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.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВОК ИЗ СТАЛИ ДЛЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ С ГОДОВЫМ ВЫПУСКОМ 20 000 тонн

Исполнитель:
Обучающийся(аяся)
группы ЗМП–404с _____ С.В. Хасьянова
(подпись) (Ф.И.О.)

Руководитель _____ М.В. Ведерников, ст. преподаватель
(подпись) (Ф.И.О., ученая степень, звание)

Консультант
методического раздела _____ Ю.А. Бекетова, к.п.н., доцент
(подпись) (Ф.И.О., ученая степень, звание)

Нормоконтролер _____ Ю.И. Категоренко,д.т.н., доцент
(подпись) (Ф.И.О., ученая степень, звание)

Екатеринбург 2018

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 127 страницах, содержит 1 рисунка, 55 таблиц, 38 источников литературы, а также 2 приложения на 4 страницах.

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

Объект исследования – _____.

Предмет исследования – _____

Цель работы – Организация технологического процесса изготовления отливок из стали для машиностроения с годовым выпуском 20000 тонн

Основные задачи:

1. Выбор технологического оборудования для выпуска отливок.
2. Разработка технологии изготовления отливки «Корпус».
3. Расчет себестоимости одной тонны годного литья.
4. Разработка мероприятий по охране труда и экологической безопасности.
5. Проектирования тестов на тему: «Виды разовых литейных форм: характеристика, применение».

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 6
1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ 8
1.1. Выбор и обоснование места строительства цеха 8
1.2. Технико-экономическое обоснование и разработка программы цеха 9
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ 12
2.1. Выбор и обоснование технологии изготовления отливок в проектируемом цехе 12
2.2. Материал отливок и его свойства 13
2.3. Выбор способа производства отливок 14
2.4. Формовочные и стержневые смеси 15
2.5. Выбор положения отливки в форме 17
2.6. Выбор припусков на механическую обработку 18
2.7. Обеспечение питания отливки 19
2.8. Конструирование и расчет прибылей 19
2.9. Определение выхода годного 21
2.10. Конструирование и расчет литниковой системы 22
2.11.Выбор конструкции и материала опок 26
2.12 .Модельно - литейная оснастка 27
2.13. Сборка и заливка формы 28
2.14 .Выбивка, обрубка и очистка отливок 29
2.15.Термиеская обработка 30
2.16.Контроль качества 30
2.17. Возможные дефекты и меры их устранения 31
3.Расчет производственных мощностей 35
3.1 .Расчет фондов времени работы оборудования 35
3.2. Плавильное отделение. 36
3.2.1.Выбор плавильного агрегата и обоснование технологического процесса 37

3.2.2.Шихтовые материалы индукционной плавки 38
3.2.3. Расчет количества плавильных агрегатов 40
3.2. 4. Расчет парка ковшей 42
3.3.Формовочно - заливочное - выбивное отделение 43
3.3.1 .Расчет количества формовочного оборудования 44
3.4.Стержневое отделение 46
3.4.1 .Расчет количества стержневого оборудования 49
3.5.Смесеприготовительное отделение 50
3.5.1 .Расчет количества смесеприготовительного оборудования 51
3.6.Отделение финишных операций 54
3.7.Складское хозяйство 58
3.7.1 .Склад шихтовых и формовочных материалов 58
3.8.Вспомогательные отделения цеха 59
4.Экономика и управление производством 61
4.1.Управление персоналом 61
4.2.Проектирование численного и квалифицированного состава работающих 62
4.3.Организация и планирование заработной платы 67
4.4.Разработка системы стимулирования трудовой деятельности 70
4.5.Расчет стоимости основных фондов, амортизационных отчислений 72
4.6.Определение себестоимости продукции 79
4.7.Расчет коммерческой эффективности проекта 82
4.7.1.Показатели эффективности 89
4.7.2.Технико – экономические показатели 90
5. Безопасность и экологичность проекта 91
5.1 .Безопасность труда 91
5.1.1 .Характеристика проектируемого цеха 91
5.1.2.Условия труда 92
5.2. Безопасность при чрезвычайных условиях 103
5.3.Экологичность проекта 104

5.3.1.Характеристика базового проекта 105
5.3.2.Экологическая эффективность проекта при достижении основной цели 106
6. Использование разработанной технологии изготовления отливки «Корпус» для проектирования тестов на тему: «Виды разовых литейных форм: характеристика, применение» 109
6.1.Изучение квалификационной характеристики для профессии «Наладчик формовочных и стержневых машин» 109
6.2.Анализ ГОС НПО по профессии «Наладчик формовочных и стержневых машин» 111
6.3.Выбор и обоснование перечня и объема предметов теоретической подготовки 112
6.4.Разработка средств обучения для урока «Виды разовых литейных форм: характеристика, применение» 115
6.5.Разработка методики и фрагмента плана-урока по предмету «Общая технология литейного производства» при обучении наладчиков формовочных и стержневых машин 117
Заключение 120
Список использованных источников 121
Приложение А 124
Приложение Б 137

ВВЕДЕНИЕ

Литейное производство является основной заготовительной базой машиностроения. Массовая доля литых заготовок в машиностроительных изделиях составляет 30-90% и имеет тенденцию к увеличению [18].

Литьем можно получать отливки любой сложности, массы и конфигурации. Широкое распространение литейного производства объясняется его преимуществами перед другими способами производства заготовок (ковка, штамповка).

В настоящее время существует несколько десятков методов получения отливок, но основным способом изготовления остается литье в песчаные (разовые) формы. В разовых формах из песчано-глинистых смесей можно получать отливки весьма сложной конфигурации массой от нескольких граммов до десятков тонн из различных сплавов как в условиях единичного, так и серийного, и массового производства. Это объясняется относительной простотой технологического процесса, дешевизной используемых материалов, достаточной точностью отливок, хорошей чистотой поверхности, возможностями механизации и автоматизации процесса их изготовления. Отливки с такими характеристиками широко используются в машиностроении, моторостроении, автомобилестроении, при производстве предметов широкого потребления.

Целью дипломного проекта является разработка нового, более производительного, безопасного и экологичного технологического процесса изготовления отливок для машиностроения, обеспечивающего высокое качество литых заготовок. Целью методического раздела дипломного проекта является разработка средств обучения для профессии «Наладчик формовочных и стержневых машин». Для достижения поставленных целей нам необходимо решить следующие задачи:

– выбрать технологический процесс изготовления отливок;

– рассчитать производственную программу цеха;

– выбрать режим работы цеха и рассчитать фонды времени;

– разработать новую технологию изготовления отливки «Корпус»;

– произвести расчет производственных мощностей;

– выполнить экономические расчеты;

– учесть требования к безопасности и экологичности проекта;

– разработать средства обучения для рабочих по профессии «Наладчик формовочных и стержневых машин».

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Выбор и обоснование места строительства цеха

Одним из важнейших условий подъема экономики является правильное размещение производительных сил по территории России.

Проектируемый цех предназначен для изготовления отливок из стали, используемых в машиностроении.

Важнейшие принципы размещения промышленных предприятий:

- равномерное размещение производственных сил по территории страны;
- приближение промышленности к источникам сырья, топлива, энергии, к местам потребления готовой продукции;
- рациональное распределение между экономическими районами с целью наиболее полного использования природных ресурсов и комплексного развития экономических районов;

При выборе местоположения литейного цеха необходимо учитывать наличие и близость сырьевых баз и энергоресурсов, воды и природного газа и близость мест сбыта готовой продукции.

С учетом этого, строительство цеха по производству стальных отливок предусматриваем в городе Екатеринбурге.

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

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

1.2. Технико-экономическое обоснование и разработка программы цеха

Проектируемый цех по выпуску стальных отливок входит в состав предприятия и обеспечивает производство литыми заготовками в соответствии с номенклатурно-календарными планами выпуска отливок.

Производительность цеха 20000 т отливок в год, развес литья от 20кг до 1000кг. Тип производства - серийный.

В условиях серийного производства принимаем условную производственную программу отливок и распределяем их по массовым группам.

Цех имеет в наличии свободные мощности, поэтому в состоянии организовать выпуск отливок на рынок. В связи с этим возникает необходимость решения следующих задач:

- определение количества выпускаемых отливок, пользующихся спросом на рынке, то есть отливок, на которые можно найти заказчиков;
- определение количества выпускаемых отливок;
- проведение соответствующей ценовой политики;
- проведение рекламы и мероприятий по продвижению отливок на рынок.

В проектируемом цехе вся номенклатура отливок разделяется на следующие группы:

1 группа- отливки массой от 20 до 100 кг;

2 группа -отливки массой от 101 до 200 кг;

3 группа -отливки массой от 251 до 500 кг;

4 группа –отливки массой от 501 до 1000 кг.

На основании разбивки отливок по массе и имеющимся сведениям об отливках составляем производственную программу цеха (таблица 1).

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ

2.1. Выбор и обоснование технологии изготовления отливок в проектируемом цехе

В проектируемом цехе ручной труд использоваться не будет. Изготовление форм и стержней будет производиться на автоматизированном формовочном и стержневом оборудовании, выплавка стали будет осуществляться в индукционных печах переменного тока, что позволит повысить производительность труда, улучшить качество отливок и значительно улучшить условия труда.

Так как для работы детали не требуется специфических свойств (например, коррозионной стойкости, жаропрочности, жаростойкости и т. д.), то выбираем в качестве материала отливки углеродистую сталь 35Л.

Изготовление отливки будет производиться с помощью формовочной машины фирмы DISA FLEX (Дания) в опоках с габаритными размерами 1200x1000x400/400 мм.

Стержни будут изготовляться из жидкостекольной смеси с помощью стержневой машины фирмы FRITZ HANSBERG (Италия) в стержневых ящиках с габаритными размерами 600x800x500 мм.

Изменение технологического процесса изготовления отливки «Корпус» позволит:

- частично исключить ручной труд;
- уменьшить трудоемкость изготовления отливок;
- повысить эксплуатационные характеристики отливок;
- улучшить условия труда:

2.2. Материал отливок и его свойства

Выбор материала отливки осуществляем по заданному комплексу механических свойств, специфических требований к литейным свойствам, физических характеристик и по характеру нагрузки и износа материала детали с учетом ее конфигурации и назначения. При этом отдаем предпочтение обыкновенным сталям.

Выбираем в качестве материала отливки углеродистую сталь 35Л, ГОСТ 977-88 [29]. Состав и свойства стали 35Л приведены в таблице 2.

Деталь выполняется из такого материала как сталь 35Л. Сталь для отливок обыкновенная используется для изготовления деталей сварно-литых конструкций и других деталей, работающих при температуре от - 40 до 450°С под давлением: траверсы, буксы, крышки цилиндров, плиты настильные, рамы рольгангов и тележек, мульды, корпусы подшипников, станины прокатных станов, шкивы, поршни.

Таблица 2 - Химический состав стали 35Л

Химический элемент	Состав в материале
C	0,32-0,4
Mn	0,45-0,9
Si	0,2-0,52
Ni	Не более 0,3
Cr	Не более 0,3
Cu	Не более 0,3
S	Не более 0,045
P	Не более 0,04

Линейная усадка 1,5%.

Физические свойства:

- коэффициент теплопроводности 51 В/(м·К);

- плотность материала 7830 кг/$м^3$;
- удельная теплоемкость материала – 470 Дж/(кг·град).

Механические свойства:

- предел кратковременной прочности $\sigma_в$= 500 МПа;
- предел текучести $\sigma_т$ = 280 МПа;
- ударная вязкость - 350 кДж/см$^{2;}$
- относительное сужение – 25 %;
- относительное удлинение – 15%.

Технологические свойства:

- свариваемость - ограниченно свариваемая.
- склонность к отпускной способности - не склонна;
- флокеночувствительность - не чувствительна.

2.3. Выбор способа производства отливки

При выборе способа производства отливок будем основываться на таких факторах, как качество получаемой отливки, ее массу, серийность и назначение. Для нашей отливки имеем: по весовой группе отливка легкая (105 кг), отливка ответственного назначения (отливка, испытываемая на прочность, работает при статических нагрузках, а также в условиях трения скольжения), серийное производство.

Следовательно, выбираем способ производства отливки – литье в песчано-глинистые формы. Это наиболее распространенный способ изготовления отливок для серийного производства.

Изготовление формы целесообразно проводить машинной формовкой, с применением металлической модели и металлической оснастки (опок и модельных плит). Машины позволяют механизировать две основные операции формовки: уплотнение смеси в опоке и извлечение модели из формы, а также некоторые вспомогательные (устройство литниковых каналов, поворот опок и т. д.). При механизации процесса формовки улучшается качество уплотнения,

возрастает точность размеров отливки, резко повышается производительность труда, облегчается труд рабочего, и улучшаются санитарно-гигиенические условия труда в цехе, уменьшается брак.

2.4. Формовочные и стержневые смеси

Для получения качественных отливок в песчаных формах большое значение имеет материал, из которого изготовлена форма. Заданные свойства формовочных смесей и форм обеспечиваются, прежде всего, посредством выбора соответствующих формовочных материалов.

К основным формовочным материалам относятся наполнители и связующие. Формовочная смесь, образуя литейную форму, испытывает в процессе затвердевания в ней отливки сложные термические, механические и физико-химические воздействия.

Наполнители, образующие каркас смеси, должны удовлетворять следующим требованиям:

- высокая огнеупорность, так как температура плавления наполнителя должна быть выше температуры плавления заливаемого в форму металла;
- минимальная газотворность;
- низкая себестоимость;
- низкое содержание вредных примесей.

В качестве наполнителя смесей используем кварцевые пески.

Связующие материалы предназначены для обеспечения сил связи между зернами наполнителя в формовочной и стержневой смесей. Для того чтобы смесь имела достаточные механические и технологические свойства, связующие должны удовлетворять следующим требованиям:

- придавать смеси высокую удельную прочность;
- не допускать прилипания смеси к поверхности модели или стержневого ящика;
- обеспечить получение качественной поверхности отливок без пригара;

- обеспечить максимальную газопроницаемость.

Формовочную смесь изготовляют с использованием отработанной смеси, т.е. смеси, выдержавшей несколько заливок. Максимальное использование отработанных смесей в литейном производстве обусловлено не только экономическими и технологическими соображениями, но и необходимо и с экологической точки зрения, так как многие смеси содержат вредные вещества и хранение их в отвалах недопустимо.

В качестве формовочной смеси будем использовать единую формовочную смесь.

Состав и характеристики единой формовочной смеси приведены в таблице 3 [18].

Для стержней используем жидкостекольную самотвердеющую смесь (СЖС) вместо песчано-глинистой.

Жидкостекольные смеси нетоксичны, обладают хорошей податливостью. На стальном литье при их применении получается легкоудаляемый пригар, даже без окраски формы. К недостаткам этих смесей следует отнести их плохую выбиваемость и затрудненную регенерацию. Принципиальный путь улучшения выбиваемости связан с уменьшением расхода жидкого стекла и с повышением его модуля, одновременно обеспечивается также существенное улучшение условий регенерации отработанных жидкостекольных смесей. Решение этой задачи возможно за счет получения новых высокоэффективных отвердителей, а также добавок, обладающих упрочняющим действием при отверждении и разупрочняющим - при нагреве.

Состав и характеристики стержневой смеси приведены в таблице 4 [18].

Таблица 3– Состав и характеристики единой формовочной смеси

Состав, %			Характеристики				
Оборотная смесь	Кварцевый песок	Каменноугольный порошок	Содержание глинистой составляющей, %	Зерновая группа песка	Влажность, %	Газопроницаемость, ед.	Прочность на сжатие во влажном состоянии, кПа
94,3-92,3	5-7	0,7	7-10	016А	4,0-5,5	40-60	29-49

Таблица 4 – Состав и характеристики стержневой смеси СЖС-1

Массовая доля компонентов, %					Характеристика смеси			
Кварцевый песок	Оборотная смесь	Жидкое стекло	Раствор едкого натра	Прочие	Газопроницаемость, ед	Влажность, %	Прочность во влажном состоянии, кПа	Прочность после продувки CO_2, кПа
95,0-94,7	-	4,0-3,3	0,5-1,5	0,5 мазута	120	3,0	4-7	980-1470

Данные смеси позволят получить отливку «Корпус» с параметрами, отвечающими требованиям заказчика.

2.5. Выбор положения отливки в форме

При выборе положения отливки в форме и плоскости разъема формы необходимо обеспечить соблюдение ряда условий, позволяющих получать качественную отливку при минимальных расходах на ее изготовление.

Выбранное положение отливки в форме обеспечивает:

- направленное затвердевание отливки.
- экономия формовочной смеси.

- надежную установку и фиксацию центрового стержня на знаках в нижней полуформе.

Выбранная поверхность разъема формы обеспечивает:

1) минимальное число разъемов формы;
2) свободное извлечение модели из формы;
3) плоскую поверхность разъема формы.

Подвод металла в форму лучше всего осуществить в нижнюю часть отливки, так будет происходить равномерное заполнение формы. Так как вся отливка выполняется в стержнях – это самый лучший вариант подвода металла, чтобы не размыть стержни. Так же при таком способе подвода металла – металл будет плавно подходить к отливке, а не резко падать.

2.6. Выбор припусков на механическую обработку

Основные припуски на механическую обработку назначают в зависимости от допусков размеров дифференцированно для каждого элемента отливки в соответствии с ГОСТ 26645-86, [30].

- группа сложности отливки – 2;
- максимальный размер отливки – 440 мм;
- способ литья – литье в песчаные формы;
- вид сплава – сталь 35Л.

Исходя из выше перечисленных показателей класс точности отливки – 7-13т-2-5 (где 7 – класс точности размеров отливки, 13т – класс точности массы, 2 – степень коробления, 5 – ряд припусков на механическую обработку).

Припуски на механическую обработку для отливки «Корпус» приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Допуски и припуски на механическую обработку для отливки «Корпус»

Размер (диаметр), мм	Допуск, мм	Припуск, мм
160	3,2	5,0-6,5
255	3,01-4,0	5,0-6,5
265	4	5,0-6,5
440	4,4	5,5-7,5

2.7. Обеспечение питания отливки

Из теории литейных процессов известно, что объемные изменения, происходящие при затвердевании сплава (усадка сплава), могут привести к образованию объемных усадочных дефектов в отливках. Для того чтобы избежать их возникновение, необходимо обеспечить компенсацию объемной усадки во всех участках отливки путем беспрепятственной доставки к ним необходимых объемов жидкого металла из прибыли. Процесс компенсации объемной усадки называется питанием отливки.

Для осуществления эффективного питания отливки необходимо обеспечить направленное к прибыли затвердевание отливки, при этом должны выполняться два условия:

- по мере приближения к прибыли продолжительность затвердевания сечений отливки должна монотонно увеличиваться;
- сплав в прибыли должен затвердевать последним.

В тех элементах отливки, где нарушается направленность затвердевания, возникают усадочные дефекты.

2.8. Конструирование и расчет прибылей

Рассчитаем объемы прибылей по формуле Й. Пржибыла:

$V_{приб} = (Vп.у \cdot \alpha_v \cdot \beta)/(1- \alpha_v \cdot \beta)$,

где α_v – коэффициент усадки сплава (для стали α_v=0,045);

β – коэффициент, зависящий от рода сплава и от принятых мероприятий по повышению рабочего давления в прибыли, по теплоизоляции и обогреву прибылей (для прибылей, где рабочее давление ниже атмосферного β=11).

Vп.у. – объем питаемого узла отливки, дм^3.

Рассчитаем объем питаемого узла, который представляет собой сложную форму:

$V_к = 0{,}785(D^2 - d^2)\cdot H$,

$V_{к1}$=0,785(3,52-2,552) ·0,06=0,27 дм^3;

$V_{к2}$= 0,785(2,552-2,412) ·0,56=0,3 дм^3;

$V_{к3}$=0,785 (32-1,52) ·0,73=3,8 дм^3;

$V_{к4}$= 0,785(4,42-1,62) ·0,42=5,5 дм^3;

$V_{к5}$=0,785(4,42-2,652) ·0,07=0,6 дм^3;

$V_{отв1}$=3,14·0,282·0,39·8=0,77 дм^3;

$V_{отв2}$= 3,14·0,022·0,52·12=0,008 дм^3.

$\sum V$=0,27+0,3+3,8+5,5+0,67+0,77+0,008= 11,32 дм^3.

$B_{л.с.} = \sum V\cdot\rho$,

где $\sum V$ – сумма объемов;

ρ – плотность металла (для стали ρ=7,8 кг/дм^3);

$B_{л.с}$ – вес литниковой системы, кг.

$B_{л.с}$ =11,32·7,8=88,3 кг.

Найдем вес заготовки детали:

$В.З.=B_{дет}+B_{л.с.}$,

где В.З. – вес заготовки, кг.

В.З.=105+88,3=193,3 кг.

Рассчитаем объем питаемого узла:

$V_{п.у}.=В.З./\rho$,

где $V_{п.у}$. – объем питаемого узла, дм^3.

$V_{п.у}$.=193,3/7,8=24,8 дм^3.

Объем прибыли будет равен:

$V_{пр}= (V_{п.у}\cdot\alpha_v\cdot\beta)/(1- \alpha_v\cdot\beta)$,

где $V_{пр}$ – объем прибыли, дм^3.

$V_{пр}=(24,8\cdot0,045\cdot11)/(1-0,045\cdot11)=24,3$ дм^3.

Так как используемая прибыль – это закрытая куполообразная цилиндрическая прибыль, то ее высота составит:

$H_{пр} = V_{пр} \cdot4/(3,14 \cdot D^2)$,

где D – диаметр прибыли, дм.

$H_{пр} = 24,3\cdot4/3,14 \cdot 3,82 = 2,14$ дм.

Принимаю высоту прибыли $H_{пр}$=220 мм.

2.9. Определение выхода годного

Коэффициент выхода годного показывает сколько металла, заливаемого в форму, приходится непосредственно на отливку. Выход годного рассчитывается по формуле:

ВГ = В.З./Ж.В.·100 %,

где ВГ – выход годного, %;

Ж.В. – масса жидкого металла, заливаемого в форму, кг.

Ж.В.= $G_{л.с}$+ $G_{приб}$+В.З.,

где $G_{л.с}$ – масса литниковой системы, кг;

$G_{приб}$ – масса прибыли, кг.

Массу прибыли можно вычислить, зная объем прибыли и плотность стали:

$G_{приб}.= V_{приб} \cdot \rho_{ст}$;

$G_{приб} = 24,3 \cdot 7,8 = 175$ кг.

Массу литниковой системы определим следующим образом:

$G_{л.с} = 0,05 \cdot В.З.$;

$G_{л.с} = 0,05 \cdot 193,3 = 9,6$ кг.

Масса жидкого металла, заливаемого в форму:

Ж.В.=10+175+194=379 кг.

Рассчитаем выход годного:

ВГ=194/379·100%=51%

2.10. Конструирование и расчет литниковой системы

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

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

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

Учитывая вышеприведенные требования, а также применяемый сплав – сталь 35Л - выбираем литниковую систему III класса, замкнутую в питателях. Литниковая система III класса состоит из литниковой воронки, стояка, шлакоуловителя и питателей.

Рассчитаем оптимальную продолжительность заливки по формуле Г. М. Дубицкого:

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

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

G – масса жидкого металла, заливаемого в форму (Ж.В.), кг;

δ – преобладающая толщина стенки отливки, мм (для нашей отливки δ = 20 мм).

Находим значение оптимальной продолжительности заливки:

$$\tau_{опт}=1,6\cdot\sqrt[3]{379\cdot 20}=139,2 \text{ с.}$$

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

$$V_{ср}=C/\tau_{опт},$$

где C – высота отливки по положению при заливке с учетом прибылей, мм. В нашем случае C = 470 мм;

$$V_{ср} = 470/139,2 = 3,4 \text{ мм/с.}$$

Рассчитаем величину гидростатического напора в литниковой системе:

$$H_р = H_о - P^2/2C,$$

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

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

Для нашей отливки: $H_о$ = 400 мм, P = 90 мм, C = 470 мм. Следовательно, величина гидростатического напора будет равна:

$H_р = 40 – 9^2/2 \times 47 = 4$ см.

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

$$\omega_{уз} = \frac{G \times 1000}{\tau_{опт} \times \rho \times \mu \times \sqrt{2 \times g \times Hp}},$$

где ρ – плотность сплава (для стали ρ = 7,8 г/см^3);

μ – коэффициент расхода литниковой системы (для данной отливки μ = 0,5).

С учетом приведенных значений находим площадь узкого места системы:

$\omega_{уз}$=379·1000/(139·7,8·0,5·√2·981·4)=7,8 см^2

Для стальных отливок узким местом литниковой системы является площадь сечения питателя.

Примем следующее соотношение площадей элементов системы:

$\omega_{уз} : \omega_{шл} : \omega_{ст.н.}$= 1:1,2:1,4,

где $\omega_{уз}$ - площадь питателей, см^2;

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

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

Так как для отливки потребуется два питателя, то площадь сечения одного питателя будет равна:

$\omega_{пит} = \omega_{уз}/2$;

$\omega_{пит}$ = 8/2 = 4 см^2.

Таким образом, площадь сечения стояка будет равна:

$\omega_{ст.н} = 1,4 \times \omega_{уз}$;

$\omega_{ст.н} = 1,4 \times 8 = 11,2$ см^2.

Диаметр стояка внизу определим по формуле:

$$D_{ст.н} = \sqrt{\frac{4\,\omega_{ст.н}}{\pi}};$$

$D_{ст.н} = \sqrt{(4 \cdot 11,2/3,14)} = 3,78$ см.

Площадь сечения шлакоуловителя будет равна:

$\omega_{шл.} = 1,2 \cdot \omega_{уз}$;

$\omega_{шл} = 1,2 \cdot 8 = 9,6$ см^2,

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

$\omega_{пит} = 0,85 a_{пит}^2$

Находим размер нижнего основания питателя:

$$a_{пит} = \sqrt{\frac{\omega_{пит}}{0,85}};$$

$a_{пит} = \sqrt{(4/0,85)} = 2,17$ см.

Находим размер верхнего основания питателя:

$b_{пит} = 0,8 a_{пит}$;

$b_{пит} = 0,8 \cdot 2,17 = 1,7$ см.

Рассчитаем высоту питателя:

$h_{пит} = 0,9\ a_{пит}$;

$h_{пит} = 0,9 \cdot 2,17 = 1,95$ см.

Находим размеры шлакоуловителя:

$\omega_{шл.} = ((a_{шл} + b_{шл})/2)h_{шл}$

$\omega_{шл} = 0,85a_{шл}^2$

Нижнее основание шлакоуловителя будет иметь размер:

$a_{шл} = \sqrt{(\omega_{шл}/0,85)}$;

$a_{шл} = \sqrt{(9,6/0,85)} = 3,4$ см.

Найдем верхнее основание шлакоуловителя:

$b_{шл} = 0,8a_{шл}$;

$b_{шл} = 0,8 \cdot 3,4 = 2,72$ см.

Рассчитаем высоту шлакоуловителя:

$h_{шл} = 0,9a_{шл}$;

$h_{шл} = 0,9 \cdot 3,4 = 3,06$ см.

2.11. Выбор конструкции и материала опок

Для определения размеров опок будем руководствоваться рекомендациями, изложенной в справочной и технической литературе. В зависимости от массы жидкого металла и толщины стенки отливки выбираем соответствующую толщину песчаной формы от нижней, верхней и боковых стенок отливки, а

также расстояния от прибыли или литниковой системы, обеспечивающие соответствующую прочность формы.

Толщина слоя смеси:

- от верха модели до верха опоки – 90 мм;
- от низа модели до низа опоки – 100 мм;
- от модели до стенки опоки – 60 мм;
- между моделью и шлакоуловителем – 50 мм.

Учитывая данные размеры толщины смеси, а также геометрические размеры отливки и прибылей выбираем опоки ГОСТ 15008-69 с размерами в свету 1200×1000×400 мм; 1200×1000×400 мм [31].

2.12. Модельно — литейная оснастка

Для изготовления песчаных форм используют модели, воспроизводящие геометрию отливки. Формовка осуществляется в специальных литых опоках. Стержни изготавливаются в стержневых ящиках. Все это называется модельно-литейной оснасткой, т.е. средствами технологического оснащения, дополняющим и литейное технологическое оборудование для выполнения определенной части технологического процесса получения отливок.

Для закрепления модели при формовке и установке к столу формовочной машины используем модельные плиты. Модель к плите крепят болтами.

Внутреннюю полость отливки «Корпус» выполняем стержнем. При помощи наружных стержней выполняется внешний контур отливки. Стержневой ящик является приспособлением для получения стержня.

Модельные комплекты при серийном производстве экономически целесообразно изготовить металлическими.

При изготовлении модельного комплекта необходимо учитывать линейную усадку, которая для стали составляет 1,5 %.

Модельно-литейная оснастка, необходимая для изготовления отливки «Корпус» приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Модельно-литейная оснастка

Наименование оснастки	Материал, обозначение
Опоки: - верха (1200 × 1000 × 400); - низа (1200 × 1000 × 400).	 Чугун, ГОСТ 15008-69 Чугун, ГОСТ 15008-69
Подмодельная плита	Сталь, ГОСТ 20117-74
Модель	Сталь, ГОСТ 21087-75
Стержневые ящики	Алюминий, ГОСТ 19370-74 ГОСТ 19371-74 ГОСТ 19374-74
Штыри центрирующий и направляющий.	Сталь, ГОСТ 20122-74

Для отливки «Корпус» будут использоваться три стержня, один из них выполнит всю внутреннюю полость, а два наружных – внешний контур отливки. По ГОСТ 3212-92 определим размеры знаков стержней и уклоны для установки стержней в форму.

Размеры знаков, уклоны стержней, а также зазоры между знаковыми поверхностями и стержнем для отливки «Корпус» приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Размеры знаков, формовочные уклоны, зазоры.

Номер стержня	Размер, мм	Вертикальный знак, мм	Горизонтальный знак, мм	Уклон, град	Зазор, мм
№1	255 D=255	50	55	α=6 β=8 α_1=2	0,6
№2	177	60	45	α=7 β=10 α_1=3	0,6
№3	177	60	45	α=7 β=10 α_1=3	0,6

2.13. Сборка и заливка формы

Сборка литейных форм является заключительной операцией перед заливкой их расплавом, поэтому особое значение имеет контроль всех элементов и материалов, используемых на сборочном участке. Перед сборкой готовые полуформы необходимо продуть сжатым воздухом для удаления остатков смеси и пыли. Перед сборкой стержни необходимо тщательно проверить на отсутствие

сколов и обломов. Стержни и полуформы с дефектами на сборку не допускаются.

Нижняя и верхняя полуформы, соединяясь, образуют литейную форму. Но перед этим на верхнюю полуформу устанавливается литейная чаша, а в нижнюю полуформу устанавливается стержень.

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

Температурный режим заливки формы оказывает влияние на скорость и направленность процессов кристаллизации отливки.

Назначение температуры заливки заключается в определении таких предельных допустимых интервалов температуры заливаемого металла, отклонение от которых может существенно влиять на качество отливки.

Сталь будет выплавляться в индукционной печи. Отливку «Корпус» будут заливать сталью с температурой 1530 -1580°С из поворотного ковша емкостью 0,5т.

2.14. Выбивка, обрубка и очистка отливок

Чем выше температура выбивки, тем короче технологический цикл изготовления отливки и больше производительность формовочно-заливочного участка. Однако высокая температура выбивки нежелательна из-за опасности разрушения отливки, образования дефектов и ухудшения ее качества. Вблизи температуры кристаллизации металлы имеют низкие прочностные и пластические свойства, поэтому опасность разрушения особенно велика. На воздухе отливка охлаждается быстрее, чем в форме. При этом неравномерность охлаждения массивных и тонких частей отливки усиливается и возрастает уровень внутренних напряжений в отливке. Ранняя выбивка может привести к образованию горячих трещин, короблению и сохранению в отливке высоких остаточных напряжений.

Длительная выдержка отливки в форме с целью охлаждения до низкой температуры нецелесообразна с экономической точки зрения, так как удлиняется технологический цикл изготовления отливки. Поэтому выбивку необходимо производить при максимально допустимой температуре.

Выдержав залитую форму 1,0 час, ее выбивают на выбивной решетке. После выбивки смеси из формы, отливку извлекают из опоки и передают в отделение финишных операции, где она проходит следующие операции: очистку, обрубку, термическую обработку, зачистку и сдачу.

2.15. Термическая обработка отливок

Отливки в литом состоянии имеют крупнозернистую структуру, высокую твердость, низкие прочностные и пластические свойства. В них сохраняются значительные внутренние напряжения. Структура и свойства отливок могут быть значительно улучшены посредством термической обработки.

Для данной отливки будем применять термическую обработку в два этапа:

1. Нормализация – для уменьшения зерна, за счет чего повысится пластичность и вязкость. Нормализация отливки приведет также к увеличению прочности за счет увеличения дисперсности ферритно-цементитной структуры. Температура нагрева A_3+(30-50°C), то есть 860-880°C. Охлаждение отливки проводится на воздухе.

2. Высокий отпуск – проводится для снятия внутренних напряжений в отливке, создает наилучшее сочетание твердости, прочности и пластичности. Температура нагрева – 630-650°C.

2.16. Контроль качества отливок

Контроль за качеством выпускаемых отливок осуществляет отдел технического контроля (ОТК). Основанием для контроля качества готовых

отливок служат ГОСТы, действующие технические условия, чертежи на отливку со специальными конструктивными и технологическими требованиями к ней.

Для отливки проводятся следующие виды контроля:

1. Контроль размерной точности – отливки проверяют на соответствие их чертежу. Контроль выполняют на плите линейкой, штангенциркулем, рейсмусом, шаблонами и другим инструментом.

2. Контроль внешнего вида, качества поверхности отливок; выявление дефектов – контроль выполняют визуально на соответствие отливок техническим условиям (возможно использование отливки-эталона). Шероховатость поверхности определяют по специальным образцам. Дефекты отливок выявляют выборочной механической обработкой, магнитной дефектоскопией, рентгеновским способом контроля и др.

3. 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.

4. Контроль микроструктуры – проверяют по специальным образцам-приливам и по вырезанным из отливок образцам. Из образцов изготавливают шлифы.

5. Контроль химического состава – отлитые образцы или стружку отливки проверяют в лаборатории методом химического или спектрального анализа.

6. Контроль массы – отливки взвешивают после проверки их на геометрическую точность.

2.17. Возможные дефекты и меры их устранения

Сложный многофакторный характер литейного производства предопределяет возникновение в отливках различных дефектов. Дефекты, которые возможны в отливке, приведены ниже.

1. Дефекты несоответствия по геометрии:

Недолив – дефект в виде неполного образования отливки вследствие не заполнения полости литейной формы металлом при заливке из-за недостаточного количества жидкого металла, низкой температуры заливки, недостаточной скорости заливки.

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

Коробление – дефект в виде искажения конфигурации отливки под влиянием напряжений, возникающий при охлаждении, а также неправильно изготовленной модели.

2. Дефекты поверхности:

Пригар – дефект в виде трудно отделяемого специфического слоя на поверхности отливки, образовавшегося вследствие физического и химического взаимодействия формовочного материала с металлом или его оксидами.

Засор – дефект в виде кусочка формовочного материала, захваченного потоком жидкого металла и внедрившегося в поверхностные слои отливки.

3. Несплошности в теле отливки:

Горячая трещина – дефект в виде разрыва или надрыва тела отливки усадочного происхождения, возникающая в интервале температур затвердевания. Поверхность трещины окисленная и неровная.

Холодная трещина – дефект в виде разрыва тела затвердевшей отливки вследствие внутренних напряжений или механического воздействия. В вершине трещины сконцентрированы напряжения, поэтому при ударе трещина может распространиться в глубь тела отливки. Перед проведением вырубки под заварку необходимо перед вершиной трещины засверлить отверстие. В отличие от горячей трещины поверхность холодной трещины светлая и сравнительно гладкая.

Усадочная раковина – дефект в виде открытой или закрытой полости грубой шероховатости, иногда с окисленной поверхностью, образовавшейся вследствие усадки затвердевающего металла.

Усадочная пористость – дефект в виде мелких пор, образовавшихся вследствие усадки металла во время его затвердевания при недостаточном питании отливки.

Залитый шлак – дефект в виде частичного заполнения литейной формы шлаком.

Газовая пористость – дефект в виде мелких пор, образовавшихся в отливке в результате выделения газов из металла при его затвердевании.

Меры предупреждения образования дефектов:

- контроль температуры заливки стали (температура заливки должна быть не меньше 1420°C) – предупреждает образования недолива, спая;

- контроль чистоты и целостности формы, прочности уплотненной смеси формы (предупреждение ужимин, наростов, засоров, просечек и т. д.);

- контроль правильности установки стержней – для избежания стержневого перекоса;

- контроль крепления формы – для предупреждения заливов.

Способы исправления дефектов:

1. Дуговая сварка – исправляют сквозные дефекты стенок отливки, дефекты обрабатываемых поверхностей, работающих на трение и износ, после механической обработки – исправляют 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. Наплавка металла – однослойная или многослойная валиками, по необходимости с подчеканкой.

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

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

тщательно разделывают до пологого удаления пораженного слоя металл. 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.

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

3. РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ

3.1. Расчет фондов времени работы оборудования

В литейных цехах серийного производства применяют следующие виды режимов работ:

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

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

При проектировании различают три вида фондов времени работы оборудования и рабочих:

1. Календарный фонд ($T_к$) — указывает количество календарных дней (часов) в году. $T_к$ = 365дней = 5984 часов. Используется при расчете складских помещений.

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

$$T_н = (T_к - p) \cdot r \cdot c,$$

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

c — количество смен;

r — продолжительность рабочей смены, ч,

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

3. Действительный фонд ($Т_д$) определяется путем исключения из номинального фонда неизбежных потерь времени на простои, ремонт и так далее. Используется при более точном расчете оборудования.

Действительный фонд времени рассчитывается по формуле:

$Т_д = Т_н \cdot (1-П)$,

где П - коэффициент, учитывающий потери времени.

Действительный фонд времени работы оборудования отражен в таблице 8 [11].

Таблица 8 – Действительный годовой фонд времени

Наименование оборудования	Потери от $Т_н$, %	Число смен	Действительный фонд времени работы оборудования, ч
Индукционные печи	6	2	3850
Формовочное, стержневое, смесеприготовительное оборудование	12	2	3975
Термические печи	6	2	3890
Оборудование для очистки и обрубки литья	5	2	3975
Прочее оборудование, применяемое для изготовления отливок	4	2	3968

3.2. Плавильное отделение

Перспективная технология выплавки стали должна обеспечивать:

- стабильное получение стальных отливок с заданными эксплуатационными свойствами;
- использование высокопроизводительных плавильных агрегатов, включая методы интенсификации;
- снижение потерь от брака по причинам, зависящим от качества стали (отклонение по химическому составу, структуре отливок, усадки и другое);
- применение технологического оборудования для плавки и вне печной обработки стали, отвечающего высоким требованиям экологической чистоты технологии;

- механизацию и автоматизацию технологических процессов набора и дозирования шихты;

- использование собственных образующихся металлотходов;

- значительное снижение трудоемкости и энергоемкости на всех технологических операциях, включая вспомогательные работы по подготовке производства.

3.2.2. Выбор плавильного агрегата и обоснование технологического процесса плавки

Проектируемый цех ориентирован на производство отливок из стали

Плавка стали осуществляется в индукционной печи.

Анализ эффективности применения различных плавильных агрегатов (индукционные печи, электропечи) показал, что приведенные затраты на 1 тонну годного литья при использовании индукционной печи меньше, чем например, в электропечи.

Преимущества индукционной плавки:

- достижение необходимого перегрева расплава (до 1600°C), что позволяет обеспечить необходимый уровень температуры заливки (особенно для тонкостенных отливок);

- получение гомогенного по составу и температуре стали вследствие электромагнитного перемешивания расплава;

- минимальный угар элементов по сравнению с другими плавильными агрегатами;

- использование в шихте дешевых отходов производства (стружки, высечки и т. п.);

- существенное улучшение условий труда вследствие низкого уровня шума, вредных выбросов пыли и газа;

- сравнительно низкий удельный расход дешевых огнеупорных набивных материалов.

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

3.2.3. Шихтовые материалы индукционной плавки.

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

При выплавке стали в качестве шихтовых материалов используют отходы собственного производства, стальной лом, передельный чугун (ПЛ2), ферросплавы.

Расчет шихты ведется на 100кг жидкой стали марки 35Л, предназначенной для изготовления многих машиностроительных отливок.

Химический состав стали марки 35Л приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Химический состав стали 35Л, ГОСТ 977-88 [29]

Марка	Углерод	Кремний	Марганец	Фосфор	Сера
Ст35Л	0,32-0,4	0,2-0,52	0,45-0,9	не более 0,04	не более 0,045

Угар элементов при плавке в индукционной тигельной печи с кислой футеровкой составляет: $C_{угар}$ – 5 %, $Si_{угар}$ – 7 %, $Mn_{угар}$ – 7 %.

Рассчитаем сколько надо ввести в шихту каждого элемента с учётом угара:

$$Cн := \frac{100 \cdot Cср}{(100 - Cугар)} \qquad Cн = 0.379 \ \%$$

$$Mnн := \frac{100 \cdot Mncp}{(100 - Mnугар)} \qquad Mnн = 0.699 \ \%$$

$$Siн := \frac{100 \cdot Sicp}{(100 - Siугар)} \qquad Siн = 0.387 \ \%$$

Таблица 10 – Химический состав стального лома

Компонент шихты	C	Si	Mn	P	S
Стальной лом (35Л) Возврат	0.36 0.36	0.27 0.27	0.65 0.65	0.035 0.035	0.04 0.04

Исходя из таблицы видно, что углерода не хватает:

0.379 – 0.36= 0.019 % или 0,019 кг.

Недостаток углерода восполним введением карбюризатора – электродной графитовой стружки. Химический состав карбюризатора приведен в таблице 11.

Таблица 11 – Химический состав и свойства электродной стружки

Углерод, %	Сера, %	Зола, %	Влажность, %	Усвоение углерода, %
92,8	0,03	2,3	3,2	93

Угар карбюризатора – 18%.

С учетом угара содержание углерода – 0,799-0,804 кг.

Тогда в шихту нужно ввести стружки: 0,019/0,779=0,024 кг.

Не хватает кремния: 0,387-0,36=0,027% или 0,027 кг.

Недостаток кремния восполним введением ферросилиция ФС45. Химический состав приведен в таблице 12.

Таблица 12 – Химический состав ферросилиция ФС45

Углерод, %	Кремний, %	Марганец, %	Фосфор, %
0,1	75	0,4	0,05

С учётом угара, равного 8%, при введении ФС45 в отливку попадёт 0,38-0,43 Si.

Тогда в шихту надо ввести ФС45: 0.027 /0,38=0,07 кг.

Не хватает марганца: 0,699-0,65=0,049% или 0,049 кг.

Недостаток марганца восполним введением ферромарганца ФМн75. Химический состав приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Химический состав ферромарганца ФМн75

Углерод, %	Кремний, %	Марганец, %	Фосфор, %	Сера, %
7	1	75	0,45	0,3

В шихту нужно ввести ФМн75: 0,049/0,64=0,076 кг.

3.2.4. Расчет количества плавильных агрегатов

Данные по годным отливкам берем из производственной программы. Процент скрапа $С_к$=3%. Угар и безвозвратные потери зависят от типа плавильного агрегата, при кислом процессе в индукционной печи составляют 2%.

Рассчитаем массу металлозавалки:

$М_м = (М_{г.о.} + М_{л.с.}) \cdot 100 / (100-У-С_к)$,

где $М_{г.о}$ – масса годных отливок, т;

$М_{л.с}$ – масса литников с прибылями, т.;

У – угар элементов в индукционной печи, %;

$С_к$ – процент скрапа, %.

$М_м = 29217 \cdot 100 / (100 -3-2) = 30755$т.

Определим массу скрапа и массу, потерянную при угаре:

$M_с = M_м \cdot С_к/100$

$M_с = 30755 \cdot 3/100 = 923$ т;

$M_у = M_м \cdot У/100$

$M_у = 30755 \cdot 2/100 = 615$ т.

Расчет необходимого количества металла по производственной программе цеха q рассчитывается по формуле:

$q = M_м \cdot К_н / Т_д$,

где $К_н$ - коэффициент неравномерности работы печей, $К_н = 1$;

$Т_д$ - действительный фонд времени, ч, $Т_д = 3850$ ч.

$q = 30755 \cdot 1/3850 = 8$ т/ч.

В цехе будут изготовляться отливки разной массы (от 20 кг до 1000кг), поэтому для выплавки металла будем применять индукционные печи ИСТ 2,5/1,6 М4 с емкостью 2,5 тонн и производительностью 2,5 тонны.

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

$N = M_м \cdot К_н / (Т_д \cdot q_п)$,

где $q_п$ - производительность выбранной печи, т/ч.

$N = 30755 \cdot 1 / (3850 \cdot 2,5) = 3,1 = 4$.

Принимаем к установке четыре печи ИСТ 2,5/1,6 М4 с коэффициентом загрузки:

$К_{заг} = 3,1/4 = 0,8$.

Технологические характеристики печи приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Технические характеристики печи ИСТ 2,5/1,6 М4

Наименование показателя	Норма параметра	
	номинальная	допустимая
Ёмкость номинальная, т:	2,5	
Мощность питающего преобразователя, кВт, не более:	1600	
Число фаз: - питающей сети - контурной цепи	 3 1	
Частота тока, Гц: - питающей сети - контурной цепи	 50 400	 49-51 500
Номинальное напряжение, В: - питающей сети преобразовательного трансформатора - контурной цепи (индуктора)	 6000 или 10000 от 1500 до 2000	
Коэффициент мощности на входе тиристорного преобразователя частоты	0,92	
Номинальная температура перегрева металла, ° С, не более:	1600	1500
Скорость расплавления и перегрева, т/ч	2,5	2,0
Удельный расход электроэнергии на расплавление и перегрев металла, кВт ч/т:	679	764
Удельная мощность, кВа · ч/т	841	991
Напряжение подогрева (расчётное), В	260	250
Расход воды для охлаждения, м3/час: - индуктора и токоподвода - конденсаторных шкафов - тиристорного преобразователя частоты - дросселя		

3.2.5. 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.

Ковши служат для транспортировки жидкого металла и заливки форм. Ковш представляет собой стальной кожух, стенки и дно которого изнутри выложены огнеупорным кирпичом. Для разливки стали используем поворотные ковши. После футеровки ковши необходимо тщательно просушить и прокалить

до темно-красного цвета. Для этого используем стенд для сушки ковшей газообразным топливом при температуре 500 - 600°С, который имеет местную вытяжку продуктов горения.

Принимаем для использования ковши емкостью 0,5 т.

Рассчитаем необходимое количество одновременно работающих ковшей по формуле:

$N = q \cdot N_п \cdot t_0 / M \cdot 60$,

где q - производительность печи, т/ч;

$N_п$ - количество одновременно работающих печей;

t_0 - время оборота ковша, мин;

M - емкость ковша, т.

$N = 2,5 \cdot 4 \cdot 20 / 1 \cdot 60 = 3$.

Общее количество поворотных ковшей, необходимых для бесперебойного обслуживания плавильных агрегатов и заливочных конвейеров составляет 11.

Результаты расчета парка ковшей приведены в таблице 15.

Таблица 15 – Расчет парка ковшей

Емкость ковша, кг	Число одновременно работающих ковшей, шт	Число ковшей в ремонте, шт	Запас ковшей, 20%, шт	Общее количество ковшей, шт
500	3	6	2	11

3.3. Формовочно - заливочно - выбивное отделение

В формовочно-заливочно-выбивном отделении производятся следующие операции: формовка полуформ, сборка форм, заливка форм жидким металлом, выдержка залитых форм перед выбивкой, выбивка отливок из форм. Трудоемкость этих операций составляет до 60% от общей трудоемкости изготовления отливок. Технологическое, подъемно-транспортное оборудование,

модельно-опочная оснастка являются наиболее дорогостоящим. Поэтому при выборе технологического оборудования необходимо учитывать следующее:

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

Основным направлением повышения производительности груда и качества отливок, изготовляемых в разовых песчаных формах, является применение современного и качественного оборудования от ведущих производителей.

3.3.1. Расчет количества формовочного оборудования

Для изготовления форм, в проектируемом цехе мы заменили формовочную машину модели 22114 на машину фирмы DISA.

Расчет необходимого количества формовочных машин DISA FLEX 70 с габаритами опок 1200х1000х400/400 производится по формуле:

$N_р = N_ф \cdot К_н / (Т_д \cdot q)$,

где $N_р$ – расчетное количество формовочных машин, шт.;

$N_ф$ - количество форм на годовую программу, шт.;

$К_н$ – коэффициент неравномерности (для формовочного отделения $К_н=1$);

q – производительность формовочной машины, форм/ч.

$N_р=112835 \cdot 1/(3975 \cdot 20)=1,4$

Принимаем две формовочные машины; $N_{пр}=2$.

Рассчитаем коэффициент загрузки оборудования по формуле:

$К_з = N_р / N_{пр}$,

$К_з=1,4/2=0,7$

Техническая характеристика машины DISA FLEX 70 приведена в таблице 16 [39].

Таблица 16 - Техническая характеристика машины DISA FLEX 70

Модель	DISA FLEX 70
Габариты опоки (min-max), мм	
Длина	1000-1200
Ширина	800-1000
Высота	400-500
Давление прессования (max), кгс/см^2	10
Производительность машины, форм/ч	20-60
Потребление воздуха, нм^3/ч	310-360
Потребление воды при давлении 2 бар, л/мин	75
Потребляемая мощность, кВт	30
Потребление смеси, т/ч	36-45

Формовочные машины DISA FLEX гарантируют целый ряд преимуществ по сравнению с оборудованием базового проекта:

- высокое качество отливок;
- высокая размерная точность;
- постоянная масса отливок;
- усовершенствованные характеристики формовки;
- высокая производительность и рентабельность;
- благоприятные условия труда персонала.

Для минимизации усталостных деформаций и повышения долговечности основные узлы машины изготовлены из литых заготовок. Машина имеет встроенную гидравлическую систему и поставляется в полностью в сборе.

Технологические аспекты и преимущества:

- высокое однородное уплотнение обеспечивает высокую стабильность формы. Таким образом, склонность формы к вспучиванию или раздутию при заливке значительно уменьшена или вообще исключена;
- параметры уплотнения форм могут легко адаптироваться к конкретной модели;

- постоянно низкий разброс веса металла при заливке;
- высокая геометрическая точность;
- низкие припуски на механическую обработку;
- возможность исключения стержней;
- низкий износ модели;
- полное использование модельной плиты благодаря хорошей уплотняемости в области модели, расположенной возле стенок опоки.

3.4. Стержневое отделение

В стержневом отделении производят изготовление стержней, их отделку, сушку и складирование готовых стержней.

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

Производственная программа стержневого отделения приведена в таблице17

Таблица 17 – Производственная программа стержневого отделения

Номер массовой группы стержня, масса, кг	Наименование или номер стержня	Наименование и номер отливки	Кол-во стержней с учетом брака (10%),шт	Масса стержня		Кол-во стержневых ящиков на программу, тыс.шт	Габариты стержневого ящика, мм
				Одного стержня, кг	На программу, т		
1	2	3	4	5	6	7	8
I	№1	стенка	22000	1,65	36,3	5500	600x800x500
I	№1	плита	22000	21,45	471,9	5500	600x800x500
I	№1 №2 №3 №4	крышка	88000	4,95	435,6	22000	600x800x500
I	№1	корпус	22000	29,7	653,4	5500	600x800x500
I	№1	стакан	16500	37,95	626,2	5500	600x800x500
II	№1	кронштейн	11000	42,9	472	5500	800x1000x450
I	№1	водило	11000	37,9	417,5	5500	600x800x500
I	№1	поршень	11000	29,7	326,7	5500	600x800x500
II	№1	ролик	8800	47,9	421,5	4400	800x1000x450
I	№1 №2	кольцо	11000	31,3	344,8	5500	600x800x500
I	№1	тяга	11000	36,3	399,3	5500	600x800x500
II	№1	задвижка	5500	62,7	344,8	5500	800x1000x450
II	№1	маховик	5500	62,7	344,8	5500	800x1000x450
I	№1 №2 №3	корпус	33000	19,8	653,4	11000	600x800x500
I	№1 №2	стенка	11000	12,4	136,1	5500	600x800x500
I	№1	втулка	5500	37,9	208,7	5500	600x800x500
I	№1	рычаг	2200	29,7	65,3	2200	600x800x500

Окончание таблицы 17

Номер массовой группы стержня, масса, кг	Наименование или номер стержня	Наименование и номер отливки	Кол-во стержней с учетом брака (10%),шт	Масса стержня		Кол-во стержневых ящиков на программу, тыс.шт	Габариты стержневого ящика, мм
				Одного стержня, кг	На программу, т		
1	2	3	4	5	6	7	8
I	№1	направляющая	2200	21,5	47,2	2200	600x800x500
I	№1 №2	блок	4400	18,9	83,2	2200	600x800x500
II	№1	станина	1650	47,8	78,9	1650	800x1000x450
II	№1	опора	2200	62,7	137,9	2200	800x1000x450
II	№1	втулка	2200	42,9	94,4	2200	800x1000x450
I	№1	задвижка	1155	29,7	34,3	1155	600x800x500
II	№1	колесо ходовое	1100	42,9	47,1	1100	800x1000x450
I	№1 №2	стойка	2200	29,7	32,7	1100	600x800x500
ИТОГО			314105		6914	102905	

3.4.1. Расчет количества стержневого оборудования

Для изготовления стержней будут использоваться стержневые машины фирмы FRITZ HANSBERG вместо стержневых пескодувных машин модели 2Б83.

Расчет количества стержневых машин произведем по формуле:

$N_р = N_с \cdot К_н / (Т_д \cdot q)$,

где $N_р$ – расчетное количество стержневых машин, шт.;

$N_с$· - количество съемов стержней на программу;

$К_н$ – коэффициент неравномерности, для стержневого отделения $К_н$=1,2;

q – производительность машины, съемов/час.

$N_р = 314105 \cdot 1,2/(3975 \cdot 70) = 1,4$

Принимаем две стержневые машины; $N_{пр}$=2.

Рассчитаем коэффициент загрузки оборудования по формуле:

$К_з = N_р / N_{пр}$,

$К_з = 1,4/2 = 0,7$

Стержни будут изготавливаться с помощью пескострельной стержневой машины марки DO/BCT (FRITZ HANSBERG).

Технические характеристики машины [39]:

- Горизонтальный разъем стержневого ящика;
- Производительность до 90 циклов/час ;
- Переднее и/или нижнее выталкивание;
- Стержневой ящик фиксируется между выстрелом и отверждением;
- Нижний стержневой ящик перемещается передаточной тележкой;
- Стержни выдаются на ленту, вилы или зачистное/перемещающее устройство;

- Пригодна для перемещения стержней манипулятором/роботом;
- Механизм передвижения верхней части;
- Cold-box (все процессы) и Hot-box (газ и электричество) версии.

Стержневое оборудование компании FRITZ HANSBERG используется во многих самых преуспевающих литейных предприятиях в Европе и во всем мире, крупносерийные литейные производства, работающие на автомобильную промышленность, специализирующихся на выпуске продукции мелкой и средней серии.

FRITZ HANSBERG это частная компания находящаяся в Модене, в Италии.

Стандартные особенности стержневых машин:

- Система наблюдения учитывающая полную интегрированную диагностику неисправностей, настройку машины, работу и управление производством;
- Автоматическое извлечение стержня – продолжительность цикла не зависит от оператора;
- Автоматический вдув/распыление в стержневой ящик;
- Автоматическое смазывание;
- Полное оснащение средствами, позволяющими легко заменить комплект оснастки, включая стержневой ящик, съемной пластины, и пластины выстрела;

3.5.Смесеприготовительное отделение

Формовочные и стержневые смеси - основные компоненты технологического процесса изготовления отливок в разовые песчаные формы. Составы и свойства смесей выбираем в зависимости от технологии изготовления форм и стержней, конфигурации и массы отливок. Формовочные смеси в зависимости от их назначения, делятся на облицовочные, наполнительные и единые. В проектируемом цехе для изготовления форм используем единую формовочную смесь.

В смесеприготовительном отделении выполняется контроль качества свежих формовочных материалов, транспортировка компонентов формовочной и

стержневой смеси к месту их приготовления, приготовление формовочной и стержневой смеси, контроль их качества.

Состав и свойства единой формовочной смеси приведены в разделе 2.4. в таблице 3.

Состав и свойства стержневой смеси СЖС-1 приведены в разделе 2.4. в таблице 4.

Объем единой формовочной смеси возьмем из производственной программы цеха (таблица 1).

Объем стержневой смеси возьмем из программы стержневого отделения (таблица 17).

3.5.1. Расчёт количества смесеприготовительного оборудования

Для расчета количества смесеприготовительного оборудования необходимо знать расход смеси на годовую программу, который приведен в таблице 18.

Таблица 18 - Расчет смеси на годовую программу

Общий расход формовочной смеси на годовую программу, $м^3$	Общий расход стержневой смеси на годовую программу, $м^3$	Годовой расход смеси, $м^3$					
		Стержневой смеси			Формовочной смеси		
		Смесь СЖС-1			Единая		
		В уплотненном состоянии	В разрыхленном состоянии	В разрыхленном состоянии с учетом потерь	В уплотненном состоянии	В разрыхленном состоянии	В разрыхленном состоянии с учетом потерь 12%
153522	3866	3866	4639	5102,9	153522	184226,4	206333,1

Количество оборудования определим по формуле:

$$N = V \cdot К_и / (Т_д \cdot q),$$

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

$К_и$ - коэффициент неравномерности работы оборудования; q - производительность оборудования т/ч.

Для приготовления единой формовочной смеси заменяем смеситель литейный чашечный модели 15107М на смесители модели АМ40 фирмы VULCAN ENGINEERING (Англия):

N= 206333,1 · 1,3 / 3975 · 30=2,25.

Принимаем к использованию три смесителя модели АМ40 с коэффициентом загрузки:

$К_З$ = 2,25 /3 = 0,75.

Для приготовления стержневой смеси применяем смесители модели РМ3 той же фирмы.

N = 5102,9 · 1,3 / 3975 · 2 =0,8

Принимаем к использованию один смеситель модели РМ3 с коэффициентом загрузки:

$К_з$ = 0,8/1 =0,8.

Приготовление смесей из предварительно подготовленных материалов состоит в следующем:

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

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

Единая формовочная смесь для формовочных линий проходят полный цикл приготовления в смесеприготовительном отделении и по ленточным транспортерам передается к рабочим местам.

Техническая характеристика смесителей применяемых в проектируемом цехе приведена в таблице 19 [39].

Таблица 19– Техническая характеристика смесителей

Параметры	АМ40	РМ3
- длина	2000	1200
- ширина	2250	1225
- высота	1600	740
Расчетная производительность, т/ч	30	2
Установленная мощность электродвигателей, кВт	31	4

Выбранное оборудование позволит увеличить производительность, уменьшить энерго- и трудозатраты. Новые смесители позволят также уменьшить количество выбросов смеси, так как все материалы в чашу загружаются автоматически через специальные люки, что позволяет сократить запыленность рабочего места в несколько десятков раз.

Для просеивания песка необходимо выбрать и рассчитать количество сит. Песок входит в состав формовочной и стержневой смесей.

Рассчитаем необходимое количество сит для песка:

$N = 211436 \cdot 1,3 / 3975 \cdot 40 = 1,6.$

Принимаем два полигональных сита марки W120 с коэффициентом загрузки:

$К_з = 1,6 / 2 = 0,8.$

Для того чтобы сохранить высокое качество формовочной смеси, остатки материалов и комья смеси должны быть тщательно удалены. Для этого мы используем полигональное сито фирмы Webac (Германия).

Сито оснащено пыленепроницаемым корпусом из стального листа. В корпусе, вокруг роторного вала, вращается шестиплоскостное сито. Вал вращается в крупногабаритных герметичных шариковых подшипниках, находящихся вне корпуса сита. Плоскости сита выполнены на деревянных рамах из стойкой к истиранию проволоки, при необходимости замены: время необходимое на замену – кратчайшее.

За счет вращения сита отработанная смесь переваливается с одной поверхности сита на другую, и тем самым разрыхляется. За счет действия трения и падения комья смеси измельчаются, и смесь просыпается через сита. Части смеси превышающие размеры ячеек сита и инородные включения удаляются через отдельный выход.

Наряду с просеиванием в полигональном сите происходит предварительная аэрация и разрыхление смеси.

В смесеприготовительном отделении будет установлено оборудование для регенерации песка фирмы Webac (Германия). Регенерационные установки составляются из механических и термических регенерирующих узлов различной производительности по принципу агрегатирования. Они соединяются посредством агрегатов транспортировки песка.

Механическая регенерация.

KGT-Jet-Reclaimer работает по принципу трения в потоке воздуха. Следующие шаги процесса протекают в KGT-Jet-Reclaimer:

- сушка / охрупчивание (при необходимости);
- очистка путем трения зерно о зерно;
- воздушная сепарация и охлаждение.

Установки механической регенерации будут использоваться с производительностью 2,0 т/час.

В цехе будут использоваться две установки механической регенерации песка.

3.6. Отделение финишных операций

В отделении финишных операций выполняются следующие операции: очистка отливок от формовочной и стержневой смесей, удаление прибылей и литниковой системы, термическая обработка отливок, дробеметная очистка отливок, зачистка облоев и заусенец, контроль и сдача отливок.

Для очистки отливок массой до 100кг от формовочной и стержневой смеси применяем галтовочные барабаны.

Рассчитаем необходимое количество галтовочных барабанов:

$N = Q \cdot K_н / T_д \cdot q$,

где Q - годовая масса отливок с литниками и прибылями, т;

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

q- производительность оборудования, $м^3$/ч.

$N = 7898 \cdot 1,2 / 3890 \cdot 6 = 0,7$.

Принимаем один галтовочный барабан фирмы «Беллои и Романьоли» (Италия) с коэффициентом загрузки:

Кз = 0,70 / 1 = 0,70.

Очистка отливок в галтовочных барабанах производится путем взаимного трения и соударения отливок друг о друга при вращении. Отливки, загруженные в барабан, увлекаются вращающейся поверхностью, поднимаются на некоторую высоту и, свободно перекатываясь по нижележащим отливкам, очищают друг друга галтуются. Для усиления эффекта очистки в барабан вместе с отливками можно загружать звездочки, которые своими острыми углами дополнительно скребут отливки.

После очистки от формовочной и стержневой смесей у отливок отламывают ударным способом литниковую систему, питающие бобышки, выпора и прибыли и т.п.

Затем происходит предварительный осмотр отливок на выявление видимых неисправимых дефектов, при наличии которых отливки бракуются.

Годные отливки передаются на термическую обработку. Термическая обработка назначается для снятия остаточных внутренних напряжений и улучшения физико-механических свойств.

Расчет количества термических печей произведем по формуле:

$N = Q \cdot K_н / T_д \cdot q$,

где Q - годовая масса отливок, т;

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

q- производительность оборудования, $м^3$/ч.

$N = 20022 \cdot 1{,}2/(3890 \cdot 10) = 0{,}7$

Принимаем одну камерную термическую печь с выдвижным подом фирмы Can-Eng (США) с коэффициентом загрузки:

Кз = 0,7/1 = 0,7.

Печи с выкатным подом производства фирмы Can-Eng идеально подходят для выполнения самой разнообразной термообработки, в т.ч. отпуска, отжига, нагревания для обработки в горячем состоянии, аустенизации и нормализации.

Преимущества:

- Отличная обработка длинномерных изделий
- Температура обработки до 1300°С
- Оптимальная циркуляция горячих газов
- Идеальны для разнообразной термообработки
- Простота очистки от окалины

Процессы:

- Отпуск
- Отжиг
- Нагревание для обработки в горячем состоянии
- Аустенизация
- Нормализация

После термической обработки отливки передаются на дробемётную 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.

После дробеметной очистки отливки поступают на финишную 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, со специальным зубилом из катанной стали марки 60С2 диаметром 22,25 и 28 мм и длиной 300-2000 мм. 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, ИП 2009А, 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 манёвренность в работе.

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

Все оборудование, которое будет использоваться в отделении финишных операций, приведено в таблице 20.

Таблица 20 – Оборудование отделения финишных операций

Оборудование	Масса отливок с учетом брака,т	Годовой фонд работы оборудования, ч	Норма производительности		Количество оборудования, кг		$К_з$	Количество рабочих, чел
			В час	В год	По расчету	принято		
Галтовочный барабан	7898	3890	6	23340	0,7	1	0,7	2
Обрубной пресс	20022	3890	3	11670	0,8	1	0,8	2
Дробеметная машина	20022	3890	1	3890	0,7	1	0,7	2
Печь для термообработки	20020	3890	10	3890	0,7	1	0,7	2
Рубильный молоток	20020	3890	1	3890	0,8	1	0,8	2
Шлифовальная машина	20020	3890	1	3890	0,8	1	0,8	2

3.7. Складское хозяйство

3.7.1. Склады шихтовых и формовочных материалов

Складское хозяйство литейного цеха обеспечивает приемку, складирование, подготовку шихтовых и формовочных материалов, огнеупорных изделий, кокса, угля и других материалов, грузопоток которых превышает по массе выпуск отливок в 2,5 - 3,0 раза.

В проектируемом цехе принимаем склады шихты и формовочных материалов с расчетом пятидневного запаса. Жидкие материалы - смолы, связующие хранятся на специальных общезаводских складах.

Площади под закрома с бункерами рассчитывают, исходя из сроков, высоты хранения и насыпных масс различных материалов, после определения объема тех или иных материалов, подлежащих хранению на складе [11].

Формовочные материалы поступают на склад формовочных материалов по железной дороге в саморазгружающихся вагонах, днища которых открываются самотеком, разгружаются в приемную яму, расположенную под железнодорожным путем. Склад формовочных и шихтовых материалов располагается в смесеприготовительном отделении.

3.8. Вспомогательные отделения цеха

Вспомогательные службы цеха включают в себя следующие подразделения: службы механика и энергетика, предназначенные для текущего ремонта и обслуживания технологического оборудования, участки ремонта футеровки ковшей и сводов, экспресс-лаборатория для оперативного контроля свойств формовочных и стержневых смесей и химического состава жидкой стали.

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

Экспресс-лаборатория химического состава жидкого металла располагается в плавильном отделении. Работа лаборатории заключается в определении ускоренным методом содержания элементов в стали. Необходимо от каждой плавки брать три - четыре анализа. Наиболее ответственные исследования физико-химического состава стали и смесей производятся в центральной заводской лаборатории.

В проектируемом сталелитейном цехе используются различные виды транспорта. К внутрицеховому транспорту относятся все виды подъемно - транспортных средств, обеспечивающих технологический процесс изготовления отливок. Выбор подъемно -транспортного оборудования зависит от серийности производства, массы отливок и характера расположения оборудования.

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

К транспорту периодического действия относятся мостовые краны, пневматические и механические подъемники и механические 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 7т и 10т.

Модельные комплекты, изготовляемые в модельном цехе, завозятся в сталелитейный цех автомобильным транспортом.

Для ввоза в цех шихтовых и формовочных материалов используются железнодорожные локомотивы.

Для вывоза из цеха готового литья используется автомобильный транспорт.

4. ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ

4.1. Управление персоналом

Управление персоналом включает в себя реализацию следующих мероприятий:

- разработка квалификационной структуры кадров;
- распределение работающих по участкам и обслуживаемому оборудованию;
- определение численности и состава, работающих по категориям;
- оптимизация режима труда;
- формирование системы оплаты труда и планирование фонда заработной платы;
- разработка системы стимулирования трудовой деятельности;
- обеспечение условий труда, отдыха и быта;
- оценка персонала;
- обучение и переподготовка кадров;
- отбор и продвижение кадров, организация маркетинга персонала;
- оценка эффективности труда;
- обеспечение участия рабочих и служащих в управлении предприятием.

Система управления персоналом и служащих в управлении предприятия включает в себя следующие подсистемы:

- планирования, прогнозирования и маркетинга персонала;
- оформления и учета кадров;
- развития кадров;
- трудовых отношений [19].

4.2. Проектирование численного и квалифицированного состава работающих

Необходимо определить качественный и количественный состав основных и вспомогательных рабочих. При определении квалификации рабочего руководствуемся видом обслуживаемого оборудования, сложность выполняемых работ и тарифно-квалификационными справочниками.

Численность рабочих определяем по нормам обслуживания агрегатов.

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

Расчет явочной численности рабочих выполняем по формуле:

$$N_я = H_i \cdot A_i \cdot C_i,$$

где H_i - норма обслуживания оборудования в смену, чел;

A_i - количество одновременно работающих однотипных агрегатов, шт;

C_i - число смен в сутки.

Списочное число рабочих определяется по формуле:

$$N = N_я \cdot K_{сп},$$

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

$$K_{сп} = \frac{T_н}{T_д},$$

где $T_н$- номинальный фонд времени, сут;

$T_д$ - действительный фонд времени, сут.

Величины номинального и действительного фондов времени определяем на основе баланса рабочего времени одного трудящегося, составленного отдельно для основных и вспомогательных рабочих (таблица 21).

Таблица 21 – Баланс рабочего времени одного трудящегося на год

Статьи баланса	Фонд времени	
	Сутки	Часы
Календарный фонд времени	366	2848
Выходные дни	104	
Праздничные дни	15	
Предпраздничные дни	6	
Номинальный фонд времени	245	1962
Плановые не выходы на работу	39	
основной и дополнительный отпуск	30	
по болезни	7	
выполнение государственных обязанностей	1	
отпуск учащихся	1	
Действительный фонд времени	211	1690
Коэффициент списочного состава, $К_{сп}$	1,16	

Наименование профессий, требуемый разряд, норма обслуживания – все это представлено в таблице 22, где указывается явочное количество рабочих и вычисляется списочное. В итоге получаем общее количество основных и вспомогательных рабочих в цехе.

Численность аппарата управления и обслуживающего персонала (ИТР, служащих и МОП) определяем на основании укрупненных норм. Общая численность ИТР, служащих и МОП ориентировочно составляет соответственно 10, 4 и 3% от численности производственных рабочих.

Штатное расписание и общее количество инженерно-технических работников (ИТР). Служащих и МОП, а так же управленческого персонала приведены в таблице 23.

Принятое количество управленческого и обслуживающего персонала с указанием должностных окладов приведено в таблице 24.

Таблица 22 – Списочный состав рабочих

Наименование отделений и профессий	Тарифный разряд	Число смен в сутки	Норма обслуживания	Количество агрегатов	Количество рабочих			
					Явочное		Списочное	$К_{сп}$
					В смену	В сутки		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Основные рабочие								
1. Плавильное отделение 1.1. ИСТ 2,5/1,6 Плавильщик Подручный Шихтовщик Завальщик Заливщик	 4 3 3 3 4	 2 2 2 2 2	 1 1 1 1 1	4	 4 4 4 4 4	 8 8 8 8 8	 9 9 9 9 9	1,16
ИТОГО:					20	40	45	
2. Формовочное отделение 2.1. Машина DISA FLEX 70 Оператор Сборщик форм Формовщик	 5 3 3	 2 2 2	 1 1 3	2	 2 2 4	 4 4 8	 5 5 9	1,16
ИТОГО:					8	16	19	
3. Стержневое отделение 3.1. Машина DO/BCT Стерженщик Оператор	 4 3	 2 2	 1 2	2	 2 4	 4 8	 5 9	1,16
ИТОГО:					6	12	14	
4. Смесеприго-товительное отделение 4.1Смесители модели AM40, PM3 Земледел 4.2Регенератор песка Оператор 4.4 Сито Рабочий	 3 3 2	 2 2 2	 1 1 1	 4 2 1	 4 1 1	 8 2 2	 10 3 3	1,16
ИТОГО:					6	12	16	

Окончание таблицы 22

Наименование отделений и профессий	Тарифный разряд	Число смен в сутки	Норма обслуживания	Количество агрегатов	Количество рабочих			
					Явочное		Списочное	$К_{сп}$
					В смену	В сутки		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Основные рабочие								
5.Финишное отделение								
5.1. Галтовочный барабан 05-900 оператор	2	2	1	1	1	2	3	
5.2 Дробеметная машина Оператор	1	2	1	1	1	2	3	
5.3. Термическая печь Термист	4	2	1	1	1	2	3	
5.4Шлифовальные станки Шлифовальщик	4	2	1	1	1	2	3	
5.5. Обрубной пресс	4	2	1	1	1	2	3	1,16
5.6. Грунтовка Маляр	2	2		1	2	4	5	
ИТОГО:					7	14	20	
ВСЕГО:					47	94	114	
Вспомогательные рабочие								
Комплектовщик	3	2	1		1	2	3	
Ковшевой	3	2	1	4	4	8	14	
Маркировщик	2	2	1		1	2	3	
Модельщик	4	2	1		1	2	3	
Флюсовщик	2	2	1		1	2	3	
Контролер	4	2	4		2	4	10	
Лаборант	3	2	2		2	4	5	
Пирометрист	3	2	1		1	2	3	
Весовщик	2	2	1		1	2	3	
Водитель внутрицехового транспорта	3	2	1	3	3	6	7	1,16
Крановщик	4	2	1	8	8	16	19	
Стропальщик	3	2	1	8	8	16	19	
Электрик	4	2	4		4	8	10	
Слесарь	3	2	4		4	8	10	
Печник	4	2	3		2	4	5	
Кладовщик	2	2	1		1	2	3	
Работник по подгот. шихты	2	2	2		2	4	5	
Работник по подготовки формов.мат-в	2	2	2		2	4	5	
ИТОГО:					48	96	120	
ВСЕГО:					95	190	234	

Таблица 23 – Штатное расписание и годовой фонд заработной платы ИТР, служащих и МОП

Должность	Количество	Должностной оклад, р	Сумма оклада с учетом районного коэффициента, р	
			За месяц	За год
1	2	3	4	5
ИТР				
Начальник цеха	1	18500	21275	255300
Заместитель начальника	2	17500	40250	483000
Начальник ПДБ	1	15000	17250	207000
Инженер по планированию	1	14000	16100	193200
Начальник конструк.бюро	1	14000	16100	193200
Инженер-конструктор	1	10000	11500	138000
Инженер-технолог	1	10000	11500	138000
Ст.экономист	1	10000	11500	138000
Инженер-экономист	1	10000	11500	138000
Диспечер	2	7000	16100	193200
Ст.мастер плавильного отделения	1	10000	11500	138000
Мастер плавильного отделения	2	9000	20700	248400
Ст.мастер формовочного отделения	1	10000	11500	138000
Мастер формовочного отделения	2	8000	18400	220800
Ст.мастер стержневого и смечепригот.отдел.	1	8000	9200	110400
Мастер стержневого и смесепригот.отдел.	2	7000	16100	193200
Механик цеха	2	7000	16100	193200
Энергетик цеха	2	7000	16100	193200
Начальник смены	2	8000	18400	220800
Ст.бухгалтер	1	8000	9200	110400
ИТОГО:	30	218000	320275	3843300

Окончание таблицы 23

Должность	Количество	Должностной оклад, р	Сумма оклада с учетом районного коэффициента, р	
			За месяц	За год
1	2	3	4	5
Служащие				
Инструктор по кадрам	1	7000	8050	96600
Табельщик	1	5000	5750	69000
Бухгалтер по расчетам	2	6000	13800	165600
Секретарь	1	4000	4600	55200
Кладовщик	2	5000	11500	138000
Нормировщик	1	5000	5750	69000
Курьер	1	4000	4600	55200
ИТОГО:	9	36000	54050	648600
МОП				
Уборщица	2	3000	6900	82800
Дворник	2	3000	6900	82800
ИТОГО:	4	6000	13800	165600
ВСЕГО:	43	260000	401925	4657500

Таблица 24 – Структура работающих в цехе

Категория персонала	Количество, чел	Удельный вес общей численности, %
Рабочие	234	87,4
Основные	114	43,9
Вспомогательные	120	43,4
ИТР	30	8,4
Служащие	9	2,6
МОП	4	1,6
ВСЕГО:	277	100,0

4.3. Организация и планирование заработной платы

В цехе предусмотрена сдельно-премиальная и повременно-премиальная системы оплаты труда. Повременная оплата труда ориентируется только на степень сложности труда и применяется, когда количественный результат труда уже определен ходом рабочего процесса (работа на машинах, печи или оборудовании с фиксированной производительностью), когда количественный результат труда не может быть изменен (деятельность в сфере управления),

когда качество труда важнее его количества, когда работа неоднородна по своему характеру и нерегулярна по нагрузке.

При сдельной системе оплаты труда учитывается как степень сложности труда (квалификация рабочего, оцениваемая его квалификационным разрядом и тарифной ставкой), так и производительность, достигнутая в течение рабочего времени.

По структуре, фонд заработной платы делится на часовой, дневной, месячный и годовой. Различие этих фондов заключается в добавлении к прямой (основной) заработной плате доплат, предусмотренных законодательством и трудовым договором. К часовому фонду относятся доплаты за работу в ночное время, за руководство бригадой, за обучение учеников; к дневному – доплаты за работу в сверхурочные часы, в праздничные и выходные дни, к месячному и годовому фондам – доплаты за очередные и дополнительные отпуска, отпуска по учебе, выполнение государственных обязанностей. Все перечисленные доплаты и компенсации учитываются в данном проекте при расчете фондов заработной платы.

Определение тарифного фонда заработной платы производим по средней тарифной ставке по всем отделениям цеха с учетом премиальных доплат, компенсированных выплат и прочих доплат, также учитывается районный коэффициент.

В цехе рабочие имеют 2, 3 и 4 разряды, у вспомогательных рабочих допускается 1 разряд. Тарифные ставки разрядов: 1 – 25 руб.; 2 – 30 руб.; 3 – 34 руб.; 4 – 46 руб.; 5 – 52 руб.

Средняя тарифная ставка по отделениям рассчитывается по формуле:

$$T_{ср} = \sum \cdot T_{ст.i} \cdot \frac{N_i}{N_я},$$

где $T_{ст.i}$ - тарифная ставка рабочего n-разряда;

N_i - явочное число рабочих соответствующего разряда;

$N_я$ – явочное число рабочих отделения или количество вспомгательных рабочих.

1. Плавильное отделение:

$Т_{ср}$ = (34 · 24+16 · 46)/40 = 39 руб.

2. Формовочное отделение:

$Т_{ср}$ = (12 · 23+4 · 52)/16 = 30 руб.

3. Стержневое отделение:

$Т_{ср}$ = (4 · 46+8 · 34)/12 = 38 руб.

4. Смесеприготовительное отделение:

$Т_{ср}$ = (10 · 34+2 · 30)/12 = 33 руб.

5. Термообрубное отделение

$Т_{ср}$ = (2 · 25+6 · 30+6 · 46)/14 = 36 руб.

6. Вспомогательные рабочие

$Т_{ср}$ = (16 · 30+46 · 34+34 · 46)/96 = 38 руб.

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

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

Приработок сдельщика рассчитывается умножением заработной платы на планируемый коэффициент перевыполнения норм выработки (50%).

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

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

Дополнительная заработная плата вычисляется по формуле:

$$З_{доп} = З_{осн} \cdot \frac{К_{доп}}{100},$$

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

$$К_{доп} = \left(Т_{опт} \cdot \frac{100}{Т_д}\right) + \left(Т_{г.о.} \cdot \frac{100}{Т_д}\right) + \left(Т_{у.о.} \cdot \frac{100}{Т_д}\right) + 0{,}5,$$

где $T_{опт}$ – длительность отпуска рабочего, сутки;

$T_{д}$ - действительный фонд времени, сутки;

$T_{г.о.}$ – время выполнения государственных обязанностей, сутки;

$0,5$ – размер прочих составляющих дополнительной зарплаты;

$T_{у.о.}$ - время учебного отпуска.

Годовой фонд зарплаты основных и вспомогательных рабочих рассчитывается сложением основной и дополнительной зарплат.

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

Все расчеты и полученные данные по тарифному фонду заработной платы представлены в таблице 25.

Плановый фонд заработной платы управленческого и обслуживающего персонала переведены в таблице 26.

В соответствии с законодательством при расчете себестоимости изделия, в данном случае это годные отливки, учитывают отчисления на ЕСН (единый социальный налог), всего 26%, а именно:

- в фонд социального страхования (3,1% от фонда заработной платы);
- в пенсионный фонд (20% от фонда заработной платы);
- в фонд медицинского страхования (2,9% от фонда заработной платы).

Единый социальный налог от фонда оплаты труда основных, вспомогательных рабочих, а также управленческого и обслуживающего персонала заносим в таблицу 27.

4.4. Разработка системы стимулирования трудовой деятельности

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 рабочих коллективов.

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

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

2. При невыполнении 100% объёма поставок продукции по договорам и не зачтение 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.

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

4.5. Расчет стоимости основных фондов, амортизационных отчислений

Балансовая стоимость основных фондов включает в себя затраты на возведение зданий и сооружений, на приобретение, доставку и монтаж оборудования, на приобретение технологической оснастки, инструмента и инвентаря.

Затраты на здания и бытовые помещения вычисляются по формулам:

$C_{зд} = V_{зд} \cdot c_{зд}$ и $C_{бп} = V_{бп} \cdot c_{бп}$;

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

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

Затраты на монтаж оборудования определяется в процентах от цены оборудования.

Затраты на приобретения и монтаж подъемно-транспортного оборудования принимаем в размере 60% от стоимости технологического оборудования, затраты на прочее вспомогательное оборудование в размере 25%. Затраты на инструмент и приспособления принимаем 50 рублей на 1 тонну годных отливок. Стоимость хозяйственного инвентаря можно принять из расчёта 2000 рублей на одного работающего.

Амортизационные отчисления определяем умножением нормы амортизации на балансовую стоимость основных фондов. Нормы амортизации, принятые в проекте, и полученные амортизационные отчисления приведены в таблице 29.

Затраты на содержание и ремонт оборудования от балансовой стоимости приведены в таблице 30.

Таблица 25 – Расчет фонда заработной платы основных и вспомогательных рабочих

Участок	Количество рабочих, чел	Среднечасовая ставка, руб	Затраты времени на программу, чел/ч.	Зарплаты за отработанное время, тыс. руб,								Зарплата, тыс. руб.			
				По тарифу	Приработок сдельщика	Премии	Стимулирующие доплаты	Компенсационные доплаты	Прочие доплаты	Итого	С учетом районного коэффициента	За неотработанное время	Годовой фонд	Среднемесячная по цеху	Среднемесячная рабочего
Плавильное отделение	45	39	76050	2966	1483	1186,4	486,8	243,4	243,4	6591	6438	1004	8584	715	15,8
Формовочное отделение	19	30	32110	963,3	481,7	385,3	436	218	218	2702	5766	899	4006	334	17,5
Стержневое отделение	14	38	23660	899,1	449,6	359,7	263,4	131,7	131,7	2235	3483	543	3113	259	18,5
Смесеприготовительное отделение	16	33	27040	892,3	446,2	357	218,4	109,2	109,2	2132	2888	451	2903	242	15,1
Термообрубное отделение	20	36	33800	1217	608,5	486,8	712	356	356	3736,3	9419	1469	5766	481	24
ИТОГО:													24372		
Вспомогательные рабочие	120	38	202800	7706	3853	3082	2043	1022	1022	18728	27020	4215	25752	2146	17,8
ВСЕГО:	234												50124		

Таблица 26 – Общие фонды заработной платы

Фонд заработной платы, тыс.руб	Виды оплат из фонда потребления						Общий фонд заработной платы, тыс.руб
	Единовременные премии	Вознаграждения за выслугу лет	Материальная помощь	Доплаты к отпускам	Оплата жилья	Другие доплаты	
Основных рабочих – 24372	9749	4875	3656	12186	9749	3656	43871
Вспомогательных рабочих – 25752	10301	5150	3863	12876	10301	3863	46354
ИТР, служащих и МОП – 4657,5	1863	932	699	2329	1863	699	8385
ИТОГО:	21913						98610

Таблица 27 – Отчисления на единый социальный налог

Фонд зарплаты, тыс. руб	Отчисления в фонд, тыс.руб.			
	Пенсионный	Медицинского страхования	Социального страхования	Всего отчислений
Основные рабочие – 24372	4874	487	731	6092
Вспомогательные рабочие – 25752	5150	515	773	6438
ИТР – 3843	769	77	115	961
Служащие – 649	130	13	19	162
МОП – 166	33	3	5	41

Таблица 28 – Расчет капитальных затрат

Наименование	Марка оборудования	Количество, шт	Стоимость единицы оборудования				Общая стоимость, тыс. руб
			Цена, тыс. руб	Монтаж		Всего, тыс.	
				%	рубты с. руб		
1	2	3	4	5	6	7	8
Здания и сооружения Бытовые помещения							26540,7 12369,5
ИТОГО:							38961,1
Плавильная печь	ИСТ 2,5/1,6	4	480,0	10	48,0	528,0	2112
Формовочная машина	FLEX 70	2	380,0	10	38,0	418,0	836
Стержневая машина	DO/BCT	2	490,0	10	49,0	539,0	1078

Окончание таблицы 28

Наименование	Марка оборудования	Количество, шт	Стоимость единицы оборудования				Общая стоимость, тыс. руб
			Цена, тыс. руб	Монтаж		Всего, тыс.	
				%	рубты с. руб		
1	2	3	4	5	6	7	8
Регенератор песка		1	100,0	10	10,0	110,0	220,0
	KGT	2	25,0	10	2,5	27,5	55
Сито	Webac	1	15,0	10	1,5	16,5	49,5
Смеситель	PM3	3	17,0	10	1,7	18,5	55,5
Смеситель	AM40		110,0	10	11,0	121,0	121,0
Галтовочный барабан	B &R	1	18,0	10	1,8	19,8	118,8
Обдирно-шлифовочный станок	3H634	1					
Термическая печь	Can-Eng	1	270,0	10	27,0	297,0	594,0
ИТОГО:							5240
Подъемно-транспортное оборудование							3791,7
Инструмент и оснастка							1100
Прочее оборудование							1579,8
Хозяйственный инвентарь							624
ИТОГО:							8690,5
ВСЕГО:							52893

Таблица 29 – Расчет амортизационных отчислений

Наименование	Общая стоимость, тыс. руб	Амортизационные отчисления	
		Норма, %	Сумма, тыс.руб.
1	2	3	4
Здания и сооружения	26540,7	2	530,8
Бытовые помещения	12369,5	2	247,3
ИТОГО:			778,0
Плавильная печь	2112	7	147,8
Формовочная машина	836	9	75,2
Стержневая машина	1078	9	97,02
Установка для регенерации песка	220,0	9	4,95
Сито	55	9	4,95
Смеситель РМ 3	49,5	9	4,45
Смеситель АМ 40	55,5	9	5

Окончание таблицы 29

Наименование	Общая стоимость, тыс. руб	Амортизационные отчисления	
		Норма, %	Сумма, тыс.руб.
1	2	3	4
Галтовочный барабан Обдирно-шлифовочный станок Термическая печь	121,0 118,8 594,0	9 9 9	10,8 10,69 53,5
ИТОГО:			414,36
Подъемно-транспортное оборудование Инструмент и оснастка Прочее оборудование Хозяйственный инвентарь	3791,7 1100,0 1579,0 624,0	10 50 10 10	379,0 550,0 157,9 62,4
ИТОГО:			1149
ВСЕГО:			2342

Затраты на ремонт и содержание оборудования приведены в таблице 30.

Таблица 30 – Смета расходов на ремонт и содержание оборудования

Наименование статьи затрат	Сумма, тыс.руб
Эксплуатация оборудования	16,06
Текущий ремонт оборудования	80,31
Внутрипроизводственные перемещения груза	125,00
Износ малоценного и быстроизнашивающегося оборудования	375,00
Прочие расходы	59,64
ИТОГО:	656,01

Затраты на материалы в составе конечного продукта приведены в таблице 31.

Таблица 31 – Количество основных и вспомогательных материалов и затраты на их приобретение на годовую программу

Наименование материала	Расход, т		Затраты, тыс.руб		
	На годовую программу	На 1 т годного литья	Цена, тыс.руб/т	На годовую программу	На 1 т годного литья
1	2	3	4	5	6
Кварцевый песок	17024	0,85	0,716	12189	0,61
Жидкое стекло	154,6	0,008	30	4638	0,24
Едкий натр	19,3	0,001	0,002	0,039	0,000002
Оборотная смесь	144310	7,22	1,04	150084	7,509
Каменноугольный порошок	1075	0,05	0,07	75	0,0035

Окончание таблицы 31

Наименование материала	Расход, т		Затраты, тыс.руб		
	На годовую программу	На 1 т годного литья	Цена, тыс.руб/т	На годовую программу	На 1 т годного литья
1	2	3	4	5	6
Передельный чугун	6600	0,33	5,75	36762	1,848
Лом стальной	8800	0,44	7,524	66211	3,311
Ферросилиций	2300	0,12	1,57	3611	0,188
Ферромарганец	2300	0,12	3,67	8280	0,432
ИТОГО:				289501	13,161
В том числе:					
основные				114861	5,779
вспомогательные				166986	8,363

Цеховые расходы приведены в таблице 32.

Таблица 32 – Смета цеховых расходов

Статьи затрат	Затраты на 1 т литья, тыс.руб	Затраты на всю программу, тыс.руб
Затраты на оплату вспомогательных рабочих, управленческого и обслуживающего персонала	1,639	32780
Отчисления на социальные нужды	0,043	860
Амортизация зданий и инвентаря	0,087	1740
Затраты на НИОКР, рационализаторство и изобретательство	0,211	4220
Расходы на охрану труда	0,264	5280
Стоимость вспомогательных материалов	8,363	166986
ИТОГО:	10,607	211866
Транспортный налог	0,055	1100
Прочие расходы	1,363	27260
ВСЕГО:	12,025	240226

Калькуляция себестоимости 1 т годных отливок приведена в таблице 33.

Таблица 33 – Калькуляция себестоимости 1 т годных отливок

Статья затрат	Единицы измерения	На 1 т литья			На программу	
		Количество	Цена, руб.	Сумма, руб.	Количество	Сумма, руб.
1	2	3	4	5	6	7
1. Сырье и основные материалы						
Лом стальной	т	0,44	7524	3311	8800	66211000
Чугун передельный		0,33	5570	1848	6600	36762000
Ферросилиций		0,12	1570	188	2300	3611000
Ферромарганец		0,12	3600	432	2300	8280000

Окончание таблицы 33

Статья затрат	Единицы измерения	На 1 т литья			На программу	
		Количество	Цена, руб.	Сумма, руб.	Количество	Сумма, руб.
1	2	3	4	5	6	7
Итого:		1,01		5779		114864000
2. Возвраты (литники и прибыли) Угар	т	0,250 0,095	7524 7524	1881 715	5000 1900	37620000 14295600
Итого за вычетом возврата и угара		0,665		3183		62948400
3. Оплата труда основных рабочих	руб.	-	-	2194	-	43871000
4. Отчисления на социальные нужды	руб.	-	-	304,6	-	6092000
5. Технологическая электроэнергия	тыс.кв/ч	1,341	1450	1944,5	26820	38889000
6. Энергия на технические нужды						
вода	тыс.м^3	0,050	7210	360,50	1000	7210000
сжатый воздух	тыс.м^3	0,011	6000	66,00	220	1320000
7. Расходы на подготовку и освоение производства	руб.	-	-	15301,5	-	306029880
8. Расходы на ремонт и эксплуатацию оборудования	руб.	-	-	30,2	-	603900
9. Отчисления на амортизацию оборудования	руб.	-	-	20,72	-	414360
Основная себестоимость	руб.	-	-	25013,72	-	500274400
Цеховые расходы	руб.	-	-	10447	-	208940000
Цеховая себестоимость	руб.	-	-	35460,72	-	709214400
Общезаводские расходы	руб.	-	-	2104,08	-	42081500
Производственная себестоимость	руб.	-	-	37564,8	-	751356000
Непроизводственные расходы	руб.	-	-	426,2	-	8524274
Полная себестоимость	руб.	-	-	37991	-	759711600

4.6. Определение себестоимости продукции

Себестоимость продукции представляет собой затраты данного предприятия в денежном выражении на производство и сбыт продукции в объеме производственной программы

Расчёт затрат на изготовление единицы продукции (1 тонну литья) или выполнение объёма работ называется калькуляцией.

Цеховая себестоимость охватывает затраты только данного цеха на производство продукции. В производственную себестоимость включаются, кроме цеховых, также общезаводские расходы (содержание аппарата заводоуправления, общезаводских знаний и сооружений), расходы на подготовку и освоение производства, а также прочие производственные расходы.

В полную себестоимость включается производственная (заводская) себестоимость и внепроизводственные расходы. К последним относятся транспортные расходы на реализацию продукции, отчисления сбытовым организациям и прочие расходы по сбыту.

При формировании сметы затраты целесообразно группировать по статьям калькуляции ориентируясь на типовые калькуляционные статьи затрат.

Переменные статьи затрат:

- прямые материальные затраты: сырье и основные материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные полуфабрикаты и комплектующие, топливо и электроэнергия для технологических целей, вода промышленная;

- прямые затраты на оплату труда производственных рабочих: заработная плата (основная и дополнительная) с отчислениями на социальные нужды (единый социальный налог).

Рассчитываются прямым счетом на основании норм и нормативов расхода материальных, топливно-энергетических и других аналогичных по экономическому назначению ресурсов в расчете на единицу продукции, цен приобретения (оптовых цен) в расчете на единицу материальных, топливно-

энергетических и других ресурсов; сдельных расценок с учетом физических объемов производства продукции в расчетном периоде.

Постоянные статьи затрат: расходы на содержание и эксплуатацию оборудования (РСЭО); цеховые, общезаводские и внепроизводственные расходы не зависят от объемов производства в расчетном календарном периоде и являются комплексными, поскольку включают разнородные по экономическому содержанию элементы затрат.

Для определения общей величины постоянных расходов (С пост) на расчетный период по статьям затрат рекомендуются расчетно-аналитические методы расчета, в основе которых - анализ данных бухгалтерского учета о величине накладных расходов, прямые укрупненные расчеты элементов затрат из числа образующих комплексную статью за расчетный (планируемый) период.

Для определения суммарной величины постоянных расходов по статьям затрат в расчете на единицу продукции, услуг рекомендуется общую за расчетный период величину постоянных расходов относить на единицу продукции.

1. Расчёт постоянных затрат.

Постоянные затраты складываются из следующих составляющих:

$FC = FC_1 + FC_2 + FC_3 + FC_4 + FC_5 + FC_6 + FC_7 + FC_8 + FC_9$;

где FC_1 - отчисления на амортизацию оборудования, зданий и сооружений;

FC_2 - отчисления на эксплуатацию и ремонт оборудования;

FC_3 - расходы на подготовку и освоение производства;

FC_4 - затраты на оплату вспомогательных рабочих, управленческого и обслуживающего персонала, плюс отчисления на социальные нужды;

FC_5 - затраты на НИОКР, рационализаторство и изобретательство;

FC_6 - расходы на охрану труда;

FC_7 - прочие цеховые расходы;

FC_8 - общезаводские расходы;

FC_9 - непроизводственные расходы.

FC = 2342 + 603,9 + 306029,9 + 33640 + 4220 + 5280 + 27260 + 85524,27 + 42081,5 = 429981,6 тыс.руб.;

Средние удельные постоянные расходы равны:

AFC = FC/M,

AFC = 429981,6/20000 = 21,5 тыс.руб./т,

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

2. Расчёт переменных затрат производится по формуле:

$VC = VC_1 + VC_2 + VC_3 + VC_4 + VC_5 + VC_6 + VC_7$,

где VC_1 - суммарные затраты на сырьё и основные материалы, тыс.руб.;

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

VC_3 - затраты на технологическую энергию;

VC_4 - затраты на техническое использование воды и сжатого воздуха;

VC_5 - затраты на вспомогательные материалы;

VC_6 - транспортный налог.

VC = 64262 + 49963 + 38889 + 8530 + 166986 + 1100 = 329730 тыс.руб.

Средние удельные переменные расходы (на 1 т годного литья) равны:

AVC = VC/M,

AVC = 329730 /20000 = 16,49 тыс.руб./т

3. Общие годовые затраты равны:

TC = FC + VC, то есть:

TC = 429981,6 + 329730 =759711,6 тыс.руб.

Общие средние удельные затраты равны полной себестоимости 1 т литья:

ATC = AVC + AFC,

ATC = 16,49 + 21,5 = 37,99 тыс.руб.

4.7. Расчет коммерческой эффективности проекта

Таблица 34 – Исходные данные проекта

Показатели	Единица измерения	Показатели
Годовой выпуск литья на программу	т	20000
Полная себестоимость на годовую программу	руб.	759711600
На 1 т годного литья	руб.	37991
Постоянные издержки	руб.	429981600
Переменные издержки	руб.	329730000
Полный фонд заработной платы	руб.	98610000
Число трудящихся в цехе	чел	234
Цена за 1 тонну отливок	руб.	72182
Годовой доход	руб.	1443640000
Капитальные затраты на строительство здания цеха	руб.	38910100
Капитальные затраты на приобретение и монтаж оборудования	руб.	13982900
Затраты на прирост оборотных средств	руб.	52893000

Установим следующие сроки реализации проекта:

1. Строительство здания цеха будет вестись три квартала, в первом квартале расходуется – 30% затрат на строительство здания, во втором квартале – 30%, в третьем квартале – 40%;

2. Приобретение и монтаж оборудования, подъемно-транспортных средств, приобретение оснастки, хозяйственного инвентаря и прочих средств осуществляется в 3,4 и 5 кварталах. В третьем квартале расходуется 20% суммарных средств, в четвертом квартале – 60%, в пятом квартале – 20%;

В качестве источников финансирования можно рассматривать собственные средства, привлеченные средства, заемные средства.

Привлеченные средства получают за счет выпуска и продажи акций. Они предпочтительнее заемных средств, по которым нужно оплачивать возврат выплатой процента по кредиту.

Таблица 35 - Распределение необходимых инвестиций

Инвестиции	Инвестиции по кварталам, млн. руб.					
	1	2	3	4	5	Всего
Строительство цеха	9,79	9,79	19,33			38,91
Приобретение и монтаж оборудования			2,79	8,39	2,79	13,98
ИТОГО:	9,79	9,79	22,12	8,39	2,79	52,89

Для строительства цеха необходимо произвести капитальные вложения в размере 52,89 млн. руб. В качестве источников финансирования цех использует: собственные средства, привлеченные средства, заемные средства.

Привлеченные средства получают за счет выпуска и продажи акций. Использование привлеченных средств имеет следующие преимущества:

- на первых этапах освоения проекта можно не платить дивиденды;
- деньги, полученные по акциям можно не возвращать.

Проектируемый цех является открытым акционерным обществом, учредительным документом которого является устав. Цех имеет право выпускать обычные акции, которые распространяются по открытой подписке предприятиям и частным лицам. Все участники ОАО отвечают по своим обязательствам в пределах суммы своих вкладов. ОАО ежегодно публикует для всеобщего сведения годовой отчет, бухгалтерский баланс, счет прибылей и убытков.

Таблица 36 – Источники финансирования

Наименования источника средств	Распределение вложений по кварталам, млн. руб.					
	1	2	3	4	5	Всего
Собственные средства	9,79	9,79	12,77			32,35
Привлеченные средства			9,35	3,92		13,27
Заемные средства				4,47	2,79	7,26
ИТОГО:	9,79	9,79	22,12	8,39	2,79	52,89

Таблица 37– План привлечения и погашения кредитных средств

Наименование операции	Распределение вложений по кварталам, млн. руб.					
	4	5	6	7	8	9-12
Привлечение кредита	4,47	2,79				
Погашение кредита						7,26
Финансовые издержки		1,27	2,02	2,02	2,02	
Итого:	4,47	4,06	2,02	2,02	2,02	7,26

В таблице 38 приведен оперативный план производства. Рыночный потенциал цеха определим исходя из годового выпуска литья 20000т. В таблицах 38, 39, 40 приведены данные по инвестиционной, финансовой и оперативной деятельности цеха.

Таблица 38 – Оперативный план производства

Показатель	Кварталы					
	4	5	6	7	8	9-12
Рыночный потенциал цеха, тыс. т.	2,0	3,0	5,0	5,0	5,0	20
Цена 1т. годного литья тыс. руб.	72	72	72	72	72	72
Объем продаж, тыс. т.	2,0	3,0	5,0	5,0	5,0	20
Доля предприятия в отраслевом рынке	0,5	0,75	1	1	1	1
Объем производства, тыс. т.	2,0	3,0	5,0	5,0	5,0	20

Таблица 39 – Данные по инвестиционной деятельности

Наименование показателя	Распределение по кварталам, млн. руб.				
	1	2	3	4	5
Поступление от продажи активов			9,56	3,92	
Затраты на приобретение					
ИТОГО:			9,56	3,92	

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

Операционная деятельность – это деятельность по производству продукции.

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

Таблица 40 – Данные по финансовой деятельности

Наименование показателя	Распределение по кварталам, млн. руб.					
	1	2	3	4	5	6
Собственный капитал	9,79	9,79	12,77			
Заемные средства				4,47	2,79	
Излишек средств	9,79	9,79	12,77	4,47	2,79	

Дивиденды в течение первого года не выплачиваются ($К_1$=0). Налог на добавочную стоимость составляет 20%, а налоги и сборы в размере 2,2% от дохода. Валовая прибыль рассчитана как разность между доходом от продаж, НДС и валовых затрат с учетом отчислений по процентной ставке кредита. Фонд потребления составляет 0,1 от чистой прибыли. Резервный фонд равен 0,1 от чистой прибыли, фонд развития равен фонду накопления, фонд накопления равен чистой прибыли за вычетом резервного фонда, отчислений на дивиденды.

Расчет чистой прибыли производится по формуле:

$$ЧП = \frac{(ВП - НС) * (1 - \frac{НП}{100})}{1 - (1 - К_1 - К_2) * \frac{НП}{100}},$$

где ЧП - чистая прибыль, млн. руб.;

ВП - валовая прибыль млн. руб.;

НС - налоги и сборы, млн. руб.;

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

Резервный фонд рассчитываем по формуле:

ФР = 0,1 * ЧП.

Фонд потребления рассчитывается по формуле:

ФП = $К_1$ * ЧП.

Отчисления на дивиденды рассчитываем по формуле:

Д = $К_2$ * ЧП.

Фонд накопления рассчитывается по формуле:

ФН = ЧП – ФР – Д.

где ФР – фонд развития, млн. руб.

ФР = ФН.

Налогооблагаемую прибыль определим по формуле:

НОП = ВП – НС – ФР – РФ,

где ВП – валовая прибыль, млн. руб.

Налог на прибыль равен:

НП = НОП * НП/100.

Таблица 41 – Данные по операционной деятельности

Показатель	Распределение по кварталам, млн. руб.					
	4	5	6	7	8	9-12
Объем производства, тыс. т	2	3	5	5	5	20
Цена продукции, тыс. руб.	72	72	72	72	72	72
Доход от продаж, млн. руб.	144	216	360	360	360	1440
Налог на добавленную стоимость, млн. руб.	28,8	43,2	72	72	72	288
Налоги и сборы, млн. руб.	3,17	4,75	7,92	7,92	7,92	31,68
Валовые затраты с учетом отчислений по процентной ставке за кредит, млн. руб.	30	46,27	62,02	62,02	62,02	200
Валовая прибыль, млн. руб.	85,2	126,5	225,98	225,98	225,98	952
Резервный фонд, млн. руб.	8,038	11,822	20,732	19,822	19,822	81,368
Резервный фонд с нарастающим итогом, млн. руб.	8,038	19,86	40,592	60,414	80,236	161,604
Фонд развития, млн. руб.	56,26	82,75	145,12	138,75	138,75	569,58
Налогооблагаемая прибыль, млн. руб.	17,732	27,178	52,208	59,488	59,488	269,372
Налог на прибыль млн. руб.	2,884944	6,764189	11,14175	14,31019	14,31019	70,84835
Чистая прибыль, млн. руб.	80,38	118,22	207,32	198,22	198,22	813,68
Фонд потребления, млн.руб.	8,038	11,822	20,732	19,822	19,822	81,368
Фонд накопления, млн. руб.	56,26	82,75	145,12	138,75	138,75	569,58
Фонд накопления с нарастающим итогом, млн. руб.	56,26	139,01	284,13	422,88	561,63	1131,21
Дивиденды, млн.руб.	5,357753	12,56206	20,69182	19,68597	19,68597	106,6828

В таблице 42 приведены данные по притокам и оттокам денежных средств в первые двенадцать кварталов реализации проекта. В первый пункт таблицы вносим данные по отчислениям фонда накопления из таблицы 41. Излишек

средств определяем как сумму чистых денежных потоков. Для принятия проекта необходимо, чтобы все сальдо накопления средств было положительным.

Коэффициент дисконтирования характеризует темп снижения ценности денежных ресурсов с течением времени. Величина ставки сравнения Е определяется минимальной реальной нормой прибыли, приемлемой для инвестора или при прочих равных условиях в качестве ставки сравнения принимается процентная ставка Центробанка РФ, увеличенная на среднюю величину превышения банковских ставок - кредитования процентной ставки ЦБ и среднегодовых темпов инфляции (в расчетах величину Е можно принять на уровне 40%). При этом необходимо учитывать, что ставка банковского процента приводится в расчете на год. Так если ставка сравнения Е принимается на уровне, предположим 40% год, а в качестве расчетного периода принят квартал, то ставка сравнения Е в расчетах принимается 40%, 4 и будет равна 10%, а норма дисконта Е – 0,1.

Для проведения расходов к начальному периоду необходимо умножить на коэффициент дисконта at, который рассчитываем по формуле:

$$A_t = \frac{1}{(1+\mathrm{E})^t};$$

где A_t - коэффициент дисконтирования;

Е – норма дисконта;

t – номер шага (квартала) расчета.

Таблица 42 – Расчет чистых денежных потоков

Наименование денежных потоков	Денежные потоки в кварталы инвестиционного периода, млн. руб.								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9-12
Операционная деятельность									
Приток наличности				56,26	82,75	145,12	138,75	138,75	569,58
Погашение задолженности за кредит									-7,26
Расходы на основные и оборотные средства	-9,79	-9,79	-22,12	-8,39	-2,79				
Чистый денежный поток	-9,79	-9,79	-22,12	47,87	79,96	145,12	138,75	138,75	569,58
Финансовая деятельность									
Собственный капитал	9,79	9,79	12,77						
Заемные средства				4,47	2,79				
Чистый денежный поток	9,79	9,79	12,77	4,47	2,79				
Инвестиционная деятельность									
Поступление от продажи активов			9,56	3,92					
Чистый денежный поток			9,56	3,92					
Излишек средств	0	0	0	56,26	139,01	284,13	422,88	561,63	1131,21
Сальдо на конец квартала	0	0	0	56,26	139,01	284,13	422,88	561,63	1131,21

Таблица 43– Расчет дисконтированного эффекта

Наименование показателя	Кварталы								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9-12
Чистый денежный поток, млн. руб.	0	0	0	56,26	82,75	145,12	138,75	138,75	569,58
Коэффициент дисконта	1	0,855	0,731	0,624	0,534	0,452	0,39	0,335	0,178
Чистый дисконтированный поток, млн. руб.	0	0	0	35,106	44,189	65,594	54,113	46,481	101,385
Чистый дисконтированный поток с нарастающим итогом, млн. руб.	0	0	0	35,106	79,295	144,889	199,002	245,483	346,868

Таблица 44 – Дисконтированные значения инвестиций

Наименования показателя	Инвестиции по кварталам				
	1	2	3	4	5
Суммарные инвестиции, млн. руб.	9,79	9,79	22,12	8,39	2,79
Коэффициент дисконта	1	0,855	0,731	0,624	0,534
Дисконтированные инвестиции, млн. руб.	9,79	8,37	16,17	5,24	1,49
Дисконтированные инвестиции с нарастающим итогом, млн.руб.	9,79	18,16	34,33	39,57	41,06

4.7.1.Показатели эффективности

Показатели эффективности проекта:

1. Чистый дисконтированный доход в конце периода определяется по формуле:

ЧДД = S – K,

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

K – суммарное дисконтированное значение инвестиций.

ЧДД = 346,868 – 41,06 = 305,808 млн. руб.

2. Индекс доходности определяется по формуле:

ИД = S/K,

ИД = 346,868/41,06 = 8,448.

3. Срок окупаемости определяется по графику (рисунок 1). Он равен 2 года (8 квартал).

4. Доля собственных средств:

(32,35/52,89) * 100 = 61,0%

5. Точка безубыточности рассчитывается по формуле:

$$Q_{кр} = \frac{FC}{P - AVC};$$

где FC – постоянные затраты, млн руб.;

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

AVC – средние удельные переменные расходы, млн руб.

Точка безубыточности – это значение, при котором достигается «нулевая прибыль», то есть доход от продажи равен издержкам производства.

$Q_{кр}$ = 429,981/(0,072-0,016) = 7678 < 20000 т.

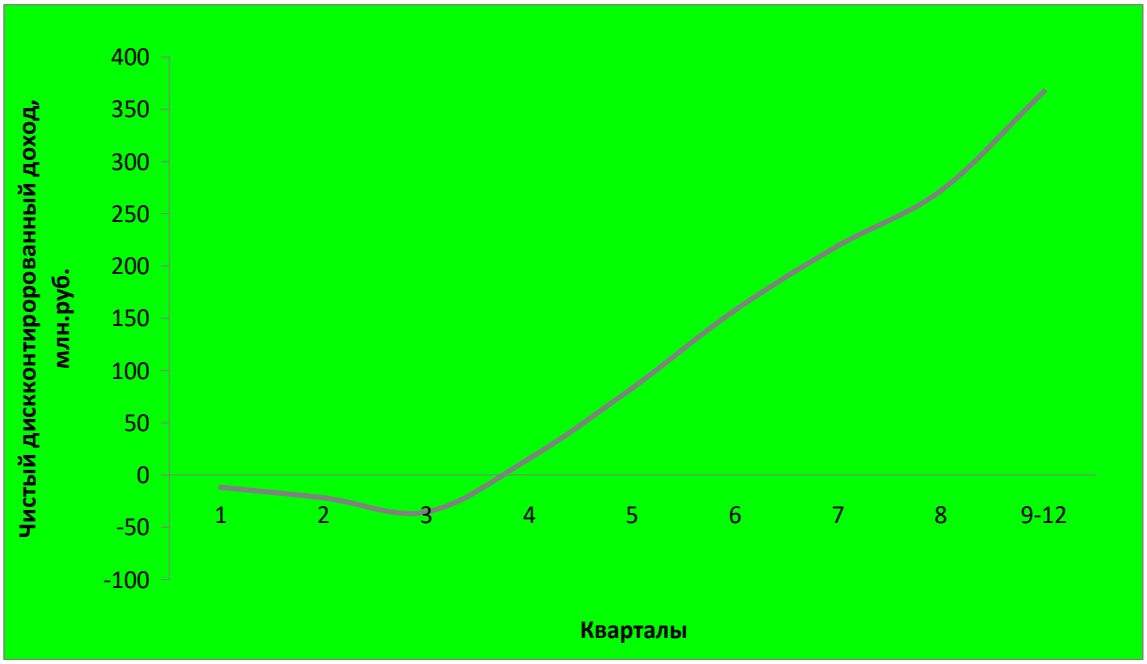

Рисунок 1 – Финансовый профиль проекта

4.7.2.Технко – экономические показатели

Таблица 45 заполняется исходя из заполненных ранее нами таблиц и базовых показателей.

Таблица 45 – Технико-экономические показатели

Показатели	Единица измерения	Величина показателей	
		Базовый	Проектируемый
Годовой выпуск продукции	т	20000	20000
Выход годного	%	65,0	65,0
Общая численность рабочих в цехе	чел.	240	234
Основных рабочих	чел.	120	114
Вспомогательных рабочих	чел.	130	120
ИТР	чел.	43	30
Служащих	чел.	16	9
МОП	чел.	8	4
Фонд заработной платы	руб.	125003000	98610000
Капитальные вложения	руб.	530000000	52893000
Себестоимость 1 т отливок	руб.	40000	37991
Прибыль	руб.	435800000	522808000
Срок окупаемости	год	2,3	2

5. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

5.1. Безопасность труда

Работа в литейных цехах отличается большой трудоёмкостью, и сопровождается выделением в рабочее пространство цеха пыли, паров, газов, огромного производственного шума и вибрации. Такие условия труда, естественно, неблагоприятно отражаются на здоровье и работоспособности человека, что, в конечном счете, влекут за собой снижение производительности труда.

Главной задачей научной организации любого трудового, технологического процесса – обеспечение оптимальных условий труда, устранение опасности причинения вреда здоровью работающих.

Нормальные условия труда достигаются разработкой и внедрением различных мероприятий по охране труда [1].

5.1.1 Характеристика проектируемого цеха

Производительность проектируемого цеха 20000 тонн стальных отливок в год. Проектируемый цех располагается в здании прямоугольной формы. Конструкция здания выполняется в соответствии с требованиями СниП 2.02.-85 [34].

Территория цеха отделена санитарно-защитной зоной от жилой площади протяженностью 500 м. Санитарно-защитная зона засажена зеленью на 25%,. Расстояние между литейным и другими цехами не менее 30 м.

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

5.1.2 Условия труда

Проектируемый цех включает в себя следующие отделения: плавильное отделение со складом шихтовых материалов, технологические операции в котором характеризуются значительными выделениями вредных веществ в виде избыточной теплоты и шума; формовочно-сборочно-заливочно-выбивное отделение. В нем технологические операции также характеризуются большим выделением пыли, газов, теплоты; стержневое отделение, здесь трудоемкость изготовления стержней составляет 15-18% общей трудоемкости получения отливок, поэтому необходима разработка стержневой линии с новыми машинами; смесеприготовительное отделение характеризуется выделением большого количества пыли. В термообрубном отделении технологические операции характеризуются большим выделением пыли, теплоты, шума и вибрации.

Далее будут рассмотрены все факторы, воздействующие на работающих в процессе производства, их вредное воздействие и мероприятие по снижению влияния этих факторов.

Запыленность и загазованность

В плавильном отделении при плавке металла в индукционных печах выделяется пыль, содержащая оксиды железа и других металлов и оксид углерода. На участках ремонта футеровки плавильных агрегатов и ковшей, при заливке форм металлом выделяется пыль, содержащая свободный диоксид кремния и оксиды металлов. Кварцсодержащая пыль и углеводороды выделяются при формовке и выбивки форм. Диоксид углерода выделяется при изготовлении стержней пескодувным способом.

Производственная пыль оказывает неблагоприятные воздействия на организм человека, на органы дыхания, зрения, слуха и кожные покровы. При длительном воздействии пыли на организм и органы дыхания могут развиваться профессиональные заболевания, например пневмокониоз (силикоз) [1].

В цехе проводятся следующие мероприятия по снижению уровня запыленности и загазованности:

- плавильные печи оборудованы укрытиями зон пыле и газовыделения, соединенные с вытяжкой вентиляционной системой и устройством очистки газов и пыли;

- операции связанные с выделением пыли, выполняются с применением индивидуальных средств защиты органов дыхания (респираторы);

- работа выполняется в спецодежде, которая ежедневно обеспыливается.

Для того чтобы уменьшить вредное влияние пыли, в проектируемом цехе мы устанавливаем современное оборудование, в частности заменяем смесители:

- рабочее пространство смесителей укрыто пылезащитными колпаками с патрубками для присоединения к вентиляционной системе;

В соответствии с ГН 2.2.5.1313-03 содержание вредных веществ в рабочей зоне не должно превышать установленных предельно – допустимых концентраций ПДК, указанных в таблице 46 [21].

Таблица 46 - Предельно – допустимые концентрации вещества в воздухе рабочей зоны

Наименование вещества	ПДК, мк/м
Газы: оксид азота	5
Оксид железа	4-6
Оксид углерода	20
Аммиак	20
Углеводороды	300
Пыль: содержание окиси кремния менее 10-70%	2
Содержание окиси кремния более 70%	1
Содержание окиси кремния 10% в угольной пыли	4
Угольная пыль	10

Расчет пылевой нагрузки на органы дыхания работающих:

$ПН=К \cdot N \cdot T \cdot Q,$

где К – фактическая среднесменная концентрация пыли в зоне дыхания рабочего, мгм/м^3;

N – число рабочих смен в календарном году;

Т – количество лет контакта;

Q – объем легочной вентиляции за смену, м^3.

ПН=0,85·0,001·219·2·10=1,86 мгм

Контрольная величина пылевой нагрузки КПН

КПН=ПДК·Т·N·Q,

где ПДК – предельно-допустимая концентрация пыли в атмосфере рабочей зоны

КПН=2·0,001·219·2·10=4,06 мгм.

Благодаря установке нового смесеприготовительного оборудования, было снижено выделение пыли, тем самым улучшены условия труда.

Микроклимат

Одним из необходимых условий нормальной жизнедеятельности человека является обеспечение нормальных метеорологических условий в помещениях, оказывающих существенное влияние на тепловое самочувствие человека. Метеорологические условия, или микроклимат, зависят от теплофизических особенностей технологического процесса, климата, сезона года, условий отопления и вентиляции.

При учете интенсивности труда все виды работ исходя из общих энергозатрат организма делятся на три категории: легкие, средней тяжести и тяжелые.

Работа литейщика относится к категории работ средней тяжести II б. Исходя из этого, устанавливается нормируемые значения показателей

микроклимата в рабочей зоне согласно ГОСТ 12.1.005-88*, данные сведены в таблице 47 .

Таблица 47 - Показатели микроклимата в рабочей зоне

Период года	Температура воздуха, ˚С		Относительная влажность воздуха, %		Скорость движения воздуха, м/с	
	Допустимое	Оптимальное	Допустимое	Оптимальное	Допустимое	Оптимальное
Холодный	15-21	21-23	75	60-40	0,4	0,1
Теплый	16-27	22-24	70	60-40	0,3	0,1

В целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата в цехе проводятся следующие защитные мероприятия:

– системы местного кондиционирования воздуха, представляющие собой сеть устройств, обеспечивающих воздухообмен в помещении. На смесеприготовительном участке организуется общеобменная механическая приточно-вытяжная вентиляция, обеспечивающая одновременно подачу воздуха в помещение и его удаление;

– для поддержания заданного температурного режима в холодный период года в цехе применяется водяная система отопления с искусственной циркуляцией воды. В качестве нагреваемых приборов для системы водяного отопления применяются регистры из гладких труб, допускающих их легкую очистку. Горячая вода в систему отопления подается из собственной котельной предприятия с температурой до 90^0С. Также для защиты рабочих мест от сквозняков в холодное время года у входных дверей, ворот цеха устраиваются отапливаемые тамбуры, тепловые и воздушные завесы.

Для того чтобы улучшить микроклимат, в проектируемом цехе к уже имеющимся мероприятиям добавлены следующие:

- организация системы мероприятий, направленных на профилактику перегревов: рациональный питьевой режим - при значительных влагопотерях (более 3,5 кг за смену) и значительной времени облучения инфракрасной радиацией – 50% рабочего времени и более – применяется охлажденная (до 15-20^0С), подсоленная газированная вода с добавлением некоторого количества

солей калия и витаминов; при меньших влагопотерях расход солей восполняется за счет приема пищи;

- предусмотрено устройство специальных кабин или комнат с рациональным охлаждением: температура стен и воздуха 15-17^{0}С; температура стен 10-14^{0}С, воздуха 25-30^{0}С; гидропроцедуры – полудуши вблизи рабочих мест.

Вентиляция

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

Воздух, удаляемый из здания цеха системами местной вытяжки, содержащий вредные вещества, подвергается очистке.

Технологическое оборудование и процессы, сопровождающиеся выделением вредных веществ оборудованы устройствами и местной вытяжкой вентиляции в виде местных отсосов. В плавильном и формовочном отделениях предусмотрены 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 с системами местной и общеобменной вытяжки вентиляции.

Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха соответствует требованиям СНиП 41-01-03 [39].

Промышленный шум

Шум и вибрация на производстве наносят большой ущерб, и вредно действуют на организм человека, приводя к ряду профессиональных заболеваний. Согласно ГОСТу 12.1.003-83* [28], предельно допустимый уровень непостоянных звуков в производственных помещениях - 80 дБА.

По данным исследования (протокол №5145 от 12.06.09), в базовом проекте:

уровень звука который выдерживается в плавильном, смесеприготовительном, стержневом, формовочном отделениях литейного цеха составляет 70–75 дБА. В районе дробеметных машин уровень звукового давления выше и составляет 80–85 дБА, что требует применения средств индивидуальной защиты (вкладышей, наушников) и ограниченного по времени пребывания в этих зонах. В термообрубном отделении при выполнении некоторых операций (зачистка на наждаке, отрезка) уровень звукового давления составляет 80 дБА .

Шум неблагоприятно воздействует на органы человека, вызывает физические и психические нарушения, снижающие работоспособность и создающие предпосылки для общих и профессиональных заболеваний, а также производственного травматизма [1].

Заменить или исключить источники шума нельзя, но для снижения уровня шума в цехе приняты следующие мероприятия:

- плавильное отделение, шихтовый участок и смесеприготовительное отделение изолированы от цеха капитальной стеной;
- формовочные машины снабжены устройством для амортизации ударов;
- кожухи выбивных решеток имеют облицовку из звукопоглощающих материалов;
- с целью снижения вредного воздействия шума используются средства индивидуальной защиты органов слуха (противошумные заглушки «беруши»).

Вибрация

Колебания при вибрации, передаваемые телу человека, вызывают раздражение нервных окончаний. Систематическое воздействие вибрации на человека приводит к нарушению функционального состояния органов и систем организма человека.

Общая вибрация, действующая на весь организм человека при увеличении интенсивности колебаний и длительности их воздействия, может вызывать профессиональное заболевание – вибрационную болезнь. Последняя проявляется в изменении центральной и вегетативной нервной системы, сердечно-сосудистой

системы и обменных процессов. Локальная вибрация вызывает спазм кровеносных сосудов, снижение чувствительности кожи [1].

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

Предельно допустимая величина общей вибрации в цехе согласно СН2.2.4/2.1.8.566-96 составляет 92 дБА [38].

Мерами по устранению вибрации и уменьшению ее вредного влияния на человека являются:

- формовочные машины и выбивные решетки устанавливаются на виброизолированный фундамент;
- исключения ручного пневмоинструмента;
- использование виброизоляции в выбивных решетках, которые опираются на амортизаторы.

С целью снижения вредного воздействия используются специальные рукавицы с амортизационной прокладкой и специальная виброзащитная обувь, соответствующая требованиям ГОСТ 12.1.011-89.

Благодаря установке нового современного оборудования, конструкция и принцип работы которого позволяет уменьшить влияние вибрации на человека, мы улучшили и обезопасили условия работы сотрудников цеха.

Освещение

Освещение рабочего места – важнейший фактор создания нормальных условий труда. От освещения рабочего места зависит производительность труда и качество выпускаемой продукции.

По принципу организации в цехе применяется естественное, искусственное и совмещенное освещение. В соответствии с санитарными нормами и правилами все помещения должны иметь естественное освещение. В том случае, если естественное освещения не достаточно, применяется искусственное.

Естественное освещение осуществляется через оконные проемы и световые фонари.

Для освещения цеха используется люминесцентные лампы высокого давления типа ДРЛ.

Стеклянные поверхности световых проемов (окон) предлагается подвергать периодической очистке от пыли, грязи, дыма, копоти не реже 3 раз в месяц. Зимой очистку остекления окон производить только с внутренней стороны.

В проектируемом цехе используется общее освещение. Цех имеет самостоятельные отделения и участки, характеризующиеся различной точностью зрительных работ и значением освещенности, данные, которые взяты из базового проекта, приведены в таблице 48.

Таблица 48 - Точность зрительных работ и нормы освещенности в литейном цехе

Подразделение цеха	Разряд зрительных работ	Искусственное освещение, лк	Естественное освещение, КЕО,e_n,%	Совмещенное освещение, КЕО,e_n, %
Склады	VIIIв	50	1	0,7
Смесеприготовительное	VI	200	3	1,8
Формовочное	III б	300	-	3
Стержневое	III б	300	-	3
Плавильное Выбивное	VII VI	200 200	3 3	1,8 1,8
Обрубное	Va	300	3	1,8
Очистка	VI	200	3	1,8
Термообработка	VI	200	3	1,8

Аварийное освещение для обеспечения непрерывности работ предусматривается на плавильном и заливочном участках и в местах выпуска металла из печей (минимальная освещенность на рабочих поверхностях должна быть не менее 10 лк), а также в помещениях диспетчеров и пультов управления (минимальная освещенность измерительной аппаратуры должна быть не менее 30 лк).

Рассчитываем необходимое количество светильников в плавильном отделе по формуле [1] :

$N = E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z / n \cdot ф_n \cdot \eta$,

где E – нормируемая освещенность, лк ;

K_3 – коэффициент запаса;

S – освещаемая площадь, м;

Z – коэффициент неравномерности освещения;

n – количество ламп в светильнике;

$ф_n$ – световой поток выбранной лампы, лм;

η – коэффициент использования светового потока.

N= 55 ламп.

С учетом коэффициента запаса = 99.

Электробезопасность

Наличие в цехе электрооборудования предусматривает выполнение в цехе правил электробезопасности, несоблюдение которых может привести к электротравмам. В соответствии с ПУЭ [32], по степени поражения электрическим током проектируемый литейный цех относится к особо опасным. К особо опасным относят помещения: с влажностью близкой к 100%; с химически активной средой, действующей разрушающе на изоляцию и токоведущие части электрооборудования; сырье, с относительной влажностью до 75%; наличие токопроводящей пыли; с токопроводящими полами (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные); горячие (температура воздуха превышает 30ºС); с возможностью одновременного прикосновения человека к металлическим конструкциям здания, имеющим соединение с землей, технологическим оборудованием, механизмами, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования – с другой.

В цехе предусмотрены следующие мероприятия по обеспечению безопасности рабочих:

- все токоведущие части электрических устройств и оборудования имеют специальные ограждения;

- все корпуса электродвигателей заземлены;

- питание кнопок управления оборудования не выше 26 В;

- при неисправности механизмов – автоматическое отклонение;
- индивидуальные средства защиты;
- правильный выбор и размещение средств пожаротушения.

Защиту персонала цеха от воздействия электрического тока предусматривают ГОСТ 12.1.019-96 и ГОСТ 12.1030-96 [22].

Пожарная безопасность

Проектируемый цех относится к зданиям пожарной категории Г, как производство, связанное с применением не горючих веществ и материалов в горючем, раскаленном и расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и в котором газообразные вещества используются в качестве топлива.

В соответствии со СНиПом 2.01.02-85, здание производственного корпуса цеха отнесено к I степени огнестойкости [35].

Основными причинами возникновения пожара в литейном цехе являются: загорание резиновых лент конвейеров в результате трения трущихся поверхностей; технологический процесс сушка стержней (покрашенные стержни спиртовой краской), места хранения ЛВЖ (краски, растворители) складские помещения горюче–смазочных материалов, неосторожное обращение с электронагревательными приборами в бытовых помещениях [1].

При реконструкции цеха стального литья планируется применение средств пожаротушения, регламентированных ГОСТом 12.4.009-91, среди которых:

– пожарные краны;
– огнетушитель газовый углекислотный ОУ-5 – 24 шт, для тушения электрооборудования, твердых и жидких веществ;
– огнетушитель порошковый ОП-10 -12 щт;
– песок;
– вода, расход воды для наружного пожаротушения представлен в таблице 49 и для внутреннего в таблице 50;

– пожарные гидранты, к которым при пожаре присоединяются гибкие рукава, которые питаются от хозяйственного, производственного водопровода не менее 2 атм;

Так же участок должен быть обеспечен:

– системой оповещательной пожарной сигнализации (подача звукового сигнала);

– для быстрого вывода людей из задымленного помещения необходимо наличие плана эвакуации людей;

– организацией пожарной охраны объекта.

В таблице 49 и 50 приведены данные базового проекта с нормами расхода воды на пожаротушение.

Таблица 49 - Расход воды на наружное пожаротушение в производственных зданиях с фонарями

Степень огнестойкости здания	Категория производства по пожарной опасности	Расход воды на один пожар, л/с, для тушения пожара в здании объемом, 50-200 тыс.м^3
I	Г	15

Таблица 50 - Расход воды на внутреннее пожаротушение на одну струю

Вид здания	Число струй	Расход воды, л/с
Производственные здания высотой до 50 м	2	2,5

Соблюдение правил пожарной безопасности позволит предотвратить возникновение пожара:

– регулярно производить очистку помещений и территорию от мусора;

– не допускать загромождения проходов и лестничных клеток;

– обеспечить здание первичными средствами пожаротушения и запасами воды;

– оборудование щитов с противопожарным инвентарем, ящиков с песком, емкостей с водой;

– обеспечение свободного подъезда к пожарным гидрантам;

– установка автоматических средств извещения и тушения пожаров;
– курение в строго отведенных местах.

5.2. Безопасность при чрезвычайных ситуациях

Наиболее распространенными причинами чрезвычайных ситуаций являются нарушения технологического процесса производства и правил техники безопасности. Знание возможных причин производственных аварий на том или ином предприятии, всесторонняя оценка потенциальной опасности, угрожающим работающим на нем, позволяют, во – первых, правильно определить мероприятие по их предупреждению, а во – вторых, предусмотреть необходимые меры оп защите людей и снижению ущерба в случае возникновения в случае возникновения технической аварии [1].

Устойчивость плавильного отделения

Под устойчивостью объекта понимается способность объекта выпускать установленные виды продукции в условиях чрезвычайных ситуаций (взрывов, пожаров и т.д.), а также приспособленность этого объекта к восстановлению в случае повреждения.

В качестве критериев оценки физической устойчивости приняты:

- при воздействии ударной волны – избыточные давления, при которых элементы производственного корпуса не разрушаются (не повреждаются) или получают такие повреждения, при которых они могут быть восстановлены в короткие сроки;

- при воздействии светового или теплового излучения- максимальные значения световых (тепловых) импульсов, при которых не происходит загорание материалов, сырья, оборудования, зданий и сооружений;

- при воздействии вторичных факторов поражения- избыточного давления, при котором происходящие разрушения и повреждения не приводят к авариям, пожарам, взрывам,, затоплениям, смерти людей, выходу из строя средств производства.

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

Эта оценка включает:

- воздействие ударной волны на элементы объекта;
- воздействие вторичных пожарных факторов.
- определение физической устойчивости элементов объекта производится по избыточным давлениям во фронте ударной волны от 5кПа и кончая давлением, разрушающим данный элемент .

Резюме

Анализируя проведенные мероприятия по охране труда производительного персонала литейного цеха можно сделать вывод, что в результате замены технологического оборудования удалось снизить концентрацию вредных выделений, шум, уменьшить тепловыделения в воздух рабочего пространства. За счет внедрения в технологический процесс передовых технологий изготовления стержней и форм удалось свести до минимума ручной труд рабочих, а также улучшить санитарно-гигиенические условия в цехе.

5.3. Экологичность проекта

На сегодняшний день экологическая ситуация в мире близка к критической.

Возникли следующие глобальные экологические проблемы:

- загрязнение Мирового океана;
- истощение озонового слоя;
- истощение минеральных ресурсов;
- глобальное потепление климата;
- исчезновение некоторых видов растений и животных [6].

Для решения глобальных проблем экологии следует решить локальные проблемы. Следует выделить существующие локальные экологические проблемы и выявить причину их возникновения.

К локальным проблемам относятся:

- загрязнение воздуха в городах;
- загрязнение рек и озер;
- загрязнение почвы ядохимикатами;
- электромагнитные излучения;
- опустынивание и заболачивание земель [6].

Одной из причин появления локальных экологических проблем является деятельность промышленных предприятий. Из них наиболее существенный вред несут предприятия энергетики, металлургической промышленности и литейного производства.

Для литейного производства характерна сложность и многообразие способов литья, технологических процессов и применяемых материалов. В воздухе рабочей зоны встречаются около 50 вредных веществ, регламентированных санитарными нормами. Наличие и количество того или иного вещества в воздухе рабочей зоны определяется применяемыми технологическими процессами, исходным материалом и другими факторами [12].

Вредные вещества литейного производства, попадая в окружающую среду, представляют угрозу окружающей природе, и ведут к возникновению локальных экологических проблем. Таким образом возникает настоятельная необходимость в экологизации литейного производства, то есть создания малоотходного производства.

5.3.1. Характеристика базового проекта

Цех производит отливки из стали. Плавка металла осуществляется в индукционных печах. Формовка ведется машинная. Литье осуществляется в

песчано-глинистые формы. Для изготовления форм и стержней используются кварцевый песок, красная глина и связующее. Расход металла на годовую программу составляет 20022 тонн, 1% от годового выпуска составляет угар шихтовых материалов.

Материальные выбросы (отходы), возникающие при производстве, делятся на несколько групп:

1. жидкие (сточные воды);
2. твердые (скрап, недоливы, шлак, угар, пыль);
3. газообразные (угарный газ, углекислый газ).

Также присутствуют параметрические загрязнения, к которым относятся шум и тепловые выбросы.

Для очистки вредных газов от пыли применяются циклоны.

Основными видами загрязнения сточных вод являются механические взвеси – песок, металлическая стружка, пыль, флюсы, масла. Для воды, образующую стоки применяются тонкие методы очистки. Вода, по своему химическому составу, должна соответствовать требованиям сан-эпидем станции.

5.3.2. Экологическая эффективность проекта при достижении основной цели

Основной целью данного проекта является организация технологического процесса изготовления отливок из стали для машиностроения с годовым выпуском 20 тыс. тонн.

Влияние вредных веществ на окружающую среду будет снижено за счет использования:

- современное оборудование;
- малоотходное производство;
- очистка выбросов от вредных отходов.

Большую роль в решении поставленной задачи сыграла замена формовочного, смесеприготовительного и стержневого оборудования.

Замена формовочного оборудования позволила сэкономить расход электроэнергии. Формовочная машина 22114 на изготовление одной формы расходует 115 кВт энергии (12976025 кВт тратится на изготовление 112835 форм в год). Новая формовочная машина DISA FLEX 70 расходует 90 кВт на изготовление одной формы (10155150 кВт тратится на изготовление 112835 форм в год). В год экономится 2820875 кВт электроэнергии.

Замена смесителей для производства формовочной и стержневой смесей позволила уменьшить выбросы смеси на 50 %, так как новые смесители - закрытого типа. Это снижает загрязнение воздуха цеха, а тем самым и воздуха окружающей среды, вредными газами и пылью.

В проектируемом цехе применяется использование оборотного водоснабжения. Применение оборотной воды: охлаждение оборудования и отопление цеха. Использование оборотного водоснабжения позволяет снизить расход воды и выброс отходов технологического процесса. В цехе применяется механический метод очистки (процеживание, отсеивание, фильтрование). Процеживание происходит через решетки и сито для предварительного удаления плавающих крупных загрязнений. Для выделения из сточных вод примесей применяются горизонтальные отстойники, в которых частицы взвесей, оседая на дно или всплывая, движутся горизонтально вместе с осветляемой водой. Процент очистки в отстойниках составляет 50-60%. Образующийся в отстойниках шлам перед выводом в отвал обезвоживается на фильтр-прессах или вакуум-фильтрах.

Для выделения из использованной воды примесей используются горизонтальные отстойники. Дальнейшей очисткой является фильтрование через слой зернистого или пористого материала (в нашем случае кварцевый песок). Сами фильтры должны подвергаться промывке водой в направлении обратном направлению течения фильтруемой жидкости. Очищенная вода насосами подается для дальнейшего использования.

Для цеха необходимо 260000 $м^3$ воды в год. Из них расход воды на приготовление 211436 $м^3$ формовочной и стержневой смеси составляет 15572 $м^3$.

На охлаждение оборудования и отопление цеха требуется 244428 $м^3$ в год. Используя оборотную воду, экономится до 60% или 156000 $м^3$ воды в год.

В проектируемом цехе предусматривается использование твердых отходов. Отработанная формовочная и стержневая смесь подвергается регенерации и последующему использованию в технологическом процессе.

В цехе устанавливается система регенерации смеси, которая позволяет уменьшить расход формовочных песков на 85-90%.

Шлак, формовочные и стержневые смеси, не подлежащие регенерации, идут на нужды народного хозяйства: для изготовления кирпича, на строительство дорог и т.п.

Применяются уже известные, но хорошо зарекомендовавшие себя методы очистки газов:

- очистка воздуха роторными зернистыми фильтрами, с коэффициентом очистки 0,85,
- очистка воздуха рукавными фильтрами с коэффициентом очистки 0,95.

При внедрении данного проекта достигается экологическая эффективность:

1) применена технология использования оборотного водоснабжения, экономия воды 156000 $м^3$ в год;
2) установлено оборудование для очистки газов: роторные зернистые фильтры и рукавные фильтры, что увеличивает очистку газов до 95%;
3) установлено оборудование для регенерации смесей, экономия формовочных песков 85% или 179721 $м^3$;
4) экономия электроэнергии за счет замены формовочного оборудования, в год экономится 2820875 кВт.

6.ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗРАБОТАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ «КОРПУС» ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕСТОВ НА ТЕМУ: «ВИДЫ РАЗОВЫХ ЛИТЕЙНЫХ ФОРМ: ХАРАКТЕРИСТИКА, ПРИМЕНЕНИЕ».

Целью методической части дипломной работы является разработка контрольных заданий и урока теоретического обучения по теме: «Виды разовых песчано-глинистых форм: характеристика, применение» для подготовки квалифицированных рабочих по профессии «Наладчик формовочных и стержневых машин».

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- изучить тарифно-квалификационную характеристику наладчика формовочных и стержневых машин 4 разряда;
- проанализировать государственный образовательный стандарт начального профессионального образования по профессии «Наладчик формовочных и стержневых машин»;
- 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 для изучения выбранной темы;
- разработать конспект урока по выбранной теме.

6.1. Изучение квалификационной характеристики для профессии «Наладчик формовочных и стержневых машин».

Спроектированный сталелитейный цех мощностью 20000 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 изготовлению литейной формы. Так как в спроектированном цехе произошла замена формовочного оборудования, то для работы в цехе требуется более квалифицированный персонал.

Существует документ ЕТКС [ ], 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.

Была рассмотрена характеристика для наладчика формовочных и стержневых машин 3 и 4 разрядов.

Знания и умения, необходимые для присвоения 3 или 4 разряда представлены таблице 52 [ ].

Таблица 52 – Характеристика знаний и умений наладчика формовочных и стержневых машин

Разряд	Знания	Умения
3	Устройство и принцип работы обслуживаемых формовочных машин; номенклатура и характеристика модельно-опочного инвентаря; приемы и способы установки и наладки моделей, стержневых ящиков; правила и приемы формовки и сборки форм; назначение и условия применения контрольно-измерительных инструментов.	Наладка и регулирование формовочных и стержневых машин грузоподъемностью до 1200 кг; доведение соосности полуформ при их сборке; установка, перестановка и отладка моделей, стержневых ящиков и приспособлений обслуживаемых машин. Проведение инструктажа формовщиков о правильных приемах управления машинами.
4	Требования, предъявляемые к формам и стержням; устройство и принцип работы формовочных шприц-машин и прессов; конструктивные особенности моделей, стержневых ящиков, штампов; технические требования, предъявляемые к отливкам; литейные свойства металлов; устройство контрольно-измерительного инструмента; устройство однотипных промышленных манипуляторов.	Наладка и регулирование формовочных и стержневых машин грузоподъемностью до 2500 кг и однотипных пескодувных машин и пескометов. Установка, перестановка и отладка сложных моделей, стержневых ящиков, штампов и приспособлений. Обеспечение бесперебойной работы обслуживаемых машин. Участие в ремонте обслуживаемого оборудования и оснастки.

Наладчики 4 разряда производят более сложную работу по обслуживанию формовочного и стержневого оборудования, чем наладчики 3 разряда, соответственно для этого им требуется больший объем знаний.

Из этого можно сделать вывод, что для спроектированного цеха, в котором применяется современное высококачественное формовочное оборудование, требуются наладчики 4 разряда.

6.2. Анализ государственного образовательного стандарта по профессии «Наладчик формовочных и стержневых машин»

Был изучен ГОС по профессии «Наладчик формовочных и стержневых машин». Ознакомившись с пояснительной запиской, была проанализирована профессиональная характеристика.

Структура профессиональной характеристики:

- название профессии;
- назначение профессии;
- квалификация (отвечает за уровень образования и описывает как повышать квалификацию);
- содержательные параметры профессиональной деятельности.

В профессиональной характеристике можно выделить несколько блоков знаний и умений, которыми должен овладеть наладчик формовочных и стержневых машин. Это такие блоки как: техника, технология, сырье и материалы, экономика и управление на предприятии.

Профессиональная характеристика ГОС НПО в полной мере раскрывает требования к знаниям и умениям рабочих по профессии наладчик формовочных и стержневых машин, и является основным документом для создания модели выпускника.

Был проведен анализ профессиональной характеристики, а именно, выделены крупные блоки знаний и умений, относящиеся к технике, технологии, сырью и материалам, экономике.

Был рассмотрен документ «Федеральный компонент содержания профессионального циклов обучения».

В настоящем документе более подробно определено содержание профессионального образования. Федеральный компонент содержания - это минимум содержания образования, который должен быть усвоен, чтобы обеспечить единство образовательного пространства. Он обязателен для всех учебных заведений.

Учебные элементы - представляют собой изучаемые объекты, факты, явления, понятия, закономерности, процессы и их характеристики и т.п. Для учебных элементов предусматриваются 3 уровня усвоения материала:

1 уровень - узнавание изученных ранее объектов, свойств, процессов в данной профессиональной деятельности и выполнение действий с подсказкой;

2 уровень - самостоятельное выполнение по памяти типового действия;

3 уровень - продуктивное действие, т.е создание алгоритма деятельности в нетиповой ситуации на основе изученных ранее типовых действий.

В изучаемом документе были обнаружены следующие объекты стандартизации:

– квалификационные требования;
– содержание образования (циклы, блоки, предметные области);
– уровни усвоения материала;
– уровень предшествующего образования.

Был проведен анализ федерального компонента содержания профессионального и специального циклов обучения, а именно, рассмотрели учебные элементы содержания профессионального образования.

6.3. Выбор и обоснование перечня и объема предметов теоретической подготовки

Нами был рассмотрен рабочий учебный план для подготовки рабочих по профессии «Наладчик формовочных и стержневых машин». 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 предметов, которые могут опираться на материалы дипломного проекта. Рассмотрев тематические планы предметов: «Материаловедение» (таблица 53) и «Общая технология литейного производства» (таблица 54), мы выбрали тему урока максимально связанную с материалами дипломного проекта: «Технология изготовления разовых песчано-глинистых форм».

Таблица 53 - Тематический план предмета «Общая технология литейного производства» [23]

№	Темы	Количество часов
1	Введение	2
2	Литейные сплавы	4
3	Технология изготовления разовых песчано-глинистых форм	10
4	Приготовление литейных расплавов	6
5	Заливка форм	2
6	Выбивка, очистка, обрубка и термическая обработка отливок	4
7	Контроль качества и отделка отливок	8
8	Специальные методы литья	6
9	Перспективы развития литейного производства	2
10	*Основные сведения о стандартизации и качестве продукции*	6

Таблица 54 - Тематический план предмета «Материаловедение» [23]

№	Темы	Количество часов
1	Введение	2
2	Основные сведения о строении, свойствах, методах испытания металлических материалов	10
3	Основные сведения из теории сплавов	12
4	Чугуны	6
5	Сталь	8
6	Термическая и химико-термическая обработка металлических материалов	16
7	Цветные металлы и сплавы	12
8	Твердые сплавы и минерало-керамические материалы	4
9	Неметаллические материалы	6
10	Пути повышения эффективности использования конструкционных материалов	2

Тема программы предмета «Общая технология литейного производства»: «Технология изготовления разовых песчано-глинистых форм» непосредственно связана с производством отливки «Корпус», так как способом производства отливки является литье в разовую форму.

Количество часов на изучение выбранной темы сокращать не следует, так как наладчики формовочных и стержневых машин должны подробно изучить технологию изготовления форм, чтобы обеспечить бесперебойную работу формовочного оборудования.

Для составления урока выбираем тему: «Виды разовых литейных форм: характеристика, применение».

6.4. Разработка средств обучения для урока «Виды разовых литейных форм: характеристика, применение».

Для проведения урока необходимы средства обучения, исходя из этого, нами были разработаны тесты для урока по теме: «Виды разовых литейных форм: характеристика, применение».

В качестве средств обучения выступили разработанные нами карточки с заданиями и бланки для ответов. Средства разработаны в соответствии с принципами дидактики:

1. Соответствие ГОС НПО;
2. Соответствие дидактическим принципам:

- научность;
- системность;
- доступность;

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, обще-профессионального 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 [20].

Чтобы разработать тесты, мы опираемся на учебное пособие «Методика профессионального обучения» Н.Е. Эргановой и соглашаемся с ее мнением о разработке тестов.

В выбранном литературном источнике описывается следующая классификация тестов [20]:

- в тестах первого уровня выполняется алгоритмическая репродуктивная деятельность с подсказкой, так как правильный ответ содержится в самом задании.

Тесты на опознание. В них одна существенная операция – выбор из альтернативы «ДА» - «НЕТ».

Тесты на различие. Этот вид тестов отличается от тестов на опознание тем, что их выполнение осуществляется в условиях поиска, создаваемого рядом стоящими вариантами ответов.

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.

Тесты подстановки. В них, как правило, бывают пропущены ключевые понятия, фразы, формулы или другой какой-либо существенный элемент текста.

Конструктивный тест. В него включаются задания, требующие самостоятельного конструктивного ответа: воспроизвести формулировку; дать характеристику; написать формулу; проанализировать явление.

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.

Тест-нетиповая задача. Решение нетиповой задачи состоит в сведении ее к типовой задаче путем преобразования известных формул или нахождения алгоритма решения.

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 бланков для ответов; описание порядка выполнения работы;

оговорить количество времени, отведенное на выполнение заданий; сбор бланков с ответами.

Карточки с тестами составлены для одного варианта, первого и второго уровня, вопросы размещены по уровням. Вопросы выбраны несложные, соответствующие пройденной теме, поэтому на тестирование отводится 10 минут.

Контрольные задания представлены в приложении работы (приложение 1).

6.5. Разработка методики и фрагмента плана-конспекта урока по предмету «Общая технология литейного производства» при обучении наладчиков формовочных и стержневых машин

Для обоснования необходимости данного средства обучения мы приводим описание его применения. В качестве описания предоставлен фрагмент конспекта урока (таблица 55).

План-конспект урока:

1. Профессия – наладчик формовочных и стержневых машин.

2. Курс 1.

3. Предмет – общая технология литейного производства.

4.Тема программы - «Технология изготовления разовых песчано-глинистых форм».

5. Тема урока: «Виды разовых литейных форм: характеристика, применение».

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 видами разовых литейных форм, их применением.

Воспитательная - воспитывать интерес к будущей профессии. 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 55 – Фрагмент плана-конспекта урока

Этапы урока, затраты времени	Содержание учебного материала	Описание методики осуществления учебных действий
Первичное закрепление	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 бланки для ответов. На выполнение задания отводится 10 минут. В карточке с заданиями 10 вопросов двух видов: с выбором правильного ответа и с дополнением пропущенной фразы. Вы внимательно читаете инструкцию к заданиям, и пишите выбранный вариант в бланке для ответов. Вы получили карточки и бланки. Если готовы, можете приступать к выполнению задания. Можете задавать вопросы, если будут сложности с заполнением бланка ответов. Результаты теста будут оглашены на следующем уроке.	Перейти к закреплению материала. Рассказываю, объясняю, 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. Если есть учащиеся, которые отвлекаются, попросить повторить одного из них, как выполнять тестовые задания. Выдаю 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 «наладчик формовочных и стержневых машин», используя ЕТКС (Единый тарифный квалификационный справочник).
- Разобрали перечень и объем тем теоретической и производственной подготовки.
- Выбрали тему «Виды разовых литейных форм: характеристика, применение», при изучении которого 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 20 тыс. тонн в год. Проведен расчет технологического оборудования, стержневых и формовочных материалов, а также расчет шихты. По результатам проведенных вычислений, было выбрано оборудование и технологические материалы, обеспечивающие качественный результат. Современное оборудование и технологии позволили увеличить производительность, повысить качество отливок, снизить затраты на ремонт, улучшить условия труда и сократить срок окупаемости.

Разработана планировка нового цеха. В экономической части проекта рассмотрены вопросы расчет численности рабочих, себестоимости продукции, проведен анализ коммерческой эффективности.

В проектируемом цехе рассмотрены вопросы охраны и безопасности труда, отвечающие всем требованиям норм и правил санитарии, вследствие чего минимизировано вредное воздействие на рабочих и окружающую среду.

В методической части разработаны средства обучения для рабочих по профессии «наладчик формовочных и стержневых машин».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Безопасность жизнедеятельности: Учеб. пособие для вузов/ под ред. проф. Л. А. Муравья. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: ЮНИТИ - ДАНА , 2003. – 431 с.

2. Бухгалтерский учет заработной платы: Нормат. документы. Екатеринбург: Урал. юрид. изд-во, 1996. – 115 с.

3. Долотов Г. П., Кондаков Е. А. Печи и сушила литейного производства: Учебник для техникумов. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1984. – 232 с.

4. Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих. – М.: Экономика, 2003. – 520 с.

5. Жученко А. А., Смирнова Н. А. Практикум по «Методике профессионального обучения»: Учебное пособие. Часть 1. / Под ред. А. А.Жученко. – Екатеринбург, 2003. – 84 с.

6. Коробкин В. И., Передельский Л. В. Экология. Изд. 5-е, доп. и перераб. – Ростов н/д: изд-во «Феникс», 2003. – 576 с.

7. Литье повышенной точности по разовым моделям / Озеров В. А., Гаранин В. О. – М., «Высшая школа», 1988г.

8. Логинов И. 3. Проектирование литейных цехов. - Минск: Изд-во «Высшая школа»; 1975. – 317 с.

9. Миляев В. М., Гофман Э. Б. Проектирование литейных цехов. Учебное пособие/Екатеринбург. Изд-во УГППУ, 1994. – 52 с.

10. Могилев В. К., Лев О. И. Справочник литейщика. М.: Машиностроение, 1988. – 272 с.

11. Методические указания к дипломному проектированию: В 4 ч./ Сост. Б. С. Чуркин, Э. Б. Гофман. – Екатеринбург: Свердл. инж.-пед. ин-т, 1991. – 51 с.

12. 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.

13. Сафронов В. Я. Справочник по литейному оборудованию. – М.: Машиностроение, 1979. – 320 с.

14. Стальное литье / под ред. Н. П. Дубинина – М., «МАШГИЗ», 1961г. – 120 с.

15. Стальные отливки / Арсов Я. Б. – М., «Машиностроение», 1974г.

16. Технология конструкционных материалов / под ред. А. М. Дальский, Н.П. Дубинин – М., «Машиностроение», 1977г.

17. СниП 2.01.02-85. Пожарная безопасность зданий и сооружений./ Госстрой России. М. ГУПЦПП изменен №1 и №2. 2002. – 16 с.

18. 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. – 662 с.

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

20. Эрганова Н. Е. Методика обучения: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Н.Е. Эрганова.- М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 160 с.

21. ГН.2.2.5.1313-03. Предельно допустимые концентрации [ПДК] вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы. М.: Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ Минздрава России, 1998. – 208 с.

22. ГОСТ 12.1.030-96. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. Введ. 01.01.89. М.: Изд-во стандартов, 1987. – 11 с.

23. Государственный образовательный стандарт начального профессионального образования по профессии «Наладчик формовочных и стержневых машин».

24. ГОСТ 26645-85*. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. Введ. 01.07.88. - М.: Изд-во стандартов, 1994.

25. ГОСТ 12.4.024-76*. ССБТ. Обувь специальная виброзащитная. Общие технические требования. Введ. 01.01.1978. М.: Изд-во стандартов, 1986.

26. ГОСТ 1583-89. Сплавы алюминиевые литейные. Технические условия. М.: Изд-во стандартов, 1989.

27. ГОСТ 12.4.002-97. ССБТ. Средства индивидуальной защиты рук от вибрации. Технические требования и методы испытаний. Введ. 01.07.98. М.: Изд-во стандартов, 1997.

28. ГОСТ 12.1.003 – 83*. Шум. Общие требования безопасности. Введ. 01.07.84. М.: Изд-во стандартов, 1983.

29. ГОСТ 977-88. Отливки стальные. Общие технические условия. М.: Изд-во стандартов, 1988.

30. ГОСТ 15008-69. Опоки литейные цельнолитые чугунные прямоугольные размерами в свету: длиной 1200; 1400 мм, шириной 900; 1000 мм, высотой от 200 до 400 мм. Конструкция и размеры. Введ. 01.01.1971. М.: Изд-во стандартов, 1971.

31. ПУЭ. Издание 7-е. Введ. 08.07.07. М.: Изд-во стандартов, 2007.

32. Рабочий учебный план для подготовки рабочих по профессии «Наладчик формовочных и стержневых машин».

33. СниП 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. – 20 с.

34. СниП 23-05-95*. Естественное и искусственное освещение. М.: Министерство строительства Российской Федерации, 2001. – 48 с.

35. 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.

36. 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.

37. СНиП 41-01-03. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Введ. 01.01.04. М.: Изд-во стандартов, 2004

38. www.ruscastings.ru

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Тестовые задания для проверки усвоения материала по теме: «Виды разовых литейных форм: характеристика, применение»

1. Ответьте на вопрос:

   Можно ли использовать разовую форму для заливки металлом более одного раза?

2. Ответьте на вопрос:

   Относятся ли химически твердеющие формы к разовым литейным формам?

3. Выберите правильный вариант ответа:

   Какой вид разовых форм подвергается сушке с целью дополнительного упрочнения, и влага удаляется из всей формы?

   а) сырая

   б) сухая

   в) химически твердеющая

   г) подсушенная

4. Выберите правильный вариант ответа:

   Какие отливки целесообразно изготавливать в сырых формах?

   а) мелкие

   б) крупные

   в) сложной конфигурации

5. Выберите правильный вариант ответа:

   а) тепловая

   б) химическая

6. Выберите правильный вариант ответа:

   Отливки, какой массы получают в средних формах?

   а) до 100 кг

   б) до 1 т

   в) до 5т

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) химически твердеющая 4) не подвергается упрочнению

8. Дополните:

Разовые литейные формы делятся на:

1)_____

2)_____

3)_____

4)_____

9. Дополните:

_____ называют разовую форму, изготавливают из песчано-глинистой смеси путем _____.

10. Дополните:

По размеру формы делятся на _____, _____, _____.

Эталоны ответов:

1. нет; 2. да; 3. б); 4. а); 5. б); 6. б); 7. а)4, б)3, в)2, г)1; 8. песчаные, керамические, песчано-цементные, гипсовые; 9. песчаной, уплотнения; 10. мелкие, средние, крупные.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
				Документация		
		1		Смеситель	4	
		2		Передаточная тележка	4	
		3		Полигональное сито	2	
		4		Индукционная печь	4	
		5		Формовочная машина	2	
		6		Пластинчатый конвейер	4	
		7		Стержневая машина	2	
		8		Шлифовальная машина	1	
		9		Дробеметная машина	1	
		10		Термическая печь	1	
		11		Галтовочный барабан	1	
		12		Мостовой кран	9	

Изм	Лист	№ докум.	Подп	Дата	ДП 44.03.04. 515 ПЗ
Разраб.		Хасьянова			ПРИЛОЖЕНИЕ Б Планировка цеха (Спецификация)
Пров.		Ведерников			
Н. контр.		Категоренко			
Утв.		Гузанов			

Лит.	Лист	Листов
	127	127

ФГАОУ ВО РГППУ
ИИПО, каф. ИММ
группа ЗМП-404с