лом, флюсы, лигатура, синтетические смолы, ЛВЖ, ГЖ, катализаторы и т.п.;
- средства труда: оборудование для приготовления формовочных материалов и смесей, изготовления и выбивки литейных форм и стержней, выплавки металла и т.п.;
- производственные процессы, операции, действия при подготовке шихтовых материалов, формовочных и стержневых смесей, изготовлении форм

и стержней, плавке металлов, заливке форм, выбивке отливок, удалении стержней, обрубке и очистке отливок и т.п.;

– действия персонала: вагранщика, выбивальщика литья, завальщика шихты, заливщика металла и т.п.;

– особенности производственных участков и отделений: смесеприготовительного, плавильного, заливочного и т.д.

При анализе опасностей необходимо выделить источники опасностей; дать количественную и качественную оценку опасностям и сравнить их с допускаемыми величинами; определить характер действия на организм человека; дать комплексную оценку разрабатываемого объекта по параметрам безопасности (санитарный показатель, риск, коэффициент безопасности оборудования и т.п.) и наметить меры инженерной защиты от выявленных опасностей, которые будут разработаны в последующих подразделах.

Результаты анализа опасностей необходимо свести в таблицу. Пример ее выполнения показан в табл. 6.4.

Таблица 6.4 - Анализ опасностей в литейном цехе по изготовлению чугунных отливок производительностью 50000 т в год

Наименование отделения	Наименование технологической операции: – оборудование; – источник энергии; – функции оператора	Применяемые вещества, материалы, их состояние, среда	Опасные производственные факторы	Вредные производственные факторы	Экологические факторы	Возможные аварии, ЧС
1	2	3	4	5	6	7

6.3 Техника безопасности

Содержание этого подраздела должно базироваться на выводах, полученных из предшествующего анализа. Оно должно быть направлено на инженерную разработку мероприятий, предотвращающих воздействие на работающих опасных производственных факторов и удовлетворяющих требованиям безопасности к производственным процессам по ГОСТ 12.3.027-81 и ГОСТ 12.3.024-80, производственному оборудованию, применяемым веществам и материалам.

В литературе рассмотрен ряд мероприятий по снижению воздействия ВПФ и ОПФ на работающих и окружающую среду.

6.3.1. Безопасность веществ и материалов

В этой части работы необходимо рассмотреть безопасность при применении веществ преимущественно 1–2 классов опасностей (ГОСТ 12.1.007-76), а также веществ, вызывающих профессиональные болезни, для которых приводятся следующие сведения:

- в каком виде вещество встречается в природе и применяется в литейном производстве; способ получения, физические и химические свойства;
- токсическое действие вещества и его соединений (общий характер действия, острое и хроническое отравление, действие на кожу, распределение в организме и выделение);
- предельно-допустимая концентрация, класс опасности и агрегатное состояние согласно ГН 2.2.5.686-98;
- индивидуальная защита и меры предупреждения;
- определение в воздухе рабочей зоны.

6.3.2. Безопасность производственных процессов

Эту часть работы следует разрабатывать с учетом требований безопасности к применяемым технологическим процессам (ГОСТ 12.3.027-81, ГОСТ 12.3.024-80, ГОСТ 12.3.002-74), приемам и режимам работы; производственным помещениям и площадкам (СНиП II-90-81); производственному оборудованию и его размещению; материалам и веществам; рабочим местам; способам хранения и транспортирования веществ, материалов, готовой продукции и отходов производства; средствам защиты работающих; режимов труда и отдыха.

6.3.3. Безопасность производственного оборудования

В этой части дипломного проекта следует предусмотреть меры защиты работающих от опасностей, обусловленных спецификой работы и конструкцией производственного оборудования на различных участках литейного цеха; меры и средства защиты работающих от вредных факторов оборудования (шума, вибрации, излучений, пыли, паров, газов и т.п.), меры и средства защиты природной среды вредными выбросами из оборудования в атмосферу, гидросферу и литосферу.

Модернизированное или спроектированное оборудование должно удовлетворять требованиям ГОСТ 12.2.003-74, ГОСТ 12.2.046-80, ГОСТ 12.2.093-83, ГОСТ 12.2.099-84.

6.3.4 Очистка выбросов в атмосферу

Литейные цеха черных и цветных металлов характеризуются выделением значительного теплового потока, пылей дезинтеграции и конденсации паров и газов. В этой связи в работе необходимо определить количество и состав вредных веществ; избытков тепла, поступающих в воздушную среду через вентиляционную систему; выбрать или разработать схемы очистки

загрязненного воздуха, утилизации тепла; провести расчеты аппаратов очистки или утилизации тепла.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Басовский, Л. Е. Экономика отрасли [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л. Е. Басовский. – Электрон. дан. – Москва : ИНФРА-М, 2020. – 145 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=774017>. – Загл. с экрана.
2. Белов, С. В. Безопасность жизнедеятельности [Текст] : учебник для вузов / С. В. Белов ; под общ. ред. С. В. Белова. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Высшая школа, 2020. – 448 с.
3. Вдовин, К. Н. Выбор плавильных агрегатов и расчеты шихты для выплавки чугуна и стали [Текст] : учеб. пособие / К. Н. Вдовин. – Магнитогорск : МГТУ, 2020. – 113 с.
4. Единая система конструкторской документации. Линии [Текст] = Unified system for design documentation. Lines : межгосударственный стандарт ГОСТ 2.303-68 : взамен ГОСТ 3456-59 : введен 01.01.71. – Изд. (апр. 2000) с Изм. №1, 2, утв. в февр. 1980, марте 1989 (ИУС 4-80, 7-89). – Москва : ИПК Издательство стандартов, [2000]. – 6 с.
5. Единая система конструкторской документации. Масштабы [Текст] = Unified system for design documentation. Scales : межгосударственный стандарт ГОСТ 2.302-68 : взамен ГОСТ 3451-59 : введен 01.01.71. – Изд. (март 2002) с Изм. №1, 2, утв. в февр. 1980, дек. 2000 (ИУС 4-80, 3-2001). – Москва, [2002]. – [1] с.
6. Единая система конструкторской документации [Текст] : Общие правила выполнения чертежей : ГОСТ 2.301-68 - ГОСТ 2.308-68, ГОСТ 2.309-73, ГОСТ 2.310-68, ГОСТ 2.311-68, ГОСТ 2.312-72, ГОСТ 2.313-68 - ГОСТ 2.316-68, ГОСТ 2.317-69 : Срок введ. с 01.01.1971 г. : Изд. офиц. – Переизд. – Москва : Изд-во стандартов, 1977. – 207 с. : черт.; 21 см. – (Государственные стандарты СССР/ Гос. ком. стандартов Совета Министров СССР).

7. Единая система конструкторской документации. Шрифты чертежные [Текст] = Unified system for design documentation. Letters for drawings : межгосударственный стандарт ГОСТ 2.304-81 : взамен ГОСТ 2.304-68 : введен 01.01.82. – Изд. (апр. 2000) с Изм. №1, утв. в марте 1989 (ИУС 7-89). – Москва : ИПК Издательство стандартов, [2000]. – 20 с.
8. Жаров, М. В. Моделирование характера течения металла в процессе заполнения рабочей полости штампа в условиях изотермической штамповки [Электронный ресурс] / М. В. Жаров // Современные технологии обработки металлов и сплавов: сборник научно-технических статей. – Москва : МАТИ : ИНФРА-М, 2020. – С. 95-105. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=515376>. – Загл. с экрана.
9. Кнышова, Е. Н. Экономика организации [Электронный ресурс] : учебник / Е. Н. Кнышова, Е. Е. Панфилова. – Электрон. дан. – Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. – 335 с. – (Среднее профессиональное образование). – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=915507>. – Загл. с экрана.
10. Методические рекомендации по выполнению дипломного проекта по ПМ 01 "Подготовка и ведение технологических процессов плавки, литья и производства отливок из черных и цветных металлов" МДК 01.06 "Оформление конструкторской и технологической документации, разработка документации по изготовлению отливок несложной формы" для студентов специальности 22.02.03 Литейное производство черных и цветных металлов (базовая подготовка) [Текст] / ГБПОУ «ЮУрГТК» ; сост. О. Е. Алябьева. – Челябинск, 2020. – 111 с.
11. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку [Текст] : национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 53464-2009 : введен впервые : введен 2010-07-01 : издание официальное / Федеральное агентство по техническому

регулированию и метрологии. – Москва : Стандартинформ, 2016. – III, 43 с. : ил., табл.; 29 см.

12. Паламарчук, А. С. Экономика предприятия [Электронный ресурс] : учебник / А. С. Паламарчук. – Электрон. дан. – Москва : ИНФРА-М, 2020. – 458 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=929666>. – Загл. с экрана.

13. Фридман, А. М. Экономика организации [Электронный ресурс] : учебник / А. М. Фридман. – Электрон. дан. – Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2018. – 239 с. – (Среднее профессиональное образование). – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=792605>. – Загл. с экрана.

14. Экономика, организация и управление промышленным предприятием [Электронный ресурс] : учебник / Е. Д. Коршунова [и др.]. – Электрон. дан. – Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2020. – 272 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=930126>. – Загл. с экрана.

Перечень нормативных документов,
используемых в дипломном проектировании

Документация

ГОСТ 2.104-68 –	ЕСКД. Основные надписи
ГОСТ 2.105-95 –	ЕСКД. Общие требования к текстовым документам
ГОСТ 2.106-96 –	ЕСКД. Текстовые документы
ГОСТ 2.109-73 –	ЕСКД. Основные требования к чертежам
ГОСТ 2.114-95 –	ЕСКД. Технические условия
ГОСТ 2.120-73 –	ЕСКД. Технический проект
ГОСТ 2.201-80 –	ЕСКД. Обозначение изделий и конструкторских документов
ГОСТ 2.301-68 –	ЕСКД. Форматы
ГОСТ 2.302-68 –	ЕСКД. Масштабы
ГОСТ 2.303-68 –	ЕСКД. Линии
ГОСТ 2.304-81 –	ЕСКД. Шрифты чертежные
ГОСТ 2.305-68 –	ЕСКД. Изображения – виды, разрезы, сечения
ГОСТ 2.306-68 –	ЕСКД. Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах
ГОСТ 2.307-68 –	ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений
ГОСТ 2.309-73 –	ЕСКД. Обозначение шероховатости поверхности
ГОСТ 2.321-84 –	ЕСКД. Обозначения буквенные
ГОСТ 2.701-84 –	ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению
ГОСТ 3.1125-88 –	ЕСТД. Правила графического выполнения элементов литейных форм и отливок
ГОСТ 3.1401-85 –	ЕСТД. Правила оформления документов на технологические процессы литья
ГОСТ 7.1-84 –	Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления
ГОСТ 7.32-91 –	Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления
ГОСТ 8.417-81 –	ГСИ. Единицы физических величин
ГОСТ 19.001-77 –	ЕСПД. Общие положения
ГОСТ 19.701-90 –	ЕСПД. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Обозначения условные и правила выполнения
ГОСТ 21.001-93 –	СПДС. Общие положения
ГОСТ 21.101-97 –	СПДС. Основные требования к проектной и рабочей документации
ГОСТ 21.110-95 –	СПДС. Правила выполнения спецификации оборудования, изделий и материалов
ГОСТ 2789-73 –	Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики

Формовочные материалы

ГОСТ 125-79 –	Вяжущие гипсовые. Технические условия
ГОСТ 2138-91 –	Пески формовочные. Общие технические условия
ГОСТ 3226-93 –	Глины формовочные. Общие технические условия
ГОСТ 9077-82 –	Кварц молотый пылевидный. Общие технические условия
ГОСТ 10772-78 –	Покрyтия литейные противопожарные водные. Общие технические условия
ГОСТ 10779-78 –	Спирт поливиниловый. Технические условия
ГОСТ 13078-81 –	Стекло натриевое жидкое. Технические условия

ГОСТ 13079-93 –	Силикат натрия растворимый. Технические условия
ГОСТ 14231-78 –	Смолы карбамидно-формальдегидные. Технические условия
ГОСТ 26371-84 –	Этилсиликат-40. Технические условия
ОСТ 25.1167-84 –	Смеси формовочные для точного литья ювелирных изделий из драгоценных и цветных металлов и сплавов
Литейное оборудование и оснастка	
ГОСТ 11801-74 –	Инструмент литейный формовочный и отделочный. Технические условия
ГОСТ 17819-84 –	Оснастка технологическая литейного производства. Термины и определения
ГОСТ 18111-93 –	Оборудование технологическое для литейного производства. Термины и определения
ГОСТ 16234-70– – 16261-70	} Формы металлические (кокили). Основные размеры } Формы металлические (кокили). Технические требования Изложницы центробежные. Технические требования Детали и приспособления пресс-форм для выплавляемых моделей
ГОСТ 16262-70 –	
ГОСТ 19316-98 –	
ГОСТ 19999-74 –	
Модели и плиты	
ГОСТ 3212-92 –	Комплекты модельные. Уклоны формовочные, стержневые знаки, допуски размеров
ГОСТ 11961-92 –	Комплекты модельные. Нормы точности
ГОСТ 13354-91 –	Комплекты модельные деревянные. Технические условия
ГОСТ 13355-74 –	Ящики стержневые и модели литейные металлические. Шероховатость поверхности
ГОСТ 19505-86 –	Модели литейные и ящики стержневые пластмассовые. Технические требования
ГОСТ 19410-74 –	Ящики стержневые металлические. Технические требования
ГОСТ 21087-75 –	Модели литейные металлические. Технические требования
ГОСТ 20084-74– –20130-74	} Плиты модельные металлические для встряхивающих формовочных литейных машин
ГОСТ 20131-80 –	
ГОСТ 20146-74– –20175-74	} Плиты модельные со сменными деревянными вкладышами для встряхивающих формовочных машин
ГОСТ 20377-74– –20385-74	
ГОСТ 20386-74 –	Плиты подопочные. Конструкция и размеры
Опоки	
ГОСТ 2133-75 –	Опоки литейные. Типы и основные размеры
ГОСТ 8909-75 –	Опоки литейные цельнолитые стальные и чугунные. Технические требования
ГОСТ 14973-69– –15018-69	} Опоки литейные цельнолитые стальные и чугунные. Конструкция и размеры
ГОСТ 15491-91– –15505-91	
ГОСТ 15506-91 –	Опоки литейные цельнолитые из алюминиевых и магниевых сплавов. Конструкция и размеры
ГОСТ 17127-71– –17131-71	} Опоки литейные сварные из литых стальных элементов. Конструкция и размеры
ГОСТ 17132-71 –	

требования

Отливки из различных сплавов

ГОСТ 977-88 –	Отливки стальные. Общие технические условия
ГОСТ 1215-79 –	Отливки из ковкого чугуна. Общие технические условия
ГОСТ 1412-85 –	Чугун с пластинчатым графитом для отливок. Марки
ГОСТ 1585-85 –	Чугун антифрикционный для отливок. Марки
ГОСТ 7393-85 –	Чугун с шаровидным графитом для отливок. Марки
ГОСТ 7769-82 –	Чугун легированный для отливок со специальными свойствами. Марки
ГОСТ 19200-80 –	Отливки из чугуна и стали. Термины и определения дефектов
ГОСТ 21357-87 –	Отливки из хладостойкой и износостойкой стали. Общие технические условия
ГОСТ 26358-84 –	Отливки из чугуна. Общие технические условия
ГОСТ 26645-85 –	Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку
ГОСТ 28394-89 –	Чугун с вермикулярным графитом для отливок. Марки

Цветные сплавы

ГОСТ 493-79 –	Бронзы безоловянные литейные. Марки
ГОСТ 613-79 –	Бронзы оловянные литейные. Марки
ГОСТ 614-73 –	Бронзы оловянные в чушках. Технические условия
ГОСТ 1020-77 –	Латуни литейные в чушках. Технические условия
ГОСТ 1583-93 –	Сплавы алюминиевые литейные. Технические условия
ГОСТ 2856-79 –	Сплавы магниевые литейные. Марки
ГОСТ 2581-78 –	Сплавы магниевые в чушках. Технические условия
ГОСТ 17328-78 –	Бронзы безоловянные литейные в чушках. Технические условия
ГОСТ 17711-93 –	Латуни литейные. Марки

Безопасность жизнедеятельности

ГОСТ 12.0.002-74 –	ССБТ. Основные понятия, термины и определения
ГОСТ 12.0.003-74 –	ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы.
Классификация	
ГОСТ 12.1.001-89 –	Ультразвук. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.1.004-85 –	ССБТ. Пожаробезопасность. Общие требования
ГОСТ 12.1.007-76 –	ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности
ГОСТ 12.1.010-76 –	ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования
ГОСТ 12.1.019-79 –	ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты
ГОСТ 12.1.030-81 –	ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление
ГОСТ 12.1.041-83 –	ССБТ. Пожаровзрывобезопасность горючих пылей. Общие требования
ГОСТ 12.1.044-89 –	ССБТ. Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения
ГОСТ 12.1.114-82 –	ССБТ. Техника пожарная. Обозначения условные графические
ГОСТ 12.2.003-74 –	ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.2.046-80 –	ССБТ. Оборудование для литейного производства. Требования безопасности
ГОСТ 12.2.093-83 –	ССБТ. Автоматизированные комплексы оборудования для литейного производства

ГОСТ 12.2.099-84 –	ССБТ. Агрегаты для выплавки стали. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.3.002-74 –	ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.3.024-80 –	ССБТ. Изготовление форм и стержней из песчано-смоляных смесей. Требования безопасности
ГОСТ 12.3.027-81 –	ССБТ. Работы литейные. Требования безопасности
ГОСТ 12.4.009-83 –	ССБТ. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды, размещение и обслуживание
СанПиН 2.2.1/2.1.1.567-96 –	Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. Минздрав России
СанПиН 2.2.4.548-96 –	Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
СНиП 2.04.05-91 –	Отопление, вентиляция и кондиционирование