

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 114 страницах, содержит 1 рисунок, 44 таблицы, 30 источников литературы, а также 1 приложение на 8 страницах, графическую часть на 6 листах формата А1: планировка цеха, модельно-литейные указания, форма в сборе, модельная плита, стержневой ящик, калькуляция себестоимости 1 тонны годных отливок в год.

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

Объект исследования – организация производства изготовления отливок из стали.

Предмет исследования – технологический процесс изготовления отливки (балка)

Цель работы – разработка проекта цеха по изготовлению отливок из стали для машиностроения с годовым выпуском 30000 тонн.

Основные задачи:

1. В дипломном проекте разработана система организации технологического процесса изготовления отливок из стали для машиностроения с годовым выпуском 30000 тонн.

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

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

4. Рассмотрены вопросы безопасности труда производственных рабочих и охраны окружающей среды.

5. Разработан тест для проверки уровня знаний рабочих по профессии контролер.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04 694 ПЗ			
Разраб.		Сусленков			Организация технологического процесса изготовления отливок из стали для машиностроения с годовым выпуском 30000 тонн	Лит.	Лист	Листов
Пров.		Категоренко					3	118
Н. контр.		Категоренко				ФГАОУ ВО РГПУ ИИПО, каф. МСП группа ЗМП-403С		
Утв.		Гузанов						

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	8
1.1. Обоснование и расчет производственной программы.....	9
1.2. Выбор и обоснование места строительства цеха.....	12
1.3. Выбор режима работы литейного цеха. Расчёт фондов времени	13
2. АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ ДЕТАЛИ И ТРЕБОВАНИЯ К НЕЙ.....	15
2.1. Характеристика детали, её назначение и особенности условий её эксплуатации.....	15
2.2. Характеристика сплава 20ГЛ.....	15
2.3. Выбор, обоснование технологического процесса изготовления отливки	16
2.4. Выбор положения отливки в форме.....	17
2.5. Конструирование и расчет литниково-питающей системы	18
2.5.1. Конструирование и расчет прибылей.....	18
2.5.2. Определение выхода годного	21
2.5.3. Конструирование и расчет литниковой системы	21
3. РАСЧЁТ ОСНОВНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ ЦЕХА.....	26
3.1. Плавильное отделение.....	26
3.1.1. Выбор плавильного агрегата	26
3.1.2. Шихтовые материалы индукционной плавки.....	28
3.1.3. Расчет количества плавильных агрегатов	31
3.1.4. Расчет парка ковшей.....	32
3.2. Формовочно-заливочно-выбивное отделение	33
3.2.1. Расчет программы формовочного отделения	34

3.3. Стержневое отделение.....	38
3.3.1. Расчёт программы стержневого отделения.....	38
3.3.2. Технологический процесс изготовления стержней из ХТС... 40	40
3.3.3. Выбор стержневого оборудования и расчёт его количества..	41
3.4. Смесеприготовительное отделение.....	41
3.4.1. Выбор материала для производства песчано-глинистых форм42	42
3.4.2. Выбор материала для производства стержней	43
3.4.2. Расчёт оборудования смесеприготовительного отделения	44
3.5. Участок финишных операций	47
4. ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ	54
4.1. Проектирование численного и квалифицированного состава	54
рабочих.....	54
4.2. Организация и планирование заработной платы.....	60
4.3. Отчисления на социальные нужды	64
4.4. Расчёт капитальных затрат и амортизационных отчислений	65
4.5. Определение затрат и планирование себестоимости продукции	68
4.6. Расчет плановых постоянных и переменных затрат	70
4.7. Ценообразование.....	72
4.8. Расчёт коммерческой эффективности проекта	73
4.9. Показатели эффективности.....	80
5. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА	82
5.1. Безопасность труда	82
5.1.1. Характеристика трудового процесса	83
5.1.2. Условия труда	85
5.2. Экологичность проекта	92

5.2.1. Характеристика базового проекта.....	95
5.2.2. Экологическая эффективность проекта.....	96
6. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗРАБОТАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕСТА НА ТЕМУ «КОНТРОЛЬ В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ».....	98
6.1. Изучение квалификационной характеристики для профессии ...	98
«Контролер»	98
6.2. Выбор темы, при изучении которой возможно использование материалов дипломного проекта.....	99
6.3. Разработка средств обучения для урока теоретического обучения на тему «Контроль в литейном производстве»	99
6.4. Разработка методики применения тестов по курсу «Литейное производство» на тему «Контроль в литейном производстве».....	101
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	103
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	104
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	107

ВВЕДЕНИЕ

Литейное производство – это совокупность производственных процессов, результатом которых является получение фасонных отливок заливкой жидкого металла в формы. Литье является наиболее распространенным способом производства загото-

вок для деталей и машин. Примерно около 70 % заготовок (по массе) получают литьем, а в некоторых отраслях машиностроения 90 – 95 %. Так 50 % деталей к механизмам и машинам и 80 % к станкам изготавливаются методом литья. Литьем можно получать детали любой формы весом от 10 г до 250 т, толщиной стенок от 2 до 500 мм и длиной от 10 мм до 30 м. Широкое распространение литейного производства объясняется большим преимуществом по сравнению с другими способами производства заготовок (ковкой, штамповкой). Литьем можно получить заготовки практически любой сложности с минимальными припусками на механическую обработку. Это важное преимущество, так как сокращение затрат на обработку резанием снижает себестоимость изделия и уменьшает расход металла. Кроме того, производство литых заготовок значительно дешевле, чем, например, производство поковок.

Современный мир требует постоянного развития и совершенствования литейного производства, движения его по пути технического прогресса, так как только при этом условии оно в состоянии будет полностью удовлетворять нужды машиностроения в высококачественных и дешевых отливках.

Проектирование литейных цехов, имеющее большое количество исходных данных, является трудоемким и сложным процессом. Проектирование заводов осуществляется путем набора типовых специализированных цехов. При проектировании следует обеспечить блокировку производственных, вспомогательных и обслуживающих цехов, складов, административно-конторских и бытовых помещений.

При выборе оборудования необходимо ориентироваться на применение автоматических линий, комплексов, агрегатов, максимально исключая ручной труд. Такое оборудование позволит цеху выпускать качественное, конкурентоспособное стальное литье с соблюдением всех норм по технике безопасности и требований по охране окружающей среды. Кроме того, при проектировании следует учитывать, чтобы оборудование было загружено и интенсивно использовалось, оправдывался высокий уровень механизации и автоматизации труда.

Проектируемый цех относится к сталелитейным цехам крупносерийного типа производства и входит в состав предприятия общего машиностроения. Мощность цеха 30 тыс. тонн годных отливок в год. В соответствии с производственной программой было выбрано и рассчитано оборудование, с помощью которого можно достичь задан-

ной производительности цеха. Дано описание технологических процессов выплавки стали, изготовления форм, а также термической обработки отливок.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

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

В разработанном проекте освещаются следующие вопросы:

- Режим работы цеха и участков;
- Расчет фондов времени работы оборудования;
- Обоснование технологического процесса изготовления отливок;
- Расчет количества оборудования;
- Расчет технико-экономических показателей;
- Вопросы охраны труда;
- Вопросы охраны окружающей среды.
- Разработка теста для проверки уровня знаний.
- Исходными данными служат заданный объем производства, номенклатура деталей, масса деталей и т.д.

1.1. Обоснование и расчет производственной программы

Производственная программа является основой для разработки технологической части проекта.

Проектом цеха сального литья предусмотрен выпуск 30000 тонн годной продукции в год, масса отливок от 1 до 500 кг. Используется литейный сплав марки 20ГЛ. Характер производства крупносерийный и массовый.

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

- группа – отливки массой от 1 до 50кг;
- группа – отливки массой от 51 до 100кг;
- группа – отливки массой от 101 до 500 кг;

Производственная программа цеха приведена в таблице 1.

Планируемая доля брака при изготовлении отливок массой:

- от 1 до 50 кг составит 3%.

- от 51 до 100 кг составит 2%.
- от 101 до 500 кг составит 1%.

Брак стержней – 5%, брак форм – 5%. Просыпь и потеря технологических свойств смесей: формовочной – 5%, стержневой – 5%.

Таблица 1 – Производственная программа цеха.

Массовая группа, кг	Наименование отливки	Марка сплава	Черновая масса отливки, кг	Масса отливки с литниками и прибылями, кг	Количество отливок на годовую программу, шт	% брака на мех.обработку	Количество отливок с учётом брака на годовую программу, шт.	Масса отливок без литников и прибылей на годовую программу, т	Масса отливок с литниками и прибылями на годовую программу, т	Технологический выход, % годового, %
1 - 50	1. Букса	20ГЛ	8,87	14,1	169109	3	174183	1500	2456	65
	2. Гнездо	20ГЛ	17,75	27,31	112676	3	116056	2000	3169	
	3. Кронштейн	20ГЛ	22,44	34,52	111408	3	114750	2500	3961	
	4. Крышка	20ГЛ	25,5	39,23	78431	3	80784	2000	3169	
	5. Кольцо	20ГЛ	30,6	47,08	42481	3	43755	2000	2060	
Итого по группе:							529529	10000	14816	
51 - 100	1. Шкив	20ГЛ	54,06	80,69	46245	2	47170	2500	3806	67
	2. Корпус	20ГЛ	56,1	83,73	26738	2	27273	1500	2284	
	3. Головка	20ГЛ	62,22	92,87	32144	2	32787	2000	3045	
	4. Крышка	20ГЛ	69,36	103,52	36044	2	36765	2500	3806	
	5. Корпус	20ГЛ	81,6	121,8	18382	2	18750	1500	2284	
Итого по группе:							162744	10000	15224	
101 - 500	1. Шкив	20ГЛ	142,8	219,69	10504	1	10609	1500	2331	65
	2. Люлька	20ГЛ	255	392,31	3922	1	3961	1000	1554	
	3. Колесо	20ГЛ	321,3	494,31	7781	1	7859	2500	3885	
	4. Картер	20ГЛ	346,8	533,54	5767	1	5825	2000	3108	
	5. Балка внутренняя	20ГЛ	348	535,92	4310	1	4353	1500	2333	
	6. Картер	20ГЛ	362,1	557,1	4143	1	4184	1500	2331	
Итого по группе:							36791	10000	15541	
Итого по программе:							729064	30000	45581	

1.2. Выбор и обоснование места строительства цеха

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

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

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

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

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

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

1.3. Выбор режима работы литейного цеха. Расчёт фондов времени

В литейных цехах серийного производства применяют следующие виды режимов работ:

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

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

При проектировании литейных цехов различают три вида фондов времени работы оборудования и рабочих [11]:

1) Календарный фонд (T_k) — указывает количество календарных дней (часов) в году. $T_k = 365 \text{ дней} = 5986 \text{ часов}$. Используется при расчете складских помещений.

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

Используется при расчетах оборудования:

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

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

c — количество смен;

r — продолжительность рабочей смены, ч,

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

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

Действительный фонд времени рассчитывается по формуле [4]:

$$T_d = T_n \cdot (1 - \Pi),$$

где P - коэффициент, учитывающий потери времени.

Действительный фонд времени работы оборудования отражен в таблице 2.

Таблица 2 – Действительный годовой фонд времени

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

2. АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ ДЕТАЛИ И ТРЕБОВАНИЯ К НЕЙ

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

В дипломном проекте рассматривается технология изготовления детали «Балка внутренняя» массой 348 кг. Масса отливки с литниками и прибылями составляет 536 кг. Габаритные размеры отливки 2110×415×245 мм. Номинальная толщина стенки 14 мм. Деталь работает в условиях жестких динамических нагрузок, а так же испытывает вибрационные нагрузки, следовательно, она должна обладать высокими прочностными свойствами и высоким сопротивлением износу.

Отливка «Балка внутренняя» должна быть главным образом износостойкой и прочной. Применение легированной стали марки 20ГЛ обеспечит необходимые физико-механические свойства металла.

Деталь подвергается механической обработке с удалением материала. Припуски на механическую обработку определяем по ГОСТ 26645-85[24] в зависимости от точности отливки.

Точность отливки 11-0-0-10.

Точность размеров 11, степень коробления 0, класс точности поверхности 0, класс точности масс 10.

Выбираем припуски на механическую обработку 10 мм.

2.2. Характеристика сплава 20ГЛ

Гарантируемыми характеристиками для стали марки 20ГЛ является высокая износостойкость и прочность. Данная сталь подвергается термообработке: нормализация 880 – 900 °С, отпуск 600 – 650 °С.

Сталь 20ГЛ обладает следующими свойствами:

- высокий предел текучести;
- низкий температурный порог хрупкости;
- хорошая свариваемость.

Состав и свойства стали 20ГЛ приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Состав и свойства стали 20ГЛ

Химический состав стали, %							
углерод	кремний	марганец		фосфор		сера	
0,15 – 0,25	0,2 – 0,4	1,4 – 1,6		не более 0,04		не более 0,04	
Физико-механические свойства стали							
Удельный вес, г/см ³	Усадка сплава, %	Температура, °С		Предел прочности при растяжении σ_b , кгс/мм ²	Относительное удлинение δ , %	Ударная вязкость a_k , кДж/м ³	Твёрдость НВ
		Плавления	Заливки в литейные формы				
7,82	2,2	1497 – 1505	1560 - 1580	53	18	491	143 - 187

2.3. Выбор, обоснование технологического процесса изготовления отливки

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

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

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

Требования, предъявляемые к отливке «Балка внутренняя» могут быть обеспечены технологией литья в песчано–глинистые формы, так как литье в песчано-глинистые формы – это литье в землю с очень низкой ценой за килограмм отливки. Многие заводы успешно применяют эту технологию в связи с низкой себестоимостью, универсальностью процесса, быстрой подготовки производства.

С целью экономии денежных средств, рационально выбрать машинную формовку, где будут применяться металлические модели и соответствующая оснастка.

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

2.4. Выбор положения отливки в форме

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

Выбор разъема формы определяет конструкцию и разъемы модели, необходимость применения стержней, величину формовочных уклонов, размер опок и т.д. При неправильном выборе поверхности разъема возможно искажение конфигурации отливки, неоправданное усложнение формовки, сборки.

Для изготовления отливки «Балка внутренняя» выбираем горизонтальную плоскость разъема и подвод металла в наиболее массивную часть отливки. Это обусловлено простотой сборки, а также направленной кристаллизацией металла. Формовка осуществляется по разъемной модели, разъем формы и разъем модели совпадают. В этом случае используется минимальное

количество стержней, что существенно влияет на снижение трудоёмкости изготовления форм.

В опоках располагаем две отливки. Для этого выбираем опоки с габаритными размерами $2500 \times 2000 \times 500/500$, согласно ГОСТ 14993-69[23]. Заливку форм производим из поворотного ковша.

Выбор положения отливки в форме и поверхность её разъёма определяют конструкцией отливки, необходимых для выполнения всех полостей отливки и элементов её наружной поверхности. В нашем случае необходимо три стержня, которые будут образовывать отверстия.

Выбранная поверхность разъёма формы удовлетворяет следующим требованиям:

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

2.5. Конструирование и расчет литниково-питающей системы

2.5.1. Конструирование и расчет прибылей

Для отливки «Балка внутренняя» устанавливаем закрытые прибыли прямого действия, что облегчает процесс машинной формовки и позволяет более эффективно питать тепловые узлы. Подвод металла в массивный узел, а также выбранные прибыли позволят выполнить условия направленной кристаллизации.

После выбора наиболее рационального типа прибыли необходимо произвести расчет количества и размеров прибылей. При расчете определяют размеры прибылей в зависимости от их конструктивного оформления. При

определении размеров прибыли необходимо соблюдать следующие требования:

- продолжительность затвердевания прибыли должна быть больше продолжительности затвердевания отливки;
- прибыль должна иметь запас жидкого сплава для компенсации объемной усадки питаемого узла отливки и самой прибыли.

Произведём расчет прибыли методом Й. Пржибыла. В основу этого метода положено уравнение:

$$\beta \cdot V_{i\delta} = \varepsilon_{V\Sigma} \cdot (V_{i.o.} + V_{i\delta}),$$

где: V_{np} и $V_{n.y.}$ – объем прибыли и питаемого узла отливки;

β – коэффициент экономичности прибыли, равный отношению объема

усадочной раковины $V_{yc.p.}$ к объему сплава в прибыли, $\beta = \frac{V_{yc.p.}}{V_{np}}$;

$\varepsilon_{V\Sigma}$ – суммарная относительная объемная усадка сплава.

Последовательность расчета прибылей по методу Й. Пржибыла сводится к следующему:

- выделить в отливке все узлы питания и рассчитать объем каждого из них ($V_{n.y.}$);
- выбрать тип и конфигурацию прибыли для каждого узла питания;
- в зависимости от принятой конфигурации прибыли и условий ее охлаждения выбрать значение коэффициента β ;
- рассчитать по формуле объем прибыли;
- определить размеры нижнего сечения прибыли.

Находим объем прибыли по следующей формуле:

$$V_{np} = \frac{(V_{n.y.} \cdot \varepsilon_{V\Sigma})}{(\beta - \varepsilon_{V\Sigma})}.$$

Суммарная относительная объемная усадка сплава $\varepsilon_{V\Sigma}$ зависит от температуры заливки. Ее значение, для малоуглеродистых сталей, при выполнении расчетов можно определить по следующим зависимостям:

$$\varepsilon_{v\Sigma} = 0,03 + 0,00016 \cdot \Delta T$$

Здесь ΔT – перегрев сплава над температурой ликвидуса $T_{л}$, 60 °С.

$$\varepsilon_{v\Sigma} = 0,03 + 0,00016 \cdot 60 = 0,0396$$

Коэффициент экономичности прибыли β зависит от формы прибыли, теплофизических условий ее работы и характера затвердевания сплава. Для отливок из стали коэффициент β можно принять равным: 0,08 – 0,09.

$$V_{н.у.} = \pi \cdot h \cdot (R^2 - r^2) = \pi \cdot 165 \cdot (90^2 - 45^2) = 3147457,5 \text{ мм}^3 = 0,0031 \text{ м}^3.$$

Зная все величины найдем объем прибыли:

$$V_{np} = \frac{(0,0031 \cdot 0,0396)}{(0,08 - 0,0396)} = 0,0030 \text{ м}^3.$$

С учетом найденных значений V_{np} находим высоту прибыли:

$$H_{np} = \frac{V_{np}}{\pi \cdot R_{отл}^2} - \frac{2 \cdot R_{отл}}{3}$$

$$H_{np} = \frac{0,0030}{\pi \cdot 0,045^2} - \frac{2 \cdot 0,045}{3} = 0,075 \text{ м.} = 75 \text{ мм}$$

$$H_{пр} = 75 + 45 = 120 \text{ мм}$$

Расчет восьмой и девятой прибыли проводим аналогично расчету первой прибыли.

$$V_{н.у.} = \pi \cdot h \cdot (R^2 - r^2) = \pi \cdot 112,4 \cdot (152,5^2 - 105,5^2) = 4279265,4 \text{ мм}^3 = 0,0043 \text{ м}^3.$$

Зная все величины, найдем объем прибыли:

$$V_{np} = \frac{(0,0043 \cdot 0,0396)}{(0,08 - 0,0396)} = 0,0042 \text{ м}^3.$$

С учетом найденных значений V_{np} находим высоту прибыли:

$$H_{np} = \frac{V_{np}}{\pi \cdot R_{отл}^2} - \frac{2 \cdot R_{отл}}{3}$$

$$H_{np} = \frac{0,0042}{\pi \cdot 0,08^2} - \frac{2 \cdot 0,08}{3} = 0,156 \text{ м.} = 156 \text{ мм}$$

$$H_{пр} = 156 + 80 = 236 \text{ мм}$$

2.5.2. Определение выхода годного

Коэффициент выхода годного показывает сколько металла, заливаемого в форму, приходится непосредственно на отливку[9].

Выход годного рассчитывается по формуле:

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

где $G_{отл}$ – масса отливки, кг;

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

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

Массу прибыли можно вычислить, зная их объем и плотность стали. Масса одной прибыли составляет 7.14 кг, а второй 13кг следовательно, масса всех прибылей равна 76 кг.

Массу литниковой системы определим как 5% от массы отливки:

$$G_{л.с.} = 0,05 \cdot G_{отл} = 0,05 \cdot 438 = 21,9 \text{ кг.}$$

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

$$ВГ = \frac{2 \cdot 438}{2 \cdot (438 + 76 + 21,9)} \cdot 100 = 81,7 \%.$$

2.5.3. Конструирование и расчет литниковой системы

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

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

Для обеспечения качественного заполнения формы сплавом литниковая система должна удовлетворять следующим требованиям [19]:

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

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

Рассчитаем литниковую систему для стальной отливки «Балка внутренняя» массой 438 кг.

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

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

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

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

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

$$G = (438 + 76 + 21,9) \cdot 2 = 535,9 + 535,9 = 1071,8 \text{ кг.}$$

Масса жидкого металла, заливаемого в форму, равна 1071,8 кг.

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

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

где S_1 – коэффициент продолжительности заливки (в соответствии с данными Г. М. Дубицкого, для стали примем $S_1 = 1,4$);

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

δ – преобладающая толщина стенки отливки, мм ($\delta = 14$ мм).

$$\tau_{\text{опт}} = 1,4 \sqrt[3]{1071,8 \cdot 14} = 34,5 \text{ с.}$$

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

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

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

$$C = 244,5 + 236 = 480,5 \text{ мм,}$$

$$V_{\text{ср}} = 480,5 / 34,5 = 13,9 \text{ мм/с.}$$

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

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

где: H_o – начальный напор или расстояние от горизонтальной оси питателей до верхней кромки верхней опоки, мм ($H_o = 500$);

P – расстояние от горизонтальной оси питателей до верха отливки, мм ($P = 314$);

C – высота отливки, мм ($C = 490$).

$$H_p = 500 - \frac{314^2}{2 \cdot 490} = 399,4 \text{ мм.}$$

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

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

где G – масса жидкого металла, кг;

ρ – плотность сплава при температуре заливки, 7 г/см^3 ;

μ – коэффициент расхода металла, 0,38;

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

g – ускорение свободного падения, 981 см/с²;

H_p – расчетный статический напор, см.

$$F_{\text{уз}} = \frac{1071,8 \cdot 1000}{7 \cdot 0,38 \cdot 34,5 \cdot \sqrt{2 \cdot 981 \cdot 39,9}} = 41,74 \text{ см}^2.$$

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

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

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

$$F_{\text{пит}} = 41,74 / 4 = 10,4 \text{ см}^2.$$

Из соотношения находим $\omega_{\text{шл}}$ и $\omega_{\text{ст}}$:

Так как шлакоуловитель делится стояком на две ветви, то:

$$F_{\text{шл}} = 41,74 \cdot 1,2 / 2 = 25,05 \text{ см}^2.$$

$$F_{\text{ст}} = 41,74 \cdot 1,4 = 58,4 \text{ см}^2.$$

После расчета площадей сечений определяем размеры всех элементов литниковой системы.

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

$$F_{\text{пит}} = 0,9a^2 \Rightarrow a = \sqrt{\frac{F_{\text{пит}}}{0,9}} = \sqrt{\frac{10,4}{0,9}} = 3,4 \text{ см}$$

$$h = a = 3,4 \text{ см}$$

$$b = 0,8a = 0,8 \cdot 3,4 = 2,7 \text{ см}$$

Для шлакоуловителя:

$$F_{\text{шл}} = 0,81a^2 \Rightarrow a = \sqrt{\frac{25,05}{0,81}} = 5,6 \text{ см}$$

$$b=0,8a=0,8 \cdot 5,6= 4,4\text{см}$$

$$h=0,9a=0,9 \cdot 5,6= 5\text{см}$$

Стойак:

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

$$F_{cm} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{cm}}{\pi}} = \sqrt{\frac{58,4 \cdot 4}{3,14}} = 8,6 \text{ см.}$$

$$D_{\text{ст.в.}}=9,6 \text{ см.}$$

3. РАСЧЁТ ОСНОВНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ ЦЕХА

3.1. Плавильное отделение

Перспективная технология выплавки стали должна обеспечивать[10]:

- 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 внепечной обработки стали, отвечающего высоким требованиям экологической чистоты технологии;
- механизацию и автоматизацию технологических процессов набора и дозирования шихты;
- использование возврата;
- значительное снижение трудоемкости и энергоемкости на всех технологических операциях, включая вспомогательные работы по подготовке производства.

3.1.1.Выбор плавильного агрегата

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

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

Проектируемый цех ориентирован на производство отливок из стали (20ГЛ).

Высокое качество стали должно быть обеспечено:

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

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

Достоинства индукционных плавильных печей:

- 1) Энергия выделяется непосредственно в загрузке, без промежуточных нагревательных элементов;
- 2) Интенсивная электродинамическая циркуляция расплава в тигле, обеспечивающая быстрое плавление мелкой шихты, отходов, выравнивание температуры по объёму ванны и отсутствие местных перегревов, гарантирующая получение однородных по химическому составу сплавов;
- 3) Принципиальная возможность создания в печи любой атмосферы (окислительной, восстановительной или нейтральной) при любом давлении;
- 4) Высокая производительность, достигаемая благодаря высоким значениям удельной мощности, особенно на средних частотах;
- 5) Возможность полного слива металла из тигля и относительно малая масса футеровки печи, что создаёт условия для снижения тепловой инерции печи благодаря уменьшению тепла, аккумулируемого футеровкой. Печи этого типа удобны для периодической работы с перерывами между плавками и обеспечивают возможность быстрого перехода с одной марки сплава на другую;

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

7) Высокая гигиеничность процесса плавки и малое загрязнение воздуха.

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

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

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

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

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

3.1.2. Шихтовые материалы индукционной плавки

Шихтой называется смесь материалов, предназначенных для расплавления в плавильных агрегатах с целью получения металла необходимого со-

става и качества. При выплавке стали в качестве шихтовых материалов используют отходы собственного производства, стальной лом, стальная стружка, ферросплавы и алюминий.

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

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

Расчет шихты ведется на 100 кг жидкой стали марки 20ГЛ предназначенного для изготовления отливок для машиностроения. Химический состав для стали 20ГЛ приведен в таблице 4, а состав шихты в таблице 5.

Таблица 4 – Химический состав стали 20ГЛ, % [23]

Марка	Углерод	Кремний	Марганец	Фосфор	Сера
20ГЛ	0,15 – 0,25	0,2 – 0,4	1,4 – 1,6	<0,04	<0,04

Таблица 5- Расчет шихты для плавки стали 20ГЛ

Номер строки	Наименование	Количество, кг	Содержание элементов, %									
			C		Si		Mn		P		S	
			%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг
1	Сталь 20ГЛ	100.0	0,2	0,2	0,3	0,3	1,5	1,5	0,04	0,04	0,04	0,04
2	Угар	0,364	2	0,004	10	0,03	5	0,08	0	0	0	0
3	Шихта	100,364		0,204		0,33		1,58		0,04		0,04
4	Возврат	34	0,2	0,068	0,3	0,104	1,5	0,51	0,04	0,014	0,04	0,014
5	Стальной лом	40	0,15	0,06	0,4	0,12	0,5	0,2	0,02	0,008	0,02	0,008
6	Внесено	74	-	0,128	-	0,224	-	0,71	-	0,022	-	0,022
8	Необходимо внести	26,364	-	0,076	-	0,106	-	0,87	-	0,018	-	0,018
6	Стружка стальная	25,37	0,25	0,035	0,3	0,106	0,35	0,091	0,045	0,01	0,04	0,01
10	Ферромарганец ФМн78	0,99	7	0,041	0	0	80	0,779	0,35	0,003	0,03	0,0003
13	Всего	100,364	-	0,204	-	0,33	-	1,6	-	0,031	-	0,0283

3.1.3. Расчет количества плавильных агрегатов

Для расчета количества плавильных агрегатов необходимо составить баланс металла по цеху, который приведен в таблице 6.

Таблица 6 - Баланс металла по цеху

Наименование статьи баланса	Сталь 20ГЛ	
	т	%
Годные отливки, $M_{г.о}$	30000	62
Литники и прибыли, $M_{л.п.}$	15582	32
Скрап, C_k	1454,745	3
Итого жидкого сплава	47036,745	-
Угар и безвозвратные потери	1454,745	3
Итого металлозавалка, M_m	48491,5	100

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

Масса металлозавалки в тоннах рассчитывается по формуле:

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

где $M_{г.о.}$ – годные отливки, т;

$M_{л.п.}$ – литники и прибыли, т;

Y – угар и безвозвратные потери, %;

C_k – скрап, %.

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

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

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

В проектируемом цехе в качестве плавильных агрегатов используем индукционную тигельную печь марки ИСТ-6 с основной футеровкой, емкостью 6 тонн и производительностью 3 т/ч. Технические характеристики печи приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Технические характеристики индукционной тигельной печи повышенной частоты ИСТ-6 [8]

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

Расчет необходимого количества плавильных печей проводим по формуле:

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

где N – количество единиц оборудования, шт;

Q – металлозавалка;

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

q – производительность оборудования.

$$N = \frac{48491,5 \cdot 1,3}{3850 \cdot 3} = 5,5 \text{ шт.}$$

Принимаем к установке 6 печи с коэффициентом загрузки:

$$K_{\text{заг}} = 5,5 / 6 = 0,92.$$

3.1.4. Расчет парка ковшей

Ковши служат для транспортировки жидкого металла и заливки форм. Ковш представляет собой стальной кожух, стенки и дно которого изнутри выложены огнеупорным кирпичом. Для разлива 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°C, который имеет местную вытяжку продуктов горения[10].

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

Принимаем для использования ковши ёмкостью 3т.

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

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

где q - производительность печи, т/ч;

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

t_0 - время оборота ковша, мин;

M - емкость ковша, т.

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

Принимаем 2 одновременно работающих ковша в смену.

Результаты расчёта парка ковшей сводим в таблице 8.

Таблица 8 – Результаты расчёта парка ковшей

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

3.2. Формовочно-заливочно-выбивное отделение

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

ние, модельно-опочная оснастка являются наиболее дорогостоящими. Поэтому при выборе технологического оборудования необходимо учитывать следующее [8]:

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

Для изготовления отливок ответственного назначения в условиях крупносерийного и массового производства характерно применение различного вида упрочняемых форм из самотвердеющих смесей. Для изготовления отливки «Балка внутренняя» используем единую смесь.

3.2.1. Расчет программы формовочного отделения

В соответствии с выбранным технологическим процессом необходимо рассчитать количество формовочного оборудования. Прежде всего, составляется расчетная программа формовочного отделения, цель которой – определить годовое количество форм для каждого технологического процесса.

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

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

$$V_c = V_{\phi} - (V_m + V_{ст}),$$

где V_{ϕ} – объем формы;

V_m – объем металла в форме;

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

Опираясь на данные производственной программы(таблица 1), составим производственную программу формовочного отделения (таблица 9).

Таблица 9 – Производственная программа формовочного отделения

Наименование отливки	Массовая группа	Годовой выпуск отливок, шт.	Число отливок в форме, шт	Годовое количество форм, шт.	Габариты опок, мм	Марка оборудования
1. Букса	1 - 50	169109	16	10569	1400x1000x400/400	Комплексная автоматическая линия типа Л653Н
2. Гнездо		112676	9	12520		
3. Кронштейн		111408	7	15915		
4. Крышка		78431	6	13072		
5. Кольцо		42481	5	8496		
1. Шкив	51 - 100	46245	3	15415		
2. Корпус		26738	3	8913		
3. Головка		32144	2	16072		
4. Крышка		36044	2	18022		
5. Корпус		18382	2	9191		
ИТОГО				128185		
1. Шкив	101 - 500	10504	4	2626	2500x2000x500/500	Комплексная автоматическая линия типа Л635С
2. Люлька		3922	3	1307		
3. Колесо		7781	2	3891		
4. Картер		5767	2	2884		
5.Балка внутренняя		4310	2	2155		
6. Картер		4143	2	2072		
ИТОГО				14934		

Все формы изготавливаются из единой формовочной песчано-глинистой смеси.

Формовочное отделение цеха снабжено двумя комплексными автоматическими линиями типа Л635С и Л653Н.

Линия создана на базе одной многопозиционной формовочной установки с «плавающей» модельной оснасткой и роликовыми конвейерами.

Линия разделена на четыре самостоятельных участка: формовки, выбивки, транспортировки на заливку и охлаждение и выбивку.

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

Формовочная установка обеспечивает предварительное встряхивание с последующим одновременным встряхиванием и дифференциальным прессованием.

Применение до восьми комплектов «плавающей» модельной оснастки расширяет возможность изготовления мелких серий отливок и повышает технологическую гибкость линии. Предусмотрена также возможность установки литниковой чаши в формах в трех различных местах.

Дистанционное управление линией осуществляется с центрального пульта и вспомогательных пультов, расположенных на участках. Режимы работы линии - наладочный, автоматический.

Характеристика линии представлена в таблице 10[7].

Таблица 10 – Техническая характеристика линии

Наименование формовочной линии	Л635С	Л653Н
Размеры опок в свету, мм	2500x2000	1400x1000
Высота опок, мм	1000	800
Производительность цикловая, форм/ч	5	35
Число рабочих, обслуживающих линию в одну смену	5	5
Расход формовочной смеси, м ³ /ч	250	
Установленная мощность, кВт	1019	858
Габаритные размеры линии, (длина x ширина x высота) мм	120000x84000	116000x25000
Масса поставляемого комплекта оборудования, т	1200	1100

Количество формовочных линий рассчитываем по формуле:

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

где N – количество единиц оборудования, шт;

Q – годовое количество форм, шт;

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

q – производительность оборудования.

$$N = \frac{14934 \cdot 1}{3975 \cdot 5} = 0,75 \text{ шт.}$$

Принимаем одну линию модели Л635С.

Коэффициент загрузки равен:

$$K_s = \frac{N}{N_\phi},$$

где N и N_ϕ – расчетное и принятое количество оборудования

$$K_s = \frac{0,75}{1} = 0,75.$$

Количество формовочных линий типа Л653Н:

$$N = \frac{128185 \cdot 1}{3975 \cdot 35} = 0,92 \text{ шт.}$$

Принимаем одну линию модели Л653Н.

Коэффициент загрузки равен:

$$K_z = \frac{N}{N_\phi},$$

где N и N_ϕ – расчетное и принятое количество оборудования.

$$K_z = \frac{0,92}{1} = 0,92.$$

3.3. Стержневое отделение

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

3.3.1. Расчёт программы стержневого отделения

На основании производственной программы цеха, приведенной в таблице 1, составляем производственную программу для стержневого отделения(таблица1).

Таблица 11 – Производственная программа стержневого отделения

Наименование отливки	Количество стержней		Объём стержней		Потери стержней на сборке, %	Количество стержней на годовую программу с учётом потерь на сборке, шт	Объём стержней на годовую программу с учётом брака, м ³	Количество стержней в ящике, шт	Годовое количество съёмов стержней, шт	
	На одну отливку, шт	На годовую программу, шт	Одного стержня, м ³	На годовую программу, м ³						
1. Букса	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	
2. Гнездо	1	112676	0,09	10141		113239	10192	5	22648	
3. Кронштейн	1	111408	0,08	8913		111965	8958	6	18661	
4. Крышка	1	80784	0,13	10501,9		81188	10554	3	27063	
5. Кольцо	1	43755	0,08	3500,4		43974	3518	6	7329	
1. Шкив	2	94340	0,08	7547,2		94812	7585	6	15802	
2. Корпус	2	54546	0,21	11454,7		54819	11512	2	27410	
3. Головка	2	65574	0,32	20983,7		65902	21089	1	65902	
4. Крышка	2	73530	0,33	24264,9		73898	24386	1	73898	
5. Корпус	2	37500	0,35	13125		37688	13191	1	37688	
1. Шкив	3	31827	0,31	9866,37		31986	9916	1	31986	
2. Люлька	2	7922	0,3	2376,6		7962	2388	2	3981	
3. Колесо	4	31436	0,22	6915,92		31593	6950	2	15797	
4. Картер	3	17475	0,13	2271,75		17562	2283	3	5854	
5. Балка внутренняя	3	13059	0,14	1828,26		13124	1837	3	4375	
6. Картер	5	20920	0,36	7531,2		21025	7569	1	21025	
Всего по цеху		796752					800737	141928		379419

3.3.2. Технологический процесс изготовления стержней из ХТС

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

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

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

3.3.3. Выбор стержневого оборудования и расчёт его количества

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

Для изготовления стержней из ХТС в проектируемом цехе целесообразно установить типовую стержневую линию Л100Х. Ее технологические характеристики приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Технологические характеристики стержневой линии Л100Х [Шуляк В.С.]

Показатели	Характеристики
Наибольший размер стержневого ящика, мм	1000×800×560
Наибольшая масса стержня, кг	100
Производительность, съёмов/ч	80
Мощность, кВт	48
Габаритные размеры линии, м	16×6,06×3,3
Масса, т	50

Расчет количества стержневых линий произведем по формуле:

$$N_{л} = N_{с} \times K_{н} / T_{д} \times g,$$

где $N_{с}$ – количество съёмов стержней на годовую программу;

$K_{н}$ — коэффициент неравномерности потребления стержней;

g - производительность стержневой линии, съёмов/ч.

$$N_{л} = 379419 \times 1,2 / 3975 \times 80 = 1,43,$$

Принимаем к использованию две стержневых линии модели Л100Х с коэффициентом загрузки $K_{з} = 0,72$.

3.4. Смесеприготовительное отделение

Формовочные и стержневые смеси это основные компоненты технологического процесса изготовления отливок в разовые песчаные формы. Составы и свойства смесей выбираем в зависимости от технологии изготовле-

ния форм и стержней, конфигурации и массы отливок. Формовочные смеси в зависимости от их назначения, делятся на облицовочные, наполнительные и единые [8].

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

3.4.1. Выбор материала для производства песчано-глинистых форм

Производительность, надежность работы, качество отливок, получаемых на автоматических формовочных линиях, зависят от технологических свойств формовочной смеси и их стабильности. Автоматические формовочные линии имеют высокую производительность, поэтому кратность использования смеси в единицу времени резко возрастает: смесь работает в более напряженном интенсивном режиме, чем в машинной формовке. Все это обуславливает необходимость использования смеси с высокими и стабильными технологическими свойствами: текучестью, прочностью, газопроницаемостью. Поэтому будем использовать единые песчано-глинистые формовочные смеси для изготовления разовых песчано-глинистых форм, это смеси полностью занимающие при формовке весь объем литейной формы. В проектируемом цехе разовые песчано-глинистые формы будет изготавливаться на формовочных линиях Л653Н и Л635С, которые изготавливают формы методом встряхивания с дополнительной подпрессовкой. Состав смеси приведен в таблице 13 [1].

Таблица 13 – Состав и свойства формовочной смеси

Смесь и способ формообразования	Отливки	Состав формовочных смесей, масс, %				Физико-механические свойства смеси			
		Оборотная смесь	Кварцевый песок	Глиняный связующий материал	Противопригарный материал	Прочность при сжатии, МПа	Влажность, %	Газопроницаемость, ед.	Содержание активной глины, %
Для формовки встряхиванием с подпрессовкой	крупносерийные	90-94	6-7	2	0,5-1,0	0,05-0,07	4,0-5,0	90-100	4-5

Единая смесь служит для набивки всего объема формы и применяется при машинной формовке, отливок массой до 600 кг. От наполнительной она отличается несколько большим содержанием свежих материалов и добавками.

3.4.2. Выбор материала для производства стержней

Для изготовления стержней применяется холоднотвердеющая смесь на основе жидкого стекла. Состав стержневой смеси приведен в таблице 14 [1].

Таблица 14– Состав и свойства стержневой смеси

Наименование смеси	Количество по массе, %			Основные свойства		
	Кварцевый песок 1К1О202, либо регенерат с содержанием SiO ₂ ближе к 99,00%	Жидкое стекло	Жидкий отвердитель (АЦЭГ)	Осыпаемость менее, %	Живучесть, мин	Предел прочности на разрыв, 10 Па
ХТС	94,5	5,0	0,5	3	20	2,5

Расчет количества формовочной и стержневой смеси производится с тем условием, что потери смесей при транспортировке и формовки составляет 5%.

Годовой расход формовочной смеси на всю программу в уплотненном состоянии составит $143119 / 1,7 = 84187,65 \text{ м}^3$.

В разрыхленном состоянии $84187,65 \times 1,2 \times 1,05 = 106076,44 \text{ м}^3$.

Годовой расход стержневой смеси на всю программу в уплотненном состоянии составит $141928 / 1,8 = 78848,89 \text{ м}^3$, в разрыхленном состоянии $78848,89 \times 1,2 \times 1,05 = 99349,6 \text{ м}^3$.

3.4.2. Расчёт оборудования смесеприготовительного отделения

Процесс приготовления смеси состоит из дозирования всех компонентов смеси, включая жидкие связующие и воду, загрузки их в бегуны в определенной последовательности, перемешивания для обеспечения однородности и заданных свойств готовых смесей.

Основным компонентом песчано-глинистых формовочных смесей является обратная смесь, а стержневых - кварцевый песок. Смесеприготовительное отделение выпускает только один вид смеси, но имеется возможность менять ее состав. Для единой формовочной смеси в отделении установлен вихревой смеситель модели 4843 в составе автоматизированного смесеприготовительного комплекса. Предназначен для работы в цехах с серийным и массовым характером производства и оснащены вихревым смесителем, комплектом дозаторов компонентов смеси, комплектом приборов автоматического контроля свойств смеси, программным обеспечением обеспечивающим работу комплекса в автоматическом и наладочном режиме, сбор и учет статистических параметров приготовленной смеси.

Вихревое смешивание отличается высокими линейными и вращательными скоростями движения частиц наполнителя. Распределение связующего

в объеме смеси и по поверхности зерен наполнителя происходит под воздействием высоких динамических энергий создаваемых вихревой головкой.

Интенсивное разнонаправленное поступательно-вращательное движение всей смеси, ее микрообъемов и каждой отдельной частицы обеспечивает получение высококачественной смеси, отличающейся высокой степенью гомогенности и безупречным покрытием каждого зерна. Высокие скорости движения зерен и непрерывное соударение частиц приводит к так называемой механической активации связующего комплекса, обеспечивая тем самым повышение прочностных характеристик смеси.

Непрерывная аэрация смеси во время перемешивания улучшает ее формуемость и уплотняемость, позволяет готовить высокопрочные смеси до 2 МПа практически при сохранении производительности смесителя.

Технические характеристики основного комплекта оборудования представлены в таблице 15 [15].

Таблица 15 – Смеситель вихревой, модели 4843

Производительность, т/час	15–20
Тип смесителя	Вихревой
Масса замеса, т	0,5
Установленная мощность, кВт	42
Режим работы	Наладочный, автоматический
Тип приготавливаемой смеси	Формовочная песчано-
Габаритные размеры, (длина x ширина x высота) мм	2450x1650x2200
Масса, кг	4500

Лопастные однорукавные смесители непрерывного действия модели 19657 предназначены для приготовления холоднотвердеющих смесей (ХТС). Смесители этих серий обладают прочной конструкцией, современным дизайном и обеспечивают качественное перемешивание смеси для дальнейшего производства форм и стержней

Основным агрегатом лопастных смесителей непрерывного действия является горизонтальный вал, вращающийся в корытообразном желобе-корпусе.

При вращении вала лопасти, закрепленные на нем, захватывают перемешиваемые материалы и перемещают их по окружности и вдоль корпуса смесителя. Благодаря постоянному ворошению, перебрасыванию, трению о лопасти и стенки корпуса материалы перемешиваются. Изменением угла установки лопастей и частоты вращения валов обеспечивается подбор режимов практически для всех существующих типов смесей.

Лопастные смесители имеют один или два смешивающих вала в одном корпусе (одножелобные одновальные или одножелобные двухвальные), а также отдельные изолированные желоба для каждого вала при двухвальном исполнении. Преимущество такой компоновки заключается в возможности ускоренного перемешивания многокомпонентных смесей. В каждом из желобов смешиваются не реагирующие между собой компоненты, например, песок и связующее – в одном и песок и отвердитель – в другом. Окончательное смешивание происходит в вихревой головке. Значительно облегчается также последующая чистка смесителя и переход с одного состава на другой.

Технические характеристики лопастных смесителей непрерывного действия 19657 представлены в таблице 16

Таблица 16– Техническая характеристика смесителя 19657

Т ип	Произво- дительность тонн/час	Мощность привода, кВт	Габариты
1 9657	16	23,62	3795*800*4225

Расчет смесителей производится по формуле:

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

где N – количество единиц оборудования, шт;

Q – годовой объем смеси, т;

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

q – производительность оборудования.

Для смесителя 4842:

$$N = \frac{106076,44 \cdot 1,2}{3975 \cdot 20} = 1,6 \text{ шт.}$$

Принимаем к установке в смесеприготовительном отделении два вихревых смесителя модели 48422.

Коэффициент загрузки равен:

$$K_z = \frac{N}{N_\phi},$$

где N и N_ϕ – расчетное и принятое количество оборудования.

$$K_z = \frac{1,6}{2} = 0,8.$$

Для смесителя 19657:

$$N = \frac{99349,6 \cdot 1,2}{3975 \cdot 16} = 1,87 \text{ шт.}$$

Принимаем к установке в смесеприготовительном отделении два лопастных смесителя непрерывного действия типа 19657.

Коэффициент загрузки равен:

$$K_z = \frac{N}{N_\phi},$$

где N и N_ϕ – расчетное и принятое количество оборудования.

$$K_z = \frac{1,87}{2} = 0,94.$$

3.5. Участок финишных операций

Для выбивки отливок используются выбивные решетки модели 424.

Технические характеристики решетки приведены в таблице 17.

Таблица 17 –Технические характеристики выбивной решетки 424.

Грузоподъемность, т	10
Размер полотна: дхш, мм	3000х2500
Частота вращения вала, об/мин	880
Амплитуда колебаний, мм	28
Установленная мощность, кВт	15,5
Габаритные размеры: дхшхв, мм	2820х2375х820
Производительность, т/ч	8
Масса, кг	3400

Рассчитаем количество выбивных решеток по формуле:

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

где N – количество единиц оборудования, шт;

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

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

q – производительность оборудования.

Рассчитаем необходимое количество галтовочных барабанов:

$$N = \frac{45581 \cdot 1,2}{3975 \cdot 10} = 1,38 \text{ шт.}$$

Принимаем две выбивных решётки с коэффициентом загрузки:

$$K_3 = 1,38/2=0,69.$$

Для очистки отливок от формовочной и стержневой смеси в проектируемом цехе применяем: для отливок до 50кг – галтовочные барабаны; массой 50 – 700 кг дробеметные камеры. Галтовочная очистка происходит в результате соударения и трения отливок одна о другую в процессе их взаимного перемещения во вращающемся в горизонтальной плоскости барабане. В дробемётных камерах очистка выполняется потоком стальной дроби, направляемой на отливку специальными головками и аппаратами [8].

Технические характеристики галтовочного очистного барабана 314 [6]:

- производительность –5 т/ч;

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

Технические характеристики дробебетонной камеры 42810 [6]:

- грузоподъемность подвески – 700 кг;
- габаритные размеры очищаемой отливки – 2300×1500 мм;
- шаг подвесок – 1600 мм;
- производительность – 5 т/ч
- масса дробы, выбрасываемая дробебетонными аппаратами – 1600 кг/мин;
- объем отсасываемого воздуха – 59000 м³/ч;
- установленная мощность электродвигателей – 300 кВт;
- габаритные размеры камеры – 15250×12000×8400 мм;
- масса камеры – 94 т.

Количество необходимого оборудования рассчитываем по формуле:

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

где N – количество единиц оборудования, шт;

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

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

q – производительность оборудования.

Рассчитаем необходимое количество галтовочных барабанов:

$$N = \frac{14816 \cdot 1,2}{3975 \cdot 5} = 0,89 \text{ шт.}$$

Принимаем один галтовочный барабан с коэффициентом загрузки:

$$K_3 = 0,89.$$

Количество дробебетных камер равно:

$$N = \frac{30765 \cdot 1,2}{3975 \cdot 5} = 1,86 \text{ шт.}$$

Принимаем две дробебетных камеры переодического действия марки 42810 с коэффициентом загрузки:

$$K_3 = 1,86/2=0,75.$$

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

На участок обрубки литников и прибылей отливки поступают на передаточной тележке.

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

Технические характеристики ленточно-шлифовального станка GM75 [12]:

- Размер абразивной ленты – 75×2000 мм;
- Тип привода – электродвигатель;
- Производительность 20 шт./ч;
- Мощность привода – 4 Вт;
- Напряжение тока – 400 В;
- Количество фаз – 3;
- Частота вращения – 3000 об/мин;
- Окружная скорость – 37 м/с;
- Вес – 135 кг.

Расчёт количества шлифовальных станков производится по формуле:

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

где N – количество единиц оборудования, шт;

Q – количество отливок на программу, т;

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

q – производительность оборудования.

$$N = \frac{45581 \cdot 1,2}{4015 \cdot 20} = 0,68 \text{ шт.}$$

Принимаем один шлифовальный станок модели GM75 с коэффициентом загрузки:

$$K_3 = 0,68 / 1 = 0,68.$$

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

Расчет количества механизированных комплексов 98516М:

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

где N – количество единиц оборудования, шт;

Q – количество отливок на программу, т;

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

q – производительность оборудования.

$$N = \frac{45581 \cdot 1,2}{4015 \cdot 15} = 0,91 \text{ шт.}$$

Принимаем один механизированный комплекса 98516М с коэффициентом загрузки:

$$K_3 = 0,91.$$

В таблице 18 приведены технические характеристики механизированного комплекса для абразивной зачистки отливок.

Таблица 18 – Технические характеристики механизированного комплекса 98516М для абразивной зачистки отливок [7]

Марка	Основная техническая характеристика	Расчётная производительность, шт./ч	Габаритные размеры, мм
98516М	Наибольшие размеры отливок 2500×1500×1200 мм;	15	6200×4600×3000

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

Для термообработки отливок устанавливаем в цехе термическую печи марки ОКБ 2020. Технологические характеристики печи приведены в таблице 19.

Таблица 19– Техническая характеристика термической печи ОКБ 2020 [7]

Наименование характеристики	Значение
Мощность, кВт	230
Рабочая температура, °С	900
Число тепловых зон, шт	5
Производительность при рабочей температуре, шт./ч	20
Размеры рабочего пространства, мм	8270×1700×600

Расчёт количества печей производится по формуле:

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

где N – количество единиц оборудования, шт;

Q – количество отливок на программу, т;

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

q – производительность оборудования.

$$N = \frac{45581 \cdot 1,2}{3890 \cdot 20} = 0,7 \text{ шт.}$$

Принимаем одну термическую печь типа ОКБ 2020с коэффициентом загрузки $K_3 = 0,7$.

Отпуск производим в печах марки ОКБ 4023. Технические характеристики печи приведены в таблице 20.

Таблица 20– Техническая характеристика термической печи ОКБ 4023 [7]

Наименование характеристики	Значение
Максимальная температура, °С	700
Время термообработки, ч	9
Производительность, шт./ч	20
Размеры рабочего пространства, мм:	3390×2150×11700

Количество печей для отпуска рассчитаем по формуле:

$$N = \frac{45581 \cdot 1,2}{3890 \cdot 20} = 0,7 \text{ шт.}$$

Принимаем две термических печь марки ОКБ 4023 с коэффициентом загрузки $K_3 = 0,7$.

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

4. ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ

4.1. Проектирование численного и квалифицированного состава рабочих

Общеизвестно, что успех любого бизнеса зависит от его правильной организации. Литейное производство не является исключением из этого правила, поэтому организационная структура завода в очень высокой степени влияет на абсолютное большинство показателей деятельности предприятия. Чтобы оперативно и качественно оказывать клиентам заявленный диапазон услуг, предприятие должно иметь отлаженный механизм предоставления таких услуг.

Прежде всего, необходимо определить качественный и количественный состав основных и вспомогательных рабочих. При определении квалификации рабочего необходимо руководствоваться видом обслуживаемого оборудования, сложностью выполняемых работ и тарифно-квалификационными справочниками.

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

Расчёт явочной численности рабочих выполняем по формуле:

$$N_{я} = N_i \times A_i \times C_i,$$

где: N_i - норма обслуживания оборудования в смену, чел.;

A_i - количество одновременно работающих однотипных агрегатов, шт.;

C_i - число смен в сутки.

Списочное число рабочих определяем по формуле:

$$N_{сп} = N_{я} \times K_{сп},$$

где: $K_{сп}$ - коэффициент списочного состава, $K_{сп} = T_n / T_d$

Баланс рабочего времени основных рабочих представлен в таблице 21.

Баланс рабочего времени вспомогательных рабочих представлен в таблице 22.

Таблица 21 - Баланс рабочего времени основных рабочих

Статья баланса	Фонд времени	
	сутки	часы
Календарный фонд времени	365	2920
Выходные дни	104	-
Праздничные дни	9	-
Предпраздничные дни	8	-
Номинальный фонд времени	251	2008
Плановые невыходы на работу	34	272
В том числе:		
основной и дополнительный отпуск	30 (25)	-
по болезни	7	-
выполнение государственных обязанностей	1	-
отпуск учащихся	1	-
Действительный фонд времени	217	1736
Коэффициент списочного состава $K_{сп}$	1,16	-

Таблица 22 - Баланс рабочего времени вспомогательных рабочих

Статья баланса	сутки	часы
Календарный фонд времени	365	2920
Выходные дни	104	-
Праздничные дни	9	-
Предпраздничные дни	8	-
Номинальный фонд времени	251	2008
Плановые невыходы на работу	30	240
В том числе:		
основной и дополнительный отпуск	24 (21)	-
по болезни	7	-
выполнение государственных обязанностей	1	-
отпуск учащихся	1	-
Действительный фонд времени	221	1768
Коэффициент списочного состава	1,16	-

С учетом данных баланса рабочего времени рабочих выполняем расчет численности рабочих. Расчет по основным рабочим приведен в таблице 23.

Таблица 23 – Расчёт списочного состава основных рабочих

Наименование отделений, оборудования и профессий	Тарифный разряд	Число смен в сутки	Норма обслуживания, чел.	Количество агрегатов, шт.	Количество рабочих, чел.			K _{сп}
					явочное		Списочное	
					В смену	В сутки		
1. Плавильное отделение								
1.1. ИСТ-6,0				4				
Плавильщик	5	2	1		4	8	9	1,18
Подручный	3	2	1		4	8	9	
Завальщик	3	2	1		4	8	9	
Шихтовщик	2	2	1		4	8	9	
Заливщик	3	2	1	2	2	4	5	
Итого				6	18	36	41	
2. Формовочное отделение								
2.1. Автоматическая формовочная линия Л653С				1				1,16
Оператор	5	2	1		2	2	3	
Итого				1	2	2	3	
3. Стержневое отделение								
3.1. Автоматическая стержневая линия Л100Х				1				1,2
Оператор	3	2	1		1	2	3	
Итого				1	1	2	3	
4. Смесеприготовительное отделение				2				
4.1. Сушильные печи песка и глины								1,1
Сушильщик	2	2	1		2	4	5	
4.2. Двухвальный двулучий смеситель 4732				2				
Земледел	3	2	1		2	4	5	
Итого				4	4	8	10	

5. Отделение обрубки и очистки отливок	4	2	1	1	1	2	3	1,1
5.1. Галтовочный барабан 314 Оператор								
5.2. Дробемётная камера 42735 Оператор	4	2	1	1	1	2	3	
5.2. Термические печи Нагревательщик-термист	4	2	1	2	2	4	5	
5.3. Механизированный комплекс абразивной зачистки отливок 98516М Оператор								
5.4. Шлифовальный станок Шлифовщик	4	2	1	1	1	2	3	
	5	2	1	4	4	8	9	
Итого				9	9	18	23	
Всего производственных рабочих				21	34	58	80	

Расчёт списочного состава вспомогательных рабочих приведён в таблице 24.

Таблица 24 – Расчёт списочного состава вспомогательных рабочих

Наименование профессии	Тарифный разряд	Число смен в сутки	Количество рабочих			К _{сп}
			Явочное		Списочное	
			В смену	В сутки		
1. Комплектовщик моделей	4	2	1	2	3	1,16
2. Ковшевой	3	2	2	4	8	
3. Маркировщик литья	2	2	1	2	3	
4. Модельщик по ремонту моделей	4	2	2	4	5	
5. Контролёр	3	2	2	4	5	
6. Лаборант	3	2	1	2	3	
7. Весовщик	2	2	1	2	3	
8. Водитель внутрицехового транспорта	2	2	2	4	5	
9. Крановщик	4	2	4	8	10	
10. Кладовщик	2	2	2	4	5	
11. Слесарь	4	2	2	4	5	
12. Электрик	4	2	3	6	7	
13. Печник-футеровщик	4	2	2	4	5	
14. Работник по подготовке шихты и формовочных материалов	2	2	2	4	5	
15. Стропальщик	3	2	4	8	10	
Всего вспомогательных рабочих			31	62	82	

В таблице 25 представлено штатное расписание ИТР, служащих и МОП

Таблица 25 – Штатное расписание ИТР, служащих и МОП

Должность	Количество, чел.	Должностной оклад, р.	Сумма оклада с учетом районного коэффициента, р.	
			За месяц	За год
ИТР				
1. Начальник цеха	1	40 000	46 000	552 000
2. Зам. начальника цеха по производству	1	32 000	36 800	441 600
3. Зам. начальника цеха по подготовке производства	1	32 000	36 800	441 600
4. Начальник планово- диспетчерского бюро	1	28 000	32 200	386 400
5. Начальник технологи- ческого бюро	1	28 000	32 200	386 400
6. Начальник бюро труда и заработной платы	1	28 000	32 200	386 400
7. Начальник бюро техни- ческого контроля	1	28 000	32 200	386 400
8. Старший мастер	4	20 000	92 000	1 104 000
9. Мастер	8	18 000	165 600	1 987 200
10. Старший энергетик	1	20 000	23 000	276 000
11. Главный механик	1	20 000	23 000	276 000
Итого	21	294 000	552 000	6 624 000
Служащие				
1. Табельщик	2	12 000	27 600	331 200
2. Секретарь	1	12 000	13 800	165 600
3. Бухгалтер	2	15 000	34 500	414 000
4. Завхоз	1	13 000	14 950	179 400
4. Экспедитор	1	12 000	13 800	165 600
5. Учётчик	3	30 000	34 500	414 000
Итого	10	94 000	139 150	1 669 800
МОП				
1. Курьер	1	6 000	6 900	82 800
2. Уборщик	2	10 000	11 500	138 000
3. Сторож	3	6 500	22 425	269 100
Итого	6	22 500	40 825	489 900
ВСЕГО	37	410 500	731 975	8 783 700

Принятое количество управленческого и обслуживающего персонала приведены в таблице 26.

Таблица 26 – Структура трудящихся в цехе

Категория персонала	Количество человек	Удельный вес в общей численности, %
1.Рабочие, всего	162	81,4
в том числе:		
основные	80	40,2
вспомогательные	82	41,2
2.ИТР	21	10,6
3.Служащие	10	5
4.МОП	6	3
ИТОГО:	199	100,0

4.2. Организация и планирование заработной платы

Различают сдельно-премиальную и повременно-премиальную системы оплаты труда. Повременная оплата труда ориентируется только на степень сложности труда. Она применяется, когда количественный результат труда уже определён ходом рабочего процесса, когда количественный результат труда может быть измерен (деятельность в сфере управления), когда качество труда важнее его количества, когда работа неоднородная 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 производительностью, достигнутой в течение рабочего времени.

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

При планировании фонда заработной платы применяется его расчёт, исходя из трудоёмкости производственной программы, исчисленной по профессиям и разрядам с учётом условий труда, то есть определения прямой (тарифной) заработной платы и различных выплат и доплат. По структуре фонд заработной платы делится на часовую, дневную, месячную и годовую. Различие этих фондов заключается в добавлении к прямой 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 учёбе, выполнение государственных обязанностей.

Для расчёта планового фонда заработной платы основных и производственных рабочих необходимо:

1. Определить тарифный фонд заработной платы

Средняя тарифная ставка определяется по формуле:

$$T_{\text{ср}} = \sum T_{\text{ст.}i} \times N_i / N_{\text{я}},$$

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

N_i - явочное число рабочих соответствующего разряда;

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

Аналогично определяем среднюю тарифную ставку вспомогательных рабочих.

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

2. Установить выплаты и доплаты

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

Компенсационные доплаты связаны с режимом работы и условиями труда (за работу во вредных условиях, в ночное время, в выходные и праздничные дни, за сверхурочную работу, оплата труда за участие в подготовке и переподготовке работников). Принимаем в размере 7%.

Кроме того, основная заработная плата с учётом местонахождения предприятия рассчитывается умножением суммы составляющих основной заработной платы на районный коэффициент. Принимаем 15%.

3. Расчёт общего фонда заработной платы.

Фонд основной заработной платы рабочих каждой группы рассчитывается по формуле:

$$З_{ос} = З_{т.ф.с.} (1 + К_{пр} + К_{ст} + К_{ком} + К_{др}) \times К_{рн},$$

где: $З_{т.ф.с.}$ - зарплата сдельщиков;

$К_{пр}$ – коэффициент премиальных доплат;

$К_{ст}$ – коэффициент стимулирующих доплат;

$К_{ком}$ – коэффициент компенсационных доплат;

$К_{др}$ – коэффициент прочих доплат;

$К_{рн}$ – районный коэффициент.

Зарплата за неотработанное время включает оплату отпусков, времени выполнения государственных и общественных обязанностей, времени нахождения на обследовании в медицинских учреждениях, учебных отпусков и тому подобное. Вычисляется по формуле:

$$З_{доп} = З_{ос} \times К_{доп} / 100,$$

где: $К_{доп}$ – коэффициент дополнительной зарплаты.

$$К_{доп} = T_{отп} \times 100 / T_{д} + T_{г.о.} \times 100 / T_{д} + T_{у.о.} \times 100 / T_{д} + 0,5,$$

где: $T_{отп}$ – длительность отпуска рабочего, сут;

$T_{д}$ – действительный фонд рабочего времени, сут;

$T_{г.о.}$ - время выполнения государственных обязанностей, сут;

$T_{у.о.}$ - время учебного отпуска, сут;

0,5 – размер прочих составляющих дополнительной зарплаты.

Годовой фонд зарплаты основных и вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$З_{г.ф.} = З_{ос} + З_{доп}$$

4. Определение средней заработной платы рабочих.

Для определения среднемесячной зарплаты по отделениям годовой фонд делится на 12, а по отношению к одному рабочему ещё и на списочный состав рабочих отделения. Результаты расчётов сводим в таблице 27.

Таблица 27 – Расчёт фонда заработной платы основных и вспомогательных рабочих

Участок	Количество рабочих, чел.	Средняя тарифная часовая ставка, р.	Затраты времени на программы, чел.ч.	Зарплата за отработанное время, тыс.р.								Зарплата, тыс.р.			
				По тарифу	Приработка сельщика	Премии	Стимулирующие доплаты	Компенсационные доплаты	Прочие доплаты	Итого	С учётом районного коэффициента	За неотработанное время	Годовой фонд	Среднемесячная по цеху	Среднемесячная рабочего
Плавильное отделение	41	45,2	71176	3220,6	1610,3	1288,2	-	225,4	-	6344,5	7296,2	1021,5	8317,7	693,1	16,9
Формовочное отделение	3	37,3	5208	194,3	97,1	77,7	-	13,6	-	382,7	574,1	80,4	654,4	54,5	18,2
Стержневое отделение	3	33,9	5208	176,4	88,2	70,6	-	12,3	-	347,5	399,6	55,9	455,5	38	12,7
Смесеприготовительное отделение	10	39,9	17360	692,3	346,2	276,9	-	48,5	-	1363,9	1568,5	219,6	1788,1	149	14,9
Отделение обрубки и очистки литья	23	42,6	39928	1699,5	849,8	679,8	-	119	-	3348,1	3850,3	539	4389,3	365,8	15,9
Итого по основным рабочим	80									11786,7	13688,7	1916,4	15575		
Вспомогательные рабочие	82	38,8	142352	5523,3	2761,6	2209,3	-	386,6	-	10880,8	12512,9	1751,8	14264,7	1188,7	14,5
Итого для основных и вспомогательных рабочих	162									22667,5	26201,6	3668,8	29839,7		

4.3. Отчисления на социальные нужды

В соответствии с законодательством в этот раздел себестоимости включаются:

- отчисления в фонд социального страхования (5,4% от фонда заработной платы);
- отчисления в пенсионный фонд (28% от фонда заработной платы);
- отчисления в фонд занятости (2% от фонда заработной платы);
- отчисления в фонд медицинского страхования (3,6% от фонда заработной платы).

Таблица 28 - Отчисления на социальные нужды по фонду оплаты труда

Фонд заработной платы	Отчисления в фонд, тыс. р.				Отчисления на социальные нужды, тыс.р
	пенсионный	занятости	медицинского страхования	социального страхования	
1. Основные рабочие по цеху	4361	112	201	301	4975
2. Вспомогательные рабочие по цеху	3994	85	154	230	4463
3. Управленческий и обслуживающий персонал по цеху	2460	176	317	475	3428
Итого	10815	373	672	1006	12866

Данные по общему фонду заработной платы с учетом доплат из фонда потребления приведены в таблице 29.

Таблица 29 - Общий фонд заработной платы по цеху, тыс. р.

Фонд заработной платы	Виды доплат из фонда потребления, тыс.р				Общий фонд заработной платы тыс.р
	Одновременные выплаты (5%)	Вознаграждение за выслугу лет (4,5%)	Материальная помощь (3%)	Доплаты к отпуску (2%)	
Основные рабочие по цеху	778,8	700,9	467,3	311,5	17833,5
Вспомогательные рабочие по цеху	713,2	641,9	427,9	285,3	16333
Управленческий и обслуживающий персонал по цеху	439,2	395,3	263,5	175,7	10057,4
Итого по цеху	1931,2	1738,1	1158,7	772,5	4422

4.4. Расчёт капитальных затрат и амортизационных отчислений

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

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

Стоимость здания литейного цеха принимаем 1000 рублей за 1 м³, стоимость бытовых помещений – 1500 рублей за 1 м³. Затраты на здание и бытовые помещения вычисляем по формулам:

$$C_{зд} = V_{зд} \times c_{зд},$$

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

где: $V_{зд}$ и $V_{б.п.}$ – объёмы здания и бытовых помещений, м³;

$c_{зд}$ и $c_{б.п.}$ – удельная цена здания и помещений, тыс.р./м³.

$$C_{зд} = 110000 \times 0,75 = 82500 \text{ тыс.р.}$$

$$C_{бп} = 3500 \times 1,3 = 4550 \text{ тыс.р.}$$

Расчёт затрат на приобретение, доставку, монтаж оборудования и подъёмно-транспортных механизмов выполняем по ведомости оборудования. Затраты на монтаж основного оборудования принимаем 10%. Затраты на приобретение и монтаж подъёмно-транспортного оборудования принимаем в размере 60% от стоимости технологического оборудования, затраты на прочее вспомогательное оборудование – в размере 25% от стоимости технологического оборудования.

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

- для зданий и сооружений – 2 %;
- для плавильных печей – 7 %;
- для технологического оборудования – 9 %;

- для подъёмно-транспортного оборудования – 10 %;
- для инструмента и оснастки – 50 %;
- для прочего оборудования – 10 %.

Результаты расчётов приведены в таблице 30.

Таблица 30 – Расчёт капитальных затрат и амортизационных отчислений

Наименование	Общая площадь, м ³	Марка (модель) оборудования	Количество, шт	Стоимость единицы оборудования			Общая стоимость, тыс.р.	Амортизационные отчисления	
				Цена, тыс.р.	Монтаж			Норма, %	Сумма, тыс.р.
					%	тыс.р.			
Здания и сооружения	110000			0,75 за м ³			82500	2	1650
Бытовые помещения	3500			1,3 за м ³			4550	2	91
Итого							87050		1741
Основное оборудование:									
1. Печь плавильная	125,7	ИСТ-6	6	1800		180	1980	7	554,4
2. Формовочная линия	765,6	Л653С	1	1900		190	2090	9	188,1
3. Стержневая линия	76,2	Л1000Х	1	500		50	550	9	49,5
4. Термическая печь		ОКБ2020	1	130		13	143	9	12,9
5. Термическая печь		ОКБ4023	1	150		15	165	9	14,9
6. Двухвальный двуплечий смеситель	32,1	15126	1	450		45	495	9	44,6
7. Аэратор	2,2	16113	1	20		2	22	9	2
8. Шлифовальный станок	0,004	3374К	4	80	10	8	88	9	31,7
9. Галтовочный барабан		314	1	120		12	132	9	11,9
10. Сито барабанное полигональное		175М	1	8		0,8	8,8	9	13,9
11. Дробемётная камера		42735	1	400		40	440	9	39,6
12. Механизированный комплекс для абразивной зачистки отливок	85,6	98516М	1	350		35	385	9	34,7
13. Сушила для песка и глины		ПБЗ-3,2	2	190		19	209	9	37,6
14. Кран мостовой			3	310		31	341	10	102,3
ИТОГО:							14143,8		1138,9
Инструмент и оснастка							1250	50	625
Прочее оборудование							2322	10	232,2
Хозяйственный инвентарь							398	10	39,8
ИТОГО:							3970		897
ВСЕГО:							105163,8		3776,9

Затраты на ремонт и содержание оборудования приводим в таблице 31.

Таблица 31 – Смета расходов на ремонт и содержание оборудования

Наименование статьи затрат	Сумма, тыс.р.	Примечание
Эксплуатация оборудования	164,7	1% от стоимости оборудования
Текущий ремонт оборудования	823,3	5% от стоимости оборудования
Внутрипроизводственное перемещение груза	125	5 р. на 1 т годного литья
Износ малоценного и быстроизнашивающегося оборудования	375	15 р. на 1 т. годного литья
Прочие расходы	148,8	10 % от общей суммы расходов
ИТОГО:	1636,8	

4.5. Определение затрат и планирование 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 зданий 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.

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.

Переменные статьи зарплат 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, 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.

В таблице 32 приведена смета цеховых расходов.

Таблица 32 – Смета цеховых расходов

Статья затрат	Сумма	
	На 1 тонну ли- тъя, тыс.р.	На всю про- грамму, тыс.р.
1. Затраты на оплату вспомогательных рабочих, управленческого и обслуживающего персонала	1,056	26390,4
2. Отчисления на социальные нужды	0,51	12866
3. Амортизация здания	0,07	1741
4. Затраты на НИОКР, рационализаторство и изобретательство (8% от основной заработной платы производственных рабочих)	0,06	1426,7
5. Расходы на охрану труда (10% от основной заработной платы производственных рабочих)	0,07	1783,4
6. Стоимость вспомогательных материалов	4	99881,5
ИТОГО:	5,77	144089
6. Транспортный налог (1% от цехового фонда заработной платы)	0,39	9858,8
7. Прочие расходы (15% от суммы всех предыдущих расходов)	0,92	23092,2
Итого цеховых расходов:	7,08	177040

В таблице 33 приведена калькуляция себестоимости 1 тонны годных отливок.

Таблица 33 – Калькуляция себестоимости 1 тонны годных отливок

Статья затрат	Единицы измерения	На 1 тонну литья			На программу	
		Количество	Цена, тыс.руб.	Сумма, тыс.руб.	Количество	Сумма, тыс.руб.
1. Исходные материалы для шихты: Возврат 20ГЛ Стальной лом Стальная стружка Ферросплавы	т	0,34 0,7401 0,253 0,0099	7,1 6 56	5,68 3,26 0,22	15498 18232 11532 451	129447,2 196044 25256
2. Возвраты (литники и прибыли) Угар и безвозвратные потери	т	0,34 0,003			15498 137	
Итого за вычетом возврата и угара:	т	1,0		9,57	30215	239450
3. Оплата труда основных рабочих	тыс.р.			0,623		15575
4. Отчисления на социальные нужды	тыс.р.			0,199		4975
5. Технологическая электроэнергия	тыс.кВт/ч	1,02	3,75	3,82	25462	95482,5
6. Энергия на технические нужды: -вода -сжатый воздух	тыс.м ³	0,02 0,42	8 0,15	0,17 0,063	524 10500	4192 1575
7. Расходы на подготовку и освоение производства	тыс.р.			3,45		86128
8. Расходы на ремонт и эксплуатацию оборудования	тыс.р.			0,04		988
9. Отчисления на амортизацию оборудования	тыс.р.			0,05		1371
Основная себестоимость:	тыс.р.			49,165		449736,5
Цеховые расходы:	тыс.р.			7,08		177040
Цеховая себестоимость:	тыс.р.			25,07		626776,5
Общезаводские расходы:	тыс.р.			0,53		13250,4
Производственная себестоимость:	тыс.р.			25,6		640026,9
Непроизводственные расходы:	тыс.р.			0,5		12800,5
Полная себестоимость:	тыс.р.			26,11		652827,4

4.6. Расчет плановых постоянных и переменных затрат

Постоянные затраты складываются из следующих составляющих:

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

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.

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

$$FC = 3112 + 988 + 86128 + 39256,4 + 1426,7 + 1783,4 + 23082,2 + 13250,4 + 12800,5 = 181827,6 \text{ тыс.р.}$$

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

$$AFC = 181827,6/25000 = 7,3 \text{ тыс.р./т.}$$

Далее производим расчёт переменных затрат по формуле:

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

где VC_1 – суммарные затраты на сырьё и основные материалы;

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

VC_3 – затраты на технологическую энергию;

VC_4 – затраты на техническое использование воды и сжатого воздуха;

VC_5 – затраты на вспомогательные материалы;

VC_6 – транспортный налог.

Данные для расчёта переменных расходов берутся из соответствующих статей таблицы 24.

$$VC = 239450 + 20550 + 95482,5 + 5767 + 99881,5 + 9858,8 = 470989,8 \text{ тыс.р.}$$

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

$$AVC = 470989,8/25000 = 18,8 \text{ тыс.р./т.}$$

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

$$TC = 181827,6 + 470989,8 = 652817,4 \text{ тыс. р.}$$

Общие средние удельные затраты равны полной себестоимости годного литья:

$$ATC = AFC + AVC,$$

$$ATC = 7,3 + 18,8 = 26,1 \text{ тыс. р./т.}$$

4.7. Ценообразование

При установлении цен на продукцию используют следующие методы ценообразования:

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

Рассчитаем цену по формуле:

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

где: S – себестоимость тонны годного литья, р.;

$$P = 1,9 \times 26110 = 49609 \text{ р.}$$

Примем цену на тонну годного литья из сплава 20ГЛ, равную 50000 р.

Доход от продаж определим по формуле:

$$D = P \times Q,$$

где: D – доход от продаж, тыс. р.;

P – цена продукции, р.;

Q – объем производства, т.

$$D = 50000 \times 25000/1000 = 1250000 \text{ тыс. р.}$$

Прибыль определим по формуле:

$$\Delta\Pi = D - В.З.,$$

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

$$\Delta\Pi = 1250000 - 652857,4 = 597142,6 \text{ тыс.р.}$$

4.8. Расчёт коммерческой эффективности проекта

Примем расчётный срок реализации проекта – 3 года, то есть 12 кварталов.

Сооружение цеха проходит в несколько этапов. Строительства здания – три первых квартала. В первом и во втором кварталах расходуется 30 % капитальных затрат на строительство здания, в третьем квартале – 40 %. Приобретение и монтаж оборудования, подъёмно-транспортных средств, приобретение оснастки, хозяйственного инвентаря и прочих средств осуществляется в третьем, четвертом и пятом кварталах. В третьем квартале расходуется 20 % суммарных средств, в четвертом квартале – 60 % и в пятом квартале – 20 %.

Выпуск литья начинается в четвертом квартале, принятую мощность $M_{\text{пр.кв.}}$ (выпуск литья $M_{\text{пр.г.}}$ задан на год, $M_{\text{пр.кв.}} = M_{\text{пр.г.}}/4 = 25000/4 = 6250$) начинают достигать с шестого квартала. В четвертом квартале выпуск литья будет составлять $M_{\text{пр.кв.}} \times 0,5$; в пятом – $M_{\text{пр.кв.}} \times 0,75$.

Суммарные инвестиционные издержки на проект сводим в таблице 34.

Таблица 34 – Распределение необходимых инвестиций в основные и оборотные средства

Адрес инвестиций	Инвестиции по кварталам, млн.р.						Всего
	1	2	3	4	5	6	
1. Строительство здания	26,12	26,12	34,81	-	-	-	87,05
2. Приобретение и монтаж оборудования	-	-	3,29	9,89	3,29	-	16,47
3. Прирост оборотных фондов	-	-	2	-	-	-	2
Итого	26,12	26,12	40,1	9,89	3,29	-	105,52

Общий объём необходимых инвестиций равен:

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

где: ИОК_1 – капитальные затраты на строительство здания и бытовых помещений;

ИОК₂ – капитальные затраты на приобретение зданий и монтаж оборудования;

ИПО – инвестиции на прирост оборотных средств.

В таблице 35 приведены источники финансирования.

Таблица 35 – Источники финансирования

Наименование источника	Распределение по кварталам, млн.р.					
	1	2	3	4	5	Всего
1. Собственные средства	26,12	26,12	40,1	9,89	3,29	105,52

В таблице 36 приведён оперативный план производства. Рыночный потенциал цеха определим исходя из годового выпуска литья 25000 тонн.

Таблица 36 – Оперативный план производства

Показатель	Кварталы								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9-12
1. Рыночный потенциал цеха, тыс.т.	-	-	-	3,125	4,688	6,25	6,25	6,25	6,25
2. Цена 1 тонны годного литья, тыс.р.	-	-	-	50	50	50	50	50	50
3. Объём продаж, тыс.т.	-	-	-	3,125	4,688	6,25	6,25	6,25	6,25
4. Доля предприятия в отраслевом рынке	0	0	0	0,5	0,75	1	1	1	1
5. Объём производства, тыс.т.	-	-	-	3,125	4,688	6,25	6,25	6,25	6,25

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

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

Операционная деятельность – деятельность по производству продукции.

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

Данные по операционной, инвестиционной и финансовой деятельности приведены в таблицах 37, 38 и 39.

Таблица 37 – Данные по операционной деятельности

Показатель	Распределение по кварталам						
	1-3	4	5	6	7	8	9 – 12
1. Объём производства, тыс.т.	-	3,125	4,688	6,25	6,25	6,25	25
2. Цена продукции, тыс.р./т.	-	50	50	50	50	50	50
3. Доход от продаж, млн.р.	-	156,3	234,4	312,5	312,5	312,5	1250
4. Налог на добавленную стоимость, млн.р.	-	31,25	46,88	62,5	62,5	62,5	250
5. Налоги и сборы, млн.р.	-	2,344	3,516	4,688	4,688	4,688	18,75
6. Валовые затраты, млн.р.	-	81,6	122,4	163,2	163,2	163,2	652,8
7. Валовая прибыль, млн.р.	-	43,4	65,1	86,8	86,8	86,8	347,2
8. Резервный фонд, млн.р.	-	4,019	5,954	7,873	7,562	7,562	29,666
9. Резервный фонд нарастающим итогом, млн.р.	-	4,019	9,973	17,846	25,408	32,97	62,636
10. Фонд развития, млн.р.	-	34,161	48,823	62,984	60,496	60,496	222,494
11. Налогооблагаемая прибыль, млн.р.	-	2,876	6,807	11,255	14,054	14,054	76,29
12. Налог на прибыль, млн.р.	-	14,41	8,34	11,12	11,12	11,12	43,39
13. Чистая прибыль, млн.р.	-	40,19	59,54	78,73	75,62	75,62	296,66
14. Фонд потребления, млн.р.	-	-	-	-	7,562	7,562	29,666
15. Фонд накопления, млн.р.	-	34,161	48,823	62,984	60,496	60,496	222,494
16. Фонд накопления нарастающим итогом, млн.р.	-	34,161	82,984	145,968	206,464	266,96	489,454
17. Дивиденды, млн.р.	-	2,01	4,763	7,873	7,562	7,562	44,5

Налоги и сборы включают в себя:

- налог на основные фонды в размере 2% от их стоимости в год (в первые 5 кварталов не удерживается, в 6, 7 берется только от стоимости здания, а начиная с 8-го квартала – от стоимости здания и оборудования);
- налог на содержание жилищного фонда, объектов соцкультбыта (в размере 1,5% от 0,8Д);
- налог на рекламу (5% от затрат на нее);
- сбор на содержание полиции за год ($1\% \text{ от } \text{MPЗ} \times \text{Ч}_{\text{СП}} \times 12$, где MPЗ – минимальный месячный размер заработной платы, $\text{Ч}_{\text{СП}}$ – списочное число трудящихся в цехе);
- сбор на благоустройство территории за год ($1\% \text{ от } \text{MPЗ} \times \text{Ч}_{\text{СП}} \times 12$).

Расчет чистой прибыли производится по формуле:

$$\text{ЧП} = (\text{ВН} - \text{НС}) \times (1 - \text{НП}/100) / [1 - (1 - \text{K}_1 - \text{K}_2) - \text{НП}/100],$$

где: ЧП – чистая прибыль, млн.р.;

ВП – валовая прибыль млн. р.;

НС – налоги и сборы, млн.р.;

НП – налог на прибыль (35%);

K_1 и K_2 - коэффициенты для определения долей от чистой прибыли, начисляемых на фонд потребления и дивиденды. Резервный фонд рассчитываем по формуле:

$$\text{ФП} = 0,1\text{ЧП}$$

Фонд потребления рассчитывается по формуле:

$$\text{ФП} = \text{K}_1 \times \text{ЧП}$$

Отчисления на дивиденды рассчитываем по формуле:

$$\text{Д} = \text{K}_2 \times \text{ЧП}.$$

Фонд накопления рассчитывается по формуле:

$$\text{ФН} = \text{ЧП} - \text{ФР} - \text{Д},$$

где: ФР – фонд развития, млн.р.

$$\text{ФП} = \text{ФН}$$

Налогооблагаемую прибыль определим по формуле:

$$\text{НОП} = \text{ВП} - \text{НС} - \text{ФР} - \text{ФН},$$

где: ВП – валовая прибыль, млн.р.

Валовая прибыль определяется по формуле:

$$\text{ВП} = 0,8\text{Д} - \text{ВЗ},$$

где: ВЗ – валовые затраты.

Чистую прибыль можно определить по формуле:

$$\text{ЧП} = \text{РФ} + \text{ФП} + \text{ФН} + \text{Д}.$$

В таблице 38 приведены данные по притокам и оттокам денежных средств в первые 12 кварталов реализации проекта.

Таблица 38 – Расчёт чистых денежных потоков (план доходов и расходов)

Наименование денежных потоков	Денежные потоки в кварталы инвестиционного периода, млн.р.								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I. Операционная деятельность									
1. Приток наличности	-	-	-	34,161	82,984	145,968	206,464	266,96	489,454
2. Расходы на основные и оборотные средства	-26,12	-26,12	-40,1	-9,89	-3,29	-	-	-	-
3. Чистый денежный поток	-26,12	-26,12	-40,1	24,271	79,694	145,968	206,464	266,96	489,454
II. Финансовая деятельность									
Приток									
4. Собственный капитал	26,12	26,12	40,1	9,89	3,29	-	-	-	-
5. Чистый денежный поток	26,12	26,12	40,1	9,89	3,29	-	-	-	-
III. Инвестиционная деятельность									
6. Излишек средств	0	0	0	34,161	82,984	145,968	206,464	266,96	489,454
7. Суммарная потребность	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8. Сальдо на конец квартала	0	0	0	34,161	117,145	263,113	469,577	736,537	1225,991

В первый пункт таблицы вносим данные по отчислениям фонда накопления из таблицы 35. Излишек средств определяем как сумму чистых денежных потоков. Для принятия проекта необходимо, чтобы все сальдо накопленных средств было положительным.

Для приведения разновременных затрат и эффектов к ценности в начальном периоде (1-й этап), то есть дисконтирование, применяется норма дисконта E , равная приемлемой для инвестора норме расхода на капитал. Норму дисконта рассчитываем по формуле:

$$E = (E_{\min} + J) \times K,$$

где: E_{\min} – минимальная норма доходности;

J – ежегодный темп инфляции;

K – степень риска.

Принимаем $E_{\min} = 0,5$ (ставка 50% на капитал), $J = 12\%$, $K = 1,5$, тогда:

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

$$(1 + E_{\text{кв}}) = (1 + E_{\text{год}})^{1/4}$$

$$E_{\text{кв}} = (1 + 0,93)^{1/4} - 1 = 0,17$$

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

$$\alpha_t = 1/(1+E)^t,$$

где: t – норма расчетного шага, равная $(n - 1)$,

n – номер квартала.

$$\alpha_t = 1/1,17^t.$$

В таблице 39 приведены данные по чистому дисконтированному эффекту без учета капиталовложений.

Таблица 39 – Расчёт чистого дисконтированного эффекта

Наименование показателя	Кварталы								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9 – 12
1. Чистый денежный поток, млн.р.	0	0	0	34,161	82,984	145,968	206,464	266,96	489,454
2. Коэффициент дисконта α_t	1	0,855	0,731	0,624	0,534	0,452	0,39	0,335	0,178
3. Чистый дисконтированный поток, млн.р.	0	0	0	21,316	44,313	65,978	80,521	89,432	87,123
4. Чистый дисконтированный поток нарастающим итогом, млн.р.	0	0	0	21,316	65,629	131,607	212,128	301,56	388,683

Таблица 40. Дисконтированные значения инвестиций

Наименование показателя	Инвестиции по кварталам				
	1	2	3	4	5
1. Суммарные инвестиции, млн.р.	26,12	26,12	40,1	9,89	3,29
2. Дисконтирующий множитель, α_t	1	0,855	0,731	0,624	0,534
3. Дисконтированные инвестиции, млн.р.	26,12	22,333	29,313	6,171	1,757
4. Дисконтированные инвестиции нарастающим итогом, млн.р.	26,12	48,453	77,766	83,937	85,694

4.9. Показатели эффективности

Показателями эффективности проекта являются:

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

$$\text{ЧДД} = S - K,$$

$$\text{ЧДД} = 388,683 - 85,694 = 302,989 \text{ млн.р.}$$

ЧДД должен быть положительным. Чем выше ЧДД, тем эффективнее проект.

2. Индекс доходности (ИД) определяется по формуле:

$$\text{ИД} = S/K$$

$$\text{ИД} = 388,683/85,694 = 4,54$$

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

3. Срок окупаемости проекта – минимальный временной интервал, за пределами которого интегральный дисконтированный эффект становится необязательным. Его можно определить по графику (рисунок 1). В нашем случае срок окупаемости составляет год и 4 месяца.

4. Доля собственных средств предприятия в проекте составляет 100%.

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

$$Q_{\text{кр}} = FC/(P - AVC)$$

где FC – постоянные затраты, млн.р.

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

AVC – средние удельные переменные расходы, млн.р.

$$Q_{\text{кр}} = 181,827/(0,05 - 0,0188) = 5827,79 \text{ т} < 25000 \text{ т}$$

В таблице 41 приведены технико-экономические показатели проекта

Таблица 41 - Техничко-экономические показатели цеха

Показатели	Единица измерения	Величина показателей
1. Годовой выпуск продукции	т	30000
2. Выход годного	%	65
3. Численность работающих, всего	чел	199
в том числе: основных	чел	80
вспомогательных	чел	82
ИТР	чел	21
служащих	чел	10
МОП	чел	6
4. Фонд основной заработной платы	тыс.р.	44223,9
5. Капитальные вложения	тыс.р.	103515,8
6. Себестоимость	тыс.р.	652827,4
7. Рентабельность	%	50
8. Прибыль	тыс.р.	597142,6
9. ЧДД	млн.р.	303
10. ИД		4,54
11. Срок окупаемости	год	1,4

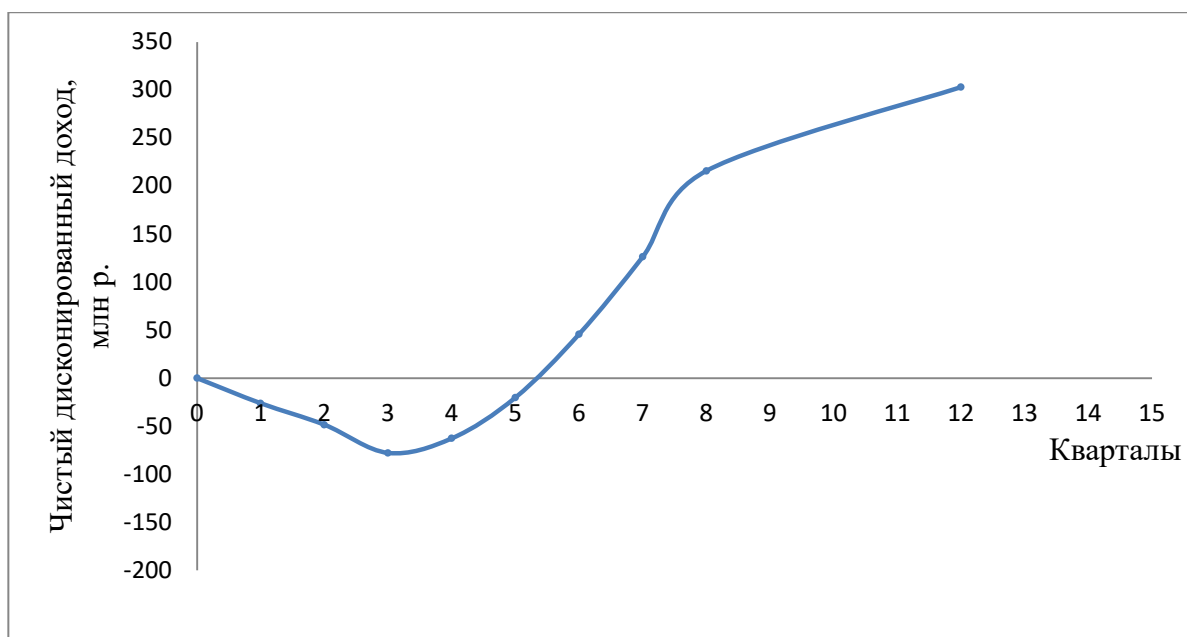


Рисунок 1. Финансовый профиль проекта

5. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

5.1. Безопасность труда

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

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

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

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

- установления автоматических формовочных и стержневых линий;
- ограждение механизмов и рабочих площадок;
- повышения уровня пожарной безопасности производства путем разработки методов оценки пожарной безопасности оборудования, материа-

лов, технологии и комплексных мер по усилению пожарной профилактики;

- звукоизоляции вытяжных и приточных вентиляционных установок и другого оборудования, создающего шум.

5.1.1. Характеристика трудового процесса

В проектируемом цехе имеются следующие вредные производственные факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)[14]:

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

- Плавки – выделение легкоплавких и легко испаряемых элементов;
- Смесеприготовления (при приготовлении связующего) – опасность загазованности в том, что при длительном воздействии связующих на организм они могут привести к отравлениям, к хроническим изменениям в организме, проявляемым в повреждениях внутренних органов, кровеносной системы, нервной системы; могут иметь канцерогенное действие, оказывать удушающее, наркотическое и раздражающее воздействие;

2) Повышенная запылённость воздуха проявляется на участках:

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

Повышенная запылённость может привести к раздражению слизистой оболочки, кожи, дёсен; к повреждению дыхательных путей; к появлению профессионального заболевания – пневмокониоз.

3) Повышенная температура воздуха рабочей зоны имеется на участках:

- Плавки (от электродуговых плавильных печей и заливочных ковшей);
- Термообработки отливок (от термических печей).

Влияние фактора повышенной температуры рабочей зоны заключается в снижении работоспособности, ослаблении сопротивляемости организма. Это может привести к повышению заболеваемости, к тепловому истощению или тепловому удару.

4) Повышенный уровень шума наиболее характерен для участков:

- Выбивки отливок;
- Обрезки и зачистки отливок.

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

5) Повышенный уровень вибрации характерен для участков:

- Выбивки отливок;
- Зачистки отливок и обрезки литников и прибылей.

Вибрация ведёт к повышению утомляемости, снижению работоспособности, появлению виброболезни, спазму сосудов. Кроме того, снижает чувствительность организма, влияет на нервную систему, костно-суставный аппарат.

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

Литейный цех характеризуется наличием большого числа электрооборудования. По опасности поражения электрическим током его относят к особо

опасным помещениям, так как в цехе имеются токопроводящие полы, пыль, агрессивные химические вещества, которые при длительном воздействии могут разрушить изоляцию проводов (по ГОСТ 12.1.013-78). Поражение человека электрическим током может привести к ожогам, электрическим ударам.

Для обеспечения наибольшей безопасности труда и улучшения условий труда, необходимо стремиться к ликвидации ручного труда на опасных и вредных участках, заменяя его применением автоматизации и механизации.

5.1.2. Условия труда

Все мероприятия, проводимые в цехе для обеспечения безопасных условий труда, проектируются в соответствии с ГОСТ 12.3.027-92.

Одним из основных условий труда на предприятии является обеспечение необходимого микроклимата для рабочих. На проектируемом предприятии существует множество источников тепловыделения. К ним относятся: индукционные тигельные печи, расплавленный металл в процессе разлива в формы, отливки в процессе остывания, термические печи и остывающие ковши.

Проектируемый цех по удельному тепловыделению относится к горячему, так как тепловыделения превышают $23,26 \text{ Вт/м}^2$. Параметры метеорологических условий (температура воздуха, относительная влажность и скорость движения воздуха) регламентируются СанПиН 2.2.4.548-96. [13]

В цехе проводятся следующие мероприятия для установления необходимого микроклимата:

- автоматизация и дистанционные управления процессами;
- теплоизоляция нагретых поверхностей оборудования, установка экранов у печей;
- для рабочих предусмотрены комнаты отдыха и обеспечение средствами защиты в соответствии с ГОСТ 12.1.011-89 [12];

- в цехе предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция и воздушное отопление, совмещенное с ней.

Предельно допустимые величины показателей микроклимата в рабочих местах регламентируются по СанПиН 2.2.4.548-96 [25].

Таблица 42 – Допустимая величина показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

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

Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха соответствует требованиям СНиП 41-01-03 [27].

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

Производственная пыль также оказывает неблагоприятное воздействие на организм человека, раздражая слизистые оболочки, дыхательных путей и оседает в легких, а также отрицательно влияет на органы зрения, слуха и кожные покровы человека. Для предотвращения отрицательного влияния установлены вытяжные аппараты.

Предельно-допустимые концентрации вредных веществ (ПДК) в воздухе рабочей зоны регламентируется ГН 2.2.5.1313-03. [13]

Таблица 43 – Предельно-допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны

Наименование вещества	ПДК, мг/м ³
Кремнесодержащая пыль:	
-кремния двуокись кристаллическая при содержании её пыли от 2 до 10 %;	4
-кремния двуокись кристаллическая при содержании её пыли от 10 до 70 %.	2
Пыль содержащая оксиды железа	4 – 6
Оксид углерода	20
Углеводороды	300
Озон	0,1
Оксид азота	2

В проектируемом цехе производятся следующие мероприятия по оздоровлению воздушной среды:

- склад формовочных и стержневых материалов оснащен вытяжными аппаратами, так как он характеризуется большим выделением пыли;
- плавильное отделение размещается с подветренной стороны здания, чтобы предотвратить попадания дымовых газов и нагретого воздуха в другие отделения цеха, кроме того, печи оборудованы эффективными устройствами для очистки отходящих газов;
- на участках ремонта и сушки ковшей, установлена местная вытяжная вентиляция с эффективной очисткой отсасываемого воздуха;
- заливочная площадка формовочной линии оборудована верхними боковыми отсосами на всю длину рабочей площадки до начала охладительного кожуха;
- участок охлаждения форм оборудован сплошным вентиляционным кожухом с торцевыми проемами и патрубками для удаления газов;
- формовочная и стержневая смесь готовится в смесителе;
- выбивная решетка оборудована укрытием;
- отделение финишных операций снабжено местными отсосами и укрытиями;
- в цехе предусмотрены изолированные комнаты отдыха для рабочих;
- рабочие обеспечены спецодеждой, обувью и средствами индивидуальной защиты в соответствии с нормами по ГОСТ 12.4.011.-89. [12]

Важное значение в проектируемом цехе имеет обеспечение правильного освещения.

В проектируемом цехе предусматривается естественное и искусственное освещение в соответствии с СНиП 23-05-95*, необходимое для создания благоприятных условий выполнения работы, прохода людей и движения транспорта [18]. От условий освещения зависят сохранность зрения человека, состояние его нервной системы и безопасность на производстве.

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

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

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

Мостовые краны оборудованы подкрановым освещением, которое выполнено лампами накаливания.

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

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

Рассчитаем необходимое количество светильников по формуле:

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

где: E – нормируемая освещенность, лк;

K_3 – коэффициент запаса;

S – освещаемая площадь, м²;

Z – коэффициент неравномерности освещения;

n – количество ламп в светильнике;

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

η – коэффициент использования светового потока.

$$M = 200 \times 1,8 \times 8200 \times 1,2/2 \times 19000 \times 0,48 = 195 \text{ ламп}$$

Для освещения цеха необходимо установить 195 ламп высокого давления типа ДРЛ.

Немаловажным производственным фактором является уровень шума. В проектируемом цехе наибольший уровень шума наблюдается на участках, выбивки и в отделениях финишных операций. Шум неблагоприятно воздействует на организм человека, вызывает физические и психические нарушения, которые снижают работоспособность и создают предпосылки для профессиональных заболеваний, а также производственного травматизма.

Допустимая величина шума в цехе согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 – 80дБА. [26]

Для снижения уровня шума в цехе предусматриваем следующие мероприятия:

- применение автоматизированных линий с низким уровнем шума;
- системы вентиляции и местных отсосов снабжены шумопоглощающими устройствами;
- кожух выбивной решетки снабжаем внутренней облицовкой из звукопоглощающих материалов;
- производим звукоизоляцию стенок дробеметной камеры;
- применение средств индивидуальной защиты от шума (противошумные заглушки «беруши», наушники противошумные ВЦНИИОТ-1) по ГОСТ 12.4.01 1-89.

Кроме шума в проектируемом цехе присутствует вибрация, которая также негативно сказывается на здоровье рабочих. В проектируемом цехе источником общей вибрации является сотрясение пола и других конструкторских элементов здания вследствие ударного действия выбивных решеток.

Воздействие вибрации на организм не только ухудшает самочувствие работающего и снижает производительность труда, но часто приводит к тяжелому профессиональному заболеванию – виброболезнь.

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

- исключением ручного пневмотранспорта;
- с целью снижения вредного воздействия локальной вибрации используются специальные рукавицы с прокладкой по ГОСТ 12.4.002-97 [19];
- с целью снижения вредного воздействия общей вибрации используется специальная виброзащитная обувь по ГОСТ 12.4.024-76 [21].

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

В цехе приняты следующие мероприятия по обеспечению безопасности труда:

- все токоведущие части электрических устройств и оборудования имеют специальные ограждения;
- все корпуса электродвигателей, а также металлические части, которые могут оказаться под воздействием тока, заземлены в соответствии с ГОСТ 12.1.030-96[17].
- проведение периодического контроля состояния электрооборудования и изоляции;
- электроустановки снабжаем блокировкой, которая исключает включение оборудования при открытых его частях, которые находятся под напряжением; а также сигнализацией о его включении.
- оборудование снабжается предохранительными устройствами, которые обесточивают его при коротком замыкании.

Защита персонала цеха от воздействия электрического тока предусматривается согласно ГОСТ 12.1.019-96 [16].

Пожары на предприятиях наносят огромный ущерб имуществу. Главной причиной пожаров обычно являются небрежность и недосмотр

при обращении с горючими материалами и расплавленным металлом.

Для предупреждения возникновения пожаров необходимо соблюдать следующие правила:

- Нельзя оставлять на рабочем месте масляных тряпок и других материалов, которые могут самовоспламеняться;
- Курить в цехе можно только в специально отведённых для этой цели местах;
- Необходимо следить за тем, чтобы изоляция электропроводки цеха и переносных электроламп не была повреждённой [Сосненко].

Проектируемый цех имеет следующие противопожарные приспособления (ППБ-01-93):

- 1) Для тушения электрооборудования – углекислотные огнетушители, асбестовые и войлочные полотна.
- 2) На плавильном участке имеется песок для тушения металлов.
- 3) Для тушения возгорания газа применяют углекислый газ и порошковые огнетушители.
- 4) В пожароопасных местах имеются таблички, запрещающие использование открытого огня.
- 5) В цехе имеется пожарная сигнализация и средства тушения пожара.

Общие требования пожарной безопасности предусматривает ГОСТ 12.1.004-91.[15]

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

В заключении можно сказать, что проектируемый цех стального литья производительностью 30000 тонн полностью соответствует всем требованиям по организации и обеспечению безопасного труда, а именно:

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

- литейные формы и производство стержней будут осуществляться на автоматических линиях, позволяющих исключить ручной труд, предохраняющих рабочих от травматизма и улучшающих условия труда;
- участок выбивки отливок из форм на автоматической линии оснащен устройствами для отделения опок, что значительно уменьшает шум и вибрацию.
- на предприятии проводятся организационно-профилактические мероприятия – все работающие проходят инструктаж: вводный, первичный, внеочередной на рабочем месте и регулярно повторный, а также регулярное прохождение медосмотров;

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

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

5.2. Экологичность проекта

Система взаимоотношений человек – природа в последнее время рассматривается учёными как сложный комплекс, включающий исторические, философские, технические и идеологические вопросы. Для гармонизации взаимоотношений человека и природы необходимы коренные социальные перемены, ликвидация частнособственнических отношений.

Технологическое воздействие человека на окружающую среду по своей масштабности становится сравнимым с природными процессами на Земле и,

к сожалению, во многих случаях приводит к отрицательным последствиям, которые ухудшают состояние среды обитания человека.

К таким негативным последствиям мощной технологической деятельности человека относят разнообразные явления. Рассмотрим некоторые из них.

Интенсивная добыча полезных ископаемых приводит к преобразованию ландшафта (примером может послужить открытая добыча в карьерах каменного угля, железных руд) это нарушает сплошность земного покрова, большие площади земли заняты отвалами пустой породы; добыча нефти и её транспортирование загрязняют почву (около месторождения, в портах, океане). Кроме того, практически любые воздействия человека на почвы связаны с изменением их энергетических параметров, которые являются непеременимым условием их функционирования как саморегулирующая система.

Человек во все увеличивающихся размерах производит различные виды энергии. Производство электрической, наиболее удобной для использования энергии осуществляется главным образом при сжигании топлива – угля, нефти, газа. Выбросы в атмосферу продуктов сгорания топлива загрязняют воздушный бассейн. Кроме того, в последнее время стали говорить о тепловом загрязнении атмосферы, то есть о повышении температуры воздуха в промышленных районах.

В последнее время наблюдается уменьшение общего содержания озонового слоя в атмосфере, что является одним из последствий вредных выбросов. Очень неблагоприятное положение сложилось в отношении поступления в атмосферу таких соединений как углерод, диоксид серы, оксид азота, летучих органических соединений, мышьяка, ртути, марганца, фтора, цинка и так далее. Эти элементы попадают в атмосферу от десятков до 1000 тонн ежегодно. Поступающие в атмосферу загрязнения распространяются на большие расстояния, в концентрации значительно превышают принятые нормы. Одним из последствий этого являются кислотные дожди, они образуются при попадании в воздух отходов сгорания любого ископаемого топ-

лива, особенно угля и мазута. Они, в свою очередь, загрязняют и губят другие компоненты биосферы – водоемы, леса, почвы, и их живое население, отражаясь на здоровье людей.

Технологические процессы изготовления отливок характеризуются большим числом операций, при выполнении которых выделяются пыль, аэрозоли и газы. Пыль, основной составляющей которой в литейных цехах является кремнезём, образуется при приготовлении и регенерации формовочных и стержневых смесей, плавке литейных сплавов в различных плавильных агрегатах, выпуске жидкого металла из печи, внепечной обработке его и заливке в формы, на участке выбивки отливок, в процессе обрубки и очистки литья, при подготовке и транспортировке исходных сыпучих материалов.

В воздушной среде литейных цехов, кроме пыли, в больших количествах находятся оксиды углерода, углекислый и сернистый газы, азот и его окислы, водород, аэрозоли, насыщенные оксидами железа и марганца, пары углеводородов и другое. Источниками загрязнений являются плавильные агрегаты, печи термической обработки, сушилка для форм, стержней и ковшей.

С течением времени потребность человека в воде возрастает, чисто биологическая потребность в промышленной воде стала выступать как существенный фактор загрязнения вод. Литейное производство один из самых зловредных загрязнителей источников воды. Промышленные отходы часто сбрасываются в реки, океаны, что также приводит к их загрязнению, изменению условий существования обитающих в них и находящихся в биологическом равновесии живых существ.

В настоящее время для предотвращения негативных последствий влияния человека на окружающую среду большое значение уделяют таким задачам современной охраны окружающей среды, как разработка и совершенствование экологизации производства, экономия ресурсов, развитие замкнутых, безотходных и малоотходных технологических процессов.

5.2.1. Характеристика базового проекта

В условиях быстровозрастающей интенсификации литейного производства и связанного с этим увеличением вредных выделений на единицу объема цеха вопросы по защите окружающей среды становятся всё более актуальными.

На предприятии «Литмет» при производстве 1 тонны отливок из стали выделяется около 60 кг пыли, 250 кг оксидов углерода, 1,5 – 2 кг оксидов серы и азота и до 1,5 кг других вредных веществ (фенола, формальдегида, ароматических углеводородов, аммиака, цианидов). В водный бассейн поступает до 3 м³ сточных вод и вывозится в отвалы до 6 тонн отработанных формовочных смесей.

Интенсивные и опасные выделения образуются в процессе плавки металла. В цехе для плавки металла применяется индукционная тигельная печь промышленной частоты с мокрым пылесадителем. Эффективность пылеулавливания составляет всего 30 – 40 %.

На формовочном и стержневом участках применяется преимущественно ручной труд. В проекте по производству стального литья используется формовка в песчано-глинистые формы. В данном случае размерная точность и чистота поверхности отливок не всегда удовлетворяют современным требованиям машиностроения. Кроме того, данный способ обеспечивает низкий выход годного (30 – 50 %).

Применение органических связующих при изготовлении стержней и форм приводит к значительному выделению токсичных газов в процессе сушки и, особенно при заливке металла. В зависимости от класса связующего в атмосферу цеха могут выделяться такие вредные вещества как аммиак, ацетон, акролеин, фенол, формальдегид, фурфурол и так далее.

Твёрдые отходы литейного производства содержат до 90 % отработанных формовочных и стержневых смесей, включая брак форм и стержней, также они содержат просыпи и шлаки из отстойников пылеочистой аппара-

туры и установок регенерации смесей, литейные шлаки, абразивную и галтовочную пыль, огнеупорные материалы и керамику.

Количество фенолов в отвалных смесях превышает содержание других токсичных веществ. Фенолы и формальдегиды образуются в процессе термодеструкции формовочных и стержневых смесей, в которых связующим являются синтетические смолы. Эти вещества хорошо растворимы в воде, что создает опасность попадания их в водоёмы при вымывании поверхностными (дождевыми) или грунтовыми водами.

Сточные воды поступают главным образом от установок гидравлической и электрогидравлической очистки отливок, гидрорегенерации отработанных смесей и мокрых пылеуловителей. Как правило, сточные воды линейного производства одновременно загрязнены не одним, а рядом вредных веществ [2].

5.2.2. Экологическая эффективность проекта

Основная цель дипломного проекта – организация технологического процесса производства отливок из стали с годовым выпуском 30 тысяч тонн.

В цехе установлены формовочные и стержневые линии, что позволяет существенно снизить уровень шума и повысить производительность.

Основное выделение пыли связано с операциями транспортировки, смешивания и выбивки. На одну тонну годных отливок приходится 0,06005 тонн пыли. В нашем случае количество пыли в год составляет 1801,25 тонн.

Разработка и внедрение эффективного и экономичного пылеулавливающего оборудования в литейном цехе является одной из важнейших технических и социальных задач, стоящих перед предприятием, так как выпуск продукции сопровождается выбросом загрязняющих веществ в окружающую среду. Для очистки газов от пыли применяем установки с рукавным фильтром. Очистка воздуха от пыли достигается путем его фильтрации через ткань, сшитую в виде рукавов встроенных в корпус фильтра. Это позволит

повысить пылеулавливаемость до 98 %. Количество выделяемой пыли снижается до 6,53 тонн.

Вода, которая потребляется в проектируемом цехе, используется на охлаждение оборудования, увлажнение смеси, выбивку и очистку отливок, приготовление формовочных смесей, улавливание пыли и другие нужды. Хозяйственно-питьевая вода применяется в столовых и для санитарно-бытовых устройств.

Будем использовать замкнутый водооборот, при котором используемая вода не сбрасывается в водоем, а снова направляется в цех. Цех потребляет 750000 м³ воды в год. При использовании замкнутого водооборота безвозвратные потери воды в год составят 8% = 60000 м³.

Наибольшее количество отходов в реконструируемом цехе образуется в процессе переработки отработанных формовочных смесей.

Таким образом, при внедрении данного проекта достигается экологическая эффективность:

1. При использовании автоматических формовочных и стержневых линий снижается количество брака, соответственно экономятся формовочные и стержневые смеси.

2. В использовании безотходной технологии, так же как и базовом проекте. То есть применяется широкое использование регенерации отработанных смесей с последующим возвратом песка в технологический процесс, а также возвращение литников или отработавших деталей в плавильное отделение для повторного использования.

3. В очистке отводимого воздуха от пыли. Благодаря внедрению новой системы очистки количество выбросов пыли в составит 6,53 тонны в год.

4. В использовании отработанной воды. Создание замкнутых циклов водоснабжения снижает потери воды до 60000 м³.

Анализируя экологичность проекта можно сделать вывод, что в результате замены технологического оборудования удалось снизить расходы на металл и воду, а также снизить выбросы в атмосферу.

6. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗРАБОТАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕСТА НА ТЕМУ «КОНТРОЛЬ В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ»

Основная цель данного раздела – разработать тест для проверки знаний и закрепления материала теоретического обучения на тему «контроль в литейном производстве» курса «Литейное производство» для профессии «Контролер», основываясь на результаты дипломного проектирования.

Для достижения цели необходимо решить ряд задач:

- 1) Изучить квалификационную характеристику для профессии «Контролер», используя ЕТКС (Единый тарифный квалификационный справочник[30]);
- 2) Разобрать перечень и объем тем теоретической и производственной подготовки;
- 3) Выбрать тему, при изучении которой возможно использование материалов дипломного проектирования;
- 4) Выбрать урок по предмету, в котором максимально будут полезны результаты дипломного проектирования;
- 5) Разработать тест для проверки знаний и закрепления материала урока теоретического обучения;
- 6) Разработать методику применения средств на уроке теоретического обучения.

6.1. Изучение квалификационной характеристики для профессии «Контролер»

Спроектированный стальной цех мощностью 30000 тонн отливок в год оборудован современным технологическим оборудованием, которое необходимо для получения отливок высокого качества, конкурентоспособного на мировом рынке.

Контроль в литейном производстве 4-го разряда в литейном производстве должен осуществлять:

Изготавливать и ремонтировать сложные фасонные модели из алюминия, чугуна, стали и других металлов и сплавов с большим числом стержневых ящиков, постоянных металлических форм, кокилей и шаблонов сложной конфигурации. Изготавливать крупные модели средней сложности. Готовить сплавы для пайки. Вычерчивать в натуральную величину модели и стержневые ящики. Устанавливать на подмодельных плитах сложные спаривающиеся модели с криволинейным контуром.

Должен знать: назначение и расположение отъемных частей в моделях и стержневых ящиках; основы технологии формовки отливок деталей из стали или цветных сплавов; требования, предъявляемые к металлическим моделям; конструкцию контрольно-измерительного и рабочего инструмента и используемых приспособлений; систему допусков и посадок.

6.2. Выбор темы, при изучении которой возможно использование материалов дипломного проекта

Для выбора темы, необходимо выбрать курс, который касается дипломного проектирования.

Из выше перечисленных курсов мы выделили «Литейное производство», так как материалы дипломного проекта касаются этого предмета.

Из курса «Литейное производство» мы выбрали заключительный урок на тему «Контроль в литейном производстве».

6.3. Разработка средств обучения для урока теоретического обучения на тему «Контроль в литейном производстве»

Мы разработали контрольные задания (Приложение 1), а именно тест для проверки знаний и закрепления материала урока теоретического обучения по курсу «Литейное производство» на тему «Контроль в литейном производстве».

При составлении теста мы руководствовались следующими требованиями [3]:

1) Строгое соответствие источникам информации, которыми пользуются учащиеся (соответствие содержанию и объему полученной ими информации).

2) Простота (задание должно требовать от испытуемого решения только одного вопроса).

3) Однозначность задания (формулировка вопроса должна исчерпывающим образом разъяснять поставленную перед испытуемым задачу, причем язык и термины, способы и индексация обозначений, графические изображения и иллюстрации задания и ответов к нему должны быть безусловно и однозначно понятны всеми учащимися).

Тест разработан по материалу урока теоретического обучения на тему «Контроль в литейном производстве». Выполнение учащимися данного теста направленно не только на проверку знаний, полученных при изучении темы, но и на закрепление этих знаний.

В разработанном тесте используются задания следующих уровней [3]:

- Задания 1-го уровня. Для выполнения заданий 1-го уровня учащиеся должны уметь принимать то или иное решение, осуществлять действия, опираясь на ранее полученную информацию (теоретические или практические знания)

- Задания 2-го уровня. Для выполнения заданий 2-го уровня учащиеся должны применять знания, позволяющие воспроизвести информацию об изучаемых учебных элементах без опоры на помощь и подсказку извне.

Оценка по результатам выполнения заданий выставляется путем определения соотношения правильно и неправильно выполненных этапов задания и затем вычисления коэффициента усвоения ($K_{усв}$) [3]:

$$K_{усв} = n / N,$$

где n – число правильных ответов;

N – число вопросов, содержащихся в тексте задания.

При $K_{\text{усв}} = 0,9 - 1,0$ выставляется оценка «отлично»;

При $K_{\text{усв}} = 0,8 - 0,9$ выставляется оценка «хорошо»;

При $K_{\text{усв}} = 0,7 - 0,8$ выставляется оценка «удовлетворительно»;

При $K_{\text{усв}} < 0,7$ выставляется оценка «неудовлетворительно».

Коэффициент усвоения позволяет сформулировать один из важнейших принципов педагогической технологии – принцип завершенности обучения.

Если $K_{\text{усв}} \geq 0,7$ – процесс обучения можно считать завершенным, если $K_{\text{усв}} < 0,7$ – учащийся будет совершать в последующей деятельности систематические ошибки и будет не способен к их исправлению, т.е. переходить к изучению нового материала нельзя.

6.4. Разработка методики применения тестов по курсу «Литейное производство» на тему «Контроль в литейном производстве»

ПЛАН-КОНСПЕКТ УРОКА

Профессия: Модельщик по металлическим моделям.

Квалификация: 3 разряд.

Курс: Материаловедение.

Количество часов на тему: 4 часа.

Цели:

Образовательная: закрепить изученный ранее материал;

Развивающая: развить внимание и память;

Воспитательная: воспитывать аккуратность, ответственное отношение к профессии.

Методы обучения (доминирующие): по источнику знания – словесные (рассказ, объяснение), наглядные (описательные); по способу изложения – индуктивный метод; по организации познавательной деятельности – репродуктивный (объяснительно-иллюстративный)

Фрагмент плана-конспекта урока приведен в таблице 47.

Таблица 47 – Фрагмент плана-конспекта урока

Этапы урока, затраты времени	Содержание	Методика
Проверка знаний и закрепление материала, 12 минут.	<p>Приступим к выполнению задания. Перед вами, на столе находится бланк заданий</p> <p>При выполнении заданий запрещается пользоваться лекциями и другими видами информации. При выполнении работы будьте внимательны и аккуратны.</p>	<p>Перейти к этапу проверки знаний и закрепления пройденного материала.</p> <p>Раздать бланки заданий.</p> <p>Ознакомить учащихся с правилами выполнения заданий.</p> <p>Наглядно показать бланк заданий.</p> <p>Во время выполнения работы следить за работой учащихся.</p>

При выполнении методической части дипломного проекта мы:

- Изучили квалификационную характеристику для профессии «Модельщик по металлическим моделям», используя ЕТКС (Единый тарифный квалификационный справочник).
- Разобрали перечень и объем тем теоретической и производственной подготовки.
- Выбрали курс «Материаловедение», при изучении которого возможно использование материалов дипломного проектирования.
- Выбрали тему урока «Железо и сплавы на его основе», при изучении, которого возможно использование материалов дипломного проектирования.
- Разработали тест для проверки знаний и закрепления материала урока теоретического обучения на тему «Железо и сплавы на его основе»;
- Разработали методику применения теста для проведения урока теоретического обучения.

Таким образом, мы выполнили все задачи и достигли поставленной цели

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном проекте был разработан цех чугунного литья производительностью 30000 тонн в год. Проведен расчет технологического оборудования, стержневых и формовочных материалов, а также расчет шихты. По результатам проведенных вычислений было выбрано оборудование и технологические материалы, обеспечивающие качественный результат. Современное оборудование и технологии позволили увеличить производительность, повысить качество, снизить затраты на ремонт, улучшить условие труда и сократить срок окупаемости.

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

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

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Голотенков О.Н. Формовочные материалы. – Пенза: Изд-во Пенз.гос.ун-та, 2004. – 164 с.
2. Зинин Ю.Н., Серебряная А.В. Проектирование новых и реконструкция действующих цехов. – СПб: СЗТУ, 2006. – 62 с.
3. Мамай С.П. Методика составления тестовых заданий: Учеб.пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2001. – 58 с.
4. Миляев В.М., Гофман Э.Б. Проектирование литейных цехов. – Екатеринбург: Изд-во Урал.гос.проф.-пед.ун-та, 1994. – 52 с.
5. Мутылина И.Н. Технология конструкционных материалов. – Владивосток: ДВГТУ, 2007. – 167 с.
6. Сафронов В.Я. Справочник по литейному оборудованию. М.: Машиностроение, 1985. – 320 с.
7. Сосненко М.Н. Формовщик машинной формовки. – М.: Профтехиздат, 1960. – 202
8. Фанталов Л.И., Кнорре Б.В., Четверухин С.И. и др. Основы проектирования литейных цехов и заводов. Учеб. Под ред. Кнорре Б.В. – М.: Машиностроение, 1979. – 376 с.
9. Чуркин Б.С., Гофман Э.Б., Майзель С.Г. и др. Технология литейного производства. Учеб. Под ред. Чуркина Б.С. – Екатеринбург: Изд-во Урал. Гос. Проф.-пед. Ун-та, 2000. – 662 с.
10. Чуркин Б.С., Гофман Э.Б., Новиков А.И. Методические указания по дипломному проектированию: В 4 Ч.– Свердловск: Свердл.инж.-пед.ин-т, 1989. Ч.1. – 88 с.
11. Чуркин Б.С. Экономика и управление производством. – Екатеринбург: Изд-во Урал.гос.проф.-пед.ун-та, 1999. – 91 с.
12. Шуляк В.С. Проектирование литейных цехов – 3-е изд. – М.: МГИУ, 2007. – 92 с.

13. ГН 2.2.5.1313-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. 2003. – 188 с.
14. ГОСТ 12.0.003-74. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 4 с.
15. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования. – М.: Минхимпром СССР, 1991. – 69 с.
16. ГОСТ 12.1.019-96. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. М.: Госстандарт, 1996. – 7 с.
17. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление. – М.: Министерством монтажных и специальных строительных работ, 1982. – 10 с.
18. ГОСТ 12.3.027-2004. Работы литейные. Требования безопасности. – М.: Стандартиформ, 2005. – 39 с.
19. ГОСТ 12.4.002-97. Средства защиты рук от вибрации. Технические требования и методы испытаний. – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1997. – 15 с.
20. ГОСТ 12.4.011-89. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1989. – 8 с.
21. ГОСТ 12.4.024-76. Обувь специальная виброзащитная. Общие технические требования. М.: ИПК Издательство стандартов, 1976. – 8 с.
22. ГОСТ 20131-80. Плиты модельные. Типы. Основные размеры. Технические условия. 1982. – 12 с.
23. ГОСТ 2133-75. Опoки литейные. Типы и основные размеры. 1977. – 10 с.
24. ГОСТ 26645-85. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. 1987. – 36 с.
25. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. – 11 с.
26. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых,

общественных зданий и на территории жилой застройки. – М.: Минздрав России, 1996. – 7 с.

27.СНиП 41-01-03. Отопление, вентиляция и кондиционирование. – М.:

Государственный комитет Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу, 2004. – 17 с.

28.СНиП 23-05-95*. Естественное и искусственное освещение. – М.:

Минстрой России. – 88 с.

29. Федеральный закон России №212-ФЗ. О страховых взносах в

Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования и территориальные фонды обязательного медицинского страхования. 2009. – 23 с.

30. ЕТКС. Единый тарифно-квалификационный справочник работ и

профессий рабочих 2 Ч.2.. 1999. – 218 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Тест по предмету «Литейное производство» по теме «Контроль в литейном производстве» для выявления уровня усвоения учебного материала.

1. Выберите правильный вариант ответа.

Содержание углерода в чугунах:

1 – более 2.14%

2 – более 2.0%

3 – более 2.3%

Эталон: 1.

2. Выберите правильный вариант ответа.

Кристаллическое тело, полученное сплавлением металла с неметаллом это:

1 – раствор

2 – сплав

3 – соединение

Эталон: 2

3. Выберите правильный вариант ответа.

Приспособление для получения в форме отпечатка, соответствующего конфигурации отливки:

1 – модель

2 – заготовка

3 – кокиль

Эталон: 1

4. Выберите правильный вариант ответа.

Приспособление в виде жесткой рамы, которая служит для удержания формовочной смеси:

1 – кокиль

2 – модель

3 – опока

Эталон: 3

5. Выберите правильный вариант ответа.

Дефект в виде полости, образованной выделившимися из металла или внедрившимися в металл газами:

1 – ситовидная раковина

2 – засор

3 – газовая раковина

Эталон: 3

6. Выберите правильный вариант ответа.

Дефект в виде металлического прилива или выступа, возникающего вследствие проникновения жидкого металла в зазоры по разъемам формы, стержней или по стержневым знакам:

1 – нарост

2 – залив

3 – плена

Эталон: 2

7. Запишите последовательно операции.

Финишная обработка:

1 – очистка отливок в дробеметном барабане;

2 – сортировка отливок на годные и брак;

3 – термообработка отливок;

4 – обрубка отливок и отделение литников

5 – частичная очистка отливок в галтовочных барабанах;

6 – зачистка отливок на обдирочно-шлифовальных станках;

7 – антикоррозийное покрытие отливок;

8 – контроль отливок.

Эталон: 5;4;3;1;2;6;7;8.

8. Выберите правильный вариант ответа.

Дефект в виде углубления с закругленными краями на поверхности отливки, образованного неполностью слившимися потоками металла с недостаточной температурой или прерванного при заливке:

1 – ужимина

2 – недолив

3

–

спай

Эталон: 3.

9. Выберите правильный вариант ответа.

Свойства металла сопротивляться вдавливанию в него более твердых тел:

1 – прочность

2 – твердость

3 – упругость

4 – пластичность

Эталон: 2.

10. Установите соответствие между правой и левой колонками.

1 – брак

А – желтый

2 – ОТК принято

Б – зеленый

3 – ОТК не принято

В – красный

Эталон: 1 – В; 2 – Б; 3 – А.

11. Выберите правильный вариант ответа.

Дефект в виде твердых, трудно поддающихся механической обработке мест в различных частях отливки из серого чугуна, вызванных скоплением свободного цемента.

1 – пригар

2 – нарост

3 – отбел

Эталон: 3.

12. Выберите правильные варианты ответов.

Причины возникновения усадочной раковины на отливках:

1 – высока температура заливаемого металла

2 – нетехнологичная конструкция отливки

3 – нерациональная конструкция литниковой системы и недостаточное питание отливки.

4 – низкая температура заливаемого металла

5 – несоответствие химического состава металла

Эталон: 2; 3; 5.

13. Выберите правильные варианты ответов.

Поступающие на производство металлолом и отходы металлов должны поставляться с документами:

1 – накладная формы NM – 15

2 – сертификат о качестве

3 – сопроводительный паспорт

4 – протокол радиационного контроля

Эталон: 1; 3; 5

14. Закончите утверждение.

Запускать в производство сырьё и материалы без проведения входного контроля

Эталон: запрещается.

15. Закончите утверждение.

При несоответствии результатов испытаний и входного контроля требованиям НД выписывается.....

Эталон: акт несоответствия покупной продукции.

16. Закончите утверждение.

Процедура, предполагающее маркирование и этикирование сырья, материалов, комплектующих изделий, готовой продукции, технической и технологической документации на них, обеспечивающая прослеживаемость использования или местонахождения данного объекта с целью выявления возможных причин изготовления несоответствующей продукции, называется.....

Эталон: идентификация.

17. Установите соответствие между правой и левой колонками.

Технический контроль качества продукции разделяется:

- 1 – по видам
ский
- 2 – по методам
- 3 – по способам
- 4 – по технологичности
четный
- А – сплошной, выборочный, периодиче-
ский
- Б – разрушающий, неразрушающий
- В – входной, операционный, приемочный
- Г – измерительный, регистрационный, рас-
четный

Эталон: 1 – В; 2 – Г; 3 – Б; 4 – А.

18. Выберите правильный вариант ответа.

Техническая операция, заключающаяся в определении одной или нескольких характеристик по установленной процедуре.

- 1 – тестирование
- 2 – контроль
- 3 – испытание

Эталон: 3.

19. Выберите правильные варианты ответов.

Контроль ОТК при работе на ИЧТ-10.

- 1 – контроль химического состава металла в печи
- 2 – контрольное взвешивание
- 3 – температура металла в печи
- 4 – термовременная обработка металла
- 5 – проверка соответствия записей в журнале данным протокола спек-
тральной лаборатории
- 6 – контроль клиновой пробы

Эталон: 2; 3; 4; 5.

20. Установите соответствие между правой и левой колонками.

Первичное модифицирование	Фракция, доза от металлоемкости формы
1 – ФС75 ГОСТ1415	А – 0.09 – 2.5мм; 0.1%
2 – СК15 ГОСТ4762	Б – 1.0 – 6.0мм; 0.25 – 0.35%
3 – Графит ТУ 1916-109-71	В – 0 – 5.0мм; 0.03 – 0.05%

21. Выберите правильный вариант ответа.

Периодичность параметров на ЗУ производится каждые два часа:

- 1 – химический состав
- 2 – контроль отливок на смещение
- 3 – толщина кома
- 4 – время разлива ковша

Эталон: 2.

22. Выберите правильный вариант ответа.

Основным материалом для приготовления стержневой смеси является:

- 1 – уротропин технический
- 2 – смола СФ-015
- 3 – вода
- 4 – песок кварцевый
- 5 – стеарат кальция технический

Эталон: 4.

23. Выберите неправильный вариант ответа.

Периодичность перечисленных ниже параметров производится каждый час.

- 1 – температура стержневой смеси на выходе из охладителя
- 2 – прочность стержневой смеси на разрыв в горячем состоянии
- 3 – контроль стержней на наличие дефектов

Эталон: 1.

24. Выберите правильные варианты ответов.

Перечень стержней подлежащих окрашиванию

- 1 - Диск п/т 2110

- 2 – Диск п/т 2112
- 3 – ЗТЦ В
- 4 – Гильза 412
- 5 – Звездочка р/в 2101

Эталон: 1; 2; 4.

25. Закончите утверждение.

Система работы руководителей и непосредственных исполнителей технологических процессов, обеспечивающая выполнение установленных требований к процессу или к продукции, сдачу продукции ОТК без дефектов с первого предъявления, называется.....

Эталон: бездефектное изготовление продукции.

26. Установите соответствие между правой и левой колонками.

Вторичное модифицирование	Фракция, доза от металлоемкости формы
1 – ФС75 ГОСТ1415	А – 1.0 – 3.2мм; 0.1%+n
2 – Суперсид	Б – 0.2 – 1.0мм; 0.1%
3 – ФС45 ГОСТ1415	В – 0.2 – 0.7мм; 0.1%

Эталон: 1 – Б; 2 – В; 3 – А.

27. Выберите правильные варианты ответов.

Какие из нижеперечисленных отливок подлежат консервации.

- 1 – Диск сц.2110
- 2 – Р/вал 406-10
- 3 – Р/вал мотоблока
- 4 – Гильза 412М
- 5 – Р/вал 4022

Эталон: 2; 5.

28. Закончите утверждение.

Свойства, характеризующие способность металла или сплава сопротивляться воздействию внешних сил – это.....

Эталон: механические свойства металлов

29. Закончите утверждение.

Процедура оценивания соответствия путем наблюдений и суждений, сопровождаемых соответствующими измерениями, испытаниями или калибровкой, называется.....

Эталон: контроль.

30. Закончите утверждение.

Инструмент для измерения каких-либо размеров, расстояний и т.п., приспособление для проверки правильности формы ряда готовых изделий, называется.....

Эталон: шаблон.