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

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой ИММ
_____Б.Н. Гузанов
«___»_____2018 г

ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВОК ИЗ СТАЛИ С ГОДОВЫМ ВЫПУСКАМ 35000 ТОНН

Выпускная квалификационная работа бакалавра
по направлению 44.03.04 Профессиональное обучение

Идентификационный код ВКР: 518

Исполнитель:
студент группы ЗМП-404с Н.В. Якимова
(*подпись*)

Руководитель:
ст. преп. кафедры ИММ М.В. Ведерников
(*подпись*)

Руководитель методической части:
доцент кафедры ИММ, к.п.н. Ю.А. Бекетова
(*подпись*)

Нормоконтролер:
профессор кафедры ИММ, к.т.н. Ю.И. Категоренко
(*подпись*)

Екатеринбург
2018

РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 138 листов машинописного текста, 60 таблицу, 26 источников литературы, 1 приложение на 3 листах, графическую часть на 5 листах формата А1: план цеха, технология изготовления отливки, форма в сборе, стержневой ящик, подмодельная плита, калькуляция себестоимости 1 тонны годных отливок, технико-экономические показатели цеха.

В дипломном проекте разработана система организации технологического процесса изготовления отливок из стали с годовым выпуском 35 тыс. тонн.

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

В экономической части произведены расчеты по организации труда и заработной платы, рассчитаны себестоимость одной тонны годных отливок и технико-экономические показатели цеха.

Рассмотрены вопросы безопасности труда производственных рабочих и охраны окружающей среды.

Разработаны средства обучения для рабочих по профессии «Контролер металлургического производства».

Ключевые слова: ОТЛИВКА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ, ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ МОЩНОСТЬ, СЕБЕСТОИМОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА, ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 7
1. ОБОСНОВАНИЕ И РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ЦЕХА 8
1.1. Выбор режима работы цеха 11
1.1.1. Расчет фонда времени работы оборудования 11
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ 13
2.1. Технология изготовления отливки базового литейного цеха 13
2.2. Описание нового технологического процесса изготовления отливки 13
2.3. Характеристика детали 14
2.4. Выбор способа изготовления отливки 15
2.5. Формовочные и стержневые смеси 16
2.6. Выбор положения отливки в форме 18
2.7. Выбор припусков на механическую обработку 19
2.8. Расчет массы отливки 19
2.9. Конструирование и расчет прибылей 20
2.10. Конструирование и расчет литниковой системы 22
2.11. Модельно-литейная оснастка 26
2.12. Подготовка форм и стержней к заливке. 27
2.13. Сборка и заливка форм 27
2.14. Выбивка, обрубка и очистка отливок 28
2.15. Термическая обработка 29
2.16. Контроль качества отливок 30
2.17. Возможные дефекты и меры их устранения 31
3. РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ 34
3.1. Плавильное отделение 34
3.1.1.Выбор плавильного агрегата 34
3.1.2. Расчет количества печей 36

3.1.3. Расчет парка ковшей 37
3.1.4. Расчет шихты 38
3.1.4.1.Расчет среднего химического состава шихты 40
3.1.4.2. Период плавления шихты 42
3.1.4.3. Окислительный период 46
3.1.4.4. Расчет количества раскислителей 50
3.2. Формовочно-заливочно-выбивное отделение 58
3.2.1. Выбор формовочного оборудования 58
3.2.2. Расчет количества формовочного оборудования 59
3.3. Стержневое отделение 62
3.3.1. Расчет программы стержневого отделения 62
3.3.2. Выбор оборудования стержневого отделения 65
3.3.3. Расчет количества стержневого оборудования 65
3.4. Смесеприготовительное отделение 67
3.4.1. Выбор смесеприготовительного оборудования 67
3.4.2. Расчет количества смесеприготовительного оборудования 68
3.5. Отделение финишных операций 71
3.6. Складское хозяйство 75
3.7. Проектирование вспомогательных отделений цеха 77
4. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРЕДЛАГАЕМОГО ПРОЕКТА 79
4.1. Расчет численности рабочих 79
4.2. Организация и планирование заработной платы 82
4.3. Отчисления на социальное страхование 89
4.4. Разработка системы стимулирования трудовой деятельности. Участие рабочих и служащих в управлении производством 90
4.5. Расчет капитальных затрат и амортизационных отчислений 91

4.6. Определение затрат и планирование себестоимости продукции 94
4.6.1. Расчет плановых постоянных и переменных затрат 97
4.7. Технико-экономические показатели 99
5. КОНЦЕПЦИЯ МАРКЕТИНГА 101
6. РАСЧЕТ КОММЕРЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТА 102
7. ОРГАНИЗАЦИЯ МАРКЕТИНГА И ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ 111
8. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА 113
8.1. Безопасность труда 113
8.1.1. Характеристика проектируемого цеха 113
8.1.2 Условия труда 115
8.1.2.1. Запыленность и загазованность 115
8.1.2.2. Микроклимат 116
8.1.2.3. Производственный шум 117
8.1.2.4. Вибрация производственная 118
8.1.2.5. Освещение 119
8.1.2.6. Вентиляция и отопление 119
8.1.3. Пожарная безопасность 120
8.1.4. Электробезопасность 121
8.2. Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях 122
8.3. Экологическая безопасность 123
8.3.1. Глобальные экологические проблемы 123
8.3.2. Анализ связей технологического процесса с экологическими системами 125
8.3.3. Основные требования экологизации проекта 128
8.3.4. Пути экологизации создаваемого производства 128
9. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗРАБОТАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ «СТУПИЦА» ДЛЯ

ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕСТОВ НА ТЕМУ: «МАШИННЫЕ МЕТОДЫ УПЛОТНЕНИЯ СМЕСИ» 131
9.1. Изучение квалификационной характеристики для профессии «Контролер металлургического производства»
9.2. Рабочий учебный план подготовки контролеров металлургического производства в условиях СПО
9.3. Разработка тестов для урока
9.4. Разработка методики и фрагмента плана-конспекта урока по предмету «Литейное производство» при обучении контролеров металлургического производства
ЗАКЛЮЧЕНИЕ
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ
ПРИЛОЖЕНИЕ А

ВВЕДЕНИЕ

В Свердловской области имеется огромный промышленный потенциал, основанный на металлургии и машиностроении, в которых

продукция из литых изделий занимает существенную долю. Урал является одним из самых развитых регионов по литейному производству, так как большое количество литейных предприятий, заводов, комбинатов сосредоточено именно здесь.

Литейное производство выгодно отличается от других заготовительных производств (поковки, штамповки, сварки) возможностью изготавливать заготовки, максимально приближенные по геометрии к самым сложным деталям машин. Коэффициент использования металла составляет в среднем 60% в чугунном и стальном литье. Литейное производство сохраняет основные позиции как главная заготовительная база машиностроения и других отраслей промышленности. Литье в песчаные формы является основным способом изготовления отливок.

Используемые в процессе изготовления отливки оборудование и формовочные материалы более дешевые по сравнению со специальными способами литья.

Наиболее важной задачей является вывод наших предприятий на мировой рынок и выпуск готовой продукции на уровне мировых стандартов.

1. ОБОСНОВАНИЕ И РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ЦЕХА

Проектируемый цех входит в состав предприятия и обеспечивает производство литыми заготовками в соответствие с номенклатурно-календарным планом выпуска отливок.

Производительность цеха – 35000 тонн отливок в год, развес литья от 10 до 500 кг. Тип производства – серийный.

В условиях серийного производства используем условную производственную программу отливок и распределяем их по массовым группам:

1 группа – отливки массой от 10 до 50 кг;

2 группа – отливки массой от 50 до 100 кг;

3 группа – отливки массой от 100 до 500 кг.

На основании разбивки отливок по массовым группам и имеющимся сведениям об отливках составляем производственную программу, которая приведена в таблице 1.

1.1. Выбор режима работы цеха

Для проектируемого цеха принимаем параллельный двухсменный режим работы, при котором все технологические операции выполняются одновременно на различных производственных участках. Такой режим наилучшим образом удовлетворяет требованиям производства и охраны труда.

Продолжительность рабочей смены 8 ч.

1.1.1. Расчет фонда времени работы оборудования

При проектировании применяются три вида годовых фондов времени работы оборудования [1]:

- календарный;
- номинальный;
- действительный;

$Т_к$=365 дней = 8760 часов

Номинальный фонд времени рассчитывается по формуле:

$$Т_н = (Т_к - Р)\cdot Ч\cdot С, \quad (1)$$

где $Т_н$ – номинальный фонд времени, ч;

$Т_к$ – календарный фонд времени, дни;

Р – количество выходных и праздничных дней в году;

Ч – количество часов работы в одну смену;

С – число смен в сутки.

$Т_н = (365-114)\cdot 8\cdot 2 = 4016$

Действительный фонд времени работы оборудования и рабочих определяется по формуле:

$$Т_д = Т_н – Т_{пр}, \quad (2)$$

где $Т_д$ – действительный фонд времени, ч;

$Т_{пр}$ – время простоев.

$$Т_{пр} = Т_н\cdot К, \quad (3)$$

где К – коэффициент потерь рабочего времени.

$Т_д = 4016 – (0,045\cdot 4016) = 3868,5$ ч.

Коэффициент потерь рабочего времени для различного оборудования различен. Приведем расчет действительного фонда времени для:

1. Плавильных агрегатов ДСПТ:

$T_д$ = 4016– (0,06·4016) = 3807,8 ч.

2. Автоматизированных формовочных стержневых линий:

$T_д$ = 4016 – (0,12·4016) = 3564,7 ч.

3. Термических печей:

$T_д$ = 4016 – (0,06·4016) = 3807,8 ч.

4. Прочее литейное оборудование:

$T_д$ = 4016 – (0,04·4016) = 3888,8 ч.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ

2.1. Технология изготовления отливки базового литейного цеха

На базовом предприятии отливка «Ступица» изготавливалась на встряхивающей формовочной машине с поворотом полуформ без допрессовки. Стержни набиваются и продуваются CO_2 вручную.

Расход жидкой стали составляет 230 кг, выход годного – 52%. Недостатком технологического процесса изготовления отливки «Ступица» являются выбор шлакоуловителя за узкое место литниковой системы, вследствие чего нужно часто производить заварку дефектов. Стержень №1 имеет сложную конфигурацию из-за двух отверстий для подвода металла.

2.2. Описание нового технологического процесса изготовления отливки

В проектируемом сталелитейном цехе изготовление форм и стержней будет производиться только на автоматизированном формовочном и стержневом оборудовании, что позволит исключить ручной труд.

Наружную поверхность отливки будем выполнять двумя кольцевыми стержнями № 2 и №3 с горизонтальным знаком размером 100 мм, а внутреннюю – стержнями №1 и №4.

Припуск на механическую обработку по верхним поверхностям – 10 мм, по нижним и боковым – 7 мм по ГОСТ 26645-85 [2].

Для создания направленного затвердевания отливки припуск на механическую обработку по d = 157 мм (внутренний) составляет 50 мм, по d = 260 мм составляет 7 мм, по d = 196 мм составляет 30 мм.

Преимуществами разработанного в дипломном проекте технологического прочеса является то, что снизился брак отливок, так как за узкое место литниковой системы приняты питатели. Стержень №1 упрощен в конструкции, отверстия смещены к краю стержня. Стержни изготавливаются на стержневых линиях, их качество улучшилось.

2.3. Характеристика детали

Деталь «Ступица» предназначена для установки колеса с помощью подшипников на ось вращения, которая называется цапфой. Ступицы устанавливаются на конических роликовых или шариковых радиально-упорных подшипниках, которые воспринимают как радиальные, так и осевые нагрузки, передаваемые на ступицу от колеса. Деталь испытывает ударные и динамические нагрузки.

Масса детали – 64,8 кг.

Габаритные размеры – d = 535 мм; H = 263 мм.

Средняя толщина стенки равна 40 мм.

Исходя из условий эксплуатации детали, в качестве конструкционного материала применяется сталь марки 32Х06ФЛ ТУВ3-362-89 (ГОСТ 977-88) [3].

Сталь марки 32Х06ФЛ относится к группе «стали для отливок обыкновенные». Стали для отливок обыкновенные используют на предприятиях тяжелого и транспортного машиностроения для изготовления деталей, которые будут эксплуатировать в условиях низких температур и высоких скоростей нагружения. Также из данной группы сталей производят сварные конструкции и др. высоконагруженные детали ответственного назначения.

Химический состав и механические свойства стали марки 32Х06ФЛ приведены в табл. 2 и 3.

Таблица 2 – Химический состав стали марки 32Х06ФЛ, % [3]

Химический состав, %								
Углерод	Марганец	Кремний	Хром	Ванадий	Сера	Фосфор	Никель	Медь
					до			
0,25-0,35	0,40-0,90	0,20-0,40	0,50-0,80	0,05-0,15	0,04	0,04	0,3	0,3

Таблица 3 – Механические свойства стали марки 32Х06ФЛ [3]

Марка стали	Механические свойства					
	Предел текучести, $\sigma_т$, кгс/мм2	Временное сопротивление $\sigma_в$, кгс/мм2	Относительное удлинение, δ, %	Относительное сужение, ψ, %	Ударная вязкость KCU, кгсм/см 2	Твердость HB
	не более					
32Х06ФЛ	55	73	10	20	5	235-269

2.4. Выбор способа изготовления отливки

При выборе способа производства отливок прежде всего необходимо установить методы литья, обеспечивающие выполнение предъявляемых к отливкам технических требований. Из всех методов нужно отдать предпочтение тем, которые обеспечивают наивысшую экономическую эффективность и наилучшие условия труда, удовлетворяют требованиям экологии. Необходимо руководствоваться следующими принципами:

- получение качественной отливки;
- наименьшая трудоемкость изготовления;
- наименьшие припуски на механическую обработку;
- наименьший расход жидкого металла;
- высокая производительность труда.

Данная отливка предназначена для крупносерийного производства. Учитывая массу и габаритные размеры, а также сложность и требования к качеству отливки, выбираем способ ее производства.

Отливка «Ступица» будет изготовляться в песчано-глинистых разовых формах.

С целью обеспечения более высокого качества рационально выбрать машинную формовку с использованием металлической модели.

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

Учитывая вышеперечисленное, выбираем машинную формовку и изготовление отливки на комплексной автоматизированной линии типа НЛ453С с габаритами опок 1600×1200×500.

2.5. Формовочные и стержневые смеси

Качество отливок в большей степени зависти от формовочных смесей. Около 50% брака получают в результате использования некачественных смесей. Следовательно, правильный выбор составов формовочных смесей, соблюдение технологии их приготовления являются важнейшими факторами снижения брака и улучшения качества отливок.

Формовочная смесь, образуя литейную форму, испытывает в процессе затвердевания в ней отливки сложные термические, механические и физико-химические воздействия.

Основными составляющими формовочной смеси являются наполнители и связующие. Требования к наполнителям:

1. Высокая огнеупорность (температура плавления наполнительной смеси должна быть выше температуры плавления заливаемого в форму сплава);
2. Химическая инертность материалов по отношению к жидкому сплаву;
3. Термостойкость – малая склонность к растрескиванию смеси при нагреве и охлаждении;
4. Минимальная газотворность;
5. Отсутствие токсичности;
6. Возможность многократного использования;
7. Минимальная гигроскопичность;
8. Недефицитность;
9. Низкая себестоимость;
10. Низкое содержание вредных примесей.

В качестве наполнителя формовочной смеси используем кварцевые пески.

связующие материалы предназначены для обеспечения сил связи между зернами наполнителя в формовочных и стержневых смесях. Требования к связующим:

1. Придать высокую удельную прочность (чем больше, тем меньше расход связующего);

2. Обеспечивать сохранение прочности смеси до тех пор, пока с точки зрения обеспечения жесткости не образуется твердая корка металла;

3. Не допускать прилипания смеси к поверхности модели или стержневому ящику;

4. Обеспечивать получение поверхности наилучшего качества без пригаров, ужимин и других дефектов;

5. Обеспечивать максимальное разупрочнение смеси после затвердевания отливки для обеспечения податливости форм и стержней и легкой выбивки их из отливки;

6. Обеспечивать живучесть смеси, возможность ее регенерации и многократного использования;

7. Обеспечивать необходимый уровень производительности изготовления форм и стержней при соответствующей данному связующему технологии упрочнения;

8. Иметь низкую себестоимость и не требовать дефицитных материалов;

9. Смесь с использованием данного связующего должна обладать текучестью.

Формовочные смеси изготовляются с использованием отработанной смеси. Перед повторным использованием отработанная смесь проходит регенерацию. Максимальное использование отработанных смесей в литейном производстве обусловлено не только экономическими и технологическими соображениями, но и необходимо с экологической точки

зрения, так как многие смеси содержат вредные вещества и хранение их в отвалах недопустимо.

Составы и физико-механические свойства единой формовочной смеси и стержневых смесей на жидком стекле без глины и жидкой самотвердеющей смеси приведены в разделе «Смесеприготовительное отделение».

2.6. Выбор положения отливки в форме

При выборе положения отливки в форме необходимо учитывать ряд условий, позволяющих получать качественную отливку при минимальных расходах на ее изготовление.

Положение отливки в форме должно обеспечивать:

- направленное затвердевание отливки;
- экономию формовочной смеси;
- получение формы с минимальным количеством стержней;
- наиболее простое оформление литниковой системы;
- преимущественно верхний отвод газов из формы и стержней;
- уменьшение расхода металла на изготовление отливки.

Выбор плоскости разъема формы подчинен выбору положения формы при заливке. При определении плоскости разъема необходимо руководствоваться следующими положениями:

- число разъемов формы должно быть минимальным;
- модель должна свободно извлекаться их формы;
- поверхность разъема должна быть, по возможности, плоской;
- всю отливку, если позволяет конструкция, нужно располагать в одной полуформе;
- общая высота формы должна быть минимальна;
- плоскость разъема должна обеспечивать наименьшее количество заливов и брака по перекосам.

Подвод металла в форму лучше всего осуществить в нижнюю часть отливки, чтобы обеспечить направленное затвердевание.

Учитывая это, располагаем всю отливку со стержнями, питателями и зумпфом в нижней полуформе, а прибыли, стояк и шлакоуловитель – в верхней. Наибольший диаметр отливки располагаем вверху.

2.7. Выбор припусков на механическую обработку

Для каждого класса точности размеров по ГОСТ 26645-85 [2] определяем допуски размеров, которые зависят от серийности производства, материала отливки и номинальных размеров отливки.

Отливка «Ступица» имеет:

- 7-13Т классы точности размеров и массы;
- 2-5 ряды припусков на механическую обработку.

Принимаем 11 класс точности размеров, 12 класс точности масс и 3 ряд припусков на механическую обработку.

Назначаем припуски на механическую обработку по низу и боковым поверхностям – 7 мм, по верхним поверхностям – 10 мм. Для упрощения конструкции на боковой поверхности книзу увеличиваем припуск.

Для создания направленного затвердевания по d = 157 мм припуск на механическую обработку назначим 50 мм, по d = 260 мм - 7 мм, по d = 196 мм - 30 мм.

Восемь отверстий d = 20,5 мм и шесть отверстий d = 12 мм заливаем металлом.

2.8. Расчет массы отливки

Массу отливки «Ступица» определим по формуле:

$$Q_{отл} = Q_{дет} + Q_{пр.\ на\ мех.\ обр.} + Q_{откл.\ масса}, \quad (4)$$

где $Q_{отл}$ – масса отливки, кг;

$Q_{дет}$ – масса детали, кг;

$Q_{пр.\ на\ мех.\ обр.}$ – масса припусков на механическую обработку, кг;

$Q_{откл.\ масса}$ – масса максимального отклонения отливки, кг.

$$Q_{откл.\ масса} = (Q_{дет} + Q_{пр.\ на\ мех.\ обр.} + Q_{зал.\ мест})\cdot К/100$$

где К – коэффициент, учитывающий верхнее предельное отклонение массы отливки, который определяется по12 классу точности массы по ГОСТ 26645-85, к = 4%.

Массу припусков на механическую обработку определим по формуле:

$Q_{пр.\ на\ мех.\ обр.} = \sum V_{пр.\ на\ мех.\ обр.} \cdot \rho$, (6)

где $\sum V_{пр.\ на\ мех.\ обр.}$ – суммарный объем припусков на механическую обработку, $дм^3$;

ρ – плотность стали, $кг/дм^3$.

$\sum V_{пр.\ на\ мех.\ обр.} = 6{,}32\ дм^3$.

$Q_{пр.\ на\ мех.\ обр.} = 6{,}32 \cdot 7{,}5 = 47{,}4$ кг.

$\sum V_{зал.\ мет.} = 0{,}42\ дм^3$.

$Q_{зал.\ мет.} = 0{,}42 \cdot 7{,}5 = 3{,}2$ кг.

Определим величину максимального отклонения массы отливки:

$Q_{откл.\ масса} = (64{,}8+47{,}4+3{,}2) \cdot 4/100 = 4{,}6$ кг.

$Q_{отл} = 64{,}8+47{,}4+3{,}2+4{,}6 = 120$ кг.

2.9. Конструирование и расчет прибылей

Прибыль предназначена для питания отливки жидким металлом в период затвердевания и усадки во избежание усадочных дефектов.

Для обеспечения питания отливки жидким металлом из прибыли необходимо выполнить следующие условия:

- прибыль должна затвердевать позже отливки;
- запас металла в прибыли должен быть таким, чтобы его хватило на компенсацию усадки во время затвердевания отливки;
- прибыль должна обеспечивать достаточный гидростатический напор для постоянной подпитки зоны затвердевания;
- прибыль на отливке необходимо ставить там, где она обеспечивает доступ жидкого металла в участки отливки, затвердевающие последними.

Для отливки «Ступица» наилучшим местом установки прибылей является верхняя поверхность отливки. Для лучшего питания отливки

необходимо установить 5 прибылей - одну в центр и четыре на каждую спицу.

Для расчета прибыли используем метод Й. Пржибыла. Объем прибыли рассчитаем по формуле [4]:

$$V_{пр} = \frac{V_0 \cdot \alpha_V \cdot \beta}{1 - \alpha_V \cdot \beta}, \qquad (7)$$

где $V_{пр}$ - объем прибыли, см^3;

V_0 - объем питаемого узла, см^3;

α_V - относительная объемная усадка сплава;

β - коэффициент запаса металла в прибыли, β = 7 для закрытых прибылей и выпоров.

Определим объем прибылей:

$$V_{пр1} = \frac{1132 \cdot 0{,}045 \cdot 7}{1 - 7 \cdot 0{,}045} = 5211 \text{ см}^3;$$

$$V_{пр2} = \frac{1167 \cdot 0{,}045 \cdot 7}{1 - 7 \cdot 0{,}045} = 537 \text{ см}^3.$$

Определим высоту центральной прибыли:

346,185·Н = 5211,

Н = 15 см.

Определим высоту и длину остальных прибылей:

В = 1,4·Т, (8)

где В – толщина прибыли;

Т – толщина стенки отливки, на которой установлена прибыль.

В = 1,4·4,85 = 6,8 см,

$$L = \frac{3{,}14 \cdot 100}{6{,}8 \cdot 2} = 23 \text{ см},$$

Н·23·6,8 + 3,14·6,8^2·23/8 = 1167,

Н = 7,1 см,

$$К = \frac{\hat{A}}{2} = \frac{6{,}8}{2} = 3{,}4 \text{ см},$$

H_1 = 7,1 + 3,4 = 10,5 см.

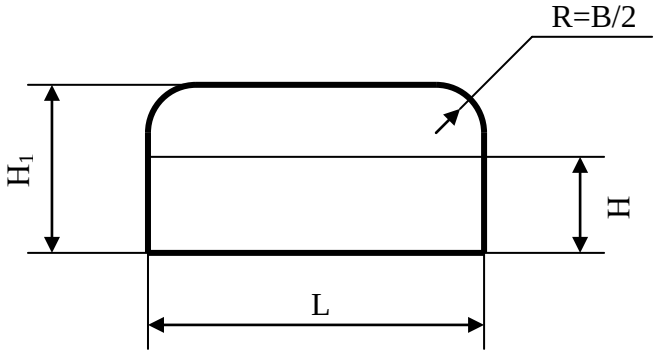

Рисунок 1 – Схематическое изображение прибыли

Для питания отливки устанавливаем одну конусообразную цилиндрическую прибыль d = 210 мм, H = 150 мм и четыре прибыли, состоящие из призмы и полуцилиндра, L = 230 мм, H_1 = 105 мм.

2.10. Конструирование и расчет литниковой системы

Заполнение формы металлом является первым этапом формирования отливки. Несмотря на свою относительную кратковременность, заполнение формы металлом в значительной мере определяет качество отливки. Подавляющее большинство технологического брака связано с неправильной организацией заливки. Управление заполнением формы осуществляется путем соответствующего конструирования и расчета литниковой системы.

Литниковая система - это совокупность каналов в литейной форме, через которые металл из ковша попадает в полость формы.

Литниковая система должна отвечать следующим требованиям:

- заполнять форму металлом за определенное время;
- обеспечивать минимальное количество неметаллических и газовых включений в металле;
- создавать рациональный режим затвердевания и охлаждения отливки;
- иметь небольшую массу;
- занимать мало места в форме;
- обеспечивать удобство формовки.

Для питания отливки «Ступица» выбираем литниковую систему III класса, замкнутую в питателях, которая состоит из литниковой воронки, стояка, зумпфа, шлакоуловителя и питателей. Подвод металла осуществляется в нижнюю часть отливки, для этого в стержне №1 предусмотрены 2 отверстия с площадью поперечного сечения, равной площади поперечного сечения питателей. Заливка металла выполняется из поворотных ковшей. Преимуществом поворотных ковшей является возможность плавного изменения расхода сплава в процесс заливки формы за счет регулирования угла наклона ковша.

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

$$G_ж=G_{отл}+G_{приб}+G_{л.с.}, \quad (9)$$

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

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

$G_{л.с.}$, – масса жидкого металла, приходящегося на литн. систему, кг.

$G_ж$=120 + 70 + 38 = 228 кг.

Рассчитаем оптимальную продолжительность заливки по формуле Г. М. Дубицкого [4]:

$$\tau_{опт} = S_1 \sqrt[3]{G \cdot \delta}, \quad (10)$$

где S_1 – коэффициент продолжительности заливки (в соответствии с данными Г. М. Дубицкого, для данной отливки примем S_1=1,2);

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

δ – преобладающая толщина стенки отливки, мм (для нашей отливки δ=66 мм).

Находим значение оптимальной продолжительности заливки:

$$\tau_{опт} = 1{,}2\sqrt[3]{228 \cdot 40} = 25\,с.$$

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

$$V_{ср}=\frac{\tilde{N}}{\tau_{\tilde{i}\tilde{i}\grave{o}}}, \qquad (11)$$

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

В нашем случае С=38,5 мм; $V_{ср}$=15,4 мм/с.

Сравнивая эту среднюю скорость с минимально допустимой, получаем, что она должна быть в пределах от 10 до 20 мм/с. В этом случая, принимая допустимую скорость 15,4 мм/с, получаем оптимальную продолжительность заливки 25 секунд.

Рассчитаем величину гидростатического напора в литниковой системе:

$$H_р=\acute{I}_0-\frac{\text{Đ}^2}{2\tilde{N}}, \qquad (12)$$

где $H_о$ – сумма высот верхней опоки и литниковой воронки, мм;

Р – расстояние от места подвода металла до верхней части полости формы, мм.

Для нашей отливки: $H_о$=500 мм, Р=385 мм, С=385 мм. Следовательно, величина гидростатического напора будет равна:

$$H_р=500-\frac{385^2}{2\cdot 385}=308 \text{ мм.}$$

Площадь узкого места системы для расчета при заливке из поворотных ковшей будет равна [4]:

$$F_{уз}=\frac{G}{\mu\cdot\tau_{опт}\cdot\rho\cdot\sqrt{2g\cdot H_р}}, \qquad (13)$$

где ρ – плотность сплава (для стали ρ=7г/см^3);

μ – коэффициент расхода литниковой системы (для данной отливки μ=0,32).

С учетом приведенных значений находим площадь узкого места системы (узким местом принимаем питатели):

$$F_{óç}=F_{ïèò\ \Sigma}=\frac{228\cdot 1000}{0{,}32\cdot 7\cdot 25\cdot\sqrt{2\cdot 981\cdot 30{,}8}}=20 \text{ см}^2$$

Так как у нас в системе 2 питателя, то площадь поперечного сечения одного питателя будет равна 10 см^2.

Примем следующее соотношение площадей элементов системы:

$F_{пит\Sigma}:F_{шл}:F_{ст.н.}=1:1,15:1,3,$ (14)

где $F_{пит\Sigma}$ - площадь питателей, обслуживаемых одной ветвью литникового хода, см^2;

$F_{шл}$ – площадь шлакоуловителя, см^2;

$F_{ст.н}$ – площадь сечения стояка внизу, см^2.

Таким образом, площадь сечения стояка будет равна:

$F_{ст.н}=1,3\cdot F_{пит\Sigma}=1,3\cdot 10=13$ см^2.

Диаметр стояка внизу определим по формуле:

$$d_{ñò.í.}=\sqrt{\frac{F_{ñò.í.}\,4}{\pi}}, \quad (15)$$

$$d_{ñò.í.}=\sqrt{\frac{4\cdot 15}{3,14}}=4\,\text{см}.$$

Площадь шлакоуловителя будет равна: $F_{шл}=1,15\cdot 10=11,5$ см^2.

По найденным значениям площадей питателей и шлакоуловителя найдем их конкретные размеры. Примем для этих элементов трапециидальную форму сечения (высота h равна нижнему основанию a, верхнее основание $b=0,8\cdot a$). С учетом этого находим для питателей:

$$a=\sqrt{\frac{F_{ïèò.}}{0,9}}, \quad (16)$$

$$à=\sqrt{\frac{10}{0,9}}=3,3\,\text{см};$$

$b=0,8\cdot a=0,8\cdot 3,3=2,7$ см.

Аналогично рассчитываем размеры сечения шлакоуловителя:

$$a=\sqrt{\frac{13,8}{0,81}}=3,8\ \text{см};$$

$h=0,9\cdot a=3,4$ см;

$b=0,8\cdot a=3$ см.

Конфигурация и размеры элементов литниковой системы показаны на рисунке 2.

Рисунок 2 – Элементы литниковой системы

2.11. Модельно-литейная оснастка

Для изготовления песчаных форм применяют различные модели, воспроизводящие геометрию отливки, а также модели прибылей, выпоров, литниковых систем и т.д. Формовка осуществляется в специальных литых или сварных рамках, называемых опоками. Стержни изготавливаются в стержневых ящиках. Все это вместе называют модельно-литейной оснасткой, т.е. средствами технологического оснащения, дополняющими литейное технологическое оборудование для выполнения определенной части технологического процесса получения отливок.

Модельные комплекты при серийном производстве экономически целесообразно изготовлять металлическими.

В качестве материала для изготовления моделей и стержневых ящиков используется сплав АК4М4 ГОСТ 1583-83 [34].

В качестве материала для изготовления опок и модельных плит используется чугун СЧ 15-32 ГОСТ 1412-70 [35].

Штыри, центрирующий и направляющий, необходимые для контроля сборки форм, изготовляют из стали марки Ст40 ГОСТ 1050-88 [36].

2.12. Подготовка форм и стержней к заливке

Перед заливкой металлом литейных форм особое значение имеет всех элементов и материалов, используемых на сборочном участке. Формы устанавливают на специальную площадку. При установке полуформ необходимо обеспечить удобство их заливки. Приготовленные для сборки формы должны быть тщательно проверены. Формы с трещинами и другими дефектами бракуются. Перед сборкой готовые полуформы необходимо продуть сжатым воздухом для удаления остатков смеси и пыли.

У стержней проверяют качество рабочей поверхности, равномерность окраски и качество просушки. Не допускаются в сборку форм стержни плохо пробитые, поломанные, с трещинами, заусенцами, плохо прокрашенные. Срок хранения стержня №1 – не более двух суток, остальных стержней – не более трех суток.

2.13. Сборка и заливка форм

Тщательность сборки в значительной мере определяет точность геометрических размеров отливки, образование заливов и трудоемкость обрубки.

Правильность установки стержня проверяют контрольными шаблонами и другими приспособлениями, которые входят в состав модельного комплекта. Затем проверяют все элементы литниковой системы, после этого нижнюю полуформу накрывают верхней.

Правильность сборки формы осуществляется пропусканием направляющего и центрирующего штырей через отверстия втулок в ушах опок, одновременно с двух сторон.

Для получения всех контуров отливки в полном соответствии с конфигурацией модели, заливаемый в форму жидкий металл должен обладать достаточной жидкотекучестью. В противном случае на отливке возможно образование спаев и недоливов.

После заполнения ковша с поверхности расплава тщательно снимают скребком шлак. При заливке форм жидким металлом должны соблюдаться следующие правила:

- струя металла должна иметь наименьшую высоту и направляться в середину литниковой чаши;

- заливка форм производится ровной, полной и непрерывной струей, обеспечивающей плавное заполнение литниковой системы;

- прерывание струи металла до полного заполнения формы не допускается;

- завихрение струи в воронке не допускается.

Заливка формы производится из поворотного ковша. Температура расплава при заливке формы должна быть не ниже 1560-1580°С.

2.14. Выбивка, обрубка и очистка отливок

После затвердевания отливку выдерживают в форме для охлаждения до температуры выбивки. Чем выше температура выбивки, тем короче технологический цикл изготовления отливки и выше производительность формовочно-заливочного участка. Однако высокая температура выбивки нежелательна из-за опасности разрушения отливки или образования дефектов. Стальные отливки рекомендуется охлаждать в форме до 400-500˚С. Скорость охлаждения выбирают с учетом толщины стенок отливки и прочностных свойств сплава. Средняя скорость охлаждения отливок в форме колеблется от 2 до 150˚С/мин.

Выбивка отливки из формы осуществляется на выбивной решетке путем встряхивания.

Обрубка отливки заключается в отделении от нее прибылей, литников, выпоров и в удалении заливов по месту сопряжения полуформ или в области стержневых знаков. Обрубка осуществляется с помощью молотков, зубил, абразивных кругов, а также ленточных и дисковых пил.

Для удаления пригара и улучшения поверхностей отливки подвергают очистке дробеметной обработке. Очистку отливок производят также после каждой термической обработки. Для зачистки мелких шероховатостей поверхности применяют шлифовальные станки.

2.15. Термическая обработка

Отливка «Ступица» подвергается нормализационному отжигу и отпуску.

Нормализационный отжиг **сталей** – это процесс обработки сталей, заключающийся в нагреве до температуры на 30-50˚С выше верхних, критических точек, выдержке и охлаждении на спокойном воздухе.

Отпуск – это вид термической обработки, состоящий из нагрева металла до температуры ниже интервала превращений, выдержки при этой температуре и последующего медленного охлаждения.

Отпуск стали уменьшает или снимает остаточные напряжения, повышает вязкость, уменьшает твердость и хрупкость стали.

Температурный режим термической обработки:

- посадка в печь при температуре печи не более 400˚С;
- нагрев до температуры 630-650˚С со скоростью не более 80˚С в час;
- выдержка при данной температуре не менее 2 часов;
- нагрев до температуры 860-880˚С со скоростью не более 100˚С в час;
- выдержка при данной температуре не менее 3 часов;
- охлаждение на воздухе до 450-500˚С;
- нагрев до температуры 630-650˚С со скоростью не более 80˚С в час;
- выдержка при данной температуре не менее 2 часов;
- охлаждение с печью до 450˚С.

2.16. Контроль качества отливок

Требования к качеству готовых отливок устанавливаются ГОСТами и технологической документацией. Контроль за их качеством осуществляет отдел технического контроля (ОТК).

Данная отливка подвергается следующим видам контроля:

- контроль размерной точности – отливку проверяют на соответствие чертежу. Контроль выполняют на плите линейкой, штангенциркулем, рейсмусом, шаблонами и другим инструментом;

- контроль внешнего вида выполняют визуально на соответствие отливок техническим условиям. Базовые поверхности должны быть чистыми, ровными;

- контроль структуры металла отливок выполняют при рассмотрении излома образцов или под металлографическим микроскопом.

- контроль механических свойств – прочность отливок определяют по специальным отлитым образцам, приливам отливок и вырезанным из отливок образцам. Твердость определяют на отливке, в некоторых случаях – на образцах, вырезанных из отливки;

- контроль химического состава – отлитые образцы, остатки прибылей или стружку отливки проверяют в лаборатории методом химического или спектрального анализа;

- контроль массы – отливки взвешивают после проверки их на геометрическую точность.

По результатам химического анализа, механических свойств, внешнего осмотра и результатов проверки размеров принимается решение о годности отливки. Отливки не прошедшие или не соответствующие этому контролю возвращаются на доработку или переделку. После прохождения контроля отливку маркируют (номер плавки, марка сплава).

2.17. Возможные дефекты и меры их устранения

В результате нарушения технологического процесса изготовления на отливках «Ступица» могут образоваться некоторые дефекты, которые можно избежать, выполняя все технологические рекомендации.

1. Усадочные раковины и пористости образуются в утолщенных частях отливки, в которой сочетаются массивные места с тонкими стенками. При разработке технологического процесса изготовления отливок создаём направленность затвердевания металла и располагаем прибыли над массивными узлами;

2. Газовые раковины - это пузыри воздуха или газов, которые остаются в теле отливки после заливки формы металлом. Образуются из-за недостаточной газопроницаемости, повышенной влажности формы и стержней. Необходимо следить за качеством формовочной и стержневой смесей. Для контроля физико-механических свойств смесей в смесеприготовительном отделении имеется экспресс-лаборатория. Для вывода воздуха и газов в форме необходимо выполнять достаточное количество наколов;

3. Песочные раковины и засоры образуются вследствие обвалов частей формы и стержней при недостаточной прочности формовочной и стержневой смесей. Необходимо контролировать качество формовочной и стержневой смесей. На сборку должны поступать только годные полуформы и стержни;

4. Пригар образуется вследствие недостаточной огнеупорности формовочной и стержневой смесей. При необходимости поверхность форм и стержней красить противопригарными красками;

5. Спаи - это сквозные или поверхностные углубления с закругленными краями, образованными не полностью слившимися потоками металла. Для предотвращения образования спаев необходимо повысить температуру заливки и обеспечить непрерывную заливку металла.

6. Недолив образуется вследствие не заполнения полости литейной формы металлом при заливке из-за недостаточного количества жидкого металла, низкой температуры заливки, недостаточной скорости заливки;

7. Стержневой перекос – это дефект в виде смещения отверстия, полости или части отливки, выполняемых с помощью стержня, вследствие его перекоса или неправильной установки;

8. Коробление – это искажение конфигурации отливки под влиянием напряжений, возникающий при охлаждении, а также неправильно изготовленной модели;

9. Горячая трещина – это разрыв или надрыв тела отливки усадочного происхождения, возникающий в интервале температур затвердевания. Поверхность трещины окисленная и неровная;

10. Холодная трещина – дефект в виде разрыва тела затвердевшей отливки вследствие внутренних напряжений или механического воздействия. В отличие от горячей трещины поверхность холодной трещины светлая и сравнительно гладкая.

Способы исправления дефектов:

Дуговая сварка – исправляет сквозные дефекты стенок отливки, дефекты обрабатываемых поверхностей, работающих на трение и износ, после механической обработки – исправляет дефекты любых поверхностей.

При дуговой сварке объем раковины заполняют наплавленным металлом (должен быть близким по химическому составу к материалу отливки). Наплавляемый металл поддерживают некоторое время в жидком состоянии, чтобы выровнять химический состав и удалить неметаллические включения.

Газопламенная наплавка – применяют для исправления тех же дефектов, что и в предыдущем способе. В качестве горючего газа используют ацетилен, природный газ, пропан-бутан.

Сварка-пайка – выполняют с предварительным местным нагревом поверхности отливки до 300-400°С или без нагрева. Дефектное место отливки

тщательно разделывают до пологого удаления пораженного слоя металла. Заварное место засыпают сухой землей или накрывают асбестом, чтобы снизить скорость охлаждения. Данным способом исправляют отдельно расположенные раковины небольших размеров на обрабатываемых поверхностях отливки, а также раковины средних размеров отливок несложной конфигурации.

Заделка раковин пробками – раковину рассверливают до минимально допустимого размера, нарезают в отверстие резьбу и ввертывают металлическую вставку, которую заваривают или чеканят. Затем обрабатывают вставку заподлицо с телом отливки. Таким способом исправляют отдельно расположенные раковины мелких размеров.

3. РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ

3.1. Плавильное отделение

3.1.1. Выбор плавильного агрегата

В плавильном отделении будет выплавляться сталь марки 32Х06ФЛ. В качестве плавильного агрегата для получения данной стали, используем электродуговые сталеплавильные печи постоянного тока ДСПТ. Преимущества ДСПТ печей по сравнению с индукционными и дуговыми печами переменного тока:

- снижение пылегазовыбросов в 7-10 раз;
- снижение уровня шума во время работы печи до санитарных норм;
- проще в обслуживании;
- снижение угара легирующих элементов и графитированных электродов;
- исключаются перегревы футеровки и сокращается расход огнеупоров;
- электрический режим печи характеризуется стабильностью, что исключает толчки и помехи в питающей энергосистеме [5].

Для выплавки металла используем плавильные печи ДСПТ-25. Техническая характеристика печи ДСПТ-25 приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Технические характеристики печи ДСПТ-25

Наименование параметра	Значение
Номинальная вместительность, т	25
Потребляемая мощность, кВт	16000
Производительность: для кислого процесса, т/ч для основного процесса, т/ч	 6,3 5,6
Уровень шума при расплавлении, дБ	90
Удельный расход электроэнергии на расплавление твердой завалки, кВт·ч/т	500
Расход воды на охлаждение печи, $м^3$/ч	50

Дуговые электорпечи при плавке стали могут иметь как кислую, так и основную футеровку. Выбор футеровки печи зависит от марки выплавляемой стали и от используемых шихтовых материалов.

В печах с основной футеровкой можно получать сталь с низким содержанием серы и фосфора.

Наиболее простым и удобным в обслуживании сталеплавильным агрегатом является кислая электродуговая печь. Кислые печи используются приемущественно при плавке стали для получения фасонных отливок. В дуговых печах с кислой футеровкой выплавляют ограниченный сортамент стали, включающий лишь простые среднеуглеродистые (0,25—0,40% С), а также хромоникелевые, хромомолибденовые и некоторые другие среднеуглеродистые легированные стали. Для плавки стали в печах с кислой футеровкой используют только чистые по содержанию серы и фосфора шихтовые материалы.

Из-за отсутствия длительных периодов рафинирования металла от фосфора и серы обеспечивается более высокий тепловой к.п.д. дуговой печи, значительное сокращение длительности плавки, уменьшение расхода электроэнергии и электродов. Меньшая продолжительность плавки и более высокая термостойкость кислых огнеупоров обусловливают более высокую стойкость футеровки в кислых печах: она в несколько раз выше, чем у основной печи. Высокая термостойкость кислой футеровки допускает, кроме того, периодический характер работы с многократными разогревами и охлаждениями печи. Использование кислых дуговых сталеплавильных печей при выплавке стали для отливок имеет и экономические преимущества, поскольку для футеровки этих печей используют менее дефицитные и более дешевые огнеупорные материалы, меньше расходуют шлакообразующих, электроэнергии, электродов [5].

3.1.2. Расчет количества печей

Для расчета печей необходимо составит баланс металла по цеху, который приведен в таблице 5.

Таблица 5 – Баланс металла по цеху

Наименование статьи баланса	Всего по цеху	
	т	%
1. Отливки, $М_о$	35631,222	63,64
2. Литники и прибыли, $М_{л.\ с.}$	15318,25	27,36
3. Скрап, Ск	2239,537	4
4. Итого жидкого металла	53189,009	95
5. Угар и безвозвратные потери, У	2799,442	5
6. Итого металлозавалки, $М_м$	55988,431	100

Данные по отливкам берем из производственной программы (таблица 1). Процент скрапа Ск = 4%. Угар и безвозвратные потери зависят от типа плавильного агрегата, в ДСПТ они составляют 5%.

Рассчитаем массу металлозавалки [1]:

$$\grave{I}_{\grave{i}} = \frac{(\grave{I}_{\hat{i}} + \grave{I}_{\ddot{e}.\tilde{n}.}) \cdot 100}{100 - \acute{O} - \tilde{N}\hat{e}}; \qquad (17)$$

$$\grave{I}_{\grave{i}} = \frac{(35631{,}222 + 86580{,}694) \cdot 100}{100 - 4 - 5} = 55988{,}431 \text{ т.}$$

Определим массу скрапа и массу, потерянную при угаре:

$$\grave{I}_{\tilde{N}\hat{e}} = \frac{\grave{I}_{\grave{i}} \cdot \tilde{N}\hat{e}}{100}; \qquad (18)$$

$$\grave{I}_{\tilde{N}\hat{e}} = \frac{55988{,}431 \cdot 4}{100} = 2239{,}537 \text{ т.}$$

$$\grave{I}_{\acute{O}} = \frac{\grave{I}_{\grave{i}} \cdot \acute{O}}{100}; \qquad (19)$$

$$\grave{I}_{\acute{O}} = \frac{55988{,}431 \cdot 5}{100} = 2799{,}422 \text{ т.}$$

Расчет необходимого количества металла по производственной программе q рассчитывается по формуле [1]:

$$q = \frac{\grave{I}_{\grave{i}} \cdot \hat{E}_{\grave{E}}}{\grave{O}_{\ddot{A}}}, \qquad (20)$$

где $К_и$ – коэффициент неравномерности работы печей, $К_и$ = 1,2;

$Т_д$ = действительный фонд времени, ч; $Т_д$ = 3807,8 ч.

$$q = \frac{55988{,}431 \cdot 1{,}2}{3807{,}8} = 17{,}7 \text{ т/ч.}$$

Рассчитаем количество плавильных агрегатов, необходимых для выплавки стали по формуле:

$$N = \frac{q}{\ddot{I}}, \qquad (21)$$

где П – производительность выбранной печи, т/ч.

$$N = \frac{17{,}7}{6{,}3} = 2{,}8 \text{ шт.}$$

Принимаем к установке три печи ДСПТ-25 с коэффициентом загрузки $\hat{E}_{ç} = \frac{2{,}8}{3} \cdot 100 = 93\%$.

3.1.3. Расчет парка ковшей

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

Ковш представляет собой стальной сосуд, стенки и дно которого изнутри выложены огнеупорным кирпичом, предназначенный для кратковременного хранения, транспортировки и разливки расплавленного металла. Для разливки металла используем поворотные ковши.

После каждой футеровки ковши необходимо тщательно просушить и прокалить до ярко-красного или белого цвета. Для этого используют стенд для сушки ковшей газообразным топливом при температуре 500-600˚С, который оборудован местной вытяжной вентиляцией. Сушка проводится до тех пор, пока не прекратится выделение паров из футеровки.

Удобнее, по возможности, применять ковш той емкости, чтобы он забирал из плавильного агрегата весь металл сразу. Исходя из того, что в

каждую форму нужно залить примерно 100 кг жидкого металла и учитывая, что из одного ковша можно залить не более 20-25 отливок, принимаем для использования ковши емкостью 3 т.

Так как время работы ковшей до ремонта составляет 8 часов, и одновременно в цехе работают 3 печи, длительность ремонта ковша и его сушка 20 часов, то парк ковшей должен состоять из 19+19+19+19=76 штук. Принимая запас ковшей 20%, в цехе используется 76·1,2=91,2 ковша.

Парк ковшей содержит 92 ковша.

Преимущества поворотных ковшей:

- позволяют плавно, в широких диапазонах изменять массовую скорость заливки за счет угла поворота;

- простота конструкции и обслуживания, надежность в эксплуатации.

В первую очередь из поворотных ковшей заливают формы для наиболее тонкостенных отливок.

3.1.4. Расчет шихты

Во время выплавки необходимо получить сталь не только заданного состава, но и заданных литейных свойств.

Существенной особенностью выплавки стали в электродуговых печах является возможность работы с одним шлаком без специального восстановительного периода.

В качестве шихтовых материалов для выплавки стали 32Х06ФЛ используют:

- стальной лом 1А по ГОСТ 2787-75 [27];
- стальные возвраты собственного производства;
- чугун передельный М1;
- ферросилиций ФС75 по ГОСТ 1415-93 [28];
- ферромарганец ФМн90 по ГОСТ 4755-91 [29];
- феррохром ФХ60 по ГОСТ 4757-91 [30];
- феррованадий ФВд40 по ГОСТ 27130-94 [31];

– известняк по ТУ 1415-79-79 [32];

– алюминий для раскисления по ГОСТ 295-98 [33].

Все шихтовые материалы должны содержать минимальное количество серы и фосфора, так как при кислом процессе выплавки стали нет периодов десульфурации и дефосфации.

В шихте используем 60-75% крупных кусков, 20-35% мелких, 10-12% стружки, как правило, брикетированной. Перед загрузкой в печь шихтовые материалы подогревают для просушки и ускорения процесса выплавки. Стальной лом подогревают до температуры 425-450˚С, чтобы увеличить производительность и снизить расход электроэнергии.

С целью образования или регулирования состава шлака, предохранения расплавленных металлов от взаимодействия с внешней газовой средой в процессе плавки применяют флюсы. Наиболее распространенным флюсом является известняк или получаемая после его обжига известь.

Расчет шихты ведется для выплавки стали 32Х06ФЛ на 100 кг металлозавалки в электродуговой печи с кислой футеровкой. Химический состав стали принимаем из таблицы 6.

Таблица 6 – Химический соства стали 32Х06ФЛ ТУВ3-362-89 [3]

Массовая доля, %								
C	Mn	Si	Cr	V	S	P	Ni	Cu
0,25-0,35	0,40-0,90	0,20-0,40	0,50-0,80	0,05-0,15	до			
					0,04	0,04	0,3	0,3
Расчетный химический состав								
0,3	0,65	0,3	0,65	0,1	0,04	0,04	0,3	0,3

В таблице 7 приведен химический состав шихтовых материалов и раскислителей.

Таблица 7 – Химический состав шихтовых материалов и раскислителей

Наименование материала	Содержание в шихте, %	Химический состав, %								
		C	Mn	Si	S	P	Cr	V	Al	Cu
Отходы собственного производства	30	0,3	0,65	0,3	0,04	0,04	0,65	0,1	-	0,3
Стружка в брикетах	7	0,3	0,65	0,3	0,04	0,04	0,65	0,1	-	0,3
Стальной лом 1А	60	0,25	0,5	0,37	0,03	0,035	-	-	-	-
Чугун передельный М1	3	3,0	2,0	1,0	0,03	0,15	-	-	-	-
Ферромарганец ФМн90		1,0	90	0,5	0,02	0,1	-	-	-	-
Ферросилиций ФС75		0,1	0,4	75	0,02	0,04	0,3	-	3,0	-
Феррованадий ФВд40		0,5	2,0	2,0	0,05	0,08	-	40	0,5	0,4
Феррохром ФХ60		0,03	-	1,5	0,03	0,03	60	-	-	-
Ферроникель ФН70		0,03	-	0,2	0,03	0,03	0,1	-	-	0,2
Медь М3		-	-	-	0,01	-	-	-	-	99,5
Алюминий АВ87		-	-	5,0	-	-	-	-	87	3,8

3.1.4.1. Расчет среднего химического состава шихты

Содержание элементов в каждой из составляющих шихты определяется произведением содержания в шихте этой составляющей на содержание в ней элемента. Рассчитаем количество элементов, вносимых отдельными составляющими шихты.

Отходы собственного производства вносят, %:

Углерода 0,3·0,3=0,09;

Марганца 0,3·0,65=0,195;

Кремния 0,3·0,3=0,09;

Серы 0,3·0,04=0,012;

Фосфора 0,3·0,04=0,012;

Хрома 0,3·0,65=0,195;

Ванадия 0,3·0,1=0,03;

Меди 0,3·0,3=0,09.

Стальной лом вносит, %:

Углерода 0,6·0,25=0,15;

Марганца 0,6·0,5=0,3;

Кремния 0,6·0,37=0,222;

Серы 0,6·0,03=0,018;

Фосфора 0,6·0,035=0,021.

Стружка в брикетах вносит, %:

Углерода 0,07·0,3=0,021;

Марганца 0,07·0,65=0,046;

Кремния 0,07·0,3=0,021;

Серы 0,07·0,04=0,003;

Фосфора 0,07·0,04=0,003;

Хрома 0,07·0,65=0,046;

Ванадия 0,07·0,1=0,007;

Меди 0,07·0,3=0,021.

Чугун передельный вносит, %:

Углерода 0,03·3=0,09;

Марганца 0,03·2=0,06;

Кремния 0,03·1=0,03;

Серы 0,03·0,03=0,0009;

Фосфора 0,03·0,15=0,0045.

В таблице 8 приведен средний химический состав шихты.

Таблица 8 – Средний химический состав шихты

Элементы	Вносят элементов, %				Средний химический состав, %
	Отходы собственного производства	Стружка в брикетах	Стальной лом	Чугун передельный	
Углерод	0,09	0,021	0,15	0,09	0,351
Марганец	0,195	0,046	0,3	0,06	0,601
Кремний	0,09	0,021	0,222	0,03	0,633
Сера	0,012	0,003	0,018	0,001	0,034
Фосфор	0,012	0,003	0,021	0,0045	0,0405
Хром	0,195	0,046	-	-	0,241
Ванадий	0,03	0,007	-	-	0,037
Медь	0,09	0,021	-	-	0,111
Железо	29,286	6,832	59,289	2,8065	98,2135

Содержание железа в каждой составляющей определяется по формуле:

$q_{Fe} = a - \sum b$,

(22)

где q_{Fe} – содержание железа в составляющей шихты, 5;

a – процентное содержание составляющей в шихте;

$\sum b$ – суммарное содержание элементов без железа в данной составляющей шихты, %.

Рассмотрим изменение содержания отдельных элементов и состав шлаков в разные периоды плавки.

3.1.4.2. Период плавления шихты

Во время плавления шихты окисляются кремний, марганец, углерод, хром, ванадий и железо.

Угар кремния составляет 70%. Перейдет в шлак 0,7·0,633=0,443 кг; остается в металле 0,633-0,443=0,19 кг.

Угар марганца составляет 70%. Перейдет в шлак 0,7·0,601=0,42 кг; остается в металле 0,601-0,42=0,181 кг.

Угар железа составляет 2%. Перейдет в шлак 0,02·98,2135=1,9643 кг; остается в металле 98,2135-1,9643=96,2492 кг.

Угар хрома составляет 60%. Перейдет в шлак 0,6·0,241=0,145 кг; остается в металле 0,241-0,145=0,096 кг.

Угар ванадия составляет 70%. Перейдет в шлак 0,7·0,037=0,026 кг; остается в металле 0,037-0,026=0,011 кг.

Угар углерода шихты компенсируется переходом углерода в металл из графитовых электродов.

В таблице 9 приведен состав металла после расплавления шихты.

Таблица 9 – Состав металла после расплавления шихты

Элементы	Содержание элементов	
	кг	%
Углерод	0,351	0,36
Марганец	0,181	0,186
Кремний	0,19	0,195
Сера	0,034	0,035
Фосфор	0,0405	0,042
Хром	0,096	0,099
Ванадий	0,011	0,011
Медь	0,111	0,114
Железо	96,2492	98,958
ИТОГО	97,2627	100

Шлак периода плавления:

Количество окисла, перешедшего в шлак, можно определить по формуле:

$$q_{MeO} = \frac{Ó \cdot Ì_{î}}{Ì_{ý}}, \qquad (23)$$

где q_{MeO} – количество окисла соответствующего элемента, кг;

У – угар элемента, кг;

$М_о$, $М_э$ – молекулярные массы окисла и элемента.

В таблице 10 приведен химический состав шлакообразующих материалов.

Таблица 10 – Химический состав шлакообразующих материалов

Наименование материала	Содержание окислов, %				
	CaO	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MnO
Известь свежеобозженная	92,0	3,0	1,0	1,0	3,0
Динас	1,34	96,58	0,58	1,4	-
Руда железная	0,7	6,0	3,0	90,0	0,3
Песок	-	96,0	2,0	2,0	-
Зола электродов	11,8	56,5	31,7	-	-

Рассчитаем количество окислов, поступающих в шлак из металла:

$$SiO_2 = \frac{0{,}443 \cdot 60}{28} = 0{,}949 \text{ кг};$$

$$MnO = \frac{0{,}42 \cdot 71}{55} = 0{,}542 \text{ кг};$$

$$V_2O_3 = \frac{0{,}026 \cdot 150}{51} = 0{,}077 \text{ кг};$$

$$Cr_2O_3 = \frac{0{,}145 \cdot 152}{52} = 0{,}424 \text{ кг}.$$

Примем, что из всего количества железа, которое угорает (1,9643 кг) до FeO окисляется 25%, до Fe_2O_3 – 5%, а 70% его улетучивается в зоне электрических дуг. Тогда:

$$FeO = \frac{1{,}9643 \cdot 0{,}25 \cdot 72}{56} = 0{,}631 \text{ кг};$$

$$Fe_2O_3 = \frac{1{,}9643 \cdot 0{,}05 \cdot 160}{112} = 0{,}14 \text{ кг}.$$

Улетучивается железа 1,9643·0,7=1,375 кг.

Примем количество пригара в виде песка на отходах собственного производства 1% от массы отходов, то есть $\delta_{пр}$=30·0,1=0,3 кг.

Количество окислов, вносимых этим песком можно определить из соотношения:

$$q_{MeO} = \frac{\delta_{ïð} \cdot \hat{E}}{100}, \qquad (24)$$

где q_{MeO} – количество окисла, переходящего в шлак, кг;

$\delta_{пр}$ – масса песка, кг;

К – процентное содержание данного окисла в песке, %.

Песок шихты внесет:

$SiO_2 = \frac{0,3 \cdot 96}{100} = 0,288$ кг;

$Al_2O_3 = \frac{0,3 \cdot 2}{100} = 0,006$ кг;

$Fe_2O_3 = \frac{0,3 \cdot 2}{100} = 0,006$ кг.

На наварку подины и откосов используется кварцевый песок, расход которого составляет на 100 кг шихты 1-2,5 кг. Примем, что из подины и откосов печи переходит в шлак 2,4 кг набивной массы. В период плавления шихты в шлак перейдет 50% количества всей массы, то есть 2,4·0,5=1,2 кг. Песок набивной массы внесет в шлак следующее количество окислов:

$SiO_2 = \frac{1,2 \cdot 96}{100} = 1,151$ кг;

$Al_2O_3 = \frac{1,2 \cdot 2}{100} = 0,024$ кг;

$Fe_2O_3 = \frac{1,2 \cdot 2}{100} = 0,024$ кг.

Общий расход динасового кирпича на ремонт свода равен 1 кг на 100 кг садки. В период плавления переходит в шлак 60% этой массы, то есть 0,6 кг. Динас внесет следующее количество окислов:

$SiO_2 = \frac{0,6 \cdot 96,58}{100} = 0,58$ кг;

$Al_2O_3 = \frac{0,6 \cdot 0,58}{100} = 0,003$ кг;

$Fe_2O_3 = \frac{0,6 \cdot 1,4}{100} = 0,008$ кг;

$CaO = \frac{0,6 \cdot 1,34}{100} = 0,008$ кг.

Расход графитовых электродов зависит от емкости печи и составляет 0,4-0,6 кг на 100 кг садки. Примем в расчетах расход электродов 0,6 кг. В период плавления расходуется 60% или 0,36 кг электродов. При сгорании

электродов образуется зола в количестве 0,2-1,3% Примем, что электроды вносят в шлак 1% золы, 0,36·0,01=0,0036 кг.

Зола внесет в шлак:

$$CaO = \frac{0{,}0036 \cdot 11{,}8}{100} = 0{,}0005 \text{ кг};$$

$$SiO_2 = \frac{0{,}0036 \cdot 56{,}5}{100} = 0{,}0022 \text{ кг};$$

$$Al_2O_3 = \frac{0{,}0036 \cdot 31{,}7}{100} = 0{,}0012 \text{ кг}.$$

Таким образом, шлак периода плавления состоит из окислов, представленных в таблице 11.

Таблица 11 – химический состав шлака периода плавления

Источники		Внесено окислов, кг								
		SiO_2	Al_2O_3	FeO	Fe_2O_3	MnO	CaO	V_2O_3	Cr_2O_3	Всего
Из шихты		0,949	-	0,631	0,14	0,542	-	0,077	0,424	2,763
Из песка шихты		0,288	0,006	-	0,006	-	-	-	-	0,3
Из подины и откосов		1,151	0,024	-	0,024	-	-	-	-	1,199
Из стенок и свода		0,58	0,003	-	0,008	-	0,008	-	-	0,599
Из золы электродов		0,0022	0,0012	-	-	-	0,0005	-	-	0,004
ИТОГО	кг	2,9702	0,0342	0,631	0,178	0,542	0,0085	0,077	0,424	4,865
	%	61,05	0,71	12,97	3,66	11,14	0,17	1,58	8,72	100

3.1.4.3. Окислительный период

Во время окислительного периода содержание углерода необходимо снизить до 0,3%.

После присадки железной руды марганец окисляется до 0,08%, кремний до 0,03%, а хром до 0,04%. Будем считать, что угар железа во время окислительного периода будет компенсироваться железом, восстановленным из окислов железа.

Считая, что масса металла составляет 97,26 кг, к концу окислительного периода углерода в нем должно быть: C = 97,26·0,003 = 0,292 кг.

Выгорит углерода 0,351-0,292 = 0,059 кг. К концу окислительного периода в металле останется 0,08% магранца или 97,26·0,0008 = 0,078 кг.

Окисляется марганца 0,181-0,078 = 0,103 кг, что в пересчете на MnO составит 0,103·1,29 = 0,133 кг.

Кремния к концу окислительного периода останется 0,03% или 97,27·0,0003 = 0,029 кг, а окисляется кремния 0,19-0,029 = 0,161 кг, что в пересчете на SiO_2 составит 0,161·2,143 = 0,345 кг.

Хрома к концу окислительного периода останется 0,04% или 97,27·0,0004 = 0,039 кг, а окисляется хрома 0,096-0,039 = 0,057 кг, что в пересчете на Cr_2O_3 составит 0,057·2,923 = 0,146 кг. Принимаем, что окисление элементов в жидком металле происходит за счет кислорода, вносимого железной рудой.

Расчет потребности руды.

Источник кислорода для окисления примесей является FeO, получаемый из Fe_2O_3 и Fe по реакции: Fe2O3+Fe = 3FeO.

В таблице 12 приведено количество FeO, необходимое для окисления элементов.

Таблица 12 – Количество FeO, необходимое для окисления элементов

Элемент	Окисляется элемента, кг	Химическая реакция окисления	Расход на единицу элемента	Образуется FeO, кг
C	0,156	FeO+C=Fe+CO	72/12=6	0,059·6=0,354
Si	0,161	$2FeO+Si=2Fe+SiO_2$	144/28=5,1	0,161·5,1=0,821
Mn	0,103	FeO+Mn=Fe+MnO	72/55=1,3	0,103·1,3=0,134
Cr	0,057	$3FeO+2Cr=3Fe+Cr_2O_3$	216/104=2,1	0,057·2,1=0,12
ИТОГО	-	-	-	1,429

Для образования 2,011 кг FeO требуется Fe_2O_3 и Fe:

$Fe_2O_3 = \frac{160 \cdot 1{,}429}{216} = 1{,}059$ кг;

Fe = 1,429-1,059 = 0,37 кг.

Принимаем, что 10% Fe_2O_3 переходит в шлак, а 90% восстанавливается до FeO. Отсюда потребность в железной руде составит: $\frac{1{,}059 \cdot 100}{90 \cdot 0{,}9} = 1{,}308$ кг. При этом образуется окиси углерода CO = 0,059·2,3 = 0,138 кг.

В конце окислительного периода производится присадка извести в печь в количестве 0,3 кг на 100 кг садки.

Шлак окислительного периода.

Рассчитаем состав и массу шлака окислительного периода.

Железная руда внесет в шлак:

$CaO = \frac{1{,}308 \cdot 0{,}7}{100} = 0{,}009$ кг;

$SiO_2 = \frac{1{,}308 \cdot 6}{100} = 0{,}078$ кг;

$Al_2O_3 = \frac{1{,}308 \cdot 3}{100} = 0{,}039$ кг;

$MgO = \frac{1{,}308 \cdot 0{,}3}{100} = 0{,}004$ кг;

$(Fe_2O_3+Fe) = \frac{1{,}308 \cdot 0{,}1 \cdot 90}{100} = 0{,}118$ кг.

Поступило в шлак из извести:

$CaO = \frac{0{,}3 \cdot 92}{100} = 0{,}276$ кг;

$SiO_2 = \frac{0{,}3 \cdot 3}{100} = 0{,}009$ кг;

$Al_2O_3 = \frac{0{,}3 \cdot 1}{100} = 0{,}003$ кг;

$MgO = \frac{0{,}3 \cdot 3}{100} = 0{,}009$ кг;

$Fe_2O_3 = \frac{0{,}3 \cdot 1}{100} = 0{,}003$ кг.

В окислительный период в шлак переходит 20% динасового кирпича, расходуемого на ремонт кладки, что составит 1·0,2 = 0,2 кг.

Составляющие футеровки внесут в шлак:

$SiO_2 = \frac{0{,}2 \cdot 96{,}58}{100} = 0{,}193$ кг;

$CaO = \frac{0{,}2 \cdot 1{,}34}{100} = 0{,}003$ кг;

$$Al_2O_3 = \frac{0,2 \cdot 0,58}{100} = 0,001 \text{ кг};$$

$$Fe_2O_3 = \frac{0,2 \cdot 1,4}{100} = 0,003 \text{ кг}.$$

Из подины и откосов в шлак поступает 25% набивной массы, что составляет 2,4·0,25 = 0,6 кг.

Составляющие набивной массы внесут в шлак следующее количество окислов:

$$SiO_2 = \frac{0,6 \cdot 96}{100} = 0,576 \text{ кг};$$

$$Al_2O_3 = \frac{0,6 \cdot 2}{100} = 0,012 \text{ кг};$$

$$Fe_2O_3 = \frac{0,6 \cdot 2}{100} = 0,012 \text{ кг}.$$

В окислительный период расходуется 20% электродов, что составляет 0,6·0,2 = 0,12 кг. Электроды вносят 1% золы – 1·0,0012 = 0,0012 кг.

Составляющие золы внесут в шлак:

$$CaO = \frac{0,0012 \cdot 11,8}{100} = 0,0002 \text{ кг};$$

$$SiO_2 = \frac{0,0012 \cdot 56,5}{100} = 0,0007 \text{ кг};$$

$$Al_2O_3 = \frac{0,0012 \cdot 31,7}{100} = 0,0004 \text{ кг}.$$

В таблице 13 приведен состав шлака окислительного периода.

Таблица 13 – Состав шлака окислительного периода

Источник поступления шлака	Содержание окислов, кг									
	SiO_2	Al_2O_3	FeO	Fe_2O_3	MnO	CaO	MgO	V_2O_3	Cr_2O_3	Всего
Шлак периода плавления	2,9702	0,0342	0,631	0,178	0,542	0,0085	-	0,0077	0,424	4,865
Металл	0,345	-	-	-	0,133	-	-	-	0,146	0,624
Известь	0,009	0,003	-	0,003	-	0,276	0,009	-	-	0,300
Железная руда	0,078	0,039	-	0,118	-	0,009	0,004	-	-	0,248
Свод и стены	0,193	0,001	-	0,003	-	0,003	-	-	-	0,200
Подина и откосы	0,576	0,012	-	0,012	-	-	-	-	-	0,600
Зола электродов	0,0007	0,0004	-	-	-	0,0002	-	-	-	0,0013

ИТОГО	кг	4,1712	0,0896	0,631	0,314	0,675	0,2967	0,013	0,0077	0,57	6,7682
	%	61,64	1,33	9,33	4,64	9,97	4,38	0,19	0,12	8,4	100

В конце окислительного периода производится доводка металла до заданного состава и его раскисление.

В таблице 14 приведен состав металла к концу окислительного периода.

Таблица 14 – Состав металла к концу окислительного периода

Элементы	Поступило элементов, кг	Перешло в шлак, кг	Потери с газом, кг	Расход на образование FeO, кг	Содержание в металле, кг
Углерод	0,351	-	-0,059	-	0,292
Кремний	0,19	-0,161	-	-	0,029
Марганец	0,181	-0,103	-	-	0,078
Фосфор	0,0405	-	-	-	0,0405
Сера	0,034	-	-	-	0,034
Ванадий	0,011	-	-	-	0,011
Хром	0,096	-0,057	-	-	0,039
Медь	0,111	-	-	-	0,111
Железо	96,2492	-	-	-0,522	95,7272
Итого	97,2637	-0,321	-0,156	-0,522	96,3617

3.1.4.4. Расчет количества раскислителей

Для раскисления и доводки металла по марганцу вводится ферромарганец из расчета получения его в металле 0,65%. Учитывая, что к концу окислительного периода в металле уже есть 0,08% марганца, потребность в нем составляет 0,65-0,08 = 0,57%.

Принимая угар марганца 20% получим необходимое количество ферромарганца:

$$\frac{0,57 \cdot 100}{0,9 \cdot 80} = 0,792 \text{ кг.}$$

Ферромарганец внесет следующее количество элементов:

$$C = \frac{0,792 \cdot 1}{100} = 0,008 \text{ кг;}$$

$$Si = \frac{0,792 \cdot 0,5}{100} = 0,004 \text{ кг;}$$

$$Mn = \frac{0,792 \cdot 90}{100} = 0,713 \text{ кг};$$

$$S = \frac{0,792 \cdot 0,02}{100} = 0,0002 \text{ кг};$$

$$P = \frac{0,792 \cdot 0,1}{100} = 0,0008 \text{ кг};$$

$$Fe = \frac{0,792 \cdot 8,38}{100} = 0,066 \text{ кг}.$$

На раскисление металла расходуется марганца 0,713·0,2 = 0,143 кг.

При этом образуются закиси марганца: 0,143·1,29 = 0,185 кг, а в металл переходит 0,713·0,8 = 0,57 кг марганца. Остальные элементы из ферромарганца полностью переходят в металл. После присадки ферромарганца металл будет иметь следующий состав:

C = 0,292+0,008 = 0,3 кг;

Si = 0,029+0,004 = 0,033 кг;

Mn = 0,078+0,57 = 0,648 кг;

S = 0,034+0,0002 = 0,0342 кг;

P = 0,0405+0,0008 = 0,0413 кг;

Fe = 95,7272+0,066 = 95,7932 кг.

Для доведения металла до заданного состава по кремнию в конце окислительного периода вводится 75% ферросилиций. В металле должно быть 0,3% кремния, поэтому потребность в нем составляет 0,3-0,03 = 0,27 %. Необходимое количество ферросилиция с учетом 10% угара составит:

$$\frac{0,27 \cdot 100}{0,75 \cdot 90} = 0,4 \text{ кг}.$$

Ферросилиций внесет следующее количество элементов:

$$C = \frac{0,4 \cdot 0,1}{100} = 0,0004 \text{ кг};$$

$$Si = \frac{0,4 \cdot 75}{100} = 0,3 \text{ кг};$$

$$Mn = \frac{0,4 \cdot 0,4}{100} = 0,0016 \text{ кг};$$

$$S = \frac{0,4 \cdot 0,02}{100} = 0,00008 \text{ кг};$$

$$P = \frac{0,4 \cdot 0,04}{100} = 0,00016 \text{ кг}.$$

$$Al = \frac{0,4 \cdot 3}{100} = 0,012 \text{ кг};$$

$$Cr = \frac{0,4 \cdot 0,3}{100} = 0,0012 \text{ кг};$$

$$Fe = \frac{0,4 \cdot 21,14}{100} = 0,085 \text{ кг}.$$

На раскисление металла расходуется кремния 0,3·0,1 = 0,03 кг.

При этом образуется кремнезема 0,03·2,143 = 0,064 кг, а в металл переходит 0,3-0,03 = 0,27 кг кремния.

После присадки ферросилиция металл будет иметь следующий состав:

C = 0,3+0,0004 = 0,3004 кг;

Si = 0,033+0,27 = 0,303 кг;

Mn = 0,648+0,0016 = 0,6496 кг;

S = 0,0342+0,00008 = 0,03428 кг;

P = 0,0413+0,00016 = 0,04146 кг;

Al = 0,012 кг;

Cr =0,039+0,0012 = 0,402 кг;

Fe = 95,7932+0,085 = 95,8782 кг.

Для раскисления и доводки металла по хрому вводится феррохром из расчета получения его в металле 0,65%. Учитывая, что к концу окислительного периода в металле уже есть 0,04% хрома, потребность в нем составляет 0,65-0,039 = 0,61%.

Принимая угар хрома 5% получим необходимое количество феррохрома:

$$\frac{0,61 \cdot 100}{0,6 \cdot 95} = 1,072 \text{ кг}.$$

Феррохром внесет следующее количество элементов:

$$C = \frac{1{,}072 \cdot 0{,}03}{100} = 0{,}0003 \text{ кг};$$

$$Si = \frac{1{,}072 \cdot 1{,}5}{100} = 0{,}016 \text{ кг};$$

$$Cr = \frac{1{,}072 \cdot 60}{100} = 0{,}643 \text{ кг};$$

$$S = \frac{1{,}072 \cdot 0{,}03}{100} = 0{,}0003 \text{ кг};$$

$$P = \frac{1{,}072 \cdot 0{,}3}{100} = 0{,}0003 \text{ кг};$$

$$Fe = \frac{1{,}072 \cdot 38{,}14}{100} = 0{,}41 \text{ кг}.$$

На раскисление металла расходуется хрома 0,643·0,05 = 0,032 кг.

При этом образуется оксида хрома: 0,032·2,92 = 0,094 кг, а в металл переходит 0,643·0,95 = 0,611 кг хрома. После присадки феррохрома металл будет иметь следующий состав:

C = 0,3004+0,0003 = 0,3007 кг;

Si = 0,303+0,016 = 0,319 кг;

Cr= 0,039+0,611 = 0,65 кг;

S = 0,03428+0,0003 = 0,03458 кг;

P = 0,04146+0,0003 = 0,04176 кг;

Fe = 95,8782+0,41 = 96,2882 кг.

Для доведения металла до заданного состава по ванадию в конце окислительного периода вводится 40% феррованадий. В металле должно быть 0,1% ванадия, поэтому потребность в нем составляет 0,1-0,011 = 0,089 %. Необходимое количество феррованадия с учетом 8% угара составит:

$$\frac{0{,}089 \cdot 100}{0{,}4 \cdot 92} = 0{,}242 \text{ кг}.$$

Феррованадий внесет следующее количество элементов:

$$C = \frac{0{,}242 \cdot 0{,}5}{100} = 0{,}0012 \text{ кг};$$

$$Si = \frac{0{,}242 \cdot 2}{100} = 0{,}0048 \text{ кг};$$

$$V = \frac{0,242 \cdot 40}{100} = 0,097 \text{ кг};$$

$$Mn = \frac{0,242 \cdot 2}{100} = 0,0048 \text{ кг};$$

$$S = \frac{0,242 \cdot 0,05}{100} = 0,00012 \text{ кг};$$

$$P = \frac{0,242 \cdot 0,08}{100} = 0,00019 \text{ кг}.$$

$$Al = \frac{0,242 \cdot 0,5}{100} = 0,0012 \text{ кг};$$

$$Cu = \frac{0,242 \cdot 0,4}{100} = 0,001 \text{ кг};$$

$$Fe = \frac{0,242 \cdot 54,47}{100} = 0,132 \text{ кг}.$$

На раскисление металла расходуется ванадия 0,097·0,08 = 0,008 кг.

При этом образуется оксида ванадия 0,008·2,94 = 0,024 кг, а в металл переходит 0,097-0,024 = 0,089 кг ванадия.

После присадки феррованадия металл будет иметь следующий состав:

C = 0,3007+0,0012 = 0,3019 кг;

Si = 0,319+0,0048 = 0,3238 кг;

V = 0,011+0,097 =0,108 кг;

Mn = 0,6496+0,0048 = 0,6544 кг;

S = 0,03458+0,00012 = 0,0347 кг;

P = 0,04176+0,00019 = 0,04195 кг;

Al = 0,012+0,0012 = 0,0132 кг;

Cu =0,111+0,001 = 0,112 кг;

Fe = 96,2882+0,132 = 96,4202 кг.

Для раскисления и доводки металла по никелю вводится ферроникель из расчета получения его в металле 0,3%. Принимая угар никеля 1,5% получим необходимое количество ферроникеля:

$$\frac{0,3 \cdot 100}{0,7 \cdot 98,5} = 0,43 \text{ кг}.$$

Ферроникель внесет следующее количество элементов:

$$C = \frac{0,43 \cdot 0,03}{100} = 0,0001 \text{ кг};$$

$$Si = \frac{0,43 \cdot 0,2}{100} = 0,0009 \text{ кг};$$

$$Ni = \frac{0,43 \cdot 70}{100} = 0,3 \text{ кг};$$

$$Cu = \frac{0,43 \cdot 0,2}{100} = 0,0009 \text{ кг};$$

$$Cr = \frac{0,43 \cdot 0,1}{100} = 0,0004 \text{ кг};$$

$$S = \frac{0,43 \cdot 0,03}{100} = 0,0001 \text{ кг};$$

$$P = \frac{0,43 \cdot 0,03}{100} = 0,0001 \text{ кг};$$

$$Fe = \frac{0,43 \cdot 29,41}{100} = 0,127 \text{ кг}.$$

На раскисление металла расходуется никеля 0,3·0,015 = 0,0045 кг.

При этом в металл переходит 0,643·0,95 = 0,2955 кг никеля. После присадки ферроникеля металл будет иметь следующий состав:

C = 0,3019+0,0001 = 0,302 кг;

Si = 0,3238+0,0009 = 0,3247 кг;

Ni= 0,2955 кг;

Cu = 0,112+0,0009 = 0,113кг;

Cr= 0,65+0,0004 = 0,6504 кг;

S = 0,0347+0,0001 = 0,0348 кг;

P = 0,04195+0,0001 = 0,04205 кг;

Fe = 96,4202+0,127 = 96,5472 кг.

Для доведения металла до заданного состава по меди вводится медь. В металле должно быть 0,3% меди, поэтому потребность в ней составляет 0,3-0,117 = 0,183 %. Необходимое количество меди составит:

$$\frac{0,183 \cdot 100}{0,995 \cdot 100} = 0,183 \text{ кг}.$$

Для окончательного раскисления в металл вводится алюминий, в количестве 0,1 кг на 100 кг стали.

Алюминий внесет:

$$Al = \frac{0{,}1 \cdot 87}{100} = 0{,}087 \text{ кг};$$

$$Cu = \frac{0{,}1 \cdot 3{,}8}{100} = 0{,}0038 \text{ кг};$$

$$Si = \frac{0{,}1 \cdot 5}{100} = 0{,}005 \text{ кг};$$

Алюминий полностью окислится за счет содержания кислорода металла и перейдет в шлак, образуя Al_2O_3 в количестве (0,0132+0,087)·1,89 = 0,178 кг.

В таблице 15 приведен состав металла после раскисления.

Таблица 15 – Состав металла после раскисления

Элементы	Состав металла до раскисления, кг	ФМн90 вносит, кг	ФС75 вносит, кг	ФХ60 вносит, кг	ФВд40 вносит, кг	ФН70 вносит, кг	Медь вносит, кг	АВ87 вносит, кг	Всего, кг
Углерод	0,292	0,008	0,0004	0,0003	0,0012	0,0001	-	-	0,302
Кремний	0,029	0,004	0,27	0,016	0,0048	0,0009	-	0,005	0,3247
Марганец	0,078	0,57	0,0016	-	0,0048	-	-	-	0,6544
Хром	0,039	-	0,0012	0,611	-	0,0004	-	-	0,6516
Ванадий	0,011	-	-	-	0,089	-	-	-	0,1
Сера	0,034	0,0002	0,00008	0,0003	0,00012	0,0001	-	-	0,03487
Фосфор	0,0405	0,0008	0,00016	0,0003	0,00019	0,0001	-	-	0,04205
Никель	0	-	-	-	-	0,2955	-	-	0,2955
Медь	0,111	-	-	-	0,001	0,0009	0,183	0,0038	0,2997
Железо	95,7272	0,066	0,085	0,41	0,132	0,127	-	-	96,5472
ИТОГО	96,3617	0,649	0,35844	1,0379	0,23311	0,425	0,183	0,0088	99,25695

В период раскисления стали расходуется такое же количество кладки свода, набивной массы и угольных электродов, что и в окислительный период.

Состав и количество шлака к концу раскисления стали приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Состав и количество шлака к концу раскисления стали

Источник поступления шлака		Содержание окислов, кг									
		SiO_2	Al_2O_3	FeO	Fe_2O_3	MnO	CaO	MgO	V_2O_3	Cr_2O_3	Всего
Шлак окислительного периода		4,1712	0,0896	0,631	0,314	0,675	0,2967	0,013	0,0077	0,57	6,7682
Свод и стены		0,193	0,001	-	0,003	-	0,003	-	-	-	0,200
Подина и откосы		0,576	0,012	-	0,012	-	-	-	-	-	0,600
Зола электродов		0,0007	0,0004	-	-	-	0,0002	-	-	-	0,0013
Ферромарганец		-	-	-	-	0,185	-	-	-	-	0,185
Ферросилиций		0,064	-	-	-	-	-	-	-	-	0,064
Феррохром		-	-	-	-	-	-	-	-	0,094	0,094
Феррованадий		-	-	-	-	-	-	-	0,024	-	0,024
Алюминий		-	0,178	-	-	-	-	-	-	-	0,178
ИТОГО	кг	5,0049	0,281	0,631	0,329	0,86	0,2999	0,013	0,0317	0,664	8,1145
	%	61,68	3,46	7,78	4,05	10,6	3,7	0,16	0,39	8,18	100

Материальный баланс плавки составляется с целью проверки правильности расчета шихты. Невязка в расчетах не должна превышать 0,5-0,6%. Материальный баланс плавки приведен в таблице 17.

Таблица 17 – Материальный баланс плавки

Израсходовано	кг	Получено	кг
Отходы собственного производства	30	Металла	99,25695
Стальной лом	60	Шлака	8,1145
Стружка	7	Газа	0,138
Чугун	3	Улетучилось железа	1,375
Ферромарганец	0,792	Невязка	0,05745
Ферросилиций	0,40		
Феррохром	1,072		
Феррованадий	0,242		
Ферроникель	0,43		
Медь	0,183		
Алюминий	0,10		
Электроды	0,60		

Известь	0,30		
Песок	2,40		
Железная руда	1,308		
Динас	1,00		
ИТОГО	108,827	ИТОГО	108,827

3.2. Формовочно-заливочно-выбивное отделение

В этом отделении осуществляют формовку, сборку и заливку форм, охлаждение и выбивку отливок. Трудоемкость этих операций составляет до 60% от общей трудоемкости изготовления отливок. Технологическое, подъемно-транспортное оборудование и модельно-опочная оснастка являются наиболее дорогостоящими.

3.2.1. Выбор формовочного оборудования

Широкое внедрение автоматических литейных линий для производства отливок в песчаные формы в значительной степени повышает качество отливок и производительность оборудования. Автоматические формовочные линии литейного цеха крупносерийного производства должны удовлетворять следующим требованиям:

- обеспечить необходимую производительность и автоматизацию всех трудоемких операций;
- обеспечить заданную точность геометрических размеров отливки при одновременной высокой чистоте ее поверхности;
- удовлетворять наиболее жестким санитарно-гигиеническим требованиям и требованиям техники безопасности;
- быть высокоремонтоспособными и надежными.

При выборе формовочной линии следует проверить достаточность площадей и времени на установку стержней, заливку и длину ветвей, необходимую для охлаждения отливок после заливки до выбивки.

Для изготовления отливок в проектируемом цехе применяем автоматизированную формовочную линию модели НЛ453Н с максимальным размером опок 1600×1200×500 мм, а также автоматизированную формовочную линию модели Л450А с максимальным размером опок 1100×750×300 мм.

3.2.2. Расчет количества формовочного оборудования

Расчет необходимого количества линий проводят по формуле [1]:

$$N_{ё} = \frac{n}{Ò_{Ä} \cdot q}, \qquad (25)$$

где n – число изготовляемых за год форм;

$T_д$ – действительный фонд времени работы оборудования, ч;

q – расчетная производительность, форм/ч;

Расчетную производительность линии определим по формуле:

$$q = Q_п \cdot К_т \cdot К_З, \qquad (26)$$

где $Q_п$- паспортная производительность линии, форм/ч;

$К_Т$ - коэффициент технического использования ($К_т$ = 0,68-0,9);

$К_З$- коэффициент загрузки, учитывающий простои линии по вине другого оборудования, входящего в линию ($К_З$ = 0,72-0,89).

Так как у нас 2 типа линий - для мелкосерийного и крупносерийного производства, примем, что из 521732 форм в год 50000 форм будет изготавливаться на линии НЛ453С, а остальные471732 формы – на линии Л450А.

Рассчитаем количество линий НЛ453С:

q = 25·0,8·0,8 = 16 форм/ч;

$$N_{ё} = \frac{50000}{3564{,}7 \cdot 16} = 0{,}877$$

Принимаем одну комплексную автоматическую линию типа НЛ453С с коэффициентом загрузки $К_З = 0{,}877/1 = 0{,}877$.

Рассчитаем количество линий Л450А:

q = 240·0,8·0,8 = 153,6 форм/ч;

$$N_ё = \frac{471732}{3564{,}7 \cdot 153{,}6} = 0{,}86$$

Принимаем одну комплексную автоматическую линию типа Л450А с коэффициентом загрузки $К_З = 0{,}86/1 = 0{,}86$.

Технические характеристики автоматизированной формовочной линии модели НЛ453С приведены в таблице 18. Технические характеристики автоматизированной формовочной линии модели Л450А приведены в таблице 19.

Таблица 18 – Технические характеристики линии НЛ453С

Параметры	Значение
Размеры опок, мм	1600×1200×500
Производительность цикловая, форм\ч	25
Число комплектов опок на линии, шт.	100
Рабочее давление в гидросистеме, МПа (кгс/см2)	6,3 (63)
Установленная мощность, кВт	580
Габаритные размеры линии, м	109,2×21,4×10,3
Заглубление линии, м	3,2
Масса линии, т	1550

Таблица 19 – Технические характеристики линии Л450А

Параметры	Значение
Размеры опок, мм	1100×750×300
Производительность цикловая, форм\ч	240
Число комплектов опок на линии, шт.	175
Рабочее давление в гидросистеме, МПа (кгс/см2)	5-5,5 (50-55)
Установленная мощность, кВт	450
Габаритные размеры линии, м	105×16,8×6,3
Шаг пульсирующего конвейера, м	1,575
Масса линии, т	710

Комплексные автоматические линии модели НЛ453С предназначены для изготовления стальных и чугунных отливок в сырых одноразовых

песчано-глинистых формах при мелкосерийном и серийном производстве отливок. Линии созданы на базе челночных трехпозиционных формовочных установок и роликовых конвейеров. Линии поставляют в виде самостоятельных частей - линий: формовки (НФ453С), выбивки (НВ343С), транспортирования, сборки, заливки и охлаждения (НТ313С) и установки формовочной (Н2453С).

Технологический цикл изготовления отливок на линии включает следующие операции: последовательную формовку верхних и нижних полуформ, кантование нижней полуформы, фрезерование литниковой чаши в верхней полуформе, установку нижней полуформы на поддон, сборку формы, нагружение форм грузами, заливку, снятие грузов, охлаждение, снятие формы с поддона, выдавливание кома и разъединение комплекта опок, подачу кома на выбивку и отделение отливок от смеси, очистку внутренних поверхностей опок от остатков смеси, кантовку нижней опоки и подачу опок на формовку.

Единая песчано-глинистая смесь повышенной прочности уплотняется в формовочной установке методом предварительного встряхивания с последующим одновременным встряхиванием и прессованием (с помощью дифференциальной многоплунжерной головки).

Комплексные автоматические линии типа Л450А предназначены для крупносерийного и массового производства отливок в разовых песчано-глинистых формах в сталелитейных и чугунолитейных цехах. Поставляемые составные части линии: формовочная линия (3017) - 1 шт.; линия транспортировки, выбивки и охлаждения (3018) - 1 шт.; установка формовочная (3019) - 2 шт.

Технологический цикл изготовления отливок на линии включает следующие операции: разъединение (распаровку) комплекта пустых опок, раздельную формовку верхних и нижних полуформ, срезание излишков смеси с контрлада нижних полуформ, кантование полуформ на 180° и механизированную простановку стержней, накалывание вентиляционных

каналов в верхних полуформах и продувку литниковых чаш, кантование верхних полуформ для осмотра, сборку форм и нагружение, заливку форм, охлаждение форм, выдавливание кома смеси (брикета) с отливками из опок, интенсивное охлаждение брикета, очистку опок и тележек от остатков смеси, выбивку и отделение отливок.

Трехпозиционные челночные формовочные установки обеспечивают уплотнение смеси следующими способами: встряхиванием с последующим прессованием, встряхиванием с одновременным прессованием, предварительным встряхиванием с последующим одновременным встряхиванием и прессованием, только прессованием. Прессование осуществляется многоплунжерной дифференциальной головкой. Для формовки применяют единую формовочную смесь с объемным дозированием [6].

3.3. Стержневое отделение

В стержневом отделении производится изготовление стержней, их отделка, покраска и сушка, а также складирование готовых стержней, стержневых плит и стержневых ящиков.

3.3.1. Расчет программы стержневого отделения

На основании производственной программы цеха, приведенной в таблице 1, разрабатываем производственную программу для стержневого отделения.

Производственная программа стержневого отделения приведена в таблице 19.

3.3.2. Выбор оборудования стержневого отделения

В литейных цехах широкое применение находят автоматические стержневые линии. Учитывая, что характер производства отливок крупносерийный, для изготовления стержней применяем современное универсальное оборудование.

Все стержни, изготавливаемые в цехе, разбиваются на следующие весовые группы:

1 группа – стержни массой до 40 кг;

2 группа – стержни массой от 40 до 100 кг.

Стержни каждой группы будут изготавливаться на отдельных стержневых участках с использованием различного оборудования.

3.3.3. Расчет количества стержневого оборудования

Для изготовления стержней массой до 40 кг применяем автоматизированную стержневую линию модели Л40С.

Расчет количества линий произведем по формуле [1]:

$$N_{ë} = \frac{N_{ñ} \cdot \hat{E}_{í}}{\grave{O}_{Ä} \cdot q}, \qquad (27)$$

где $N_с$ – количество съемов стержней 1 группы на годовую программу;

$К_н$ – коэффициент неравномерности потребления стержней;

$Т_д$ – действительный фонд времени работы оборудования, ч;

q – производительность линии, съемов/ч; q = 100 съемов в час.

$$N_{ё} = \frac{525006 \cdot 1{,}2}{3564{,}7 \cdot 100} = 1{,}77 \text{ шт.}$$

Принимаем к использованию две стержневые линии модели Л40С с коэффициентом загрузки $\hat{E}_{ç} = \frac{1{,}77}{2} \cdot 100 = 89\%$.

Максимальные размеры стержневых ящиков, используемых на линии - 800×630×500 мм.

На линии стержни изготавливаются в «вытряхных» стержневых ящиках, которые закреплены на транспортных плитах с унифицированными размерами. Применение унифицированных транспортных плит позволяет использовать стержневые ящики различной формы и с размерами, изменяющимися в пределах установленных технической характеристикой линии.

В целях удобства обслуживания линия разделена на технологические участки: наполнение стержневого участка смесью с помощью пескодувной машины, отверждение смеси с помощью углекислого газа, кантование и вытяжка стержней, укладка стержней на стержневую плиту, транспортирование плит со стержнями на склад стержней, возврат стержневых ящиков после очистки и сборки на позицию заполнения стержневой смесью. Для дистанционного управления служит центральный пульт и панели управления, установленные возле агрегатов [6].

Для изготовления стержней массой от 40 до 100 кг применяем автоматическую стержневую линию модели Л100С.

Расчет количества линий произведем по формуле (28), q = 90 съемов в час.

$$N_{ё} = \frac{208068 \cdot 1{,}2}{3564{,}7 \cdot 90} = 0{,}77 \text{ шт.}$$

Принимаем к использованию одну стержневую линию модели Л100С с коэффициентом загрузки $\hat{E}_{ç} = \frac{0{,}77}{1} \cdot 100 = 77\%$.

Максимальные размеры стержневых ящиков, используемых на линии - 1000×900×550 мм.

Принцип действия этой линии аналогичен работе линии модели Л40С.

Состав и свойства стержневой смеси для изготовления стержней 1 и 2 группы описан в разделе «Смесеприготовительное отделение».

3.4. Смесеприготовительное отделение

3.4.1. Выбор смесеприготовительного оборудования

Формовочные и стержневые смеси – основные компоненты технологического процесса изготовления отливок в разовые песчаные формы

Свойства и составы смесей выбираем в зависимости от технологии изготовления форм и стержней, расхода металла, конфигурации и массы отливок. Формовочные смеси, в зависимости от их назначения делятся на облицовочные, наполнительные и единые. В проектируемом цехе для изготовления форм используется наполнительная смесь при формовке по-сухому, так как на выбранном формовочном оборудовании целесообразно применять именно эту технологию.

Формовочные смеси, используемые при производстве стальных отливок, должны обладать высокой прочностью и термостойкостью, поскольку температура заливки стали выше температур заливки других литейных сплавов.

Смеси для стального литья характеризуются отсутствием угольной добавки и высоким качеством кварцевого песка.

Состав и свойства формовочных смесей приведены в таблице 20.

Таблица 20 – Состав и свойства формовочных смесей

Наименование смеси	Состав, %	Свойства

	Оборотная смесь	Кварцевый песок	Глина огнеупорная	Жидкое стекло	Сульфитная барда	Влажность, %	Газопроницаемость, ед.	Прочность на сжатие во влажном состоянии, кПа
Единая формовочная смесь	80	16	4	-	до 5,0	5,0-7,0	70-100	49-68,8

В проектируемом цехе применяем бегуны для единой и стержневой смесей. Для разрыхления смеси используются аэраторы.

3.4.2. Расчет количества смесеприготовительного оборудования

Для расчета количества смесеприготовительного оборудования необходимо знать рсход смеси на годовую программу, который приведен в таблице 21.

Количество оборудования найдем по формуле [1]:

$$N = \frac{V \cdot \hat{E}_{\grave{E}}}{\grave{O}_{\ddot{A}} \cdot q}, \qquad (28)$$

где V – объем смеси на годовую программу, $м^3$;

$К_и$ – коэффициент неравномерности работы оборудования;

$Т_д$ – действительный фонд времени работы оборудования, ч;

q – производительность оборудования, т/ч.

Таблица 21 – Расход формовочных и стержневых смесей на год

Наименование смеси	Годовое количество смеси с учетом брака (5%), $м^3$	Годовое количество смеси в разрыхленном состоянии, $м^3$	Годовое количество смеси с учетом просыпи (10%), $м^3$	Масса смеси на годовую программу, т
Единая формовочная смесь	92677,2	123569,6	135926,56	181235,4
Стержневая жидкостекольная смесь	30958,2	46437,3	51081,03	76621,6
Итого по цеху	123635,4	170006,9	187007,63	257857

Для приготовления наполнительной формовочной смеси применяем бегуны периодического действия производительностью 28 т/ч.

$$N = \frac{181235{,}4 \cdot 1{,}2}{3888{,}8 \cdot 28} = 1{,}99 \text{ шт.}$$

Принимаем к использованию двое бегунов модели 15126 с коэффициентом загрузки: $\hat{E}_{ç} = \frac{1{,}99}{2} \cdot 100 = 99{,}5\%.$

Для приготовления стержневой жидкостекольной смеси принимаем бегуны периодического действия модели 1А12М с вертикальными металлическими катками.

$$N = \frac{76621{,}6 \cdot 1{,}2}{3888{,}8 \cdot 15} = 2{,}6 \text{ шт.}$$

Принимаем к использованию трое бегунов модели 1А12М с коэффициентом загрузки: $\hat{E}_{ç} = \frac{2{,}6}{3} \cdot 100 = 87\%.$

Состав и свойства стержневой смеси приведены в таблице 22.

Таблица 22 – Состав и свойства стержневой смеси

Наименование смеси	Состав, %			Свойства		
	Кварцевый песок	Жидкое стекло	Жидкая составляющая	Влажность, %	Газопроницаемость	Предел прочности, МПа
Стержневая жидкостекольная	94,0	6,0	-	2,5-3,5	≥80	≥10

Приготовление формовочных и стержневых смесей из предварительно подготовленных материалов состоит в следующем:

1. Смешивание составных частей в заданных пропорциях;
2. Отстаивание смеси с целью выравнивания влажности;
3. Разрыхление смеси

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

Единая формовочная смесь для формовочных линий и стержневая жидкостекольная смесь для пескодувных автоматических линий проходят полный цикл изготовления в смесеприготовительном отделении и по ленточным транспортерам передается к рабочим местам.

Техническая характеристика бегунов, применяемых в проектируемом цехе, приведена в таблице 23.

Таблица 23 – Технические характеристики бегунов

Параметры	15126	1А12М
Объем замеса, $м^3$	1,0	0,4
Расход сжатого воздуха, $м^3$/ч	2,0	2,0
Габаритные размеры, мм	3500×3400×2700	2470×2400×2500
Масса, т	14,2	11,2
Расчетная производительность, т/ч	28	15
Установленная мощность электродвигателей, кВт	40	30

Для разрыхления смесей применяем аэраторы готовой смеси марки 16114 производительностью 80 м^3/ч.

Количество аэраторов определим по формуле:

$$N = \frac{178007{,}63 \cdot 1{,}2}{3888{,}8 \cdot 80} = 0{,}72 \text{ шт.}$$

Принимаем к использованию один аэратор модели 16114 с коэффициентом загрузки: $\hat{E}_{ç} = \frac{0{,}72}{1} \cdot 100 = 72\%$.

Технические характеристики аэратора модели 16114 приведены в таблице 24.

Таблица 24 – Технические характеристики аэратора модели 16114

Параметры	Значение
Производительность, м^3/ч	80
Диаметр ротора, мм	710
Число лопаток	32
Частота вращения ротора, об/мин.	580
Количество отсасываемого воздуха, м^3/ч	2500
Установленная мощность, кВт	13
Габаритные размеры, мм	3580×1500×1200
Масса, кг	910

3.5. Отделение финишных операций

В этом отделении цеха выполняются операции удаления литниковых систем, прибылей, окончательная очистка, обрубка, термическая обработка отливок.

Очистка отливок от формовочной и стержневой смеси осуществляется в электрогидравлических установках (ЭГОЛ).

Электрогидравлическая очистка выполняется путем использования энергии высоковольтных электрических разрядов, создаваемых в воде между электродом и поверхностью отливки (электрогидравлический удар). В ЭГОЛах одновременно с очисткой поверхности отливок удаляется смесь и из внутренних полостей.

Рассчитаем необходимое количество установок ЭГОЛ для очистки литья по формуле [1]:

$$N = \frac{Q \cdot K_{\acute{i}}}{\grave{O}_{\ddot{A}} \cdot q}, \qquad (29)$$

где Q – масса отливок с прибылями и литниками, т;

$К_н$ – коэффициент неравномерности работы установки;

$Т_д$ – действительный фонд работы установки, ч;

q – производительность установки, т/ч.

$$N = \frac{50949{,}5 \cdot 1{,}1}{3888{,}8 \cdot 5} = 2{,}88 \text{ шт.}$$

Принимаем три установки ЭГОЛ модели 36214 с коэффициентом загрузки: $\hat{E}_{\varsigma} = \frac{2{,}88}{3} \cdot 100 = 96\%.$

Техническая характеристика установки ЭГОЛ модели 36214 приведена в таблице 25.

Таблица 25 – Технические характеристики ЭГОЛ модели 36214

Параметры	Значение
Наибольшие габаритные размеры обрабатываемых отливок, мм	3200×2000×1250
Рекомендуемая масса обрабатываемой отливки, т	<6
Грузоподъемность, т	10
Производительность, т/ч	5
Расход воды на 1 т литья, $м^3$	0,2-0,5
Расход электроэнергии на 1 т литья, кВт·ч	10
Занимаемая площадь, $м^2$	80
Габаритные размеры, мм	17000×5200
Масса, т	55

После очистки на ЭГОЛе отливки передаются на специальные площадки для обрезки прибылей и литниковой системы.

Удаление прибылей, литниковой системы, облоев, а также заплавка возможных крупных дефектов производится газовой резкой.

Затем отливки поступают на термическую обработку.

Под термической обработкой литых заготовок понимается проведение совокупности операций, связанных с нагревом, выдержкой и охлаждением их по определенному температурному режиму с целью улучшения структуры отливок, снятия в них напряжений.

Для этой цели применяем камерные термические печи периодического действия. Под печи выкатывается на катках к месту загрузки и разгрузки. Расчет количества термических печей произведем по формуле [1]:

$$N = \frac{Q \cdot K_{í}}{Ò_{Ä} \cdot q}, \qquad (30)$$

где Q – масса отливок на годовую программу, т;

$К_н$ – коэффициент неравномерности работы печи;

$Т_д$ – действительный фонд работы печи, ч;

q – производительность печи, т/ч.

Производительность термических печей периодического действия рассчитывается по формуле [1]:

$$q = \frac{m}{t}, \qquad (31)$$

где m – масса садки печи, т;

t – продолжительность цикла термической обработки, ч.

$$m = F \cdot k, \qquad (32)$$

где F – площадь пода печи, м;

k – удельная нагрузка на $1м^2$ пода печи, т.

Нормализация составляет 10 часов, отпуск для снятия напряжения составляет 5 часов.

Для термической обработки отливок выбираем камерную термическую печь с площадью пода 45 $м^2$ (5×9).

$m = 45 \cdot 2 = 90$ т;

$$q = \frac{90}{15} = 6 \text{ т};$$

$$N = \frac{35000 \cdot 1{,}2}{3807{,}8 \cdot 6} = 1{,}84 \text{ шт.}$$

Принимаем к использованию две камерные термические печи с выдвижным подом с коэффициентом загрузки: $\hat{E}_{ç} = \frac{1,84}{2} \cdot 100 = 92\%$.

После термической обработки отливки передаются на дробеметную очистку.

Дробеметная очистка – это механический способ обработки отливок, который выполняется потоками чугунной дроби, направляемой на отливку специальными головками. Большая производительность и хорошее качество очистки поверхности отливок достигается благодаря высокой скорости потока дроби.

В проектируемом цехе применяем барабаны периодического действия, предназначенные для очистки мелких и средних отливок.

Рассчитаем количество барабанов периодического действия по формуле:

$$N = \frac{Q \cdot K_{í}}{\grave{O}_{Ä} \cdot q}, \qquad (33)$$

где Q – масса отливок без литниковой системы и прибылей до 500 кг, т;

$К_н$ – коэффициент неравномерности работы;

$Т_д$ – действительный фонд работы, ч;

q – производительность дробеметного барабана, т/ч.

$$N = \frac{35000 \cdot 1,2}{3888,8 \cdot 11} = 0,98 \text{ шт.}$$

Принимаем для использования один дробеметный барабан модели 42216М с коэффициентом загрузки $\hat{E}_{ç} = \frac{0,98}{1} \cdot 100 = 98\%$.

Технические характеристики дробеметного барабана приведены в таблице 26.

Таблица 26 – Технические характеристики дробеметного барабана

Параметры	Значения
Объем загрузки, $м^3$	1,2
Наибольшая диагональ очищаемой отливки, мм	600
Наибольшая масса очищаемой отливки, кг	400

Наибольшая масса загрузки, кг	3000
Производительность, т/ч	11
Число дробеметных агрегатов	1
Габаритные размеры, мм	6000×6200×6000
Масса, кг	34000

Затем отливки поступают на финальную обрубку, которая выполняется для полного удаления с поверхности отливок заусенцев и других дефектов, возникающих вследствие особенностей технологического процесса или отклонений от него.

Обрубка отливок производится пневматическими рубильными молотками с специальным зубилом из катанной стали марки 60С2 диаметром 22,25 и 28 мм и длиной 300-2000 м.

Абразивная очистка отливок применяется в качестве завершающей операции обрубных и очистных работ.

Основными инструментами для абразивной очистки отливок служат переносные шлифовальные пневматические машины ИП 2014, ИП2009А, подвесной обдирочно-шлифовальный станок 3374К и стационарный шлифовальный станок.

Пневматические шлифовальные машины служат для очистки различных поверхностей отливок. Благодаря применению длинных шлангов машина имеет большую маневренность в работе.

Для очистки мелких деталей применяются стационарные наждачные станки с диаметром круга 300 и 400 мм. Эти станки подвешиваются к тали, которая передвигается по кран-балке.

В таблице 28 приведены технические характеристики шлифовального оборудования.

Таблица 28 – технические характеристики шлифовального оборудования

Оборудование	Марка	Диаметр круга, мм	Материал круга
Переносная шлифовальная пневматическая машина	ИП 2014 ИП 2009А	150×25×32	Электрокорунд ГОСТ 2424-85
Подвесной обдирочно-шлифовальный станок	3374К	400×50×203	

Стационарный 2 стоечный обдирочно-шлифовальный станок	3636	200×25×32	
Стационарный наждачный станок	3М634	300-400	

Принимаем к использованию по две машины каждого наименования.

3.6. Складское хозяйство

Склад шихтовых материалов в проектируемом цехе располагается в шихтовом дворе.

Для определения площади склада используем данные расчетов плавильного отделения, где определена потребность в основных шихтовых материалах на годовую программу.

Площади под закрома и бункера рассчитываем исходя из сроков, высоты хранения и насыпных масс различных материалов, подлежащих хранению на складе.

Для расчета площади хранения материалов используем формулу [1]:

$$\ddot{I} = \frac{Q}{\acute{I} \cdot \hat{E} \cdot \rho}, \qquad (34)$$

где Q – масса запаса материала на складе, т;

Н – высота хранения материала, м;

К – коэффициент использования емкости хранилища;

ρ – насыпная масса материала, т/м^3 .

Площади хранения основных шихтовых материалов в проектируемом цехе приведены в таблице 29.

Таблица 29 – Площади хранения шихтовых материалов

Наименование материала	Годовое количество, т	Объемный вес, т/м^3	Срок хранения, сут.	Количество материала, хранимого на складе, т	Объем хранения, м^3	Высота хранения, м	Площадь хранения, м^3
А. Склад шихтовых материалов и огнеупоров:							
Стальной лом	46674,2	2,5	5	933,5	373,4	4	85,9
Чугун передельный	2342	3,5	20	187,4	53,6	3	17,9

Ферромарганец	625	2,7	20	50	18,5	3	6,2
Ферросилиций	320	2,7	20	25,6	9,5	3	3,2
Феррохром	842,6	2,7	20	67,4	25	3	8,3
Ферроване́дий	197,2	2,7	20	15,8	5,9	3	2
Ферроникель	343,5	2,7	20	27,5	10,2	3	3,4
Медь	151,3	5,0	20	12,1	2,4	4	0,6
Алюминий	86,8	1,5	20	7	4,7	3	1,6
Железная руда	1026,1	3,0	20	82,1	27,4	3	9,1
Кварцевый песок	1875,3	1,7	20	150	88,2	5	17,7
Известь	242,3	1,8	20	19,4	10,8	2	5,4
Динасовый кирпич	786	1,4	20	62,9	45	2	22,5
Электроды	475,6		20	38,1			40
ИТОГО							223,8
В. Склад формовочных материалов							
Кварцевый песок	111896	1,7	20	8951,7	5265,7	5	1053,14
Глина огнеупорная	3987,2	1,3	20	319	245,4	3	81,8
ИТОГО							1134,94

Окончание таблицы 29

Площадь хранения шихтовых материалов с учетом проходов и проездов составит:

$П_ш = 223,8 \cdot 1,5 = 336$ м^2.

Площадь хранения формовочных материалов с учетом проходов и проездов составит:

$П_ф = 1134,94 \cdot 1,5 = 1702,41$ м^2.

3.7. Проектирование вспомогательных отделений цеха

Вспомогательные службы цеха включают в себя следующие подразделения: служба механика и энергетика, предназначенные для проведения текущего ремонта и обслуживания оборудования, участки ремонта футеровки ковшей и сводов печей, экспресс-лаборатория для оперативного контроля свойств формовочных и стержневых смесей, красок и химического состава жидкого металла.

Перед каждой заливкой с ковшей полностью сбиваются шлаковые и металлические настылы. капитальный ремонт ковшей и сводов печей производится согласно производственному плану ремонта.

Экспресс-лаборатория химического состава жидкого металла располагается в плавильном отделении. Работа лаборатории заключается в

определении ускоренными методами содержания химических элементов в стали. От каждой плавки необходимо брать три-четыре анализа.

Наиболее ответственные исследования физико-химического состава стали и смесей производятся в центральной заводской лаборатории.

В проектируемом цехе будут использованы различные виды транспорта. К внутреннему цеховому транспорту относятся все виды подъемно-транспортных средств, обеспечивающих технологический процесс изготовления отливок. Выбор подъемно-транспортного оборудования зависит от серийности производства, веса отливок и характера расположения оборудования [7].

В проектируемом цехе применяется транспорт периодического и непрерывного действия и пневмотранспорт.

К транспорту периодического действия относятся мостовые краны, пневматические и механические подъемники и механизированные тележки.

К транспорту непрерывного действия относятся подвесные конвейеры различных типов и назначений, рольганговые линии.

Для перемещения сыпучих материалов применяем пневмотранспортные установки нагнетательного типа, работающие с избыточным давлением воздуха.

В проектируемом сталелитейном цехе применяем мостовые краны грузоподъемностью до 30 тонн.

Для ввоза в цех шихтовых материалов и вывоза из цеха готового литья используются железнодорожные локомотивы.

Модельные комплекты завозят в цех из модельного цеха автомобильным транспортом.

4. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРЕДЛАГАЕМОГО ПРОЕКТА

4.1. Расчет численности рабочих

На первоначальном этапе расчета необходимо определить квалифицированный и качественный состав основных и вспомогательных рабочих. Для определения квалификации рабочего обычно руководствуются видом обслуживаемого оборудования, сложностью выполняемых работ.

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

Расчет явочной численности рабочих выполняется по формуле:

$$N_{\hat{o}.i.} = H_i \cdot A_i \cdot C_i, \qquad (35)$$

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

A_i – количество одновременно работающих однотипных агрегатов, шт;

C_i – число смен в сутки.

Списочное число рабочих определяем по формуле:

$$N_{\tilde{n}\ddot{i}.i} = N_{\ddot{y}.i} \cdot \hat{E}_{\tilde{n}\ddot{i}}, \qquad (36)$$

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

$$\hat{E}_{\tilde{n}\ddot{i}} = \frac{\grave{O}_{\acute{i}}}{\grave{O}_{\ddot{A}}}, \qquad (37)$$

где $T_н$ – номинальный фонд времени, сут.;

$Т_д$ – действительный фонд времени, сут.

Величины $Т_н$ и $Т_д$ определяются на основе баланса рабочего времени одного трудящегося:

$$Òí = (365 - Â - Ï - Ïí) \cdot 8 + Ïï \cdot 7, \quad (38)$$

где В – число выходных дней;

П – число праздничных дней;

$П_п$ – число предпраздничных дней.

$Т_н$ = (365-52·2-9-8)·8+8·7=2008 ч.

Действительный фонд рабочего времени определим по формуле:

$$Т_д = Т_н - Н, \quad (39)$$

где Н – планируемые невыходы на работу.

$Т_д$ = 251-34 = 217 сут.

Баланс рабочего времени основных рабочих приведен в таблице 30, вспомогательных – в таблице 31.

Таблица 30 – Баланс рабочего времени основных рабочих

Статья баланса	Фонд времени			
	Сутки	Часы	Сутки	Часы
Календарный фонд времени	365	2920	365	2920
Выходные дни	104	-	104	-
Праздничные дни	9	-	9	-
Предпраздничные дни	8	-	8	-
Номинальный фонд времени	251	2008	251	2008
Плановые невыходы на работу	34	272	38	304
В том числе: основной и дополнительный отпуск по болезни выполнение государственных обязанностей отпуск учащихся	 30 (25) 7 1 1	 - - -	 33 (29) 7 1 1	- - -
Действительный фонд времени	217	1736	213	1704
Коэффициент списочного состава	1,16	-	1,18	-

Таблица 31 – Баланс рабочего времени вспомогательных рабочих

Статья баланса	Фонд времени	
	Сутки	Часы
Календарный фонд времени	365	2920

Выходные дни	104	-
Праздничные дни	9	-
Предпраздничные дни	8	-
Номинальный фонд времени	251	2008
Плановые невыходы на работу	30	240
В том числе: основной и дополнительный отпуск по болезни выполнение государственных обязанностей отпуск учащихся	 24 (21) 7 1 1	- - -
Действительный фонд времени	221	1768
Коэффициент списочного состава	1,14	-

С учетом этих данных выполняются расчеты численности рабочих, результаты которых сводятся в таблице 32.

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

Таблица 32 – Расчет списочного состава рабочих

Наименование отделений, оборудования, профессий	разряд	Число смен в сутки	Норма обслуживания, чел.	Количество агрегатов, шт.	Количество работающих, чел.			Ксп
					Явочное		Списочное	
					В смену	В сутки		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Основные рабочие								
1. Плавильно-разливочное отделение ДСПТ-25								
Плавильщик	6	2	1	3	3	6	8	1,18
Подручный	3	2	1		3	6	8	1,18
Шихтовщик	3	2	1		3	6	8	1,18
Завальщик	3	2	1		3	6	8	1,18
Пультовщик	4	2	1		3	6	8	1,18
Заливщик	4	2	1		3	6	8	1,18
ИТОГО					18	36	48	
2 Формовочное отделение								
2.1Автоматическая формовочная линия НЛ453С								
Оператор	6	2	1	1	1	2	3	1,16
Сборщик форм	3	2	1		1	2	3	1,16
Формовщик	3	2	1		1	2	3	1,16
2.2Автоматическая формовочная линия Л450А								
Оператор	6	2	1	1	1	2	3	1,16

Сборщик форм	3	2	1		1	2	3	1,16
Формовщик	3	2	1		1	2	3	1,16
ИТОГО					6	12	18	
3.Стержневое отделение								
3.1. Линия Л40С								
Оператор	4	2	1	2	2	4	5	1,16
Стерженщик	3	2	2		4	8	10	1,16
3.2. Линия Л100С								
Оператор	4	2	1	1	1	2	3	1,16
Стерженщик	3	2	3		3	6	7	1,16
ИТОГО					10	20	25	
4.Смесеприготови-тельное отделение								
4.1.Бегуны								
Земледел	3	2	1	5	5	10	12	1,18

Окончание таблицы 32

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4.2. Аэратор								
Аэраторщик	3	2	1	1	1	2	3	1,18
ИТОГО					6	12	15	
5.Отделние финишных операций								
5.1.ЭГОЛ								
Оператор	5	2	1	3	3	6	7	1,16
5.2.Дробеметный барабан 42216М								
Оператор	3	2	1	1	1	2	3	1,16
5.3.Термическая печь								
Термист	4	2	1	2	2	4	5	1,16
5.4. Обрубка								
Обрубщик	3	2	1	10	10	20	24	1,16
ИТОГО					16	32	39	
Всего основных рабочих					56	112	145	
Вспомогательные рабочие								
Комплектовщик моделей	3	2	1	1	1	2	3	1,14
Модельщик по ремонту моделей	4	2	1	1	1	2	3	1,14
Ковшевой	3	2	1	3	3	6	7	1,14
Флюсовщик	2	2	1	1	1	2	3	1,14
Печник	4	2	2	3	6	12	14	1,14
Маркировщик литья	1	2	1		1	2	3	1,14
Пирометрист	2	2	1		1	2	3	1,14
Заливщик	4	2	3		3	6	7	1,14

металла								
Контролер	4	2	3		3	6	7	1,14
Лаборант	3	2	2		2	4	5	1,14
Слесарь	4	2	3		3	6	7	1,14
Электрик	4	2	2		2	4	5	1,14
Крановщик	4	2	1	5	5	10	12	1,14
Стропальщик	3	2	4		4	8	10	1,14
Всего вспомогательных рабочих					36	72	89	
Всего рабочих					92	184	234	

4.2. Организация и планирование заработной платы

В проектируемом цехе используется повременно-премиальная система оплаты труда.

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

По действующему в Российской Федерации Трудовому кодексу, выбор системы оплаты труда и ставок осуществляется предприятием самостоятельно.

При планировании фонда заработной платы применяется его расчет исходя из трудоемкости производственной программы, исчисленной по профессиям и разрядам с учетом условий труда, то есть определения прямой заработной платы и различных выплат и доплат.

Порядок расчета планового фонда заработной платы рабочих следующий:

1. Определение базового фонда заработной платы;
2. Установление выплат и доплат;
3. Установление общего фонда заработной платы;
4. Определение средней заработной платы рабочих.

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

$$Ò_{ñð} = \sum_{i=1}^{n} Ò_{ñð.i} \cdot \frac{N_i}{N_ô}, \qquad (40)$$

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

N_i – фактическое число рабочих соответствующего разряда;

$N_ф$ – фактическое число рабочих данной группы.

Аналогично определяется средняя ставка вспомогательных рабочих.

Количество отработанных человеко-часов определяется умножением списочного количества рабочих на действительный фонд рабочего времени одного рабочего в год.

Заработная плата по ставке определяется умножением числа отработанных человеко-часов на среднюю часовую ставку.

Зарплата по сдельным расценкам рассчитывается умножением заработной платы на планируемый коэффициент перевыполнения норм выработки (50%).

Премии рабочим за выполнение плана вычисляются от суммы заработка по ставке и составляет 40%.

Основная заработная плата с учетом местонахождения предприятия рассчитывается умножением суммы составляющих основной заработной платы на районный коэффициент.

Фонд заработной платы по каждому отделению рассчитывается по формуле [8]:

$$З_{т.ф.} = Т_{ср} \cdot Н_ч, \qquad (41)$$

где $Н_ч$ - годовые затраты времени данных рабочих на программу;

$$Н_ч = N_{сп} \cdot Т_д,$$

(42)

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

$Т_д$ – действительный фонд времени рабочего, ч.

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

$$З_{ос.} = З_{т..ф.} \cdot (К_{инд}+К_{пр}+К_{ст}+К_{ком}+К_{др}) \cdot К_{рн}, \quad (43)$$

где $К_{инд}$ – коэффициент индексации, равен 1;

$К_{пр}$ – коэффициент премиальных доплат;

$К_{ст}$ – коэффициент стимулирующих доплат;

$К_{ком}$ – коэффициент компенсационных доплат;

$К_{рн}$ – районный коэффициент.

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

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

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

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

Дополнительная заработная плата вычисляется по формуле:

$$Ç_{äîï} = \frac{Ç_{îñ} \cdot \hat{E}_{äîï}}{100}, \quad (44)$$

где $К_{доп}$ - коэффициент дополнительной зарплаты.

$$\hat{E}_{äîï} = \frac{Ò_{îòò} \cdot 100}{Ò_{Ä}} + \frac{Ò_{â.î.} \cdot 100}{Ò_{Ä}} + \frac{Ò_{ó.î.} \cdot 100}{Ò_{Ä}} + \frac{Ò_{á} \cdot 70}{Ò_{Ä}} + 0{,}5, \quad (45)$$

где $Т_{отп}$ – длительность рабочего отпуска, сут.**;**

$Т_{д}$ – действительный фонд времени, сут.;

$Т_{г.о.}$ – время выполнения государственных обязанностей, сут.;

$Т_{у.о.}$ – время учебного отпуска, сут.;

$Т_{б}$ – время болезни, сут.;

0,5 – размер прочих составляющих дополнительной заработной платы.

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

$$З_{г.ф.} = З_{ос}+З_{доп}, \quad (46)$$

Для определения среднемесячной зарплаты по отделениям годовой фонд делится на 12, а по отношению к одному рабочему еще и на списочный состав рабочих отделения.

Результаты расчета сведены в таблицу 33.

Плановый фонд заработной платы управленческого и обслуживающего персонала рассчитывается на основе должностных месячных окладов Oj и числа работников каждой категории $N_{i.}$. Он вычисляется по формуле:

$$З_{у.о.п.} = 12 \cdot К_{рн} \cdot \sum O_i \cdot N_i, \quad (47)$$

Эти данные сводим в таблицу 34.

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

Структура трудящихся проектируемого цеха приведена в таблице 35.

Для основных рабочих: $К_{п}$ = 40%, $К_{ст-}$ = 20%, $К_{р}$ = 15% от заработной платы по ставке. Для вспомогательных рабочих: $К_{п}$ = 20%, $К_{ст}$ = 20%, $К_{р}$ = 10%.

Таблица34 – Штатное расписание ИТР, служащих и МОП

Должность	Количество человек	Должностной оклад, руб.	Сумма оклада с районным коэффициентом, руб.	
			За месяц	За год
Инженерно-технические работники				
1. Начальник цеха	1	100000	115000	1800000
2. Заместитель начальника цеха	2	50000	115000	1380000
3. Начальник ПРБ	1	35000	40250	483000
4. Инженер по планированию	2	22000	50600	607200
5. Диспетчер	1	14000	16100	193200
6. Начальник техбюро	1	35000	40250	483000
7. Старший экономист	1	30000	34500	414000
8. Инженер-экономист	1	23000	26450	317400
9. Инженер-технолог	1	25000	28750	345000
10. Ст. мастер плавильного отделения	1	40000	46000	552000
11. Мастер плавильного отделения	2	35000	80500	966000
12. Ст. мастер формовочного отделения	1	40000	46000	552000
13. Мастер формовочного отделения	2	35000	80500	966000
14. Ст. мастер стержневого и смесеприготовительного отделения	1	35000	40250	483000
15. Мастер стержневого и смесеприготовительного отделения	2	30000	69000	828000
16. Ст. мастер отделения финишных операций	1	40000	46000	552000
17. Мастер отделения финишных операций	2	35000	80500	966000
18. Механик цеха	1	45000	51750	621000
19. Энергетик цеха	1	45000	51750	621000
20. Старший бухгалтер	1	30000	34500	414000
21. Начальник смены	2	40000	92000	1104000
ИТОГО	28		11856500	14647800
Служащие				
1. Бухгалтер по расчетам	3	22000	75900	910800
2. Нормировщик	1	20000	23000	276000
3. Инспектор по кадрам	1	15000	17250	207000
4. Табельщик	1	14000	16100	193200
5. Секретарь	1	18000	20700	248400
6. Курьер	1	10000	11500	138000
7. Завхоз	1	13000	14950	179400
ИТОГО	9		179400	2152800
Младший обслуживающий персонал				
1. Уборщица	2	12000	27600	331200
2. Сатураторщица	2	11000	25300	303600
ИТОГО	4		52900	634800
ВСЕГО	41		1475450	17435400

Таблица 35 – Структура трудящихся в цехе

Категория персонала	Количество, чел.	Удельный вес, %
1. Рабочие, всего в том числе: основные вспомогательные	234 145 89	85,09 52,73 32,36
2. ИТР	28	10,18
3. Служащие	9	3,27
4. МОП	4	1,45
ИТОГО	275	100

4.3. Отчисления на социальное страхование

Данные по общему фонду заработной платы с учетом доплат из фонда потребления приведены в таблице 36. Отчисления на социальное страхование от фонда оплаты труда рабочих, управленческого и обслуживающего персонала приведены в таблице 37.

Таблица 36 – Общий фонд заработной платы

Категории работников	Общий фонд заработной платы, тыс.руб.	Виды доплат из фонда потребления, тыс.руб.			
		Едино-временные премии (5%)	Вознаграж-дения за выслугу лет (10%)	Материальная помощь (3%)	Доплаты к отпуску (2%)
Основные рабочие	51259	2563	5126	1538	1025
Вспомогательные рабочие	23372	1169	2337	701	467
Управленческий и обслуживающий персонал	17435,40	872	1743	523	349
Итого по цеху	92066,40	4603	9206	2762	1841

Таблица 37 – Отчисления на социальное страхование

Категории работников	Отчисления в фонд, тыс.руб.			Отчисления на социальное страхование, тыс.руб.
	Социального страхования (5,1%)	Пенсионного (22%)	Медицинского страхования (2,9%)	
Основные рабочие	3137	13532	1784	18453
Вспомогательные рабочие	1430	6170	813	8414
Управленческий и обслуживающий персонал	1067	4603	607	6277
Всего по цеху	5634	24305	3204	33144

4.4. Разработка системы стимулирования трудовой деятельности. Участие рабочих и служащих в управлении производством

Эффективность производства и качества продукции во многом определяется заинтересованностью трудовых коллективов и каждого рабочего в достижении высокой производительности, экономии материала и энергии. В обеспечении этой заинтересованности большую роль играет материальное и моральное стимулирование трудящихся. Одним из таких стимулов является премирование трудящихся.

По «Положению о премировании руководителей, специалистов и служащих аппарата управления НПО, цехов и отделов» премируются руководители, специалисты и служащие цехов и отделов, участков и цехов служб, руководящие работниками структурных единиц, подсобного хозяйства.

Положение введено в целях усиления воздействия премии на повышение эффективности производства и производительности труда, ускорение введения достижений науки и техники, научной организации труда, передового производственного опыта, всемирную экономию трудовых и материальных ресурсов, улучшения качества продукции, получение наивысших конечных результатов работы, повышение дисциплины труда и производства.

Источником премирования является фонд материального поощрения (ФМП) рабочих коллективов.

Условия начисления премий коллективам структурных единиц цехов, отделов и служб головного завода:

Основным условием начисления премий являются ФМП и выполнения показателей премирования, установленных подразделениями. Если ФМП недостаточен, премия выплачивается частично по решениям хозрасчетной комиссии предприятия.

При невыполнении 100% объема поставок продукции по договорам и незачтение номенклатуры (для цехов и структурных единиц) премия не выплачивается, 40% премии начисляют за другие показатели премирования, резервируются и выплачиваются при условии недопоставок продукции до конца текущего года.

При перерасходе фонда зарплаты по цеху, участку, отделу, службе (исчислениям с начала года) премии работникам этих подразделений резервируются на сумму допустимого перерасхода фонда заработной платы (ФЗП).

4.5. Расчет капитальных затрат и амортизационных отчислений

Расчеты выполняются по ориентировочным нормативам. Стоимость здания цеха примем 700 руб. за 1 м^3, стоимость бытовых помещений 1200 руб. за 1 м^3.

Затраты на здания и бытовые помещения вычисляются по формулам:

$$C_{зд} = V_{зд} \cdot c_{зд}, \quad (48)$$

$$C_{бп} = V_{бп} \cdot c_{бп}, \quad (49)$$

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

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

$C_{зд} = 110000 \cdot 0{,}7 = 77000$ тыс. руб.

$C_{бп} = 3500 \cdot 1{,}2 = 4200$ тыс. руб.

Затраты на монтаж оборудования примем 10% от цены оборудования.

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

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

Затраты на инструмент и приспособления составляют 50 руб. на 1 тонну годных отливок.

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

Результаты расчетов капитальных затрат и амортизационных отчислений сведены в таблице 38.

Для выполнения расчетов принимаем следующие значения норм амортизации [8]:

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

Затраты на содержание и ремонт оборудования рассчитываем в процентах от баланса стоимости, они приведены в таблице 39.

Таблица 39 – Смета расходов на ремонт и содержание оборудования

Наименование статьи затрат	Сумма, тыс.руб.	Примечание
Эксплуатация оборудования	267,52	1% от стоимости оборудования
Текущий ремонт оборудования	1337,6	5% от стоимости оборудования
Внутрипроизводственное перемещение груза	175	5 рублей на 1 тонну годного литья
Износ малоценного и быстро изнашиваемого оборудования	525	15 рублей на 1 тонну годного литья
Прочие расходы	230,5	10% от общей суммы расходов
Итого	2535,62	

4.6. Определение затрат и планирование себестоимости продукции

В себестоимости продукции включаются следующие группы затрат [8]:

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

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

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

Сумма производственных и непроизводственных затрат образует полную себестоимость.

Количество основных и вспомогательных материалов и затраты на их приобретение на годовую программу и на 1 т годного литья представлены в таблице 40.

Таблица 40 – Количество основных и вспомогательных материалов и затраты на их приобретение на годовую программу и на 1 т годного литья

Наименование материала	Расход, т		Цена, тыс. руб./т	Затраты, тыс. руб.	
	на годовую программу	на 1 т годного литья		на годовую программу	на 1 т годного литья
Основные материалы					
1. Стальной лом	46674,2	1333,55	7	326719,40	9334,84
2. Чугун передельный	2342	66,91	16,5	38643,00	1104,09
3. Ферромарганец	625	17,86	98	61250,00	1750,00
4. Ферросилиций	320	9,14	65	20800,00	594,29
5. Феррохром	842,6	24,07	60	50556,00	1444,46
6. Феррованадий	197,2	5,63	500	98600,00	2817,14
7. Ферроникель	343,5	9,81	550	188925,00	5397,86
8. Медь	151,3	4,32	400	60520,00	1729,14
9. Алюминий	86,8	2,48	91	7898,80	225,68
10. Электроды	475,6	13,59	45	21402,00	611,49
12. Известь	242,3	6,92	20	4846,00	138,46
13. Песок	1875,3	53,58	7	13127,10	375,06
14. Железная руда	1026,1	29,32	48	49252,80	1407,22
15. Динас	786,6	22,47	16	12585,60	359,59
ИТОГО	55988,5	1599,67	1923,5	955125,70	27289,31
Вспомогательные материалы					
16. Кварцевый песок	111896	3197	7	783272	22379,20
17. Глина огнеупорная	3987,2	113,9	8,5	33891	968,32
18. Жидкое стекло	6917,1	197,6	13	89922	2569,21
19. Остальное	217,5	6,2	8,5	1849	52,82
ИТОГО	123017,8	3514,7	37	908934	25969,55
ВСЕГО	179006,3	5114,37	1636,8	1864060	53258,86

Смета цеховых расходов представлена в таблице 41.

Калькуляция себестоимости 1 тонны годных отливок представлена в таблице 42.

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

Непроизводственные расходы примем 3% от производственной себестоимости [8].

Таблица 41 – Смета цеховых расходов

Статья затрат	Сумма	
	На 1 т литья, тыс. руб.	На программу, тыс. руб.
1. Затраты на оплату вспомогательных рабочих, управленческого и обслуживающего персонала	1399	48968,40
2. Отчисления на социальное страхование	420	14691
3. Амортизационные отчисления	203,5	7121,4
4. Затраты на НИОКР, рационализаторство, изобретательство (8% от основной зарплаты производственных рабочих)	140,6	4921
5. Расходы на охрану труда (10% от основной зарплаты производственных рабочих)	176	6151
6. Стоимость вспомогательных материалов	25969,55	908934
ИТОГО	28308,65	990786,8
7. Транспортный налог (1% от цехового фонда заработной платы)	140	4897
8. Прочие расходы (15% от суммы всех предыдущих расходов)	4267	149352
ИТОГО ЦЕХОВЫХ РАСХОДОВ	32715,65	1145036

Таблица 42 – Калькуляция себестоимости 1 т годных отливок

Статьи затрат	На 1 тонну годного литья			На программу	
	Количество, т	Цена, руб.	Сумма, руб.	Количе-ство, т	Сумма, тыс.руб.
1. Сырье и основные материалы	1,6	17056	27290	56000	955126
2. Возвраты (литники и прибыли)	0,502	13645	6850	17570	239743
3. Угар и безвозвратные потери	0,08	13645	1092	2800	38206
Итого за вычетом возврата и угара	1		19348		677177
Оплата труда основных рабочих			1757		61511
Отчисления на социальное страхование			527		18453
Технологическая электроэнергия	4275 кВт·ч	0,8 за кВт·ч	3420,0	149,625 млн.кВт'ч	119700
Энергия на технические нужды:					
вода, $м^3$	25	0,82	20,5	875	717,5
сжатый воздух, $м^3$	2700	0,064	172,8	94500 тыс.$м^3$	6048
Расходы на ремонт и эксплуатацию оборудования			72,45		2535,62

Окончание таблицы 42

Расходы на подготовку и освоение производства Отчисления на амортизацию оборудования			9139 203,5		319857 7121,4
Основная себестоимость			34660,3		1213120,5
Цеховые расходы			32715,65		1145036
Цеховая себестоимость			67375,9		2358156,5
Общезаводские расходы			1406		49209
Производственная себестоимость			68781,9		2407365,5
Непроизводственные расходы			1846		64605
Полная себестоимость			70627,9		2471971

4.6.1. Расчет плановых постоянных и переменных затрат

Постоянные затраты не зависят от объема производства. К ним относятся затраты на оплату труда вспомогательных рабочих, управленческого и обслуживающего персонала; социальные нужды; амортизацию зданий, сооружений, оборудования и оснастки; ремонт оборудования и оснастки; налоги.

Переменные затраты изменяются в целом и пропорционально выпуску литья в тоннах. К ним относятся следующие затраты:

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

Постоянные затраты складываются из следующих составляющих:

$$FC=FC_1+FC_2+FC3+FC_4+FC_5+FC_6+FC_7+FC_8+FC_9, \quad (50)$$

где FC_1 – отчисления на амортизацию оборудования, зданий и сооружений, тыс. руб.;

FC_2 – отчисления на эксплуатацию и ремонт оборудования, тыс. руб.;

FC_3 – расходы на подготовку и освоение производства, тыс. руб.;

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

FC_5 – затраты на НИОКР, рационализаторство и изобретательство тыс. руб.;

FC_6 – расходы на охрану труда, тыс. руб.;

FC_7 – прочие цеховые расходы, тыс. руб.;

FC_8 – общезаводские расходы, тыс. руб.;

FC_9 – непроизводственные расходы, тыс. руб.

Расчеты сведены в таблицу 41 и 42.

Определим среднее удельные постоянные расходы по формуле:

$$\grave{A}FC = \frac{FC}{M}, \qquad (51)$$

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

$$AFC = \frac{518059}{35000} = 14{,}80$$ тыс. руб.

Расчет переменных затрат произведем по формуле:

$$VC = VC_1 + \mathbf{VC_2} + VC_3 + VC_{\mathbf{4}} + \mathbf{VC_5} + VC_6, \qquad (52)$$

где VC_1 – суммарные затраты на сырье и основные материалы, тыс. руб.;

VC_2 – затраты на оплату труда основных рабочих и отчисления на социальные нужды, тыс. руб.;

VC_3 – затраты на технологическую электроэнергию, тыс. руб.;

VC_4 – затраты на технологическое использование воды и сжатого воздуха, тыс. руб.;

VC_5 – затраты на вспомогательные материалы, тыс. руб.;

VC_6 – транспортный налог, тыс. руб.

Определим средние удельные переменные расходы (на 1 тонну годного литья) по формуле:

$$AVC = \frac{VC}{M} \qquad (53)$$

$$AVC = \frac{1953912}{35000} = 55{,}83$$ тыс. руб.

Определим общие годовые затраты по формуле

TC=FC+VC, (54)

TC = 518059+1953912= 2471971 тыс.руб.

Определим общие средние удельные затраты полной себестоимости годного литья [8]:

ATC=AVC+AFC, (55)

ATC = 14,80+55,83= 70,63 тыс. руб.

4.7. Технико-экономические показатели

При установлении цен на продукцию предприятия используют следующие основные методы ценообразования:

- ориентацию на текущие цены;
- обеспечение безубыточности и получения целевой прибыли по принципу «издержки + прибыль»;
- установление цены, исходя из ощущаемой ценности товара;
- ориентацию на издержки производства.

При рентабельности 50% и НДС 20% цена продукции определяется по формуле:

$P = 1{,}7 \cdot S$, (56)

где S – себестоимость одной тонны годного литья, руб.

$P = 1{,}7 \cdot 63370 = 120071$ руб.

Принимаем цену на одну тонну годного литья равную 121000 рублей.

Определим доход от продаж по формуле:

$Д = P \cdot Q$, (57)

где Д – доход от продаж, тыс. руб.;

P – цена продукции, тыс. руб.;

Q – объем производства, тыс. т.

Д = 121·35000 = 4235000 тыс. руб.

Определим прибыль по формуле:

$$\Delta П = Д – В.З., \quad (58)$$

где В.З. – валовые затраты = полная себестоимость, тыс. руб.

ΔП = 4235000 – 2471971 = 1763029 тыс. руб.

5. КОНЦЕПЦИЯ МАРКЕТИНГА

Под интенсификацией коммерческих усилий подразумевается то, что потребители не будут покупать товары в достаточных количествах, если фирма не предпримет значительных усилий.

Под концепцией совершенствования товара подразумевается, что потребители будут благосклонны к товарам, предлагающим наивысшее качество, лучшие эксплуатационные свойства, следовательно, фирма должна сосредоточить свои потенциалы на постоянном совершенствовании товара.

Под концепцией совершенствования производства следует понимать, что потребители будут благосклонны к товарам, которые широко распространены и доступны по цене, следовательно, фирма должна сосредоточить свои усилия на совершенствование производства и эффективности системы распределения.

Концепция маркетинга предполагает, что залогом достижения целей является потребление нужд и потребностей целевых рынков более эффективной, чем у конкурентов.

Конкуренция социально-этического маркетинга предполагает, что задачей организации является устранение нужд, потребностей и интересов целевых рынков и обеспечение желаемой удовлетворенности с одновременным сохранением или удовлетворением благополучия потребителя и общества в целом.

6. РАСЧЕТ КОММЕРЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТА

Исходные данные:

1. Годовой выпуск литья на программу	35000 т
2. Полная себестоимость на годовую программу	2471971 тыс. руб.
(валовые затраты) на 1 т годного литья	70627,9 руб.
3. Постоянные издержки	518059 тыс. руб.
4. Переменные издержки	1953912 тыс. руб.
5. Полный фонд заработной платы	110479,40 тыс. руб.
6. Число трудящихся (списочное)	275 человек
7. Цена за отливки, за 1 т	121000 руб.
8. Годовой доход	4235000 тыс. руб.
9. Капитальные затраты на приобретение и монтаж оборудования	51791,2 тыс. руб.
10. Капитальные затраты на строительство здания цеха	81200 тыс. руб.
11. Затраты на прирост оборотных средств	30000 тыс. руб.

Строится новый цех. Срок реализации проекта 8 кварталов, что соответствует 2 годам.

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

Приобретение и монтаж оборудования, подъемно-транспортных средств, приобретение оснастки, хозяйственного инвентаря и прочих средств осуществляется в третьем, четвертом и пятом кварталах. В третьем квартале расходуется 20% суммарных средств, в четвертом – 60%, в пятом – 20%.

Для начала реализации проекта требуется прирост оборотных фондов на создание необходимых запасов основных и вспомогательных материалов, а также складских запасов.

Объем капиталовложений определим из таблицы.

Источники финансирования можно разделить на основные, привлеченные и заемные. В первую очередь следует расходовать собственный капитал, затем привлеченный и в последнюю очередь – заемный.

Источники финансирования проекта приведены в таблице 44.

Таблица 43 – Распределение необходимых инвестиций в основные и оборотные средства

Адрес инвестиций	Инвестиции по кварталам, млн. руб.						
	1	2	3	4	5	6	Всего
1. Строительство зданий	25	25	32	-	-	-	82
2. Приобретение и монтаж оборудования	-	-	11	30	11	-	52
3. Прирост оборотных средств			30				30
ИТОГО	25	25	73	30	11	-	164

Таблица 44 составлена с учетом данных таблицы 43.

Таблица 44 – Источники финансирования

Наименование источника средств	Распределение вложений по кварталам, млн. руб.						
	1	2	3	4	5	6	Всего
1. Собственные средства	25	25	50	-	-	-	100
2. Привлеченные средства	-	-	23	-	-	-	23
3. Заемные средства	-	-	-	30	11	-	41
ИТОГО	25	25	73	30	11	-	164

План привлечения и погашения кредитных средств приведен в таблице 45. Ставка на кредит 100% годовых (25% в квартал) с поквартальной выплатой. Срок погашения кредита 9 – 12 кварталы. Погашение кредита (25% от суммы кредита в квартал, 100% в год) начинается со следующего после привлечения кредита квартала.

Таблица 45 – План привлечения и погашения кредитных средств

Наименование операции	Распределение вложений по кварталам, млн. руб.					
	4	5	6	7	8	9-12
1. Привлечение кредита	30	11	-	-	-	-
2. Погашение кредита	-	-	-	-	-	41
3. Финансовые издержки (% за кредит)	-	10,3	10,3	10,3	10,3	
ИТОГО	30	21,3	10,3	10,3	10,3	41

В таблице 46 приведен оперативный план производства. Рыночный потенциал цеха определим из годового выпуска литья 35000 тонн.

В таблицах 47, 48, 49 приведены данные по инвестиционной, финансовой и оперативной деятельности.

Таблица 46 – Оперативный план производства

Показатель	Кварталы								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9-12
1. Рыночный потенциал цеха, тыс. т.	-	-	-	4,4	6,6	8,75	8,75	8,75	35
2. Цена 1 т годного литья, тыс. руб.	-	-	-	121	121	121	121	121	121
3. Объем продаж, тыс. руб.	-	-	-	532,4	798,6	1059	1059	1059	4235
4. Доля предприятия в отраслевом рынке	0	0	0	0,5	0,75	1	1	1	1
5. Объем производства, тыс. т	-	-	-	4,4	6,6	8,75	8,75	8,75	35

Таблица 47 – Данные по инвестиционной деятельности

Показатель	Распределение по кварталам, млн. руб.								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9-12
1. Поступление от продажи активов	-	-	23	-	-	-	-	-	-
2. Затраты на приобретение активов	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ИТОГО	-	-	23	-	-	-	-	-	-

Инвестиционная деятельность – это деятельность предприятия по вкладыванию собственных средств и привлечению чужих средств. В расходах средств рассматриваются затраты на приобретение активов, а в доходах – поступление от продаж активов.

Операционная деятельность – это деятельность по производству продукции.

Финансовая деятельность – это деятельность по привлечению акционерного капитала, кредитов, по погашению задолженности по кредитам, а также включает в себя выплату дивидендов.

Таблица 48 – Данные по финансовой деятельности

Показатель	Распределение по кварталам, млн. руб.								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9-12
1. Собственный капитал	25	25	50	-	-	-	-	-	-
2. Заемные средства	-	-	-	30	11	-	-	-	-
3. Излишек средств	25	25	50	30	11	-	-	-	-

Налоги и сборы включают в себя [8]:

- налог на основные фонды в размере 2% от их стоимости в год (в 4,5-м кварталах берется только налог от стоимости здания, с 6-го квартала от стоимости здания и оборудования);
- налог на содержание жилищного фонда, объектов соцкультбыта (в размере 1,5% от 0,8Д);
- налог на рекламу (5% от затрат на нее);
- сбор на содержание полиции за год (1% от $МРЗ \cdot Ч_{сп} \cdot 12$);
- сбор на благоустройство территории за год (1% от $МРЗ \cdot Ч_{сп} \cdot 12$);
- отчисления по ставке на кредит.

Расчет чистой прибыли производится по формуле [8]:

$$\times Ï = \frac{(\hat{A}Ï - ÍÑ) \cdot (1 - \frac{ÍÏ}{100})}{1 - (1 - \hat{E}_1 - \hat{E}_2) \cdot \frac{ÍÏ}{100}}, \quad (59)$$

где ЧП – чистая прибыль, млн. руб.;

ВП – валовая прибыль, млн. руб.;

НС – налоги и сборы, млн. руб.;

НП – налог на прибыль, млн. руб.;

$К_1$ и $К_2$ – коэффициенты для определения долей от чистой прибыли, начисляемых на фонд потребления и дивиденды.

Резервный фонд рассчитывается по формуле [8]:

$$РФ = 0{,}1 \cdot П. \quad (60)$$

Фонд потребления рассчитывается по формуле [8]:

$$ФП = К_1 \cdot ЧП. \quad (61)$$

Отчисления на дивиденды рассчитываем по формуле [8]:

$$Д = К_2 \cdot ЧП. \quad (62)$$

Фонд накопления рассчитываем по формуле [8]:

$$ФН = ЧП - ФР - Д, \quad (63)$$

где ФР – фонд развития, млн. руб.

$$ФР = ФН, \quad (64)$$

где ФН – фонд накопления, млн. руб.

Налогооблагаемую прибыль определим по формуле [8]:

$$НОП = ВП - НС - ФР - ФН, \quad (65)$$

где ВП – валовая прибыль, млн. руб.

Валовая прибыль определяется по формуле [8]:

$$ВП = 0{,}8 \cdot Д - В.З., \quad (66)$$

где В.З. – валовые затраты с учетом отчислений по % ставкам за кредит.

В таблице 50 приведены данные по притокам и оттокам денежных средств в первые 12 кварталов реализации проекта. В первый пункт таблицы вносим данные по отчислениям фонда накопления из таблицы 49. Излишек средств определяем как сумму чистых денежных потоков. Для принятия проекта необходимо, чтобы все сальдо наполняемых средств было положительным.

Для приведения равномерных затрат и эффектов к ценности в начальном периоде (1 этап), т. е. дисконтирование, применяется норма дисконта Е, равная приемлемой для инвестора норме расхода на капитал. Норму дисконта рассчитаем по формуле [8]:

$$E = (E_{min}+\gamma)\cdot K, \qquad (67)$$

где E_{min} – минимальная норма доходности;

γ – ежегодный темп инфляции;

К – степень риска.

Принимаем E_{min} = 0,5 (ставка 50% на капитал), γ = 12%, К = 1,5, тогда:

$E_{год} = (0,5+0,12)\cdot 1,5 = 0,93.$

$$(1+E_{кв}) = (1+E_{год})^{1/4}. \qquad (68)$$

$E_{кв} = (1+0,93)^{1/4} -1 = 0,17.$

Для приведения расходов и эффектов к начальному периоду необходимо их умножить на коэффициент дисконта a_t, который рассчитываем по формуле [8]:

$$a_t = \frac{1}{(1+Å)^t}, \qquad (69)$$

где t – норма расчетного шага, равная (n-1), где n – номер квартала.

В таблице 51 приведены данные по чистому дисконтированному эффекту за вычетом затрат без учета капиталовложений.

В таблице 52 приведены дисконтированные данные по инвестициям.

7. ОРГАНИЗАЦИЯ МАРКЕТИНГА И ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ

Показателями эффективности являются:

1. Чистый дисконтированный доход (ЧДД) в конце периода (9-12 кварталы). ЧДД определяется как разность данных по чистому дисконтированному эффекту и данных по дисконтированным значениям инвестиций на конец периода К [8]:

ЧДД = S-K. (70)

ЧДД = 358,6-124,4= 234,2 млн. руб.

2. Индекс доходности (ИД) определяется по формуле [8]:

$$ÈÄ = \frac{S}{K}, \quad (71)$$

$$ÈÄ = \frac{358,6}{124,4} = 2,88.$$

Так как ИД>1, то проект считается эффективным.

3. Срок окупаемости составляет 6 кварталов.

4. Доля собственных средств = $\frac{100}{164} \cdot 100 = 61\%$.

5. Точка безубыточности – это значение, при котором достигаема «нулевая прибыль», т. е., доход от продажи равен издержкам производства.

На рисунке 3 приведен график применения чистого дисконтированного дохода по кварталам или, иначе говоря, финансовый профиль проекта.

Точки, по которым построен график, изменения чистого дисконтированного дохода по кварталам равны соответственно:

1 кв = (-25) млн. руб.;

2 кв = (-46,4) млн. руб.;

3 кв = (-99,8) млн. руб.;

4 кв = (-118,5+56,2) = (-62,3) млн. руб.;

5 кв = (-124,4+115,3) = (-9,1) млн. руб.;

6 кв = (-124,4+182,3) = 57,9 млн. руб.;

7 кв = (-124,4+231,1) = 106,7 млн. руб.;

8 кв = (-124,4+273) = 148,6 млн. руб.;

9-12 кв = (-124,4+358,6) = 234,2 млн. руб.

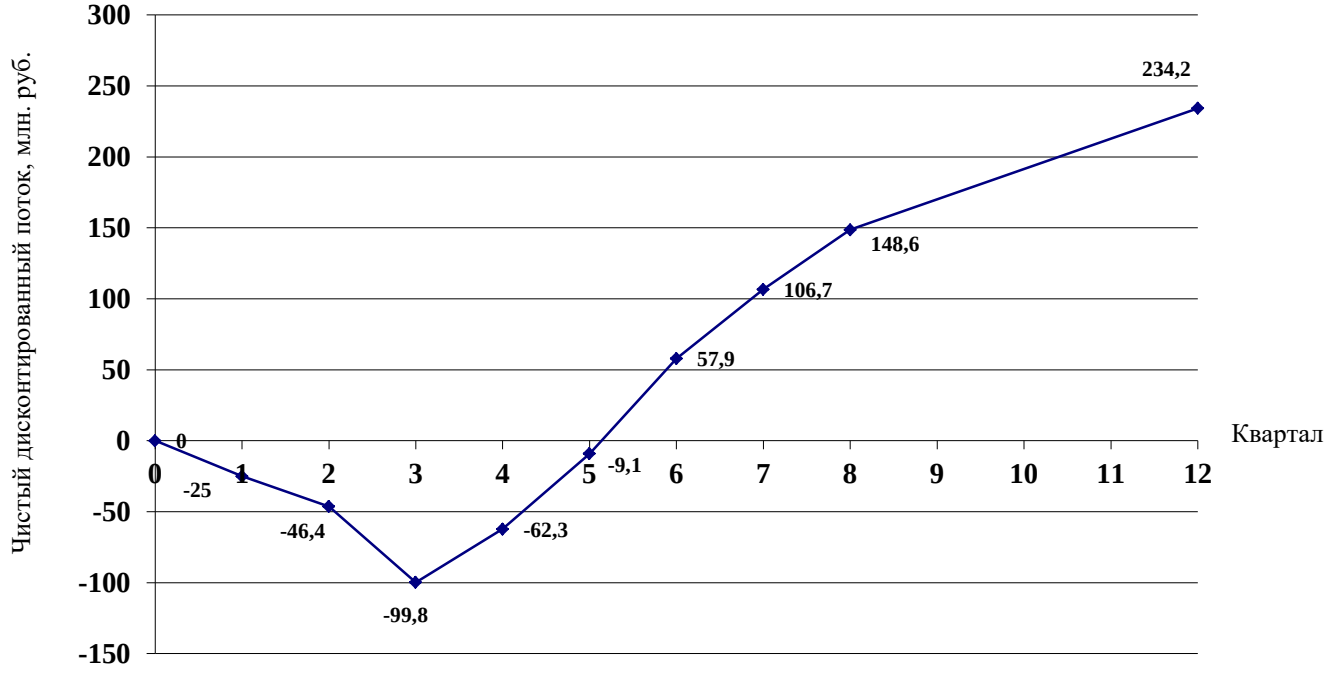

Рисунок 3 – Финансовый профиль проекта

8. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

8.1. Безопасность труда

Одной из основных задач организации и управления производством является обеспечение безопасности, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе трудовой деятельности. Особенно это важно в литейном производстве, которое характеризуется повышенным травматизмом, профессиональными заболеваниями, неблагоприятными условиями труда из-за наличия вредных производственных факторов, таких как выделение газов, пыли, теплоты, шума и вибрации [9].

Нормальные условия труда достигаются разработкой и внедрением различных мероприятий по охране труда.

8.1.1. Характеристика проектируемого цеха

Производительность проектируемого цеха 35000 тонн стальных отливок в год. Отливки изготавливаем литьем в песчаные формы, используя наполнительную и облицовочную формовочную смесь, стержни изготавливаем из ЖСС с продувкой CO_2.

Производственные здания литейного цеха располагаются по отношению к жилой застройке с подветренной стороны для ветров преобладающего направления. В цехе предусмотрены объекты санитарно-гигиенического обслуживания: гардеробные, душевые, умывальные, уборные, устройства питьевого водоснабжения, раздача молока и комнаты отдыха. Все эти помещения расположены в отдельном здании и соединены с цехом переходом.

Цех расположен в коробке прямоугольной формы. По отношению к жилой застройке цех будет отделен от нее санитарно-защитной зоной протяженностью 500 метров, которая будет озеленена.

Расстояние между литейными и другими цехами завода составляет 30 метров.

Материалы покрытия полов цеха устойчивы в отношении химического воздействия и не допускают адсорбции вредных веществ.

В плавильном отделении металл выплавляется в электродуговых печах постоянного тока, при работе которых существенно сокращается выделение в цех вредных газов и шума. Выбрасываемый в атмосферу газ подвергается очистке.

Так как в здании цеха находятся отделения с различными по характеру воздействия на работающих вредными факторами, в цехе предусмотрены мероприятия по предотвращению распространения этих факторов из одного отделения в другое.

Шихтовый двор и плавильное отделение частично ограждены от других отделений цеха капитальными стенами. Смесеприготовительное отделение с повышенной запыленностью, ограждено от цеха капитальной стеной. Цех оборудован автоматизированными линиями для изготовления форм и стержней. Все оборудование цеха оснащено местной вытяжной вентиляцией.

С целью улучшения условий труда в цехе предусмотрены мероприятия:

- плавильное отделение расположено с подветренной стороны здания, чтобы предупредить попадание дымовых газов и нагретого воздуха в другие отделения;
- трансформаторы расположены в изолированных помещениях;
- выбивная установка закрыта звуко- и пылепоглощающей камерой;
- для очистки подмодельных плит, моделей, полуформ и стержней используются пылеотсасывающие установки.

Далее будут рассмотрены все факторы, воздействующие на работающих, их вредное воздействие и мероприятия по снижению влияния этих факторов.

8.1.2. Условия труда

8.1.2.1. Запыленность и загазованность

В плавильном отделении при плавке металла в электродуговых печах постоянного тока выделяется пыль, содержащая оксиды углерода, оксиды железа и других металлов. На участках ремонта футеровки плавильных агрегатов и ковшей, а так же при заливке форм металлом выделяется пыль, содержащая свободный диоксид кремния и оксиды металлов. Кварцсодержащая пыль и углеводороды выделяются при формовке и выбивке форм. Диоксид углерода выделяется при изготовлении стержней пескострельным способом.

Производственная пыль оказывает неблагоприятные воздействия на организм человека, на органы дыхания, зрения, слуха и кожные покровы.

В соответствии с ГН 2.2.5.1313-13 содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать установленных предельно-допустимых концентраций ПДК, указанных в таблице 53 [10].

Таблица 53 – Предельно-допустимые концентрации веществ в воздухе рабочей зоны.

Наименование вещества	ПДК, мг/м^3
Газы: Оксиды азота	5
Оксиды железа	4-6
Оксиды углерода	20
Аммиак	20
Углеводороды	300
Пыль: содержание $Si0_2$ менее 10-70%	2
содержание $Si0_2$ более 70%	1
содержание $Si0_2$ 10% в угольной пыли	4
угольная пыль $Si0_2$	10

В проектируемом цехе существуют мероприятия по снижению уровня запыленности и загазованности:

- плавильные агрегаты оборудованы укрытиями зон пылевыделения и газовыделения, соединенные с вытяжкой вентиляционной системы с устройством очистки газов и пыли;
- заливочный конвейер оборудован верхне-боковыми отсосами с панелями равномерного всасывания на всю длину рабочей площадки;
- рабочее пространство бегунов и аэраторов укрыто пылезащитными колпаками с патрубками для присоединения к вентиляционной системе
- операции, связанные с выделением пыли, выполняются с применением индивидуальных средств защиты органов дыхания (респираторы);
- работы выполняются в спецодежде, которая ежедневно обеспыливается.

Таким образом, принятые меры по снижению уровня запыленности и загазованности обеспечивают максимальную защиту органов дыхания рабочих.

8.1.2.2. Микроклимат

Источниками тепловыделения в цехе являются электродуговые печи, расплавленный металл во время разливки в формы, отливки в процессе остывания после выбивки, участок ремонта печей и ковшей, участок сушки и подогрева ковшей.

Параметры метеорологических условий (температура воздуха, относительная влажность, скорость его движения и теплоизлучение) регламентируются СН 2.2.4.548-96 [11] и приведены в таблице 54.

Таблица 54 – Нормируемые значения микроклимата в рабочей зоне

Период года	Катего-рия работ по уровню энерго-затрат, Вт	Температура воздуха, °С		Темпера-тура поверхнос-ти,°С	Относи-тельная влажность, %	Скорость движения, м/с	
		Ниже оптималь-ных величин	Выше оптималь-ных величин		опти-мальная	Опти-маль-ная	Допус-тимая
Холод-ный	Формовщик	19	23	24	15 – 75	0,1	0,3
Тёплый	Формовщик	20	27	28	15 – 75	0,2	0,4

В производственном помещении, где по технологическим причинам невозможно обеспечить допустимые нормативные показатели микроклимата, предусматриваются следующие мероприятия по защите работающих от перегрева или охлаждения:

- устройство системы вентиляции и отопления для поддержания температурно-влажностного режима в производственных помещениях;
- защита от источников тепловых излучений для снижения температуры воздуха в помещениях;
- автоматизация и дистанционное управление производственным процессом.

8.1.2.3. Производственный шум

Предельно-допустимый уровень шума для литейного производства регламентируется СН 2.2.4/2.18.562-96 и составляет 80дБА [12].

В цехе наибольший уровень шума исходит от участков формовки и выбивки форм. Источником шума также являются электродуговые печи и бегуны.

Шум неблагоприятно воздействует на организм человека, вызывает физические и психологические нарушения, снижающие работоспособность и создающие предпосылки для общих и профессиональных заболеваний, а также производственного травматизма.

Для снижения уровня шума в цехе предусмотрены следующие мероприятия:

- применение дуговых печей постоянного тока значительно уменьшает шум (по сравнению с печами переменного тока);
- плавильное отделение изолировано от цеха капитальной стеной;
- формовочные машины снабжены устройством для амортизации ударов;
- кожухи выбивной решетки имеют облицовку из звукопоглощающих материалов;
- с целью снижения вредного воздействия шума используются средства индивидуальной защиты органов слуха (противошумовые заглушки «беруши»).

С помощью этих мер, мы максимально снижаем вредное воздействие шума на слуховые органы человека.

8.1.2.4. Вибрация производственная

В проектируемом цехе источником общей вибрации являются сотрясение пола и других конструкций здания вследствие ударного действия формовочных машин и выбивных решеток.

Предельно-допустимая величина общей вибрации в цехе согласно СН 2.2.4/2.1.8.566-96 и составляет 92 дБ [13].

Мерами по устранению вибрации и уменьшению ее вредного воздействия на человека являются: формовочные машины и выбивные решетки устанавливаются на виброизолированный фундамент.

С целью снижения вредного воздействия используются специальные рукавицы с автоматизированной прокладкой и специальная виброзащитная обувь, соответствующая требования ГОСТ 12.1.011-89 [14].

8.1.2.5. Освещение

Проектирование, устройство и эксплуатация осветительных установок производится в соответствии с требованиями СНиП 23-05-95* [15].

Для создания благоприятных условий выполнения работ в цехе предусматриваются естественное и искусственное освещение. Естественное освещение осуществляется через оконные проемы и световые фонари. Для освещения цеха используются люминесцентные лампы высокого давления типа ДРЛ. Для освещения пультовых помещений, цеховых лабораторий применяются люминесцентные лампы типа ЛБ.

В местах выпуска металла из ковшей, на участках заливки форм металлом предусмотрено аварийное освещение. Для осмотра, ремонта и наладки технологического оборудования в цехе имеется переносное освещение. В нерабочее время предусмотрено дежурное освещение.

Освещенность цеха должна быть не менее 200 лк, коэффициент запаса - 1,8; срок очистки ламп - один раз в два месяца.

8.1.2.6. Вентиляция и отопление

Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха соответствует требования СНиП 41-01-03 [10].

В цехе предусмотрена механическая приточно-вытяжная вентиляция и воздушное отопление, совмещенное с ней. В качестве теплоносителя для систем отопления и вентиляции цеха применяется горячая вода при температуре не выше 150°С.

Технологическое оборудование и процессы, сопровождающиеся выделением вредных веществ, снабжены устройствами местной вентиляции в виде местных отсосов. В плавильном и формовочном отделениях предусмотрена общеобменная вытяжка из верхней зоны помещения. В цехе предусмотрена аэрация совместно с системой вентиляции с искусственным побуждением. Удаление воздуха производится из верхней зоны через

аэрационные фонари. Воздух, удаляемый из здания цеха системами местной и общеобменной вытяжной вентиляцией, содержащий вредные вещества, подвергается очистке.

8.1.3. Пожарная безопасность

Требования пожарной безопасности регламентируются СНиП 2.01.02-85 [16]. Цех относится к категории «Г». Литейное производство относится к производству с повышенной пожарной опасностью, которая в большей степени обусловлена применением металлических материалов в расплавленном виде.

Мероприятия по пожарной безопасности:

- в наиболее опасных, в пожарном отношении, местах предусмотрены пожарные проезды шириной 4 метра;
- правильное размещение и выбор средств пожаротушения:
- правильная эксплуатация оборудования и внутрицехового транспорта, содержание зданий и территорий;
- предусмотрена пожарная электрическая сигнализация с автоматическим контролем;
- использование системы вентиляции;
- наличие водопровода;
- курение на предприятии разрешено только в специально оборудованных для этого местах;

Для вызова пожарной команды служит кнопочная электросигнализация. На видных местах в цехе вывешены планы эвакуации людей.

8.1.4. Электробезопасность

Наличие в цехе электрооборудования предусматривает выполнение правил электробезопасности, несоблюдение которых может привести к электротравме.

Защиту персонала цеха от воздействия электрического тока предусматривает ГОСТ 12.1.019-96 [17] и ГОСТ 12.1.030-96 [18].

По обеспечению безопасности работающих в цехе предусмотрены следующие меры:

- все токоведущие части электротехнических устройств и оборудования имеют специальные ограждения;
- все корпуса электродвигателей заземлены;
- питание кнопок управления оборудования не выше 36 В;
- при неисправности механизмов - автоматическое отключение;
- правильный выбор и размещение средств пожара - тушения;
- индивидуальные средства защиты;

Можно сказать, что при соблюдении разработанных мероприятий спроектированный цех соответствует всем требованиям охраны труда:

- производственные процессы, сопровождающиеся шумом, вибрацией, выделением пыли и вредных газов, изолированы друг от друга стенкой;
- литейные формы и стержни будут изготовляться на автоматических линиях, позволяющих минимизировать ручной труд, предохраняющих рабочих от травматизма и улучшающих условия труда;
- участки выбивки отливок оснащены устройствами для разделения опок и выдавливания «кома», что значительно уменьшает шум и вибрацию.
- предусмотрены комнаты отдыха.

Проводимые в цехе мероприятия по охране труда работников позволят сократить число несчастных случаев и профессиональных заболеваний. В цехе предусмотрены помещения для отдыха рабочих и сатураторные установки.

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

8.2. Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях

Способами защиты производственного персонала в чрезвычайной ситуации являются [19]:

- своевременное оповещение;
- укрытие в защитных сооружениях;
- использование средств индивидуальной защиты;
- проведение эвакуационных мероприятий.

Для оповещения производственного персонала используются прерывистые гудки предприятия. Все дальнейшие действия определяются указаниями, передающимися по радио.

Защитные сооружения на предприятии представляют собой убежище, которое обеспечивает наиболее надежную защиту людей от всех поражающих факторов (высоких температур, вредных газов в зонах пожаров, взрывоопасных, радиоактивных и сильнодействующих ядовитых веществ, обвалов и обломков разрушающихся зданий), оружия массового поражения и обычных средств нападения.

Убежище обеспечивает непрерывное пребывание в нем людей не менее двух суток, построено на участке местности, не подвергающейся затоплению и имеет аварийные выходы на случай завала.

Убежище оборудовано вентиляцией, санитарно-техническими устройствами, средствами очистки воздуха от отравляющих, радиоактивных и других веществ с помощью фильтров-поглотителей.

Электроснабжение и отопление убежища осуществляется от сети предприятия.

В качестве средств индивидуальной защиты применяют фильтрующие противогазы для защиты органов дыхания, глаз, кожи лица от воздействия отравляющих, радиоактивных веществ, бактериальных средств, ядовитых сильнодействующих веществ и различных вредных примесей, присутствующих в воздухе.

Для защиты органов дыхания от радиационной пыли применяются респираторы ШБ-1 «Лепесток» одноразового пользования.

Для защиты тела используют непромокаемые плащи, для защиты ног – резиновые сапоги, для защиты рук – резиновые перчатки. Также применяются медицинские средства индивидуальной защиты.

Эвакуационные мероприятия заключаются в рассредоточении и эвакуации персонала из города в загородную зону. Районы рассредоточения находятся на расстоянии 2-2,5 часа езды от предприятия [19].

Перед устройством на работу каждый сотрудник должен прослушать инструкцию по технике безопасности на предприятии.

8.3. Экологическая безопасность

8.3.1. Глобальные экологические проблемы

Глобальные экологические проблемы в современном мире тесно связаны с хозяйственной и производственной деятельностью человека, вследствие чего, носят антропогенный характер. Примером может служить любое загрязнение атмосферы, в результате выбросов от фабрик, заводов, автотранспорта, а также загрязнение гидросферы сбросами, превышающими предельно-допустимые концентрации вредных веществ и образованием большого количества твердых бытовых отходов, как в процессе жизнедеятельности человека, так и в процессе производственной, сельскохозяйственной и иной деятельности. Загрязнения ведут к

возникновению явлений, негативно влияющих на жизнь и здоровье живых существ и человека. Рассмотрим наиболее распространенные из них.

Проблема «парникового эффекта» носит самый что ни на есть глобальный характер. Под этим эффектом понимается изменение теплового баланса на планете и ее общее потепление. Виновниками являются парниковые газы, главный из них – двуокись углерода. Результатом глобального потепления будет таяние вечных ледников и снегов, а это в свою очередь приведет к повышению уровня мирового океана.

Двуокись серы – главный виновник появления такого явления как кислые осадки. Область их негативного воздействия широка, но наиболее чувствительны к ним растения. Результатом может быть даже массовая гибель фитоценозов.

Дефицит пресной воды – проблема не столько глобального масштаба, сколько регионального. С качеством пресных вод последнее время существуют серьезные проблемы, благодаря коммунальному, сельскому хозяйству и промышленности.

Нерациональное использование лесных ресурсов, а так же их безжалостная вырубка и уничтожение, является серьезной экологической проблемой глобального характера. Леса поглощают углекислый газ, который является парниковым газом, и выделяют кислород. Уничтожение лесных массивов, приведет к ускоренному результату парникового эффекта и всех связанных с ним последствий.

Разрушение озонового слоя земли в первую очередь связывают с использованием фреонов. Эти газы применяются в различных баллончиках и холодильных установках. В верхних слоях атмосферы наблюдается тенденция снижения озона.

По уровню выброса вредных веществ в атмосферу и водоемы, образованию твердых отходов, металлургия превосходит все сырьевые отрасли промышленности, создавая высокую экологическую опасность и повышенную напряженность в районах действия металлургических

предприятий. Защита окружающей среды в отраслях металлургического комплекса требует огромных затрат.

Технический прогресс не стоит на месте, производственные процессы совершенствуются, техника модернизируется, развитие новых технологий в самых разных отраслях идет полным ходом, но какая мизерная их часть направлена на защиту окружающей природной среды, на снижение загрязнителей, поступающих в природу и разрушающих биогеоценозы, на разработку безотходных видов производств. Иногда целесообразно оказывается применение технологического процесса, менее загрязняющего окружающую среду, чем контроль уровня загрязненности и организации борьбы с этими загрязнениями при использовании традиционных технологий.

8.3.2 Анализ связей технологического процесса с экологическими системами

В проектируемом цехе рассматривается производство отливок из стали. Плавка металла осуществляется в электродуговых печах. Производительность цеха составляет 35000 тонн годных отливок в год. Схема технологического процесса (ТП) представлена на рисунке 4 [20].

В качестве сырья используются отходы собственного производства, стружка в брикетах, стальной лом, чугун передельный, ферросплавы, медь и алюминий. Основным энергоресурсом является электроэнергия.

В ходе технологического процесса образуются отходы :

- материальные, подразделяются на: жидкие (сточные воды), твердые (скрап, прибыли, питатели, пыль, шлак, угар), газообразные (окись углерода, диоксид азота);

- энергетические: шум, вибрация, тепловые выбросы, электромагнитное излучение.

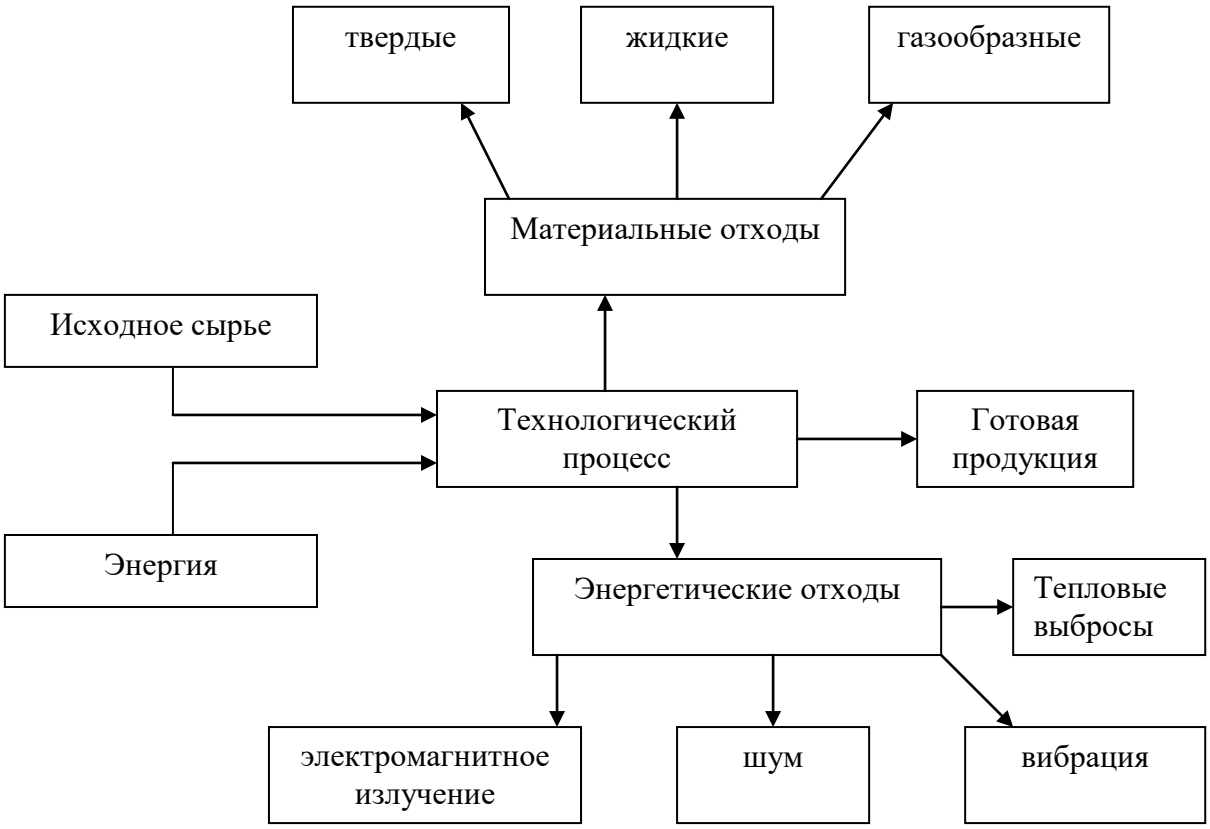

Рисунок 4 – Схема технологического процесса получения стали в электродуговой сталеплавильной печи

Источниками формирования материальных отходов являются:

- пыль – образуется в смесеприготовительном отделении (бегуны, аэратор), при выбивке отливок из форм и стержней (выбивная решетка);
- зола, шлак – образуются при термической обработке (термические печи), при плавке и разливке металла (плавильные печи, раздаточные печи);
- потери – при обрубке литников и прибылей (отрезной станок);
- окись углерода и диоксид азота – выделяются при плавке и разливе металла (плавильные печи, раздаточные печи), при термической обработке (термические печи);
- сточные воды – используются для охлаждения в нижних контурах печей и отливок.

Источниками формирования энергетических отходов являются:

- шум – при выбивке отливок из форм и стержней (выбивная решетка), при обрубке литников и прибылей (отрезной станок);
- тепловые выбросы – образуются при плавке и разливе металла (плавильные печи, раздаточные печи);
- вибрация – образуется при выбивке отливок из форм и стержней (выбивная решетка), при обрубке литников и прибылей (отрезной станок);
- электромагнитное излучение – образуется при работе оборудования.

Анализ технологического процесса свидетельствует о его незамкнутом характере, поскольку существуют связи с внешней средой при использовании исходного сырья и энергии, выходе готовой продукции и получении различных видов отходов. Основные характеристики технологического процесса приведены в таблице 55.

Таблица 55 – Основные материально-энергетические показатели технологического процесса

Показатели	Количество	Ед. изм.
Сырье:		
Отходы собственного пр-ва	15,4	тыс. т/год
Стружка	3,6	тыс. т/год
Стальной лом	30,9	тыс. т/год
Чугун передельный	1,6	тыс. т/год
Ферромарганец	0,41	тыс. т/год
Ферросилиций	0,21	тыс. т/год
Феррохром	0,55	тыс. т/год
Феррованадий	0,13	тыс. т/год
Ферроникель	0,22	тыс. т/год
Медь	0,1	тыс. т/год
Алюминий	0,05	тыс. т/год
Электроды	0,31	тыс. т/год
Известь	0,16	тыс. т/год
Песок кварцевый	12,4	тыс. т/год
Железная руда	6,7	тыс. т/год
Динас	5,2	тыс. т/год
Глина огнеупорная	4	тыс. т/год
Жидкое стекло	6,9	тыс. т/год
Мазут	0,2	тыс. т/год
Энергия:		
Электрическая	149,625	млн. кВт·ч
Продукция:		
Сталь	35	тыс. т/год

Продолжение таблицы 55

Отходы материальные:		
Угар и потери	2,8	тыс. т/год
Пыль	0,6	тыс. т/год
Шлак	2,8	тыс. т/год
Окись углерода	5	тыс. т/год
Диоксид азота	0,8	тыс. т/год
Сточные воды:		
Взвешенные вещества	34	т/год
Отходы энергетические:		
Шум	85-130	дБ
Тепловое излучение	0,5	млн. кДж/год
Напряженность магнитного поля	70	А/м
Напряженность электрического поля	600	В/м
Вибрация	100-115	дБ

8.3.3. Основные требования экологизации проекта

Создаваемое производство является экологически небезопасным, так как производит выбросы различных вредных веществ. Предельно допустимые концентрации вредных веществ и предельно допустимые условия воздействий представлены в таблице 56 [20].

Таблица 56 – ПДК вредных веществ и ПДУ воздействий

Вещество	Нормируемое значение	Единицы измерения
В атмосферном воздухе:		
Пыль нетоксичная	0,5/0,15	мг/м^3
Окись углерода	3/1	мг/м^3
Диоксид азота	0,5/0,05	мг/м^3
В воде водоемов:		
Взвешенные вещества	20	мг/л
Отходы энергетические:		
Шум	85	дБ
Тепловое излучение	0,3	млн. кДж/год
Напряженность магнитного поля	50	А/м
Напряженность электрического поля	500	В/м
Вибрация	76	дБ

Примечание: в числителе – максимальная разовая концентрация, в знаменателе – среднесуточная.

8.3.4. Пути экологизации создаваемого производства

Минимизация отходов в различных отраслях промышленности может быть достигнута следующими способами: усовершенствованием технологических процессов в направлении сокращения количества

образующихся отходов; рециклизацией отходов, предпочтительно в процессе их образования, переработкой отходов в полезные побочные продукты; снижением объемов и токсичности отходов для облегчения последующего удаления и переработки.

Для защиты водного бассейна предусматривается [21]:

– в термическом отделении – для снижения потребления и сброса воды установка замкнутых контуров для охлаждающей воды;

– на участке очистки отливок – вторичное использование галтовочной жидкости после предварительного удаления из нее взвешенных веществ осаждением либо центрифугированием с последующим фильтрованием.

Для снижения выбросов загрязняющих веществ в воздух рабочей зоны предусматривается:

– в плавильном отделении – установка закрытых конвейеров с подавлением пыли в пунктах погрузки/разгрузки, сухой технологии пылеудаления (рукавные фильтры и циклоны);

– на формовочном участке – вакуумное пылеудаление, герметизация формовочных машин и машин для производства стержней, а также участков временного хранения стержней;

– на участке очистки отливок – установка вытяжных зонтов.

Для снижения уровня вибраций и шума предусматривается:

– выбивная решетка – жесткое крепление к раме, установка упругих прокладок (толщиной 20 мм из резины средней твердости) между несущим рабочим органом и обрабатываемой деталью;

– галтовочный барабан – установка звукоизолирующего кожуха со звукопоглощающим покрытием;

– зачистной станок – ограждение металлическим экраном высотой не менее 3 м., облицованным с обеих сторон минераловатными акустическими плитами;

– передаточная тележка – крепление рельс на массивные железобетонные шпалы, погруженные в слой балласта.

Для защиты от электромагнитных колебаний на всех участках цеха устанавливаются экраны отражения излучений.

Для борьбы с вредными выбросами применяются общие меры защиты (вентиляция, местные отсосы, вытяжные зонты, фильтрование сточных вод, регенерация формовочной смеси и т. д.), а также индивидуальные меры защиты (респираторы, теплоотражающие костюмы). Эффективность мероприятия по снижению вредных выбросов представлена в таблице 57.

Таблица 57 – Изменение концентрации вредных выбросов

Вещество	Единицы измерения	До реконструкции	После реконструкции
В атмосферном воздухе:			
Пыль нетоксичная	мг/м^3	0,6	0,2
Окись углерода	мг/м^3	5	1,8
Диоксид азота:	мг/м^3	0,8	0,4
В воде водоемов:			
Взвешенные вещества	мг/л	34	15
Отходы энергетические:			
Шум	дБ	130	85
Тепловое излучение	млн. кДж/год	0,5	0,3
Напряженность магнитного поля	А/м	70	50
Напряженность электрического поля	В/м	600	500
Вибрация	дБ	115	76

Рекомендуемые мероприятия позволят сделать технологический процесс в цехе более экологичным, поскольку концентрация вредных выбросов снизится до предельно допустимых значений.

9. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗРАБОТАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ «СТУПИЦА» ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕСТОВ НА ТЕМУ: «МАШИННЫЕ МЕТОДЫ УПЛОТНЕНИЯ СМЕСИ»

Целью методической части дипломной работы является разработка контрольных заданий и урока теоретического обучения по теме: «Машинные методы уплотнения смеси» для подготовки квалифицированных рабочих по профессии «Контролер металлургического производства».

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- изучить тарифно-квалификационную характеристику контролера металлургического производства 3 и 4 разряда;
- проанализировать Федеральный государственный образовательный стандарт начального профессионального образования по профессии «Контролер металлургического производства»;
- предложить и обосновать перечень и объемы предметов теоретической подготовки общепрофессионального и профессионального циклов;
- выбрать предмет, рассмотреть его тематический план и выбрать тему для разработки урока теоретического обучения;
- разработать средства обучения (тесты) для изучения выбранной темы;
- разработать конспект урока по выбранной теме.

9.1. Изучение квалификационной характеристики для профессии «Контролер металлургического производства»

Спроектированный сталелитейный цех мощностью 35000 тонн годного литья в год, оборудован современным технологическим оборудованием, которое необходимо для получения литья высокого качества, отвечающего всем требованиям конкурентоспособной продукции.

Большое значение в технологическом процессе выпуска отливок уделяется контролю качества металла и полученных отливок. Так как от

качества металла зависит качество отливок и, соответственно, увеличение конкурентоспособности товара на рынке, для данной работы требуется достаточно квалифицированный персонал.

Существует документ ЕТКС [22], в котором содержатся характеристики по каждой рабочей профессии и по каждому квалификационному разряду. В нем даются сведения о том, что должен знать, уметь, и выполнять рабочий по данной профессии и разряду.

Были рассмотрены характеристики для контролера металлургического производства 3 и 4 разрядов.

Знания и умения, необходимые для присвоения 3 или 4 разряда представлены таблице 58 [22].

Таблица 58 – Характеристика знаний и умений контролера металлургического производства

Разряд	Знания	Умения
3	Технологический процесс производства на обслуживаемом участке; устройство и правила технической эксплуатации применяемых контрольно-измерительных приборов и инструментов; правила отбора проб для анализов и испытаний.	Контроль проб жидкого чугуна и стали, угля, шихты, кокса, химических продуктов, поступающего сырья, полуфабрикатов и топлива. Контроль посадки и выдачи металла из нагревательных устройств по размерам, маркам стали и плавкам, правильности резки, взвешивания металла и готовой продукции, другие виды контроля на небольших производственных участках. Контроль наружной поверхности и шаблонировка, проверка правильности маркировки и окраски металла и труб в соответствии с государственными стандартами и техническими условиями. Перископный и стилоскопный контроль качества металла и труб. Контроль марок стали искрой. Подготовка продукции для осуществления технического контроля: взвешивание, кантовка, штабелировка и т.д. Учет отобранных труб, их маркировка и заполнение рапортов испытаний.

		Ведение учета готовой продукции на обслуживаемом участке и оформление необходимой документации.
4	Физические и химические свойства контролируемых полуфабрикатов, сырья, топлива и готовой продукции; требования государственных стандартов, предъявляемые к качеству продукции в экспортном исполнении.	Поточный контроль технологических операций производства и отделки черных металлов и труб. Контроль качества угля, шихты, кокса и химических продуктов. Выборочный контроль качества промежуточных продуктов. Контроль качества сварных швов методом рентгенотелевизионного контроля. Приемка и контроль качества выпускаемой продукции, контроль качества металла и труб методом дефектоскопии. Разбраковка, аттестация и отгрузка готовой продукции в соответствии с техническими условиями и государственными стандартами. Контроль правильности ведения испытаний продукции, отбора проб для производства анализов и испытаний сырья, полуфабрикатов, топлива, огнеупорных материалов и готовой продукции. Выявление брака или выпуска готовой продукции пониженного качества, нарушений технологических инструкций и уведомление об этом контролера более высокой квалификации или мастера отдела технического контроля.

Контролеры 4 разряда выполняют более квалифицированную работу. Наряду со знаниями ведения контроля за качеством сырья, полуфабрикатов, готовой продукции контролер 4 разряда должен обладать знаниями и опытом работы по контролю на более сложном оборудовании. Контролер 4 разряда исследуя образцы готовой продукции анализирует дефекты и готовит предложения для их устранения вышестоящему работнику.

Контролер 4 разряда осуществляет свою деятельность на более крупном производстве.

9.2. Рабочий учебный план подготовки контролеров металлургического производства в условиях СПО.

Нами был рассмотрен учебный план для подготовки рабочих по профессии «Контролер металлургического производства» [24]. В рабочем учебном плане дается перечень предметов, определяется порядок и последовательность их изучения, указывается количество часов, перечисляются экзамены, устанавливается режим учебных занятий и структура учебного года.

Рассмотренный рабочий учебный план не нуждается в доработке, так как в нем выполняются следующие дидактические принципы:

- систематичность обучения (все предметы обладают непосредственной связью, выполняется за счет увеличения числа предметов и уменьшения объема часов);
- последовательность (от основ теории к практике, от основных к специальным знаниям);
- профессиональная мобильность, т.е. широта дисциплин, гуманитарная, научная и техническая подготовка;
- принцип научности (наличие фундаментальных дисциплин);
- принцип информатизации;
- принцип информационной насыщенности, т.е. многообразие дисциплин, использование резервов времени, факультативы;
- принцип гуманизации (многосторонняя подготовка, отсутствие перегрузки, бережное отношение к учащимся).

Проанализировав рабочий учебный план, мы выделили ряд учебных дисциплин, которые могут опираться на материалы дипломного проекта. Рассмотрев тематические планы дисциплины: «Литейное производство» (таблица 59), мы выбрали тему урока максимально связанную с материалами дипломного проекта: «Технология изготовления песчаных форм и стержней».

Таблица 59 – Тематический план дисциплины «Литейное производство»

№	Темы	Количество часов
1	Введение	2
2	Общие сведения о процессах получения отливок	4
3	Литейная оснастка	2
4	Формовочные материалы и смеси	2
5	Технология изготовления песчаных форм и стержней	6
6	Технология чугунного и стального литья, заливки литейных форм, обработки отливок	10

Тема «Технология изготовления песчаных форм и стержней» непосредственно связана с производством отливки «Ступица», так как способом производства отливки является литье в разовую форму с применением четырех стержней.

Количество часов на изучение выбранной темы сокращать не следует, так как контролеры металлургического производства должны подробно изучить технологию изготовления форм и стержней, чтобы в последующем контролировать технологию изготовления и предупреждать появление брака.

Для составления урока выбираем тему: «Машинные методы уплотнения смеси», так как на нашем предприятии формовка осуществляется при помощи специального формовочного оборудования.

9.3. Разработка тестов для урока

Для проведения урока необходимы средства обучения, исходя из этого, нами были разработаны тесты для урока по теме: «Машинные методы уплотнения смеси». В качестве средств обучения выступили разработанные нами карточки с заданиями и бланки для ответов. Перед началом работы нужно отобрать соответствующий учебный материал.

Содержание тестов включают те вопросы, которые с точки зрения подготовки специалиста имеют практическое значение в развитии его умений и навыков. Выполнение учащимся тестов направлено: на обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин математического и общего естественнонаучного, общепрофессионального и специального циклов; на выработку при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность.

Тесты должны быть организованы так, чтобы учащийся проявил активность, и направил ее на раскрытие существующих сторон изучаемой темы.

Чтобы разработать тесты, мы опираемся на учебное пособие «Методика профессионального обучения» Н.Е. Эргановой [26]. В выбранном литературном источнике описывается следующая классификация тестов:

В тестах первого уровня выполняется алгоритмическая репродуктивная деятельность с подсказкой, так как правильный ответ содержится в самом задании.

1. Тесты на опознание. В них одна существенная операция — выбор из альтернативы «ДА» - «НЕТ»;

2. Тесты на различие. Этот вид тестов отличается от тестов на опознание тем, что их выполнение осуществляется в условиях поиска, создаваемого рядом стоящими вариантами ответов;

3. Тесты-классификации. В них соединены несколько тестов на различие.

В тесты второго уровня включаются специальные задания для проверки знаний, позволяющие воспроизвести информацию по изучаемым учебным элементам без опоры на помощь и подсказку извне.

1. Тесты подстановки. В них, как правило, бывают пропущены ключевые понятия, фразы, формулы или другой какой-либо существенный элемент текста;

2. Конструктивный тест. В него включаются задания, требующие самостоятельного конструктивного ответа: воспроизвести формулировку; дать характеристику; написать формулу; проанализировать явление;

3. Тест-типовая задача. Содержит условия, необходимые для решения, то есть данные и требования того, что необходимо найти в ходе решения задачи.

Тесты третьего уровня используются тогда, когда требуется определить умение учащихся выполнять предварительные преобразования с условиями задачи и методиками их решения.

1. Тест-нетиповая задача. Решение нетиповой задачи состоит в сведении ее к типовой задаче путем преобразования известных формул или нахождения алгоритма решения;

2. Тест «черный ящик». В него, как правило, включена проблемная ситуация, решение которой содержится в известных для учащихся материалах.

Тестирование будет проводиться на этапе первичного закрепления пройденного материала в следующей последовательности: выдача карточек с вопросами и листов для ответов; описание порядка выполнения работы; оговорить количество времени, отведенное на выполнение заданий; сбор листов с ответами.

Карточки с тестами составлены для одного варианта, первого и второго уровня, вопросы размещены по возрастанию трудности, чтобы исключить потерю времени на сложную задачу в начале испытания. Вопросы выбраны несложные, соответствующие пройденной теме, поэтому на тестирование отводится 10 минут. Всего в тесте 10 вопросов, что облегчает преподавателю проверку и выставление оценок. Вопросы в тестах затрагивают только одну тему, так как в данном случае осуществляется текущий, а не итоговый контроль знаний. Тесты на различие разработаны с четырьмя-пятью вариантами ответов, чтобы снизить вероятность угадывания правильного ответа и при этом исключить из теста очевидно неправильные ответы. В карточку с заданиями включена инструкция по выполнению тестов.

Контрольные задания представлены в приложении работы (приложение А)

9.4. Разработка методики и фрагмента плана-конспекта урока по предмету ««Литейное производство» при обучении контролеров металлургического производства

Для обоснования необходимости данного средства обучения мы приводим описание его применения. В качестве описания предоставлен фрагмент конспекта урока (таблица 60).

План-конспект урока:

1. Профессия – контролер металлургического производства.

2. Курс 1.

3. Предмет - литейное производство.

4.Тема программы - «Технология изготовления песчаных форм и стержней».

5. Тема урока: «Машинные методы уплотнения смеси».

6. Тип урока: комбинированный. Общее время урока — 45 минут.

7. Методы обучения (основные): по источнику знания - словесные (рассказ-объяснение), наглядные (изобразительные), по организации познавательной деятельности - объяснительно-иллюстративный.

8. Цели урока:

Образовательная - ознакомить учащихся с машинными методами уплотнения смеси, их преимуществами и недостатками.

Воспитательная - воспитывать интерес к будущей профессии, дисциплину.

Развивающая - развивать внимание, память, способность систематизировать факты.

Структура урока:

- Организационный момент- 2 мин.
- Мотивация- 1мин.
- Проверка домашнего задания- 5 мин.
- Подготовка к восприятию нового материала - 1 мин.
- Целеполагание - 1 мин.

- Актуализация- 2 мин.
- Изложение нового материала- 18 мин.
- Первичное закрепление нового материала- 12 мин.
- Подведение итогов- 2 мин.
- Выдача домашнего задания- 2 мин.

Таблица 60 – Фрагмент плана-конспекта урока

Этапы урока, затраты времени	Содержание учебного материала	Описание методики осуществления учебных действий
Первичное закрепление 10-12 минут	Мы завершили рассмотрение пунктов нашего плана урока и самое время перейти к проверке ваших знаний. Сейчас мы проверим, как вы усвоили сегодняшний материал урока. Для этого я проведу тестирование. Я раздам вам карточки с вопросами и листы для ответов, а вы подпишете на листах фамилию и группу и начнете отвечать. На карточках отмечать правильные ответы не нужно. На выполнение задания отводится 10 минут. В карточке с заданиями 10 вопросов. Вы внимательно читаете инструкцию к заданиям, и пишите выбранный вариант на листе для ответов. Вы получили карточки и листы. Если готовы, можете приступать к выполнению задания. Как только вы закончите, я соберу листы с ответами и карточки, проверю и озвучу результаты.	Перейти к закреплению материала. Рассказать, объяснить, как будет происходить проверка усвоенного материала. Сообщить о времени выполнения задания. Кратко рассказать из чего состоят тестовые задания. Объяснить, как отвечать на вопросы тестов, как заполнять бланк ответов. По ходу объяснения следить за дисциплиной. Выдать карточки каждому учащемуся. Во время проведения тестирования хожу по аудитории, поддерживаю дисциплину. После того, как учащиеся ответят на вопросы, собрать бланки и сообщить, когда будут известны результаты теста.

В итоге мы пришли к следующим результатам работы:

• Изучили квалификационную характеристику для профессии «Контролер металлургического производства», используя ЕТКС (Единый тарифный квалификационный справочник);

• Выбрали тему «Машинные методы уплотнения смеси», при изучении которой возможно использование материалов дипломного проектирования;

• Разработали средства для проведения контроля на уроке - тесты на выбранную нами тему по предмету, в котором максимально будут полезны результаты дипломного проектирования;

• Разработали методику применения тестов для проверки знаний в виде фрагмента урока на этапе первичного закрепления. Описали процесс проведения тестирования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте был разработан цех стального литья производительностью 35 тыс. тонн в год. Проведен расчет технологического оборудования, стержневых и формовочных материалов, расчет шихты. По результатам вычислений было выбрано оборудование и технологические материалы, обеспечивающие качество продукции. В данном проекте предусмотрено внедрение автоматизированного и механизированного оборудования с применением прогрессивных технологических процессов, что позволяет повысить качество литья, точность отливок, практически исключить ручной труд, уменьшить расход металла, электроэнергии, снизить затраты труда, повысить производительность, минимизировать вредное воздействие на окружающую среду.

Разработана планировка нового цеха. В экономической части проекта произведен расчет численности рабочих, себестоимости продукции, проведен анализ коммерческой эффективности проекта. Также в проекте предусмотрены мероприятия по охране труда и окружающей среды, которые уменьшают выбросы и вредное влияние на окружающую среду и рабочих.

В методической части разработаны средства обучения для рабочих по профессии «Контролер металлургического производства».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Методические указания к дипломному проектированию: В 4 ч./ Сост. Б. С. Чуркин, Э. Б. Гофман.:Свердл. инж.-пед. ин-т. Свердловск, ч 1. 1989.-88с.

2. ГОСТ 26645-85. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. Введ.01.07.88.- М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1990.-17с.

3. ГОСТ 977-88. Отливки стальные. Общие технические условия. Введ. 01.01.90. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1989.-25 с.

4. Гофман Э. Б., Панчук А. Г. Курсовое проектирование по дисциплинам «Технология литейного производства» и «Металлургическая теплотехника и печи»: Учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф. пед. ун-та, 2002. – 104 с.

5. Воскобойников В. Г., Кудрин В. А. Якушев А. М. Общая металлургия. М.: Металлургия, 1979. -315 с.

6. Чуркин Б.С, Гофман Э.Б., Майзель С.Г. Технология литейного производства: Учебник. / Под ред. Б. С. Чуркина. - Екатеринбург: Уральский государственный профессионально-педагогический. университет, 2000.-662с.

7. Основы проектирования литейных цехов и заводов. Учебник для вузов./ под ред. Кнорре Б. В. – М.: Машиностроение, 1979. -376 с.

8. Чуркин Б.С. Экономика и управление производством: Учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 1999. - 91с.

9. Охрана труда в машиностроении/ Под ред. Юдина Е. Я., Белова С. В. – М.: Машиностроение, 1983.-432 с.

10. СНиП 41-01-03. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. Введ. 01.01.204 – м.: Изд-во стандартов, 2003. -42 с.

11. СН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. -20 с.

12. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий, на территориях жилой застройки. М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997**.-20**с**.**

13. СН 2.2.4./2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997**.-30** с**.**

14. ГОСТ 12.1.011-89. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация. Введ.01.01.89. - М.: Изд-во стандартов, 1990. - 62с.

15. СНиП 23-05-95*. Естественное и искусственное освещение. М.: Министерство строительства Российской Федерации, 2001. -48 с.

16. СНИП 2.01.02-85. Пожарная безопасность зданий и сооружений./ Госстрой России. М. ГУПЦПП изменен №1 и №2. 2002. -16 с.

17. ГОСТ 12.1.019-96 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. Введ.01.01.96. -М: Изд-во стандартов, 1997. - 11с.

18. ГОСТ 12.1.030-96 ССБТ. Электробезопасность, защитное заземление, зануление. Введ.01.01.96. - М.: Изд-во стандартов, 1997. - 9с.

19. Атаманюк В. Г., Ширяев Л. Г., Акимов Н. И. Гражданская оборона. – М.: Высшая школа, 1986. 2007 с.

20. Методические указания для выполнения раздела «Экологическая безопасность» дипломного проекта и дипломной работы. – Екатеринбург, 2005. – 17 с.

21. Природоохранные мероприятия в металлургии: Учеб. пособие/В. Л. Советкин, Г. Ю. Ярошенко, С. В. Карелов и др.; под ред. Ю. Г. Ярошенко. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ – УПИ, 2004. 241 с.

22. Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих. М.: Экономика, 2003. – 520 с.

23. Федеральный государственный образовательный стандарт начального профессионального образования по профессии «Контролер металлургического производства. Введ. 01.01.2010.

24. ФГОС СПО по профессии 150400.02 «Контролер металлургического производства», приказ №812 от 02.08.2013 (в ред. Приказа Минобрнауки России от 09.04.2015 № 390).

25. Жученко А. А., Смирнова Н. А. Практикум по «Методике профессионального обучения»: Учебное пособие. Часть1. /Под ред. А. А. Жученко. – Екатеринбург, 2003. -84 с.

26. Эрганова Н. Е. Методика обучения: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Н. Е. Эрганова.-М.: Издательский центр «Академия», 2007. -160 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Тестовые задания для проверки усвоения материала по теме: «Машинные методы уплотнения смеси»

В заданиях типа «Ответьте на вопрос» нужно ответить «Да» или «Нет». В заданиях типа «Выберите правильный(ые) вариант(ы) ответа» нужно выбрать один или несколько правильных вариантов ответа. В заданиях типа «Сопоставьте понятия» нужно соотнести понятия из первого столбца с понятиями из второго столбца. В заданиях типа «Дополните» нужно дописать недостающие слова.

1. Ответьте на вопрос:

   Является ли прессование наиболее универсальным и простым методом машинной формовки?

2. Ответьте на вопрос:

   Применяется ли пескодувный процесс при формовке стержней?

3. Выберите правильный вариант ответа:

   К какому виду формовочного оборудования относятся пескометы?

   а) ручному;

   б) пневматическому;

   в) механическому;

   г) гидравлическому;

   д) электромагнитному.

4. Выберите правильный вариант ответа:

   Процесс вибрации при вибропрессовании сочетается с процессом:

   а) встряхивания;

   б) верхнего прессования;

   в) нижнего прессования;

   г) пескодувным процессом.

5. Выберите правильные варианты ответа:

В условиях какого производства целесообразно применять машинную формовку:

а) единичного;

б) мелкосерийного;

в) серийного

г) крупносерийного;

д) массового.

6. Выберите правильный вариант ответа:

Не обеспечивает равномерного давления прессования:

а) гибкая диафрагма;

б) прессовая колодка;

в) многоплунжерная голвка.

7. Сопоставьте понятия:

а) сырая форма	1) упрочнение происходит самопроизвольно
б) сухая форма	2) упрочнение до определенной глубины
в) подсушенная	3) влага удаляется из всей формы
г) ХТС	4) не подвергается упрочнению

8. Дополните:

Основными методами машинной формовки следует считать:

1) _____ ;

2) _____ ;

3) _____ .

9. Дополните:

Процессы машинной формовки ведутся на основе тщательной разработки _____.

.

Эталоны ответов:

1. Нет;

2. Да;

3. в;

4. б;

5. в, г, д;

6. б;

7. а-4, б-3, в-2, г-1;

8. Формовка в парных опоках, безопочная формовка, пескометная формовка.

9. Технологии.