

РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 99 листов машинописного текста, 10 рисунков, 34 таблицы, 26 источник литературы и графическую часть на 5 листах формата А1.

Планировка цеха-(формат А1);

МЛУ изготовления отливки «Корпус» -(формат А1);

Форма сборе - (формат А1);

Калькуляция себестоимости 1т годных отливок -(формат А1);

Чертеж модельно-литейной оснастки -(формат А1).

Ключевые слова: СТАЛЬ 35Л, ОТЛИВКА, ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО, ПЕЧЬ, СТЕРЖЕНЬ, ФОРМОВОЧНАЯ СМЕСЬ.

Объект обследования: отливка «Корпус»

Предмет исследования -технология изготовления отливки «Корпус»

Цель работы: организация технологического процесса изготовления отливки из стали с годовым выпуском 18000.

Основные задачи:

1. Сделать необходимые технологические расчеты;
2. Спроектировать элементы литейной формы;
3. Выбрать необходимые технологические оборудование и материалы;
4. Произвести экономическое обоснование проекта;
5. Рассмотреть вопросы, связанные с условиями труда в литейном производстве;
6. Разработать методическую часть.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<i>ДП.44.03.04.788 ПЗ</i>		
Разраб.	Провер.	Н.конт.	Утв.	Лит.			
					Д	99	4
Разраб.		Боркунова А.А.			<i>Организация технологического процесса изготовления отливок из стали с годовым выпуском 18000 тонн</i>		
Провер.		Категоренко Ю.И.					
Н.конт.		Категоренко Ю.И.					
Утв.		Гузанов Б.Н.					
					ФГАОУ ВО РГППУ ИИПО Кафедра ИММ Группа ЗМП-404с		

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1. ОБОСНОВАНИЕ И РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ.....	8
1.1 Режим работы цеха.....	8
1.2 Расчет фонда времени работы оборудования.....	10
1.3 Производственная программа.....	10
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	12
2.1 Требования к отливке. Материал отливки и его свойства.....	12
2.2 Выбор способа производства.....	13
2.3 Анализ технологичности изготовления детали.....	15
2.4 Определение припусков на механическую обработку.....	15
2.5 Выбор положения отливки в форме	16
2.6 Определение поверхности разъема модели и формы	17
2.7 Определение формовочных уклонов и галтелей.....	18
2.8 Определение литейной усадки	19
2.9 Определение количества и конструкции стержней	20
2.10 Разработка конструкции и расчёт прибылей	20
2.11 Разработка конструкции и расчет литниковой системы	22
3. ПРОЕКТНО – ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТ	26
3.1 Структура литейного цеха	26
3.2 Плавильное отделение.....	26
3.3 Формовочно-заливочно-выбивное отделение	35
3.3.1 Выбор способа изготовления форм	35
3.3.2 Выбор состава формовочных смесей	36
3.3.3 Определение числа автоматических линий	39
3.4 Стержневое отделение.....	40
3.5 Смесеприготовительное отделение	47
3.6 Термообрубное отделение	50
4. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА	54
5. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА.....	69
5.1. Безопасность труда	69
5.1.1 Характеристика производства.....	69
5.1.2 Вентиляция	70
5.1.3 Производственный микроклимат.....	72
5.1.4 Производственное освещение	73
5.1.5 Производственный шум.....	74

5.1.6 Производственная вибрация.....	74
5.1.7 Электромагнитное излучение.....	75
5.1.8 Электробезопасность.....	76
5.1.9 Пожарная безопасность.....	77
5.2 Чрезвычайная ситуация.....	78
5.3. Экологическая безопасность	79
5.3.1 Глобальные экологические проблемы современности.....	79
5.3.2 Анализ связей технологического процесса с экологическими системами	81
5.3.3 Основные характеристики технологического процесса.....	81
5.3.4 Основные требования экологизации проекта.....	82
5.3.5 Существующие мероприятия по экологизации производства	83
5.3.6 Рекомендуемые мероприятия по экологизации производства	84
6. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	86
6.1 Выбор профессии и анализ квалификационной характеристики 4 разряда по профессии «Заливщик металла»	86
6.2 Разработка учебного плана повышения квалификации по профессии «Заливщик металла»	88
6.3 Разработка средств обучения.....	93
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	95
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	96
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	99

ВВЕДЕНИЕ

Цель литейного производства состоит в получении отливок – литых металлических заготовок – с помощью заливки расплавленного металла или сплава в литейную форму. Литейным производством занимались еще древние люди. Первые литые изделия получали еще во втором тысячелетии до нашей эры, первые заготовки методом литья получали из бронзы, позднее люди смогли освоить литье из чугуна. Стальные отливки начали получать лишь в девятнадцатом веке, а литые детали из алюминиевых и магниевых сплавов – всего несколько десятилетий назад.

Литейное производство имеет большое значение в машиностроении и приборостроении, в этих отраслях нет ни одной области, которая может обойтись без литых заготовок. В машиностроении применяют около 50 % литых деталей от массы машин и механизмов, в станкостроении - около 80 %. Необходимость применения литья, несмотря на более высокую стоимость по сравнению с другими видами заготовок, обоснована рядом преимуществ литейного производства по сравнению с другими способами. Литьем получают детали как простой, так и очень сложной формы, с фасонными внутренними полостями, которые нельзя или очень трудно получить другими способами. Масса отливок колеблется от нескольких граммов до нескольких сот тонн.

Все существующие способы литья можно условно разделить на две группы: литье в песчаные формы и специальные способы литья. Наибольшая доля отливок получается литьем в песчаные формы – примерно 70 %.

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		7

1. ОБОСНОВАНИЕ И РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ

1.1 Режим работы цеха

Цех стального литья производительностью 18000 тонн в год проектируется с учетом передовых технологий, мощности, номенклатуры, режима работы и типа производства. Проектируемый литейный цех состоит из производственных и вспомогательных отделений, складских и служебно-бытовых помещений.

К производственным помещениям относятся:

- плавильное отделение;
- участок подготовки шихты;
- стержневое отделение;
- формовочно-заливочно-выбивное отделение;
- обрубное отделение.

К вспомогательным участкам относятся:

- участок ремонта ковшей и печей;
- смесеприготовительное отделение
- участок переработки смеси;
- ремонтно-энергетическое и ремонтно-механическое отделения;
- лаборатории.

Складские помещения включают склады для хранения шихтовых и формовочных материалов, склады модельной и стержневой оснастки, приспособлений и инструментов, огнеупоров, готовой продукции. К административно-бытовым помещениям относятся конторы цеха, технологическое бюро, службы механика и энергетика, бухгалтерия, отдел труда и зарплаты, производственно-диспетчерская и планово-экономическая службы, отдел технического контроля, гардеробные, душевые, столовые, медпункт, санузлы [1].

Режим работы литейных цехов рассматривается как вопрос организации производства, так и как количества рабочего времени трудящихся и оборудования.

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		8

Проектируемый цех относится к категории литейных цехов крупносерийного производства, в котором выполнение большинства трудоемких операций механизировано и автоматизировано.

На основании работы передовых литейных цехов применяется наиболее рациональный режим работы цеха – двухсменный параллельный, при пятидневной рабочей неделе и восьмичасовом рабочем дне. При этом режиме работы все основные технологические процессы изготовления отливок производятся в две смены. Третья смена отводится для профилактики и ремонта оборудования. Так как продолжительность термообработки составляет 8...10 часов, термические печи тоже работают в три смены.

Различается три основных фонда рабочего времени:

- календарный (T_K), учитывающий полное годовое календарное время;
- номинальный (T_H), учитывающий полное годовое рабочее время без потерь;
- действительный (T_D), учитывающий полное годовое рабочее время с неизбежными потерями.

Для определения действительного фонда времени работы оборудования из номинального фонда времени условно исключается время пребывания его в плановых ремонтах, установленное нормами системы планово–предупредительных ремонтов.

Календарный фонд времени составляет $24 \cdot 365 = 8760$ часов.

Для определения действительного фонда времени работы рабочих из номинального фонда времени вычитается время пребывания рабочего в отпуске.

В случае пятидневной рабочей недели, восьмичасовой смены номинальный фонд времени составляет для рабочих $T_H = 8 \cdot 247 = 1976$ часов и для оборудования $T_H = 24 \cdot 247 = 5928$ часов.

Действительный фонд времени составляет [2]:

$$T_D = \frac{T_H \cdot (100 - \alpha)}{100}, \text{ ч} \quad (1)$$

где T_H – номинальный фонд времени, ч;

α – потери времени, %.

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		9

1.2 Расчет фонда времени работы оборудования

Расчеты оборудования производятся по действительному фонду времени.

Расчет действительного фонда времени для оборудования представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Действительный годовой фонд времени работы оборудования

Оборудование	Число смен в сутки	Номинальный фонд времени, ч (Т _н)	Потери времени, % (α)	Действительный фонд времени, ч (Т _д)
1	2	3	4	5
Оборудование плавильного отделения	2	3952	4	3794
Оборудование подготовки смеси	2	3952	6	3715
Оборудование формовочного отделения	2	3952	10	3557
Оборудование стержневого отделения	2	3952	6	3715
Оборудование термообрубного отделения	2	3952	5	3754
Печи термические	3	5928	3	5750

1.3 Производственная программа

В проектируемом цехе материалом для отливок служит сталь марки 35Л [3].

Расчет точной производственной программы цеха представлена в таблице №2 является основой для технологической части проекта. Точная программа

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		10

предусматривает разработку технологических данных для каждой отливки и применяется при проектировании цехов серийного и массового производства.

Таблица 2 – Точная производственная программа

Наименование отливки	Марка сплава	Масса отливки, кг	Годовая программа, шт	Масса отливок на годовую программу, т
1	2	3	4	5
1.Корпус	сталь 35Л	4,50	25358	114,1
2. Головка	сталь 35Л	8,50	28008	238,1
3.Кронштейн правый	сталь 35Л	14,40	27631	397,9
4.Кронштейн левый	сталь 35Л	8,00	25050	200,4
5.Стойка левая	сталь 35Л	7,50	28430	213,2
6.Стойка правая	сталь 35Л	7,50	25820	193,7
7.Головка	сталь 35Л	50,00	25650	1282,5
8.Опора задняя	сталь 35Л	53,60	26606	1426,1
9.Опора правая	сталь 35Л	15,10	26813	404,9
10.Колесо	сталь 35Л	51,00	27019	1378,0
11.Корпус подвески	сталь 35Л	56,00	27225	1524,6
12.Накладка	сталь 35Л	15,30	27432	419,7
13.Корпус	сталь 35Л	9,00	27638	248,7
14.Подшипник	сталь 35Л	26,00	27845	724,0
15.Рычаг	сталь 35Л	12,70	28051	356,2
16.Рычаг	сталь 35Л	12,70	26258	333,5
17.Крышка	сталь 35Л	64,80	28464	1844,5
18.Фланец правый	сталь 35Л	85,00	28670	2437,0
19.Фланец левый	сталь 35Л	87,00	28877	2512,3
20.Корпус	сталь 35Л	60,20	29083	1750,8
Итого				18000,0

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП.44.03.04.788 ПЗ

лист

11

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Требования к отливке. Материал отливки и его свойства

Изготовление отливки с заданными линейными размерами, конфигурацией, физико-механическими свойствами (прочность, твердость, плотность, структура и т.п.), шероховатостью поверхности и другими требованиями может осуществляться различными методами. При этом могут быть использованы различные типы и конструкции форм, конструктивные и технологические решения по отдельным элементам формы (стержням, литниковой системе, прибылям и т.п.), разнообразные технологические процессы на всех этапах изготовления отливки (приготовление формовочных и стержневых смесей, плавка и разливка металла, изготовление форм, обрубка, очистка и термообработка отливок и т.п.). Поэтому в конкретных условиях производства разрабатывается оптимальный технологический процесс, обеспечивающий стабильное выполнение требований чертежа и технических условий на деталь и отливку при минимальных затратах труда и материальных средств.

В проектируемом цехе материалом для отливок служит сталь марки 35Л[3]. Химический состав стали представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Химический состав стали марки 35Л [3]

Обозначение	Массовая доля элементов, %						Примеси не более, %	
	C		Si		Mn		S	P
	min	max	min	max	min	max		
Сталь 35Л	0,320	0,400	0,200	0,520	0,350	0,900	0,060	0,060

Заменители стали 35 Л – сталь 30Л, сталь 40Л. Сталь 30Л применяется для корпусов, станины прокатных станов, зубчатые колеса, тяги, бегунки, задвижки, балансиры, диафрагмы, катки, валки, кронштейны и другие детали, работающие под действием средних статических и динамических нагрузок.

На рисунке 1 показана 3д модель отливки «Корпус».

					ДП.44.03.04.788 ПЗ			лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				12

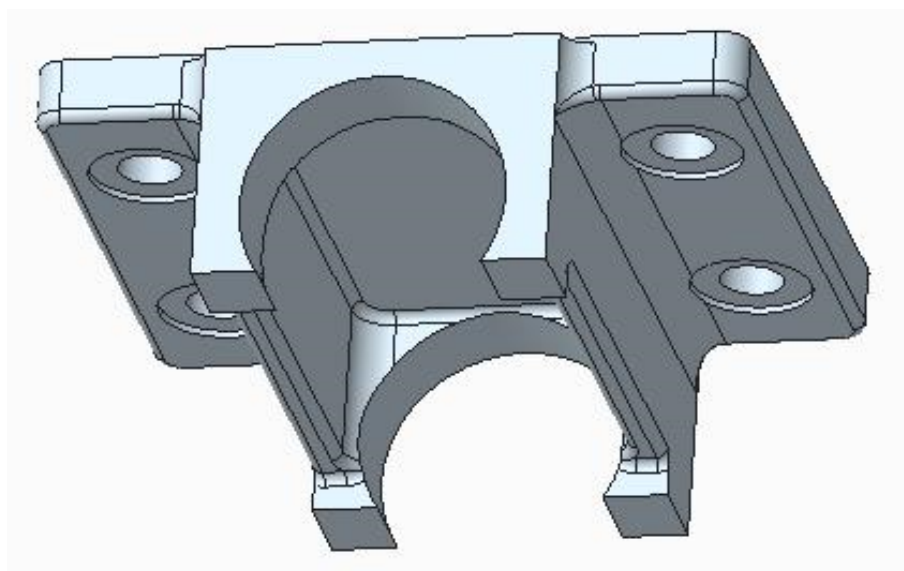
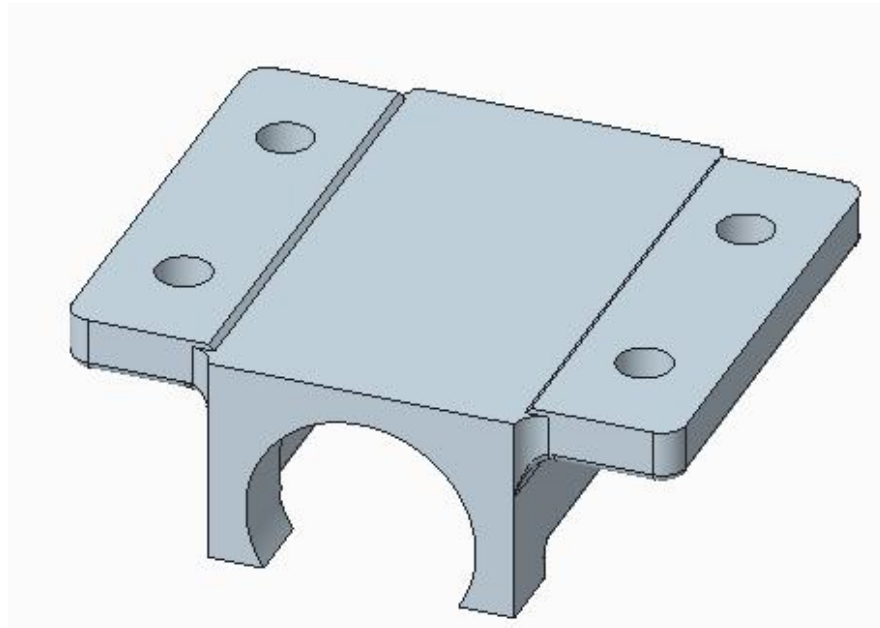


Рисунок 1 – 3Д модель отливки «Корпус»

2.2 Выбор способа производства

Выбор наиболее эффективного способа изготовления определяется на основе комплексного анализа технической, организационной и экономической целесообразности.

Показателями, характеризующими прогрессивность технологического процесса, являются: коэффициент выхода годного; производительность оборудования и труда рабочих; стоимость и срок службы оснастки; капитальные

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП.44.03.04.788 ПЗ

лист

13

затраты на внедрение техпроцесса; себестоимость отливок и деталей; срок окупаемости капитальных вложений.

Выбор способа изготовления отливок зависит от ряда факторов (серийности выпуска, конструкции отливки, вида металла, требований к готовой детали и т.д.).

Так как стоимость производства литья снижает автоматическая формовка, то при серийном производстве мы остановились именно на ней.

Изготовление данной отливки происходит в песчано-глинистой форме по методу Сейатсу. Уплотнение формовочной смеси по способу Сейатсу (уплотнение воздушным потоком с прессованием) происходит следующим образом [7]:

- опока с наполнительной рамой заполняется формовочной смесью при помощи бункера-дозатора;
- бункер-дозатор отодвигается и прессовая головка занимает положение над наполнительной рамой формы;
- стол машины поднимается и герметично прижимает опоку с наполнительной рамой к прессовой головке;
- кратковременно открывается клапан воздушного потока;
- воздушный поток проходит через формовочную смесь и выходит через венты в подмодельной плите;
- дополнительное прессование сверху окончательно уплотняет форму;
- стол машины опускается и происходит вытяжка модели.

Габариты опоки определяются габаритами формуемых отливок, числом отливок в форме, расположением и размерами прибылей и литниковой системы, размерами стержневых знаков.

При выборе размеров опок следует учитывать, что использование чрезмерно больших опок влечет за собой увеличения затрат труда на уплотнение формовочной смеси, нецелесообразный расход смеси, а использование очень маленьких опок может вызвать брак отливок вследствие продавливания металлом низа формы, ухода металла по разьему и т.п.

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		14

Рекомендуемые толщины слоев формовочной смеси на различных участках формы зависят от массы отливки. После этого определяют минимально допустимые размеры опок в свету с учетом изготовления 4 отливок в форме на формовочной линии HSP-2D.

2.3 Анализ технологичности изготовления детали

Технологичной называют такую конструкцию изделия, которая обеспечивает заданные эксплуатационные свойства и позволяет изготавливать её с наименьшими затратами.

Анализ чертежа детали «Корпус» показывает, что ее конструкция достаточно технологична для изготовления литьем. Деталь не имеет резких переходов толщин стенок, минимальная толщина – 10 мм, габаритные размеры детали 200x175x70,5 мм.

Выбор наиболее эффективного способа изготовления определяется на основе комплексного анализа технической, организационной и экономической целесообразности.

Выбор способа изготовления отливок зависит от ряда факторов (серийности выпуска, конструкции отливки, вида металла, требований к готовой детали и т.д.) и часто требует проведения специальных расчетов.

Конфигурация внутренних полостей, отверстий, обрабатываемых поверхностей и расположение баз механической обработки удовлетворяют требованиям технологии литейного производства в разовые песчано-глинистые формы методом Сейатсу с применением холоднотвердеющих смесей по Cold-box-amin.

2.4 Определение припусков на механическую обработку

Отливка «Корпус» относится ко второй группе сложности. Ко 2-ой группе относятся простые круглые или квадратные отливки с наличием невысоких ребер, бобышек, фланцев, отверстий, выступов и углублений. Наружные поверхности

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		15

частично изготавливают стержнями или съемными частями. Внутренние полости неглубокие, выполняются болваном или простыми стержнями. Внутренние поверхности гладкие без выступов или углублений

Точность отливки назначается в соответствии с ГОСТ Р 53464-2009[4].

Точность отливки 12 – 9 – 10 – 12 [4].

Общий припуск поверхности определяется исходя из общего допуска, вида механической обработки и ряда припуска.

Все полученные данные для каждого из размеров сведем в таблицу 4.

Таблица 4 – Допуски отливки

Размер	Вид окончательной механической обработки	Общий допуск, мм	Общий припуск на сторону, мм
175	Чистовая	2,8	3,0
Ø75	Чистовая	2,2	3,0
70,5	Черновая	2,8	3,0

2.5 Выбор положения отливки в форме

При выборе положения отливки в форме в период заливки и затвердевания нужно обеспечить направленное затвердевание, простое оформление литниковой системы (кратчайший путь металла к отливке), минимальное количество стержней. Должно быть обеспечено получение плотного металла без усадочных и газовых раковин. Для проектируемой отливки можно предложить два положения отливки в форме в период заливки и затвердевания. Варианты расположения приведены на рисунке 2.

Наиболее оптимальным вариантом можно считать №3. Применение вариантов 1 и 2 возможны, но недостатком варианта №1 является существенное усложнение модельной оснастки, увеличения количества стержней в форме. При использовании варианта №2 массивные узлы находятся снизу, то есть нарушен принцип направленного затвердевания отливки и стержень не имеет нижнего знака, что существенно усложняет его фиксацию в форме. Вариант №3 обеспечивает выполнение принципа направленного затвердевания отливки от тонких стенок к

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		16

более толстым, есть возможность установки прибулей прямого действия на плоскую обрабатываемую поверхность, кроме того этот вариант обеспечивает наиболее простую конфигурацию и минимальное количество стержней. Поскольку стержень не имеет верхнего знака, для предотвращения его всплывания в форме необходимо установить жеребейки.

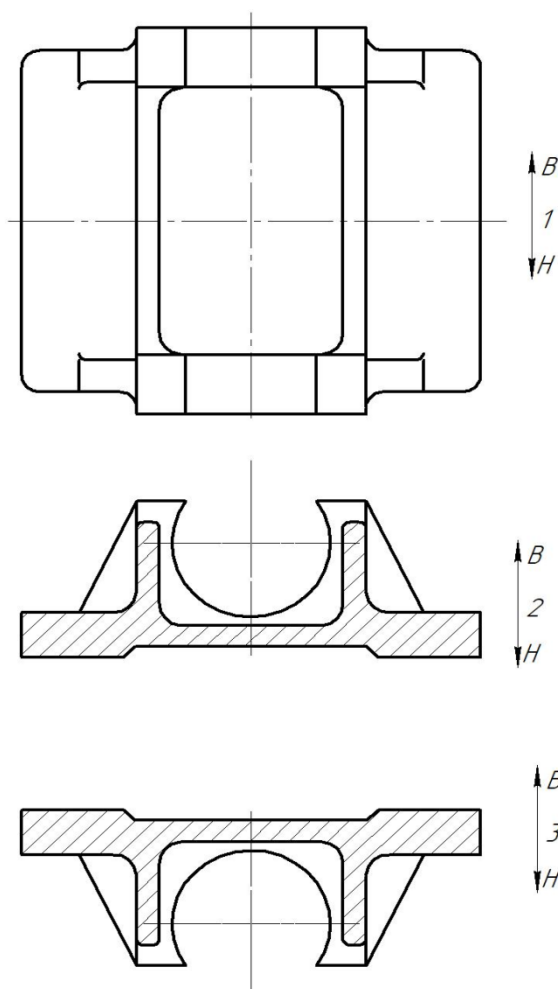


Рисунок 2 – Варианты расположения отливки в форме

2.6 Определение поверхности разъема модели и формы

При выборе поверхности разъема формы необходимо учитывать:

- число разъемов должно быть минимальным;
- при выбранной поверхности разъема модель должна свободно извлекаться из формы после формовки;

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП.44.03.04.788 ПЗ

лист

17

- плоскость разъёма должна обеспечивать наименьшее количество заливов и брака по перекосу.

Варианты линии разъема при выбранном положении отливки приведены на рисунке 3.

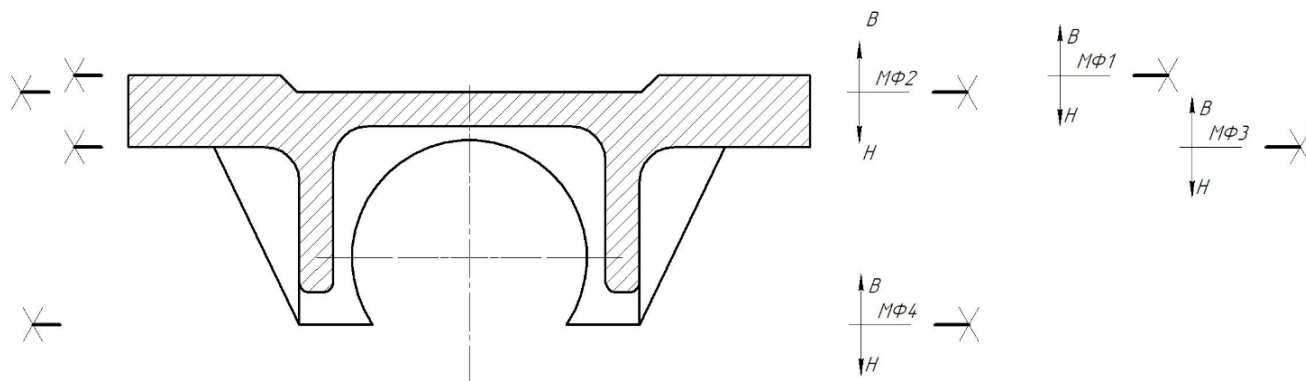


Рисунок 3 – Варианты разъема формы

Самой оптимальной поверхностью разъема при данном расположении отливки в форме является вариант №1. Таким образом, отливка располагается полностью в нижней форме, что исключает брак, отливок по смещению. При выбранном разъёме обеспечивается удобство изготовления и сборки формы.

2.7 Определение формовочных уклонов и галтелей

Для обеспечения лёгкого извлечения модели из формы, на ее рабочей поверхности задаются формовочные уклоны. Величины этих уклонов назначаются по ГОСТ 3212-92[5]. Величина уклона зависит от высоты формообразующей поверхности и материала из которого изготовлен модельный комплект. Выбираем металлический модельный комплект. Формовочные уклоны оказаны на рисунке 4.

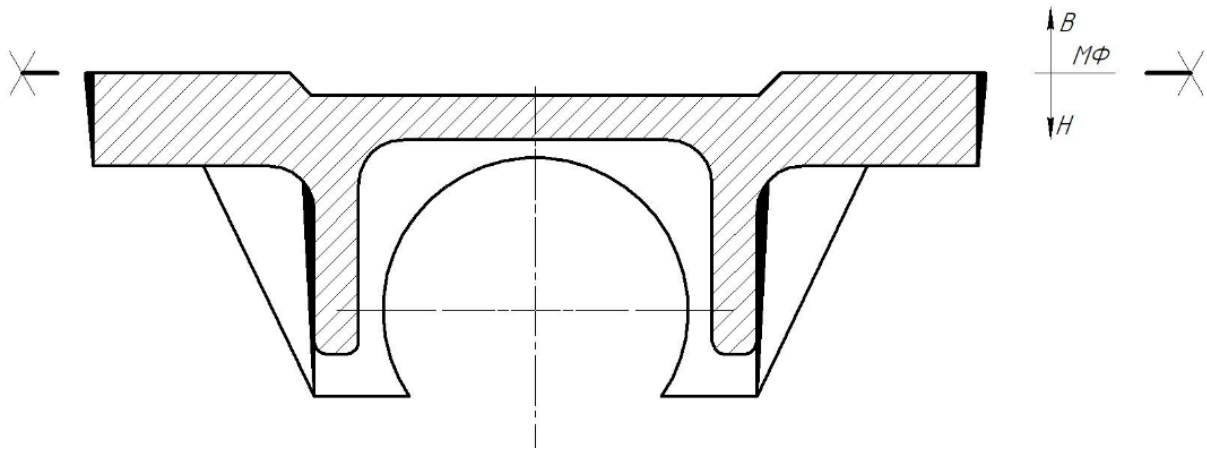


Рисунок 4 – Уклоны формовочные

Радиусы галтелей в отливках при литье в песчаные формы выполняют равными примерно $1/5 - 1/3$ суммы толщин сопрягаемых стенок. Из полученного диапазона выбирают значение из стандартного ряда предпочтительных чисел согласно ГОСТ 10948 –64[6].

2.8 Определение литейной усадки

Процесс формирования структуры в реальных отливках зависит от многих факторов, которые определяются свойствами каждого конкретного сплава, формы и конструкции отливки. На затвердевание влияют теплофизические свойства сплава и формы, температура заливки сплава и формы перед заливкой, металлоемкость формы и средняя толщина стенки отливки и другие факторы.

Под усадочными процессами понимают совокупность явлений сокращения размеров и объема металла, залитого в форму, при его затвердевании и охлаждении.

Усадочные процессы в отливках вызваны изменением объема жидкого, затвердевающего и твердого металла, обуславливающим образование усадочных пустот, изменение наружных размеров, развитие деформаций и остаточных напряжений, появление трещин. Литейная усадка для данной отливки составляет 2%.

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		19

2.9 Определение количества и конструкции стержней

Для оформления внутренних и наружных поверхностей отливки применяют песчаные стержни. Конструкция стержня должна обеспечивать удобное его изготовление, транспортировку и установку в форму. Стержень должен занимать в форме точно фиксированное положение, не деформируясь под действием собственной массы и от действия жидкого металла. Вместе с тем должно быть обеспечено легкое его удаление из отливки.

Конструкции стержней определяются чертежом отливки, конструкция и размеры знаков стержней, величины зазоров между знаками стержней и формой, конструктивное оформление и размеры фиксаторов на знаках [5].

Стержень №1 занимает горизонтальное положение, габаритные размеры стержня $\varnothing 950 \times 80$ мм. Для получения отливки необходим 1 стержень №1.

Зазор между формой и знаком стержня равен $S_1 = 1,5$ мм для нижней полуформы, $S_1 = 2$ мм для верхней полуформы. Уклон на знаке стержня 10° .

Эскиз стержня №1 представлен на рисунке 5.

2.10 Разработка конструкции и расчёт прибылей

Прибыли применяются для получения отливки с плотной структурой металла, характеризующейся отсутствием усадочных раковин и усадочной пористости. Прибыль составляет с отливкой общее литое тело, в процессе затвердевания которого жидкий металл переходит из прибыли в отливку и заполняет образующиеся в ней усадочные пустоты. Процесс компенсации объемной усадки отливки за счет жидкого металла, поступающего из прибыли, называется питанием отливки. В результате питания отливка получается плотной, а прибыль с усадочной раковиной.

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		20

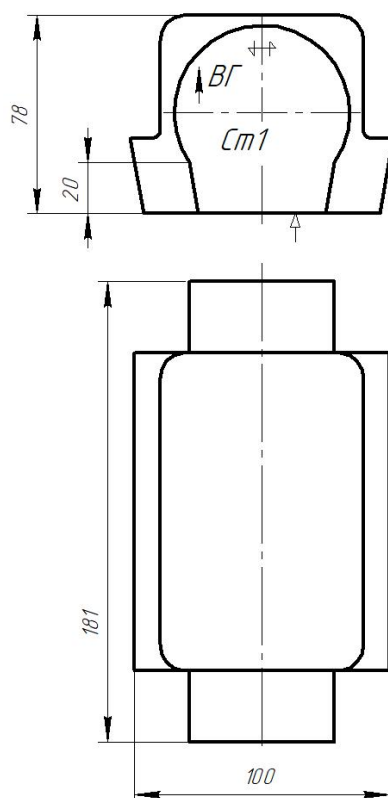


Рисунок 5 – Эскиз стержня №1

Для данной отливки принимаем закрытую прибыль полусферической формы. Выбранная геометрия и тип прибыли является наиболее экономичной [5].

Определим объем прибыли по уравнению:

$$V_{\text{пр}} = \beta E_v V_{\text{пу}} / (1 - \beta E_v), \quad (2)$$

где β – отношение объема прибыли к объему усадочной раковины, $\beta = 10$;

E_v – часть объемной усадки сплава, принимающая участие в формировании усадочной раковины, при изготовлении отливок из стали, $E_v = 0,045$;

$V_{\text{пр}}$ – объем прибыли, м^3 ;

$V_{\text{пу}}$ – объем питаемого узла, м^3 ;

За тепловой узел принимаем всю отливку $V_{\text{пу}} = m/\rho = 5/7800 \approx 0,0007 \text{ м}^3$.

$$V_{\text{п}} = 11 \times 0,045 \times 0,0007 / (1 - 11 \times 0,045) = 0,00068 \text{ м}^3.$$

Приближенный технологический выход годного (ТВГ) определяется по формуле:

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		21

$$ТВГ = \frac{V_{отл}}{(1 - \varepsilon_v)(V_{отл} + V_{пр})} \cdot 100, \quad (3)$$

где $V_{отл}$ – объем отливки, м³.

2.11 Разработка конструкции и расчет литниковой системы

Литниковая система состоит из литниковой воронки, стояка, шлакоуловителя и питателей. Питатели непосредственно примыкают к полости формы, они выполнены так, чтобы литниковую систему можно было легче отделить, не повредив отливку. Для определения размеров каналов литниковой системы воспользуемся методикой расчета при заливке форм из поворотного ковша.

Оптимальную продолжительность заливки форм определим по формуле [5]:

$$\tau_{опт} = S \cdot \sqrt[3]{\delta \cdot m}, \quad (4)$$

где $\tau_{опт}$ – оптимальная продолжительность заливки, с;

S – коэффициент продолжительности заливки, зависящий от температуры заливки, рода сплава, места подвода, материала формы и ряда других факторов;

δ – преобладающая толщина стенки отливки, мм;

m – масса жидкого металла, приходящегося на одну отливку с литниками и прибылями ($m=5+4,9+1=10,9$), кг;

Подставляя в формулу (4) значения коэффициента $S=1,4$ (для отливок из стали), преобладающая толщина стенки отливки $\delta=10$ мм, $m= 10,9$ кг получим:

$$\tau_{опт} = 1,4 \cdot \sqrt[3]{10 \cdot 10,9} = 6,7 \text{ с.}$$

Определим среднюю скорость подъема уровня расплава в форме в процессе заливки. Она рассчитывается из условия, при котором отсутствуют недоливы и спаи в отливке:

$$V_{ср} = \frac{C}{\tau_{опт}} \geq V_{доп}, \quad (5)$$

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		22

где $V_{\text{ср}}$ – средняя скорость подъема уровня расплава в форме, мм/с;

C – высота отливки по положению в форме, мм;

$\tau_{\text{опт}}$ – оптимальная продолжительность заливки, с;

$V_{\text{доп}}$ – допустимая скорость подъема уровня расплава в форме, мм/с;

Подставляя в формулу (5) значения высоты отливки $C = 140$ мм, $\tau_{\text{опт}} = 6,7$ с,

получим:

$$V_{\text{ср}} = 140 / 7 = 20 \text{ мм/с.}$$

Полученное значение $V_{\text{ср}}$ соответствует допустимому значению 20...10 мм/с для отливок из стали с толщиной стенки 10...40 мм.

Суммарную площадь узкого сечения литниковой системы, обеспечивающей оптимальную продолжительность заливки формы, определим по формуле:

$$F_{\text{уз}} = \frac{m}{\mu_{\text{ф}} \cdot \tau_{\text{опт}} \cdot \rho \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_{\text{ср}}}}, \quad (6)$$

где $F_{\text{уз}}$ – суммарная площадь узкого сечения литниковой системы для одной отливки, м²;

m – масса жидкого металла, приходящегося на одну отливку литниками и прибылями, кг;

$\tau_{\text{опт}}$ – оптимальная продолжительность заливки, с;

$\mu_{\text{ф}}$ – общий гидравлический коэффициент сопротивления формы;

ρ – плотность заливаемого расплава, кг/м³;

$H_{\text{ср}}$ – средний металлостатический напор в форме, м.

Средний металлостатический напор в форме определяется по формуле:

$$H_{\text{ср}} = H - \frac{P^2}{2 \cdot C}, \quad (7)$$

где H – напор металла от уровня металла в воронке до питателей, мм;

P – высота отливки над питателем, мм.

$$H_{\text{ср}} = 180 - 70^2 / 2 \times 140 = 162,5 \text{ мм} = 0,163 \text{ м.}$$

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		23

Подставляя в формулу (6) значения $m=10,9$ кг; $\mu_{\phi}=0,42$; $\tau_{\text{отп}}=6,7$ с; $\rho=7200$ кг/м³; $g=9,81$ м/с²; $H_{\text{ср}}=0,163$ м определим суммарную площадь узкого сечения литниковой системы для одной отливки:

$$F_{\text{уз}} = \frac{10,9}{0,42 \cdot 7200 \cdot 6,7 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,163}} = 0,0003 \text{ м}^2 = 3,02 \text{ см}^2.$$

Так как металл к отливке подводится через два питателя площадь сечения одного питателя составляет $3,02/2=1,51$ см²; для четырех отливок: $3,02 \times 4 = 12,08$ см².

Для сужающихся литниковых систем $F_{\text{уз}}$ является суммарной площадью сечений питателей:

$$F_{\text{уз}} = \Sigma F_{\text{п}}. \quad (8)$$

$$\Sigma F_{\text{п}} : \Sigma F_{\text{шл}} : \Sigma F_{\text{ст}} = 1:1,2:1,4, \quad (9)$$

где $\Sigma F_{\text{п}}$ – суммарная площадь сечений питателей;

$\Sigma F_{\text{шл}}$ – суммарная площадь сечений шлакоуловителей;

$\Sigma F_{\text{ст}}$ – площадь сечения стояка.

Металл к отливке будем подводить через один стояк и один шлакоуловитель (всего две ветви шлакоуловителя).

$$\Sigma F_{\text{шл}} = 1,1 \times 4 \times \Sigma F_{\text{п}} = 1,2 \times 4 \times 3 = 14,4 \text{ см}^2;$$

$$F_{\text{ст}} = 1,2 \times 4 \times \Sigma F_{\text{п}} = 1,4 \times 4 \times 3 = 16,9 \text{ см}^2;$$

Стояк выполняется сужающимся кверху. Для лучшего приема жидкого металла, поступающего из ковша, вверху стояка предусмотрим изготовление литниковой воронки ($D_{\text{в}}=80$ мм).

Так как сечения питателей и шлакоуловителей имеют форму трапеции, то размеры определяются из формулы:

$$F_{\text{уз}} = \frac{1}{2} (a + b) \times c, \quad (10)$$

где a – нижнее основание трапеции, мм;

b – верхнее основание трапеции, мм;

c – высота трапеции, мм;

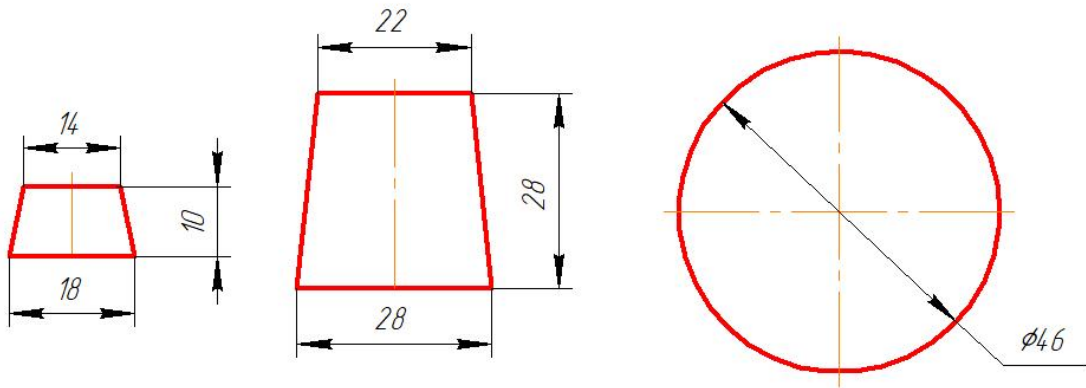
					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		24

Так как сечение стояка имеет форму круга, то размеры определяются из формулы:

$$F_{\text{СТ}} = \pi R^2, \quad (11)$$

где R – радиус стояка, мм.

На рисунке 6 представлен эскиз сечений литниковой системы.



$$F_{\bar{n}} = 1,51 \text{ см}^2$$

Кол.=8 шт.

$$\Sigma F_{\bar{n}} = 12,08 \text{ см}^2$$

$$F_{\bar{w}} = 7,2 \text{ см}^2$$

Кол.=2 шт.

$$\Sigma F_{\bar{w}} = 14,4 \text{ см}^2$$

$$F_{\bar{c}} = 16,9 \text{ см}^2$$

Кол.=1 шт.

$$\Sigma F_{\bar{c}} = 16,9 \text{ см}^2$$

Рисунок 6 – Эскиз сечений литниковой системы

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ДП.44.03.04.788 ПЗ

лист

25

3. ПРОЕКТНО – ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Структура литейного цеха

По своей структуре литейный цех состоит из производственных (основных) и вспомогательных отделений, складских и служебно-бытовых помещений.

В производственных отделениях выполняются основные технологические операции (плавка металла, приготовление смеси, изготовление форм, стержней). К ним относятся: плавильное, формовочно-заливочно-выбивное, стержневое, смесеприготовительное, очистное, включая участки обрубки, очистки, термообработки, исправления дефектов и грунтовки.

К вспомогательным отделениям, участкам относятся: отделения подготовки формовочных материалов, участки ремонта ковшей и печей, ремонтно-механическая служба, электроремонтная служба, участок ремонта модельно-опочной оснастки, отделение переработки смеси, инструментальная служба, цеховые лаборатории, подстанции, насосные, вентиляционные.

Складские помещения включают склад шихтовых и формовочных материалов, огнеупоров, модельно-опочной и стержневой оснастки, межоперационные склады, склад отливок, производственно-диспетчерская и планово-экономическая службы, отдел технического контроля, гардеробные, душевые, столовые, медпункт, санузлы.

3.2 Плавильное отделение

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

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		26

Для получения жидкой стали применяется электродуговая печь постоянного тока [7].

Дуговые печи постоянного (ДППТ) и переменного (ДСП) тока имеют аналогичные исполнения основных конструктивных элементов, одинаковые схемы загрузки шихты и разлива металла, используют одни и те же огнеупорные материалы, позволяют применить одни и те же технологические процессы плавления и доводки металла.

В отличие от ДСП, ДППТ имеет один вертикально расположенный сводовый электрод, который закреплен в корпусе электрододержателя и через отверстие в центре свода введен в плавильное пространство электропечи. Это позволяет выполнять печи ДППТ более газоплотными, чем ДСП, а также обеспечивает более равномерный прогрев шихты и футеровки по периметру ванны (без локальных перегревов футеровки).

Электропитание ДППТ производится от специализированного полупроводникового источника постоянного тока, отрицательный полюс которого соединяется со сводовым электродом (катодом), а положительный полюс соединяется с конструкцией токоподвода к переплавляемому металлу (аноду).

Преобразователь постоянного тока оснащён электронным регулятором, обеспечивающим высокую стабильность и независимую тонкую регулировку токового режима в широком диапазоне изменения напряжения печной дуги. Кроме того, источник имеет регулятор, обеспечивающий поддержание заданного уровня напряжения дуги путем осевого перемещения сводового электрода, при котором происходит изменение длины дуги.

Наличие двух независимо работающих регуляторов тока и напряжения печной дуги на печах ДППТ позволяет обеспечивать на них в период расплавления более

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		27

высокую, по сравнению с печами ДСП, стабильность электрического режима, вследствие чего ликвидируются толчки давления в рабочем пространстве печи.

Благодаря способности подовых электродов самовосстанавливаться в процессе плавки и возможности горячих межплавочных ремонтов подины, ресурс непрерывной работы подовых электродов составляет 2-3 тысячи плавов, после чего подовый электрод проходит техническое обслуживание и устанавливается на печь для повторной эксплуатации.

Важным технологическим преимуществом печей ДППТ, является эффективное электромагнитное перемешивание ванны металла полем проходящего через нее постоянного тока. Использование электромагнитного перемешивания, наряду с созданием в печном пространстве восстановительной атмосферы, позволяет экономней расходовать ферросплавы.

На рисунке 7 можно увидеть общий вид и компоновку оборудования дуговой печи постоянного тока.

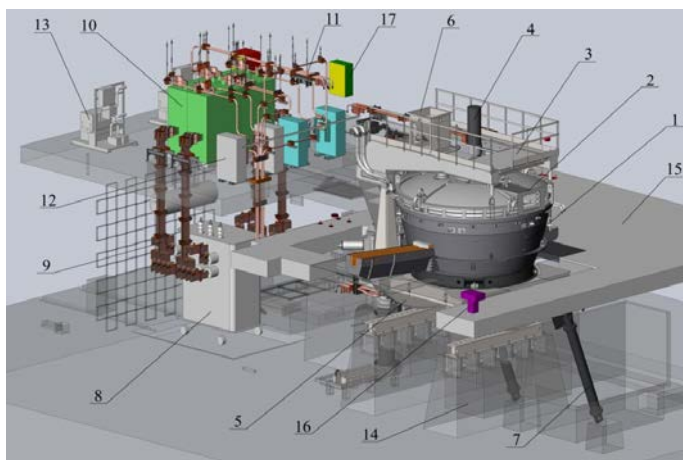


Рисунок 7 – Общий вид и компоновка оборудования дуговой печи постоянного тока: 1 – кожух (ванна) печи с установленными подовыми электродами; 2 – свод печи; 3 – портал; 4 – сводовый электрод; 5 – люлька; 6 – загрузочное устройство; 7 – электрогидравлический механизм наклона печи; 8 – электропечной трансформатор; 9 – токоподвод переменного тока; 10 – выпрямитель; 11 – короткая сеть (токоподвод постоянного тока); 12 – реактор; 13 – теплообменник; 14 – фундамент печи; 15 – рабочая площадка; 16 – пульт наклона печи; 17 – комплект электротехнических шкафов и САУ печи.

Основной особенностью производства стали для фасонных отливок в отличие от ее выплавки для слитков является необходимость получения стали не только заданного состава, но и заданных литейных свойств.

Наибольшее количество стали для фасонных отливок выплавляют, в электродуговых печах. В литейных цехах применяют чаще кислый процесс электроплавки.

При кислом процессе отмечается большая стойкость футеровки, более низкая ее стоимость, меньший удельный расход электроэнергии и продолжительность плавки, хорошая раскисленность стали.

В качестве шихтовых материалов для плавки используют чугун предельный, стальной лом, ферросплавы для раскисления и доведения химического состава стали до заданного состава, отходы собственного производства (литники, прибыли, стружка после механической обработки отливок).

Все шихтовые материалы должны содержать минимальное количество серы фосфора, так как при кислом процессе выплавки стали, нет периодов десульфурации и дефосфорации, и это является основным недостатком кислого процесса.

Расчет шихты ведется для электродуговой выплавки стали марки 35Л на 100 кг металлозавалки.

Химический состав шихтовых материалов и раскислителей приведен в таблице 5.

Таблица 5 - Химический состав шихтовых материалов и раскислителей

Наименование материала	Содержание в шихте, %	Химический состав, %				
		C	Mn	Si	S	P
1. Отходы собственного производства	30	0,35	0,6	0,25	0,04	0,045
2. Стружка стальная	7	0,35	0,6	0,25	0,04	0,045
3. Стальной лом 1А	60	0,25	0,5	0,37	0,03	0,035
4. Чугун передельный МІ	3	3,00	2,0	1,0	0,03	0,150
5. Ферромарганец ФМн75		6,00	75,0	2,0	0,03	0,350
6. Ферросилиций ФС45		0,25	0,6	45,0	0,03	0,040

Основой для расчета плавильного отделения является ведомость расхода металла на залитые формы (таблица 6), которая составляется на основе точной производственной программы цеха, рассчитывается масса выплавляемого металла с учётом массы литников, угара и брака.

Таблица 6 – Ведомость расхода металла на залитые формы

Наименование отливки	Масса отливки, кг	Брак по вине литейного цеха			Отливается в год	
		%	шт	т	шт	т
1	2	3	4	5	6	7
1.Корпус	4,50	3	784	3,53	26142	117,64
2. Головка	8,50	3	866	7,36	28874	245,43
3.Кронштейн правый	14,40	3	855	12,31	28486	410,19
4.Кронштейн левый	8,00	3	775	6,20	25825	206,60
5.Стойка левая	7,50	3	879	6,59	29309	219,82
6.Стойка правая	7,50	3	799	5,99	26619	199,64
7.Головка	50,00	3	793	39,66	26443	1322,16
8.Опора задняя	53,60	3	823	44,11	27429	1470,19
9.Опора правая	15,10	3	829	12,52	27642	417,40
10.Колесо	51,00	3	836	42,62	27855	1420,59
11.Корпус подвески	56,00	3	842	47,15	28067	1571,75
12.Накладка	15,30	3	848	12,98	28280	432,69
13.Корпус	9,00	3	855	7,69	28493	256,44
14.Подшипник	26,00	3	861	22,39	28706	746,36
15.Рычаг	12,70	3	868	11,02	28919	367,27
16.Рычаг	12,70	3	812	10,31	27070	343,79
17.Крышка	64,80	3	880	57,05	29344	1901,51
18.Фланец правый	85,00	3	887	75,37	29557	2512,32
19.Фланец левый	87,00	3	893	77,70	29770	2590,00
20.Корпус	60,20	3	899	54,15	29982	1804,94
Итого				556,70		18556,73

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП.44.03.04.788 ПЗ

лист

30

Окончание таблицы 6

Наименование отливки	Масса на одну отливку, кг		Расход металла в год, т	
	литников и прибылей	отливка с литниками и прибылями	на литники и прибыли	всего
1	8	9	10	11
1. Корпус	139,00	143,50	3524,76	3642,40
2. Головка	4,68	13,18	130,94	376,37
3. Кронштейн правый	8,64	23,04	238,73	648,92
4. Кронштейн левый	4,80	12,80	120,24	326,84
5. Стойка левая	6,00	13,50	170,58	390,40
6. Стойка правая	6,38	13,88	164,60	364,24
7. Головка	25,00	75,00	641,25	1963,41
8. Опора задняя	45,56	99,16	1212,17	2682,36
9. Опора правая	9,06	24,16	242,93	660,32
10. Колесо	35,70	86,70	964,58	2385,16
11. Корпус подвески	39,20	95,20	1067,22	2638,97
12. Накладка	12,24	27,54	335,77	768,46
13. Корпус	4,95	13,95	136,81	393,24
14. Подшипник	13,00	39,00	361,99	1108,35
15. Рычаг	7,62	20,32	213,75	581,01
16. Рычаг	7,62	20,32	200,09	543,88
17. Крышка	55,08	119,88	1567,80	3469,31
18. Фланец правый	68,00	153,00	1949,56	4461,88
19. Фланец левый	69,60	156,60	2009,84	4599,84
20. Корпус	36,12	96,32	1050,48	2855,42
			16304,07	34860,79

Металлозавалка рассчитывается по формуле [6]:

$$M = \frac{\Gamma + Л + Б}{100 - П} \cdot 100, \quad (12)$$

где М – годовая металлозавалка по выплавляемой марке, т.;

Г – масса годных отливок, т.;

Б – масса бракованных и опытных, отливок, технологических проб, т.;

Л – масса литников и прибылей, т.;

П – безвозвратные потери металла, %.

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		31

После расчета металлозавалки определяются остальные значения статей.

$$M_{30Л} = \frac{18000 + 16304,1 + 556,7}{100 - 1 - 2 - 3} \cdot 100 = 37086,0 \text{ т.}$$

Таблица 7 – Баланс металла

Наименование статей	Итого	
	%	т
1. Годные отливки	48,54	18000,0
2. Брак отливок	1,50	556,7
3. Литники и прибыли	43,96	16304,1
4. Технические пробы	1,00	370,9
5. Сливы и сплески	2,00	741,7
Итого жидкого металла	97,00	35973,4
6. Угар и безвозвратные потери	3,00	1112,6
Металлозавалка	100,00	37086,0

Вместимость печи лимитируется временем заливки полученного сплава, определим вместимость печей по формуле [6]:

$$G = \frac{V_{Г} K_{Н} \tau}{T_{Д}}, \quad (13)$$

где G – расчетная вместимость печи, т;

$V_{Г}$ – годовое количество потребляемого жидкого металла (с учетом брака);

$K_{Н}$ – коэффициент неравномерности потребления и производства;

τ – длительность разливки одной плавки, ч

$T_{Д}$ – годовой действительный фонд времени рассчитываемого оборудования.

$$G = \frac{35973,4 \cdot 1,1 \cdot 0,5}{3794} = 5,01 \text{ т.}$$

Из стандартного ряда печей типа ДППТ выбираем печь ДППТ-6, технические характеристики представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Технические характеристика ДППТ-6

Характеристика	Ед. изм.	значение
мощность источника питания	кВА	4500
напряжение питающей сети	кВ	10
производительность	т/ч	3
номинальная емкость	т	6
температура перегрева металла	°С;	1700

Расчетное количество агрегатов N_p определяется по формуле:

$$N_p = \frac{V_{\Gamma} \cdot K_H}{T_{\text{д}} \cdot N'_{\text{расч}}}, \quad (14)$$

где V_{Γ} – годовое количество потребляемого жидкого металла (с учетом бака), годовое количество форм, годовое количество съёмов стержней и т.д;

$T_{\text{д}}$ – годовой действительный фонд времени рассчитываемого оборудования;

$N'_{\text{расч}}$ – производительность оборудования (расчетная), принятая исходя из прогрессивного опыта его эксплуатации;

K_H – коэффициент неравномерности потребления и производства.

В условиях массового и крупносерийного производства $K_H = 1,0-1,2$.

$$N_p = \frac{35973 \cdot 1,2}{3794 \cdot 3} = 3,48 \text{ шт.}$$

Расчетное значение округляем до целого числа в большую сторону, следовательно, принимаем к установке в цехе 4 плавильных агрегата для обеспечения производственной программы цеха.

Степень загрузки оборудования работой, закрепленной за данным агрегатом, характеризует коэффициент загрузки оборудования, который определяется из отношения расчетного к принятому количеству оборудования. Коэффициент загрузки оборудования $K_{\text{эф}}$ при двухсменном режиме работы для серийного и массового производства должен находиться в пределах 0,7 – 0,9.

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		33

Фактическая величина коэффициента загрузки проверяется по формуле:

$$K_{зф} = \frac{N_p}{N_{ф}}, \quad (15)$$

$$K_{зф} = \frac{3,48}{4} = 0,87.$$

Коэффициент загрузки входит в неравенство $0,7 \leq 0,87 \leq 0,9$.

Для улучшения качества отливок и условий работы на плавильном участке решено установить заливочный автомат фирмы HWS-Sinto.

HWS-Sinto поставляет заливочные автоматы - автоматические опрокидываемые ковши для высокого качества отливок.

С помощью заливочных автоматов HWS-Sinto можно непрерывно и без нарушения времени цикла разливать чугун и сталь на всех видах формовочных линий. При этом применяется оправдавшая себя техника опрокидывания ковша, когда поток жидкого металла и его количество четко регулируются. Струя жидкого металла подвергается контролю с помощью оптоэлектронных датчиков и видеокамер, а программируемая система управления для согласования скорости заливки с пропускной способностью песчаной формы обеспечивает точное изготовление отливок любого вида.

Для работы с формовочными линиями различных конструкций оправдали себя два стандартных типа с перемещаемым и стационарным поворотным устройством смены ковшей, которые при необходимости могут дооснащаться для дополнительных функций. При всех видах исполнения применяются заливочные ковши сегментной конструкции, т.е. количество выпускаемого металла пропорционально углу наклона ковша, и это обеспечивает разливку с высокой точностью и без потерь.

Преимущество заливочных автоматов HWS-Sinto:

- низкое и постоянное давление заливки;
- продолжение заливки при смене металла или модели, а также при кратковременной остановки формовки;

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		34

- подача металла осуществляется без сбоев;
- экономия материала из-за снижения количества металла в конце заливки благодаря системе взвешивания с электроникой SIWAREX, позволяющей избежать переливов и четко контролировать уровень металла в литниковой чаше;
- снижение брака благодаря оптимизированным условиям заливки;
- экономия рабочих мест благодаря высокой степени автоматизации;
- контроль и обработка результатов заливки электронным путем (система обеспечения качества);
- устройство дозирования модификатора в струю металла с точной регулировкой количества выданного модификатора в зависимости от скорости заливки; различные режимы заливки (заливка по времени, уровню или по весу);
- смена программы о моделях линии осуществляется бесперебойно, поскольку предусмотрено устройство хранения данных о моделях.

На рисунке 8 изображен заливочный автомат, применяемый в цехе, с перемещаемым поворотным устройством смены ковшей HWS-Sinto.



Рисунок 8 – Заливочный автомат с перемещаемым поворотным устройством смены ковшей HWS-Sinto

3.3 Формовочно-заливочно-выбивное отделение

3.3.1 Выбор способа изготовления форм

В настоящее время развитие процессов изготовления литейных форм на базе песчаных смесей идет по нескольким направлениям. Основными из них являются

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		35

опочные и безопочные формы ХТС на базе современных связующих, вакуум– пленочная формовка, дифференциальное прессование и Сейатцу–процесс. Универсальный способ уплотнения встряхиванием с полной амортизацией удара и одновременным прессованием из-за высокого уровня шума (> 95 дБ) и значительной вибрации практически не применяется во многих странах и распространен лишь в России, странах СНГ и в незначительных объемах в других странах. Ограничения на уплотнение встряхиванием привели к интенсивному развитию способа уплотнения газовым, а потом и воздушным импульсом. Сначала использовали "чистый" импульс, потом возникла потребность в допрессовке. Фирмы G.Fischer и BMD продали многие десятки АФЛ с использованием импульсного способа уплотнения. Параллельно с этим фирма «Кюнкель Вагнер» применила способ уплотнения с использованием вакуума при заполнении опоки смесью и прессовании, фирма HWS широко применяет способ уплотнения потоком воздуха, проходящим через смесь в опоке, и далее через венты в трудно уплотняемых местах на подмодельной плите и модели с последующей подпрессовкой. Применение непосредственно энергии сжатого воздуха в описанных способах в качестве предварительного уплотнения смеси позволило получать качественные формы, существенно снизить уровень шума и сократить операцию уплотнения до 4...6 секунд.

3.3.2 Выбор состава формовочных смесей

Изготовление данной отливки происходит в песчано-глинистой форме, изготавливаются формы на основе Сейатсу процесса и заливают сталью [7].

Состав формовочной смеси, %:

- оборотная смесь 94...95% масс;
- песок 2К₂О₂02 ГОСТ 2138–91 5...6% масс;
- бентонитовая глина П1Т₂ ГОСТ 28177–89 0,8...1,0% масс.

Свойства формовочной смеси:

- прочность при сжатии, МПа 0,7...0,8;

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		36

- влагосодержание, % 3,2...3,8;
- газопроницаемость, ед 100...120;
- содержание активного бентонита, % 7,0...8,0.

Для определения годового числа форм, а также объема стержней и формовочной смеси на годовую программу составим ведомость изготовления и сборки форм, представленной в таблице 9, 9а.

Объем формы определяется исходя из размеров опок в свету

$$V_{\phi} = L \cdot B \cdot 2H, \quad (16)$$

где V_{ϕ} – объем формы, м³;

L – длина формы в свету, м;

B – ширина формы в свету, м;

2H – высота двух полуформ, м.

$$V_{\phi} = 0,65 \cdot 0,5 \cdot 0,36 = 0,234 \text{ м}^3.$$

Объем залитого металла определяется исходя из металлоемкости формы и плотности металла. Объем стержней определяется по данным точной производственной программы и размерам стержня. Объем формовочной смеси на одну форму определяется по формуле:

$$V_{\text{см}} = V_{\phi} - V_{\text{мет}} - V_{\text{ст}}, \quad (17)$$

где $V_{\text{мет}}$ – объем металл в одной форме м³;

$V_{\text{ст}}$ – объем, занимаемый стержнями в форме, м³.

Таблица 9 – Ведомость изготовления и сборки форм

Наименование отливки	Изготавливается в год отливок, шт	Внутренний размер опок, мм			Количество отливок в форме, шт	Изготавливается форм в год, шт
		L	B	2H		
1	2	3	4	5	6	7
1. Корпус	26142	650	500	360	4	6536
2. Головка	28874	650	500	360	4	7219

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		37

Окончание таблицы 9

1	2	3	4	5	6	7
3.Кронштейн правый	28486	650	500	360	4	7121
4.Кронштейн левый	25825	650	500	360	4	6456
5.Стойка левая	29309	650	500	360	4	7327
6.Стойка правая	26619	650	500	360	4	6655
7.Головка	26443	650	500	360	2	13222
8.Опора задняя	27429	1000	850	600	2	13714
9.Опора правая	27642	800	600	400	2	13821
10.Колесо	27855	1000	850	600	2	13927
11.Корпус подвески	28067	800	600	400	1	28067
12.Накладка	28280	800	600	400	2	14140
13.Корпус	28493	650	500	360	2	14246
14.Подшипник	28706	800	600	400	2	14353
15.Рычаг	28919	650	500	360	4	7230
16.Рычаг	27070	650	500	360	4	6768
17.Крышка	29344	800	600	400	2	14672
18.Фланец правый	29557	1000	850	600	2	14778
19.Фланец левый	29770	1000	850	600	2	14885
20.Корпус	29982	1000	850	600	2	14991
Итого	562812					166805

Таблица 9а - Ведомость изготовления и сборки форм

Наименование отливки	Объем для одной формы, м ³				Объем формовочной смеси на годовую программу, м ³
	формы	залитого металла	стержней	уплотненной смеси	
1	8	9	10	11	12
1.Корпус	0,2340	0,0797	0,0011	0,1532	1001,35
2. Головка	0,2340	0,0073	0,0013	0,2254	1627,28
3.Кронштейн правый	0,2340	0,0128	0,0113	0,2100	1495,14
4.Кронштейн левый	0,2340	0,0071	0,0113	0,2156	1392,20
5.Стойка левая	0,2340	0,0075	0,0009	0,2256	1652,77
6.Стойка правая	0,2340	0,0077	0,0009	0,2254	1499,65
7.Головка	0,2340	0,0208	0,0263	0,1869	2471,35

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП.44.03.04.788 ПЗ

лист

38

Окончание таблицы 9а

1	8	9	10	11	12
8.Опора задняя	1,0200	0,0275	0,0000	0,9925	13610,97
9.Опора правая	0,3840	0,0067	0,0000	0,3773	5214,56
10.Колесо	1,0200	0,0241	0,0450	0,9509	13243,72
11.Корпус подвески	0,3840	0,0132	0,0139	0,3568	10015,44
12.Накладка	0,3840	0,0077	0,0064	0,3700	5231,52
13.Корпус	0,2340	0,0039	0,0394	0,1908	2717,50
14.Подшипник	0,3840	0,0108	0,0063	0,3669	5266,39
15.Рычаг	0,2340	0,0113	0,0058	0,2169	1568,10
16.Рычаг	0,2340	0,0113	0,0058	0,2169	1467,87
17.Крышка	0,3840	0,0333	0,0000	0,3507	5145,53
18.Фланец правый	1,0200	0,0425	0,0044	0,9731	14381,18
19.Фланец левый	1,0200	0,0435	0,0044	0,9721	14470,13
20.Корпус	1,0200	0,0268	0,0148	0,9785	14668,84
		0,4055			66439,84

3.3.3 Определение числа автоматических линий

Формовочные машины HSP - это собранные блоки с встроенной гидравлической системой и электронным управлением. На них последовательно изготавливаются и верхние и нижние полуформы. Для этого формовочные машины HSP оснащены двумя столами, расположенными диаметрально друг против друга на средней колонне, которые могут поворачиваться на 180°. Смена опок и заполнение смеси производится на участках съема во время уплотнения соответствующей полуформы в машине. Опоки перемещаются на передней стороне машины.

Расчетное количество автоматических линий для формовочно-заливочно-выбивных отделений определяется по формуле (14):

$$N_p = \frac{166805 \cdot 1,1}{60 \times 3557} = 0,86 \text{ шт}$$

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		39

Таблица 10 – Техническая характеристика линии типа HSP-2D:

Наименование	Ед. изм.	Значение
размеры опок в свету	мм	
минимальные		650x500
максимальные		1000x850
высота		280 –800
производительность	форм / ч	54-68
потребляемая мощность	кВт	22
усилие прессования максимальное	кН	1230
подъем прессования	мм	350

Принимаем одну линию типа HSP-3. Фактическая величина коэффициента загрузки проверяется по формуле (15):

$$K_{зф} = \frac{0,86}{1} = 0,86.$$

Коэффициент загрузки входит в неравенство $0,7 \leq 0,87 \leq 0,9$.

3.4 Стержневое отделение

В последние годы разработаны и реализованы в мировом литейном производстве принципиально новые технологические процессы изготовления стержней для автомобильных отливок из чугуна и цветных сплавов. Ранее стержни изготавливали по технологии «горячие ящики». В нагретом до температуры свыше 250 °С ящике заполняющая его песчано-смоляная смесь отверждается за счет твердения связующего. Отверждение (спекание) происходит на глубину 5-6 мм, дальнейшее упрочнение стержня идет на воздухе после извлечения его из ящика. При этом процессе допустимы сложность конфигурации стержня и минимальные геометрические размеры его сечений определяются возможностью извлечения стержня из горячего ящика и сохранения размеров и геометрии стержня, его точности при дальнейших технологических и транспортных операциях. Следует отметить, что при этом технологическом процессе геометрия стержня отклоняется от

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		40

чертежа за счет изменения размеров ящика при нагревании, а также за счет коробления стержня при твердении на воздухе. Эти явления приводят к необходимости увеличения припусков и ограничения минимальных размеров сечений полостей отливок. Процесс «горячие ящики» до сих пор является основным на российских автомобильных заводах.

Новые процессы под общим названием «Cold-box» основаны на способности ряда синтетических смол (полиуретановых, эпоксиакрилатных фенольных) отверждаться при взаимодействии с газами. В качестве газов-отвердителей применяются амины, сернистый ангидрид, углекислый газ. Стержневой ящик, заполненный уплотненной пескострельным способом песчано-смоляной смесью, при комнатной температуре продувается газом-отвердителем или катализатором в течение 3-5 секунд, а затем продувается с целью очистки от газа воздухом. Избыток газа и смесь газа с воздухом поступают в нейтрализатор. Находящаяся в ящике стержневая смесь затвердевает по всему объему и набирает не менее 80% окончательной прочности, что позволяет извлекать из ящика поразительно ажурные и точные стержни, практически безупречно повторяющие геометрию полости стержневого ящика. Как правило, сложные наборы комплектов стержней, например, для отливки блока цилиндров двигателя легкового автомобиля, имеют отклонения от чертежных размеров не превышающие 0,3 мм, что недостижимо при других технологиях.

Процесс изготовления стержней «cold-box-amin процессом» дает возможность коренным образом улучшить условия труда в стержневом отделении сталелитейного цеха и экологическую ситуацию вокруг цеха. Улучшение условий труда обеспечивается организацией отсоса газа-отвердителя непосредственно от стержневого ящика в нейтрализатор, практическим отсутствием выделения вредных газов из готового стержня, а также тем, что процесс осуществляется без нагрева стержневого ящика и сопутствующего нагреву выделения продуктов сгорания и дымов. Оператор стержневой машины работает в более комфортных, по сравнению с горячим процессом, условиях.

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		41

Прочность даже при минимальном содержании связующего является достаточно высокой. В производстве моторного литья в автомобилестроении, в том числе для сложнейших стержней водяных рубашек, содержание части 1 (фенольная смола) и 2 (полиизоцианат) связующего составляет в сумме 1,4-1,8 мас.ч. при соотношении компонентов 1:1. Соотношение компонентов 1 и 2 для стального литья 55:45. Эти изменения связаны с необходимостью несколько повысить термостойкость в первом случае и улучшить выбиваемость во втором. Здесь учитывается преобладающее влияние фенольной смолы на термостойкость и, соответственно, на выбиваемость. С другой стороны, полиизоцианат (чаще всего дифенилметандиизоцианат - MDI) существенно меняет скорость роста прочности в период продувки стержня амином. Расход триэтиламина в среднем составляет 800 г. на 1 тонну смеси, диметилэтиламина – 600 г.

Для производства стержней применяется стержневой автомат типа LFB50 фирмы LAEMPE.

Пескострельные автоматы серии LFB обладают высокой производительностью в условиях круглосуточной эксплуатации. Высокая точность достигается благодаря четырехцилиндровой направляющей стола и двум автономным подъемным цилиндрам. Сборная конструкция из унифицированных узлов позволяет индивидуальное исполнение отдельных компонентов, как например, замена комплекта модельной оснастки, система измерения перемещений, настройка давления выстрела и т.д.

Свойства пескострельных автоматов серии LFB:

- подходят для процессов холодного или горячего отверждения стержней;
- объем пескострельной головки от 25 до 200 л;
- с одной или несколькими пескострельными головками;
- для комплектов модельной оснастки, состоящих из макс. 6 частей;
- автоматическая замена комплекта модельной оснастки;
- продувная крышка с встроенной верхней толкательной плитой;
- прогрессивная центральная смазочная система;

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		42

- программное обеспечение оборудования с автоматической диагностикой ошибок.

На рисунке 9 представлен стержневой автомат LFB50, выбранный для установки в цехе.



Рисунок 9 – Стержневой автомат серии LFB50

Таблица 11 – Техническая характеристика стержневого автомата LFB50 [8]:

Наименование	Ед. изм.	Значение
габаритные размеры стержневого ящика	мм	800x800
в плане		
по высоте		600;
производительность цикловая	съемов/ч	40 – 50
объем вдува (мах)	кг	200

Состав стержневой смеси, %:

- кварцевый песок 2K₂O₂02 ГОСТ 2138–91 100;
- смола фенольная (сверх 100%) 0,6 – 0,8;
- полиизоционат (сверх 100%) 0,6 – 0,8.

Свойства стержневой смеси:

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		43

- прочность на разрыв (через 1 час), МПа 1,6;
- прочность на разрыв (через 3 часа), МПа 2,4;
- прочность на разрыв (через 24 часа), МПа 3,8;
- влажность, % 2,4;
- живучесть, мин 25;
- газотворность, см³/г до 10.

Связующее для «cold-box-amin» процесса применяется «Литами́н» НПО «Карбохим» в соответствии с ТУ 2257-043-58948815-2007.

Сфера применения связующего Литами́н: литейное производство; приготовление по Cold-box-amin-процессу песчано-смоляных смесей холодного отверждения для изготовления форм и стержней.

Для борьбы с пригаром при литье в песчаные формы на поверхность стержня наносят противопригарное покрытие.

Для производства данной отливки применяется противопригарное покрытие для стержней ПК – 50А Премиальная.

Противопригарные покрытия серий ПК и ВПК представляют собой суспензии на основе полимерного связующего, огнеупорного наполнителя, изопропилового спирта или воды и специальных добавок. Покрытия обладают хорошими тиксотропными свойствами, что обеспечивает легкость нанесения и получение ровного слоя, и высокой седиментационной устойчивостью. Покрытия могут быть использованы для окрашивания песчаных форм и стержней, изготовленных по технологии ХТС, ПГС, ЖСС, а также для вакуум-пленочной формовки и литья по газифицируемым моделям. Покрытия можно наносить различными способами: окунанием, поливом, распылением и кистью [9].

Технические параметры:

- цвет светло-голубой;
- плотность при 25°С, г/см³ 1,8 – 2,1.

Основой для расчета стержневого отделения является ведомость изготовления стержней (таблица 12).

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		44

Таблица 12 – Ведомость изготовления стержней

Наименование отливки	Изготавливается отливок в год, шт	№ стержня	Масса стержня, кг	Требуется стержней на 1 отливку, шт	Требуется стержней на годовую программу, шт
1	2	3	4	5	6
1.Корпус	26142	1	1,700	1	26142
2. Головка	28874	1	2,000	1	28874
3.Кронштейн правый	28486	1	18,000	1	28486
4.Кронштейн левый	25825	1	18,000	1	25825
5.Стойка левая	29309	1	1,500	1	29309
6.Стойка правая	26619	1	1,500	1	26619
7.Головка	26443	1	42,000	1	26443
8.Опора задняя	27429	0	3,000	2	54858
9.Опора правая	27642	0	2,800	2	55285
10.Колесо	27855	1	18,000	4	111419
11.Корпус подвески	28067	1	0,700	1	28067
	28067	2	8,400	1	28067
	28067	3	13,200	1	28067
12.Накладка	28280	1	4,200	2	56561
	28280	2	1,800	1	28280
13.Корпус	28493	1	42,000	1	28493
	28493	2	18,000	1	28493
	28493	3	0,500	6	170957
14.Подшипник	28706	1	5,000	2	57412
15.Рычаг	28919	1	2,800	1	28919
	28919	2	2,200	1	28919
	28919	3	2,400	1	28919
	28919	4	1,900	1	28919
16.Рычаг	27070	1	2,800	1	27070
	27070	2	2,200	1	27070
	27070	3	2,400	1	27070
	27070	4	1,900	1	27070
17.Крышка	0	0	0,000	0	0
18.Фланец правый	29557	1	7,000	2	59113
19.Фланец левый	29770	1	7,000	2	59540
20.Корпус	29982	1	17,000	1	29982
	29982	2	2,200	2	59965
Итого					

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ДП.44.03.04.788 ПЗ

лист

45

Окончание таблицы 12

Наименование отливки	Брак и потери стержней 4%	Изготавливается стержней в год с учетом брака, шт	Масса стержневой смеси на годовую программу, т	Количество стержней в ящике, шт	Число съёмов в год, шт
1	7	8	9	10	11
1.Корпус	1046	27188	46	10	2718,80
2. Головка	1155	30029	60	20	1501,46
3.Кронштейн правый	1139	29625	533	2	14812,49
4.Кронштейн левый	1033	26858	483	2	13428,87
5.Стойка левая	1172	30482	46	20	1524,08
6.Стойка правая	1065	27683	42	20	1384,16
7.Головка	1058	27501	1155	1	27501,03
8.Опора задняя	2194	57052	171	16	3565,75
9.Опора правая	2211	57496	161	16	3593,49
10.Колесо	4457	115875	2086	2	57937,65
11.Корпус подвески	1123	29190	20	28	1042,49
	1123	29190	245	4	7297,42
	1123	29190	385	4	7297,42
12.Накладка	2262	58823	247	10	5882,33
	1131	29412	53	16	1838,23
13.Корпус	1140	29632	1245	1	29632,49
	1140	29632	533	2	14816,25
	6838	177795	89	40	4444,87
14.Подшипник	2296	59709	299	8	7463,61
15.Рычаг	1157	30075	84	16	1879,71
	1157	30075	66	16	1879,71
	1157	30075	72	16	1879,71
	1157	30075	57	18	1670,85
16.Рычаг	1083	28153	79	18	1564,05
	1083	28153	62	18	1564,05
	1083	28153	68	18	1564,05
	1083	28153	53	18	1564,05
17.Крышка	0	0	0	0	0,00
18.Фланец правый	2365	61478	430	6	10246,32
19.Фланец левый	2382	61922	433	6	10320,30
20.Корпус	1199	31182	530	2	15590,89
	2399	62364	137	18	3464,64
		1352220	9972		260871,23

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ДП.44.03.04.788 ПЗ

лист

46

Расчетное количество стержневых автоматов определяется по формуле (14):

$$N_p = \frac{260871,23 \cdot 1,1}{45 \cdot 3715} = 1,72$$

Принимаем один автомат LAEMPE-LFB50.

Фактическая величина коэффициента загрузки проверяется по формуле (15):

$$K_{зф} = \frac{1,72}{1} = 0,86.$$

3.5 Смесеприготовительное отделение

Основой для расчёта смесеприготовительного отделения является ведомость расхода формовочных и стержневых смесей представленная в таблице 13.

Данные для заполнения ведомости берутся из таблиц «Ведомость изготовления и сборки форм» и «Ведомость изготовления стержней»

Для перевода потребности в метрах кубических в тонны воспользуемся формулой:

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (18)$$

где ρ – плотность смеси ($\rho=1600 \text{ т/м}^3$);

m – масса смеси, потребляемая цехом в год, т;

V – объем смеси, потребляемый в год, м^3 .

$$m = V \cdot \rho.$$

Результаты расчетов сведем в таблицу 13.

Таблица 13 – Ведомость расхода формовочных и стержневых смесей

Наименование смеси	Потребность		
	по расчету, т/год	на просыпи (5%), т/год	всего
Формовочная смесь	106303,74	5315,19	111618,92
Стержневая смесь	9972,09	498,60	10470,69

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		47

Практика производства формовочных смесей на основе бентонитовых глин показывает, что есть два способа введения глины в формовочную смесь: в виде порошка и в виде водной суспензии. Причем, исходя из технологических особенностей Сейатсу-процесса, применение бентонитовых суспензий весьма затруднено: данная формовочная смесь характеризуется высокими прочностными характеристиками, что связано с использованием высококонцентрированных бентонитовых суспензий, однако суспензии таких бентонитов уже при содержании 10...12 масс. % твердой фазы образуют высоковязкие структуры, что не позволяет перекачивать их по трубам. Поэтому в рамках данного технологического процесса будет использоваться введение бентонита в виде порошка.

Для такого способа приготовления формовочной смеси подойдет смеситель D20 фирмы EIRICH.

Интенсивные смесители EIRICH серии D применяются в различных целях назначения для приготовления сырья, смесей и масс. Благодаря различным возможностям установки компонентов машин, а также в электрической части гарантируется высокий к.п.д.

Спектр применения интенсивного смесителя также разнообразен, как и технологические процессы в производстве в области охраны окружающей среды. Технологические процессы могут проводиться как отдельно, так и комбинированно.

Сюда относятся: смешение, реакция, эмульгирование, диспергирование, растворение, пластифицирование, вентиляция, размельчение, расслоение волокон, открывание, агломирование, дезагломирование, окомкование, гранулирование, перемешивание, увлажнение, сушка, нагревание, охлаждение, отгонка, пропитка, облицовка, гидрофобирование.

Интенсивные смесители фирмы EIRICH типа D могут выполняться по принципу встречного или поперечного потоков.

Принцип действия пригоден как для периодического, так и непрерывного режимов работы.

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		48

Таким образом, учтены все действующие в настоящее время требования к современным технологическим процессам.

Преимущества смесителей EIRICH:

- оптимальная гомогенизация и обработка смешиваемого материала;
- кратчайшее время смешивания;
- малый износ;
- конструкция, не требующая особого ухода;
- непрерывный и периодический режим работы.

На рисунке 10 представлен смеситель D20 фирмы EIRICH, выбранный для установки в цехе.

Расчётное количество смесителей марки D40 рассчитаем по формуле (14):

$$N_p = \frac{111618 \cdot 1,1}{20 \cdot 3715} = 0,83.$$

Таблица 14 – Технические характеристики смесителя D40 фирмы EIRICH:

Наименование	Ед. изм.	Значение
производительность,	т/час	35 – 40
объем однократной загрузки тmax	Т	12
мощность привода	кВт	78



Рисунок 10 – Смеситель D40 фирмы EIRICH

Значит, к установке в цехе принимаем один смеситель марки D40. Фактическая величина коэффициента загрузки проверяется по формуле (15):

$$K_{зф} = \frac{0,83}{1} = 0,83.$$

После выбивной решётки отработанная смесь попадает на подготовку отработанной, которая заключается в механической переработке.

Механическая переработка заключается в размалывании крупных кусков смеси, её магнитной сепарации и просеивании. Такой способ переработки позволяет использовать в формовочной смеси до 100% отработанной смеси. Восполнение свежим песком осуществляется в объёме потерь при формовке и переработке смеси.

Для бентонитовых смесей хорошо подходят стержни, изготовленные по Cold-box-amin процессу, так как они имеют нейтральную среду и могут служить освежающей добавкой.

3.6 Термообрубное отделение

В термообрубном отделении выполняются следующие операции: очистка отливок от остатков смеси и стержней, отделения литников, термообработка (если предусмотрена технологически процессом), заварка дефектов, зачистка отливок.

Одной из наиболее тяжелых и трудоемких технологических операций в литейном производстве является обрубка и зачистка отливок. При обрубке от отливок отделяют элементы литниковой системы, заливы по разьему формы, контуру знаков и в окнах, а также всевозможные неровности поверхностей отливок. Обрубку выполняют пневматическими молотками с использованием зубил. Для удаления заливок применяют воздушно-дуговую резку. При резке металл расплавляется электрической дугой и удаляется направленной струей сжатого воздуха. Зачистку отливок выполняют шлифовальными машинками и другим обдирочно-шлифовальным оборудованием. Для зачистки мелких отливок применяют стационарные обдирочно-шлифовальные станки одно- и двустороннего исполнения.

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		50

Прибыли и литники мелких и средних отливок удаляют на механических отрезных станках или газовой резкой.

После выбивки отливки подвергают очистке с целью удалить с поверхностей пригар, остатки формовочной и стержневой смеси. Основным способом очистки отливок является дробеструйная обработка, которой подвергаются более 80% производимых отливок.

Отливки, поступающие из формовочного отделения, попадают на участок отделения литников и прибылей, затем в монорельсовую дробеструйную машину, после очистки отливки помещают в термопечь, затем повторно в монорельсовую дробеструйную машину.

Монорельсовая дробеструйная машина типа HD предназначена для удаления остатков формовочной смеси, ржавчины, изменение внешнего вида поверхности, деталей сложной формы весом от 2 кг до 1000 кг или более, изготавливаемых большими партиями.

Таблица 15 – Технические характеристики монорельсовой дробеструйной машины HD фирмы PANGBORN:

Наименование	Ед. изм.	Значение
Высота	мм	7000
Ширина		4000
Длина		7000
производительность	т/ч	4

Расчетное количество оборудования определим по формуле (14):

$$N_p = \frac{34860,79 \cdot 1,1}{3754 \cdot 4} = 2,55.$$

Фактическая величина коэффициента загрузки проверяется по формуле (15):

$$K_{зф} = \frac{2,55}{3} = 0,85.$$

Таким образом, принимаем в цехе три монорельсовые дробеструйные машины HD фирмы PANGBORN.

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		51

Для термообработки применяются печи электрические камерные с выкатным подом.

Таблица 16 – Технические характеристики печи ПВП 20.40.20/10М фирмы «НАКАЛ»:

Наименование	Ед. изм.	Значение
размеры печи	Мм	9000x5600x3500
размеры рабочей камеры		6000x2800x1800
температура max	°С	1250
мощность	кВт	410.

Производительность термической печи находим по формуле:

$$N_{\text{печи}} = (V_{\text{печи}} \cdot \rho_{\text{укл}}) / \tau_{\text{то}}, \quad (19)$$

где $V_{\text{печи}}$ – объем садки печи, м³;

$\tau_{\text{то}}$ – время термической обработки, час;

$\rho_{\text{укл}}$ – плотность укладки отливок в печь, т/м³.

$$N_{\text{печи}} = (21 \cdot 2) / 12 = 3,0 \text{ т/ч,}$$

Расчетное количество оборудования определим по формуле (14).

$$N_p = \frac{18556,73 \cdot 1 \cdot 1,3}{3,5 \cdot 5750} = 1,4.$$

Фактическая величина коэффициента загрузки проверяется по формуле (15):

$$K_{\text{зф}} = \frac{1,4}{2} = 0,7.$$

Принимаем две печи ПВП 20.40.20/10М фирмы «НАКАЛ».

Для снятия внутренних напряжений и измельчения структуры стальных отливок применяется нормализация при температуре 890-920 °С в течении 12 часов.

После термообработки отливки вновь подвергаются очистке от окалины.

Таким образом, принимаем в цехе еще две монорельсовые дробеструйные машины HD фирмы PANGBORN.

Завершающей операцией в цикле изготовления отливок является грунтовка. Грунтовочные участки литейных цехов относятся к очистным отделениям, располагаются последовательно технологическому потоку и отделяются глухими

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		52

огнестойкими стенками. Помещение для суточного хранения лакокрасочных материалов должно быть изолировано. Все работы, связанные с сухой очисткой поверхности, обезжириванием, распылением краски, должны производиться в изолированных помещениях, специальных шкафах и камерах, оборудованных вытяжной вентиляцией. Ванны окунания, если их объем превышает 0,5 м³, должны выделяться в отдельные вентилируемые камеры и иметь аварийные сливы в подземные резервуары, расположенные вне помещения цеха. Выбор технологического процесса грунтовки в основном зависит от серийности, габаритов и веса отливок.

Технологический процесс грунтовки включает:

- подготовку поверхности отливок:
- грунтовку;
- сушку отливок после окраски [10].

					<i>ДП.44.03.04.788 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		53

4. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

В экономической части дипломного проекта произведен технико-экономический расчет, экономический анализ о целесообразности и эффективности спроектированного литейного цеха с годовым выпуском 18000 тонн стальных отливок марки 35Л.

Выполнены расчеты основных технико-экономические показатели:

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

Таблица 17 – Состав и стоимость машин и оборудования

№	Машины и оборудование	Количество машин данной марки	Стоимость 1 шт., тыс. руб.	Стоимость всех машин данной марки, млн. руб.
1	2	3	4	5
Плавильное оборудование				
1	Печь плавильная	4	18000	72,000
2	Установка подогрева ковшей	2	450	0,900
3	Установка подогрева шихты	2	300	0,600
4	Установка разливочная	1	3200	3,200
Итого				76,700
Машины для изготовления формовочных материалов				
1	Пневмотранспорт	1	580	0,580
2	Установка сушки песка	1	820	0,820
3	Система регенерации	2	2200	4,400

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ДП.44.03.04.788 ПЗ

лист

54

Окончание таблицы 17

№	Машины и оборудование	Количество машин данной марки	Стоимость 1 шт., тыс. руб.	Стоимость всех машин данной марки, млн. руб.
1	2	3	4	5
Машины для изготовления формовочных материалов				
4	Смеситель формовочный	1	3500	3,500
Итого				9,300
Линии для литейного производства				
1	Формовочная линия HSP-4D	2	30000	60,000
2	Стержневой автомат	2	12000	24,000
Итого				84,000
Машины выбивные				
1	Печь термическая	2	3000	6,000
2	Камера дробеметная	5	4000	20,000
Итого				26,000
Всего				196,000

Стоимость машин и оборудования проектируемого участка составила 196,000 млн. руб.

Производство материальных благ предусматривает наличие средств производства и рабочей силы. Средства производства, участвующие в производственном процессе, делятся в зависимости от роли, которую они выполняют, на средства труда и предметы труда. Сущность процесса производства определяет деление средств производства на средства и предметы труда и характеризует их участие в производстве готовой продукции.

Средства труда и предметы труда функционируют в производственном процессе в виде вещей и предметов, обладающих физическими, механическими и стоимостными свойствами.

К средствам труда относятся элементы процесса, которые используются человеком для воздействия на элементы природы или труда, превращая последние в пригодные обществу материальные блага. Главная особенность средств труда

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		55

состоит в том, что они, обслуживая многие производственные циклы, сохраняют свою материальную основу.

Предметы труда находятся в процессе производства в течение одного производственного цикла и полностью в нем потребляются, утрачивая при этом свою натуральную форму. Предметы труда представляют собой объекты труда, на которые направлен целесообразный труд человека в целях получения определенной продукции.

Средства труда и предметы труда в натуральном и стоимостном выражении, закрепленные за социалистическими предприятиями, по их материально-вещественному содержанию делятся на основные и оборотные производственные фонды.

Основные фонды — это средства труда, которые многократно обслуживают, производственные циклы, сохраняют в процессе производства свою натуральную форму и, изнашиваясь постепенно, переносят по частям свою стоимость на создаваемую продукцию.

Основные производственные фонды имеют четкое производственное назначение и должны обеспечивать присущие им функции. По действующее в настоящее время классификации основные производственные- фонды хозрасчетных государственных и общественных организаций подразделяются на следующие группы: здания, сооружения, передаточные устройства, силовые машины и оборудование, рабочие машины и оборудование, измерительные и регулирующие приборы и устройства, вычислительная техника, транспортные средства, инструменты и принадлежности, производственный и хозяйственный инвентарь

Таблица 18 – Состав основных фондов и амортизационных отчислений

Наименование основных фондов цеха.	Стоимость основных фондов, млн. руб.	Содержание от общей суммы фондов. %	Норма амортизации, %	Годовые амортизационные отчисления. млн. руб.
1	2	3	4	5
1.Здания	300,000	55,56	1,20	3,600

Продолжение таблицы 18

Наименование основных фондов цеха	Стоимость основных фондов, млн. руб.	Содержание от общей суммы фондов. %	Норма амортизации, %	Годовые амортизационные отчисления. млн. руб.
1	2	3	4	5
2.Сооружения				0,000
-железнодорожные пути	5,000	0,93	4,00	0,200
-очистные сооружения	5,000	0,93	2,00	0,100
-водонапорные башни	3,000	0,56	2,50	0,075
3.Передаточные устройства				0,000
-линии электропередач	4,000	0,74	2,00	0,080
-газопроводы	5,000	0,93	1,70	0,085
4.Машины и оборудование:		0,00		0,000
-силовые машины	8,000	1,48	6,40	0,512
-рабочие машины				0,000
а)машины для изготовления формовочных материалов	9,300	1,72	11,10	1,032
б)линии для литейного производства	84,000	15,56	10,00	8,400
в)машины выбивные	26,000	4,81	16,70	4,342
г)плавильное оборудование	76,700	14,20	10,00	7,670
-измерительные приборы	1,000	0,19	7,00	0,070
-вычислительная техника	1,000	0,19	12,50	0,125
5.Транспортные средства	1,000	0,19	3,20	0,032
6.Инструмент	1,000	0,19	20,00	0,200

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП.44.03.04.788 ПЗ

лист

57

Окончание таблицы 18

Наименование основных фондов цеха.	Стоимость основных фондов, млн. руб.	Содержание от общей суммы фондов. %	Норма амортизации, %	Годовые амортизационные отчисления. млн. руб.
1	2	3	4	5
7.Производственный инвентарь	5,000	0,93	9,10	0,455
8.Хозяйственный инвентарь	5,000	0,93	9,10	0,455
Всего	540,000	100,00		27,433

Годовые амортизационные отчисления составили 27,433 млн. руб.

Таблица 19 – Потребности в оборотных средствах

Наименование оборотных средств	Единица измерения	Литейный цех		Годовая потребность	
		норма расходов на 1т. годного литья	цена за единицу, руб.	в ед. измерения	в мил. руб.
1	2	3	4	5	6
Основные материалы					
1. Возврат	т	0,600	14500,00	10800,000	156,600
2. Лом стальной ГОСТ 2787-86	т	0,858	18500,00	15444,000	285,714
3. Чугун предельный П1 ГОСТ 805-95	т	0,056	21000,00	1008,000	21,168
4. Ферросилиций ГОСТ 1415-93	т	0,007	69600,00	133,200	9,271
5. Ферромарганец ГОСТ 4755-91	т	0,020	75000,00	360,000	27,000
6. Флюсы	т	0,040	45000,00	720,000	32,400
7. Раскислители	т	0,040	90000,00	720,000	64,800
Итого		1,621		29185,200	596,953
Вспомогательные материалы					
1. Песок 2К2О202 ГОСТ 2138-91	т	0,880	380,00	15840	6,0192
2. Глина ГОСТ 28177-89	т	0,130	600,00	2340	1,404

ДП.44.03.04.788 ПЗ

лист

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

58

Окончание таблицы 19

Наименование оборотных средств	Единица измерения	Литейный цех		Годовая потребность	
		норма расходов на 1 т. годного литья	цена за единицу, руб.	в ед. измерения	в мил\руб.
1	2	3	4	5	6
Вспомогательные материалы					
3. Смесь оборотная	т	12,600	450,00	226800	102,06
3. Смола фенольная	т	0,015	70000,00	270	18,9
4. Полиизоцианат	т	0,015	95000,00	270	25,65
5. Огнеупоры ГОСТ 390-96	т	0,100	16000,00	1800	28,8
Итого		13,740		247320	182,8332
Топливо и энергия для технологических нужд					
1. Эл. энергия	кВ/ч	6400	4,80	115200000	552,96
2. Вода	м ³	15	12,00	270000	3,24
Итого				115470000	556,2
Топливо и энергия для хозяйственных нужд					
1. Эл. энергия	кВ/ч	200	4,80	3600000	17,28
2. Питьевая вода	м ³	10	14,80	180000	2,664
Итого				3780000	19,944
Всего					1355,93
Возвратные отходы					
1. Обратная формовочная смесь	м ³	12,600	380,00	226800	86,184
2. Возврат	т	0,600	14500,00	10800	156,6
3. Вода	м ³	15	12,00	270000	3,24
Итого				507600	246,024

Годовая потребность участка в оборотных средствах за вычетом возвратных отходов составила 1109,906 млн. руб. (1355,93 – 246,024).

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		59

Таблица 20 – Баланс использования времени одного производственного рабочего

Элементы баланса	Дни	Часы
Календарное время	365	2920
Выходные и праздничные дни (если цех не работает)	118	944
Номинальное время	247	1976
Потери рабочего времени:		0
– очередной отпуск;	31	248
– болезнь;	14	112
– выполнение государственных и общественных обязанностей;	2	16
– прочие	3	24
Эффективное время	197	1576

При условии работы участка в две смены по 8 часов. Эффективное время одного производственного рабочего составляет 1648 часов.

Тарифная система оплаты труда представляет собой совокупность директивных и нормативных данных, на основе и с помощью которых на промышленных предприятиях организуется и регулируется оплата труда, работников различных профессий, специальностей и квалификации, характера и условий труда.

Различия в оплате труда определяются сложностью, квалификацией и условиями труда, которые регламентированы следующими нормативными документами:

- единым тарифно-квалификационным справочником-работ и профессий рабочих, а также квалификационным справочником должностей служащих;
- тарифными сетками; тарифными ставками. Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих (ЕТКС) — это перечень квалификационных характеристик работ и требований, предъявляемых к рабочим данной профессии и квалификации (данного тарифного разряда) в зависимости от профессиональных знаний и трудовых навыков исполнителей, от условий труда, от точности и сложности работ. В справочнике даны примеры наиболее распространенных профессиональных знаний (что должен знать) и трудовых навыков (примеры работ), которые должен выполнять рабочий соответствующей квалификации и специальности.

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

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

Отчисления в социальные фонды от фонда оплаты труда основных и остальных трудящихся приведены в таблице 21.

Таблица 21 – Расчет списочного состава рабочих

Профессия рабочего	Разряд	Количество работающих	Часовая тарифная ставка данного разряда, руб.	Годовой фонд заработной платы, тыс. руб.			
				прямой	начисления на прямую заработную плату	общий	общий с учетом СВ 30,2%
1	2	3	4	5	6	7	8
Основные рабочие							
Плавильщик	5	12	100	1891,20	945,60	2836,80	3693,51
Заливщик	4	8	90	1134,72	567,36	1702,08	2216,11
Формовщик	4	8	85	1071,68	535,84	1607,52	2092,99
Проставщик стержней	4	8	80	1008,64	504,32	1512,96	1969,87
Стерженщик	4	4	80	504,32	252,16	756,48	984,94

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		61

Окончание таблицы 21

Профессия рабочего	Разряд	Количество работающих	тарифная ставка данного разряда,	Годовой фонд заработной платы, тыс. руб.			
				прямой	начисления на прямую заработную плату	общий	общий с учетом СВ 30,2%
1	2	3	4	5	6	7	8
Основные рабочие							
Оператор смесителя	4	4	80	504,32	252,16	756,48	984,94
Обрубщик	4	8	105	1323,84	661,92	1985,76	2585,46
Итого		52				11158,08	14527,82
Вспомогательные рабочие. Занятые обслуживанием оборудования							
Механик	3	4	70	441,28	220,64	661,92	861,82
Электрик	3	6	70	661,92	330,96	992,88	1292,73
Слесарь	3	6	70	661,92	330,96	992,88	1292,73
Итого		16				2647,68	3447,28
Незанятые обслуживанием оборудования							
Кладовщик		2	45	141,84	70,92	212,76	277,01
Модельщик	4	4	45	283,68	141,84	425,52	554,03
Итого		6				638,28	831,04
Всего		74				14444,04	18806,14

Среднесписочная численность рабочих цеха составляет 74 человек, общий годовой фонд заработной платы с учетом производственной премии 50 % от часовой тарифной ставки, уральского коэффициента 15 % и отчислений в социальный фонд в размере 30 % составляет 18,806 миллионов рублей.

Таблица 22 – Штатное расписание ИТР, служащих и МОП

Должность	Количество	Оклад, руб.	Начисления на оклад, руб. 80%	Общий годовой фонд заработной платы, тыс. руб.	Общий годовой фонд заработной платы с учетом СВ, 30,2%, тыс. руб.
1	2	3	4	5	6
Руководители					
Начальник цеха	1	80000	64000	1728	2249,86
Начальник смены	2	60000	48000	2592	3374,78

Окончание таблицы 22

Должность	Количество	Оклад, руб.	Начисления на оклад, руб. 80%	Общий годовой фонд заработной платы, тыс. руб.	Общий годовой фонд заработной платы с учетом СВ, 30,2%, тыс. руб.
1	2	3	4	5	6
Руководители					
Мастер	10	40000	32000	8640	11249,28
Итого	13			12960	16873,92
Специалисты					
Бухгалтер	2	40000	32000	1728	2249,86
Технолог	4	30000	24000	2592	3374,78
Инженер	4	25000	20000	2160	2812,32
Конструктор	4	25000	20000	2160	2812,32
Итого	14			8640	11249,28
Служащие					
Контролер ОТК	8	16000	12800	2764,8	3599,77
Нормировщик	2	16000	12800	691,2	899,94
Секретарь	1	12000	9600	259,2	337,48
Итого	11			3715,2	4837,19
Младший обслуживающий персонал					
Дворник	2	10000	8000	432	562,46
Уборщица	4	10000	8000	864	1124,93
Итого	6			1296	1687,39
Всего	44			26611,2	34647,78

Среднесписочная численность остальных работников проектируемого цеха составляет 44 человека, общий годовой фонд заработной платы с учетом производственной премии 50 % от оклада, уральского коэффициента 15 % и отчислений в социальный фонд в размере 30 % составляет 34,647 миллионов рублей.

Общий годовой фонд заработной платы с учетом страховых выплат всех работающих (118 человек) проектируемого цеха составил 53,453 тыс. руб. (18,806 + 34,647).

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		63

Таблица 23 – Структура трудящихся в цехе

Категория работающих	Среднесписочное количество работающих	Среднемесячная заработная плата, тыс. руб.	Общий годовой фонд заработной платы, млн. руб.	Общий годовой фонд заработной платы с учетом СВ 30,2%, млн. руб.
Основные рабочие	52	23,28	11,16	14,528
Вспомогательные рабочие: – занятые обслуживанием оборудования; – незанятые обслуживанием оборудования	16	17,95	2,65	3,447
	6	11,54	0,64	0,831
Руководители	13	108,17	12,96	16,874
Специалисты	14	66,96	8,64	11,249
Служащие	11	36,65	3,72	4,837
Младший обслуживающий персонал	6	23,44	1,30	1,687
Итого	118		41,06	53,454

Таблица 24 – Смета расходов на содержание и эксплуатацию оборудования цеха

Наименование статьи расходов	Сумма, тыс. руб.	Примечание
1. Амортизация машин и оборудования, транспортных средств, инструмента	22383,30	Данные из таблицы 18
2. Вспомогательные материалы для ухода за оборудованием (смазочные и др.)	1,96	1% от стоимости оборудования
3. Общий годовой фонд заработной платы с учетом СВ рабочих, занятых обслуживанием оборудования (слесари, электрики, смазчики и т.д.)	3447,28	Данные из таблицы 23
4. Текущий ремонт оборудования и транспортных средств, инструмента	9,8	5% от стоимости оборудования
Итого	25842,34	

Данная смета отражает затраты по управлению цехом и его обслуживанию. Основой для ее составления являются результаты вышеприведенных расчетов. Смета цеховых расходов представлена в таблице 25.

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		64

Таблица 25 – Смета цеховых расходов

Наименование статьи расходов	Сумма, тыс. руб.	Примечание
1. Амортизация зданий, сооружений, передаточных устройств, производственного и хозяйственного инвентаря цеха	4885,00	Данные из таблицы 18
2. Вспомогательные материалы на хозяйственно-бытовые нужды цеха	939,00	0,3% от стоимости зданий и сооружений
3. Топливо и энергия (вода) на хозяйственно-бытовые нужды цеха	19944,00	Данные из таблицы 19
4. Общий годовой фонд заработной платы с учетом СВ руководителей, специалистов и служащих, младшего обслуживающего персонала, а также вспомогательных рабочих, не занятых обслуживанием оборудования	33791,43	Данные из таблицы 21, 22
5. Текущий ремонт зданий, сооружений, передаточных устройств, производственного и хозяйственного инвентаря цеха	3130,00	1% от стоимости зданий и сооружений
6. Прочие расходы (охрана труда, рационализация, изобретательство и т.д.)	12537,89	20% от суммы всех предыдущих расходов
Итого	75227,32	

Цеховые расходы составляют 75,227 миллионов рублей.

На основании всех ранее выполненных расчетов составляется калькуляция себестоимости одной тонны годного литья. При этом общехозяйственные и внепроизводственные расходы в базовом цехе будем считать неизменными.

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		65

Таблица 26 – Себестоимость годовой программы и одной тонны годного литья

Калькуляционные статьи затрат	На годовую программу, млн. руб.	На одну тонну годного литья, тыс. руб.	Примечание
1. Основные и вспомогательные материалы на технологические цели	779,79	43,32	Данные из таблицы 19
2. Топливо и энергия на технологические цели	556,20	30,90	Данные из таблицы 19
3. Возвратные отходы оборотных средств	-246,02	-13,67	Данные из таблицы 19
4. Общая заработная плата основных рабочих с единым социальным налогом	53,45	2,97	Данные из таблицы 23
5. Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	25,84	1,44	Данные из таблицы 24
6. Цеховые расходы	75,23	4,18	Данные из таблицы 25
7. Потери от брака	2,26	0,13	3% от цеховой себестоимости
Итого цеховая себестоимость	1246,74	69,26	
8. Общехозяйственные расходы (доля расходов по управлению и обслуживанию на предприятии, приходящаяся на данный цех)	12,47	0,69	1 % от суммы предыдущих статей
Итого производственная себестоимость	1259,21	69,96	
9. Внепроизводственные расходы (доля коммерческих расходов предприятия, приходящаяся на данный цех)	12,59	0,70	1 % от суммы предыдущих статей
Итого полная себестоимость	1271,80	70,66	

Полная себестоимость 1 тонны годного литья составила 70,66 тыс. руб.

По результатам расчетов, представленных в таблицах 9 – 18, определены технико-экономические показатели работы проектируемого цеха, показанные в таблице 27.

Таблица 27 – Техничко-экономические показатели работы участка

Наименование показателя	Единица измерения	Обозначения и расчетные формулы	Значение показателя
Годовой объем производства	т	Q	18000
Потери от брака	%	$ПБ = \frac{mБ}{Q + mБ} \times 100\%$	3,00
Общая площадь цеха	м ²	S	7560
Съем литья с 1 м общей площади	т/м ²	CS = Q / S	2,381
Балансовая стоимость основных производственных фондов	млн. руб.	ФБ	540,000
Активная часть основных производственных фондов	%	$АЧ = \frac{\Phi_3}{\Phi_Б} \times 100\%$	38,52
Фондоотдача	руб./руб.	$\Phi O = \frac{Q \times Ц}{\Phi_Б}$	2,83
Фондоемкость продукции	руб./руб.	ФЕ=1/ФО	0,35
Стоимость оборотных фондов (оборотные средства)	млн/ руб.	ОС	1109,906
Материалоотдача	руб./руб.	$МО = \frac{Q \times Ц}{ОС}$	1,38
Материалоемкость продукции	руб./руб.	МЕ = 1/МО	0,73
Расход основных материалов на 1 т годного литья	т	РОМ	1,621
Численность: – работающих; – рабочих	чел.	Ч ЧР	118 74
Производительность труда одного работающего	т/чел.	ПТ = Q/Ч	152,542
Производительность труда одного рабочего	т/чел.	ПТР = Q/ЧР	243,243
Трудоемкость продукции	(чел.×ч)/т	$TE = \frac{Ч_Р \times ЭВ}{Q}$	6,479
Общий годовой фонд заработной платы работающих	млн/руб.	ФЗП	41,055
Среднемесячная заработная плата одного работающего	тыс/ руб.	$\overline{ЗП}$	28,994
Полная себестоимость 1 т годного литья	тыс/руб.	C	70,656

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП.44.03.04.788 ПЗ

лист

67

Окончание таблицы 27

Наименование показателя	Единица измерения	Обозначения и расчетные формулы	Значение показателя
Цена 1 т годного литья	тыс/руб.	Ц	85,000
Прибыль на 1 т литья	тыс/ руб.	$\Pi = Ц - С$	14,344
Прибыль на годовой выпуск	млн/ руб.	$\Pi O = \Pi \times Q$	258,198
Рентабельность продукции	%	$R_{\Pi} = \frac{\Pi}{C} \times 100 \%$	20,30
Рентабельность по фондам	%	$R_{\Phi} = \frac{\Pi \times Q}{\Phi_{Б} + OC} \times 100 \%$	15,65
Затраты на 1 руб. Продукции	руб./руб.	$Z = C/Ц$	0,83
Капиталовложения	млн/руб.	К	1939,130
Срок окупаемости капитальных вложений	лет	$T = \frac{K}{\Pi O}$	8
Коэффициент эффективности капитальных вложений	1/год	$E = 1/T$	0,13

Капитальные вложения составляют 1939,130 млн. рублей [11]

$$K = K_{\text{фб}} + K_{\text{ос}} + K_{\text{пр}}$$

где К – капитальные вложения, млн. руб;

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

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

$K_{\text{пр}}$ – прочие капитальные вложения, млн. руб.

$$K = 540 + 1355,93 + 0,08 \cdot 540 = 1939,130.$$

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		68

5. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

5.1 Безопасность труда

Создание здоровых и безопасных условий труда основано на учете опасных и вредных факторов данного производства и проведении мероприятий, предотвращающих их воздействие на работающих.

Согласно ГОСТ 12.0.003 – 74 [12] опасные и вредные производственные факторы по природе действия подразделяются на следующие группы: физические, химические, биологические и психофизиологические.

К физическим вредным и опасным факторам относятся следующие подгруппы: движущиеся машины и механизмы, незащищенные подвижные элементы производственного оборудования, передвигающиеся или перемещаемые изделия, заготовки и материалы, повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны, повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов, повышенные уровни шума, вибрации, ультразвука и др.

Каждое производство характеризуется своим комплексом опасных и вредных производственных факторов. Основными вредными и опасными производственными факторами в литейных цехах являются пыль, выделяющиеся пары и газы, избыточная теплота, повышенный уровень шума и вибрации, электромагнитное излучение, повышенное напряжение в электрических цепях, движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования.

5.1.1 Характеристика производства

В проектируемом цехе в две смены работает 118 человек. Одна смена длится 8 часов, 40 минут - обеденный перерыв и два раза перерыв по 10 минут в течение смены.

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

- повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		69

- электрический ток;
- шум;
- вибрация;
- тепловое излучение.

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

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

5.1.2 Вентиляция

В промышленных зданиях чаще применяют ленточное остекление – непрерывное остекление без простенков между оконными проемами. Оконные проемы в стене заполняют оконными панелями. Панели имеют длину 6 м и высоту 1,2 м.

Работа вентиляционных систем в комплексе с выбором технологических процессов и производственного оборудования, отвечающего требованиям, должна создавать на постоянных рабочих местах, в рабочей и обслуживаемой зонах помещений метеорологические условия и чистоту воздушной среды, соответствующие действующим санитарным нормам.

Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха соответствует требованиям СНиП 2.04.05 – 91 [13]. Воздух, удаленный из здания цеха системами

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		70

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 [14].

Таблица 28 – Предельно-допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны

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

5.1.3 Производственный микроклимат

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 30494-96 [15];
- в цехе предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция и воздушное отопление, совмещенное с ней.

Предельно допустимые величины показателей микроклимата в рабочих местах регламентируются по СанПиН 2.2.4.562-96 [16].

Система отопления поддерживает нормальные метеорологические условия в производственном помещении.

Для обогрева помещений используют водяные системы отопления. В качестве нагревательных приборов для таких систем применяют радиаторы, ребристые трубы и регистры из гладких труб.

- теплоизоляцию поверхностей, излучающих теплоту;
- теплоизоляцию и охлаждение рабочих мест;
- вентиляцию производственного помещения;
- распыление воды на рабочих местах;

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		72

- спецодежду и индивидуальные защитные приспособления (экраны, очки и т. п.);
- рациональную организацию режима труда и отдыха, а также устройство специальные места, комнаты отдыха;
- сокращение времени нахождения нагретого металла, шлака в производственном помещении.

5.1.4 Производственное освещение

Освещение в производственных условиях является одним из важнейших факторов. Через зрение человек получает около 90% информации. От освещения зависит утомление работающего, производительность труда, его безопасность.

В проектируемом цехе предусматривается естественное и искусственное освещение в соответствии с СНиП 23-05-95 [17], необходимое для создания благоприятных условий выполнения работы, прохода людей и движения транспорта. 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.

Искусственное освещение в цехе создаётся искусственными источниками света: лампами накаливания или газоразрядными лампами. В качестве искусственного освещения на участке предусматриваются люминесцентные лампы.

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.

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		73

Мостовые краны оборудованы подкрановым освещением, которое выполнено лампами накаливания.

Фактическая освещенность в производственном помещении должна быть больше или равна установленной санитарными нормами освещенности. В противном случае осветительную установку следует ремонтировать.

5.1.5 Производственный шум

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 [16].

Для снижения уровня шума в цехе предусматриваем следующие мероприятия:

- применение автоматизированных линий с низким уровнем шума;
- системы вентиляции и местных отсосов снабжены шумопоглощающими устройствами;
- производим звукоизоляцию стенок дробеструйной камеры;
- применение средств индивидуальной защиты от шума (противошумные заглушки «беруши», наушники противошумные)

5.1.6 Производственная вибрация

В проектируемом цехе источником общей вибрации является сотрясение пола и других конструкторских элементов здания вследствие ударного действия вибрационных столов в формовочном и стерневом отделениях. Предельно допустимая величина общей вибрации в цехе согласно СН 22-74 - 80 92 дБ.

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		74

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

- исключением ручного пневмотранспорта;
- с целью снижения вредного воздействия общей вибрации используется специальная виброзащитная обувь.

5.1.7 Электромагнитное излучение

В проектируемом цехе источником излучения являются трансформаторы, электродвигатели и генераторы. В таблице 29 представлены ПДУ постоянного магнитного поля.

Таблица 29 - ПДУ постоянного магнитного поля

Время воздействия за рабочий день, минуты	Условия воздействия			
	общее		локальное	
	ПДУ напряженности, кА/м	ПДУ магнитной индукции, мТл	ПДУ напряженности, кА/м	ПДУ магнитной индукции, мТл
0 - 10	24	30	40	50
11 - 60	16	20	24	30
61 - 480	8	10	12	15

Средствам защиты от неблагоприятного влияния электромагнитного поля:

- обязательно заземление всех изолированных от земли крупногабаритных объектов, включая машины и механизмы и др.
- средства защиты работающих от воздействия МП частотой 50 Гц могут быть выполнены в виде пассивных или активных экранов.
- защитная одежда включает в себя: комбинезон, куртку с капюшоном, средство защиты для лица, рукавицы (или перчатки), обувь.

5.1.8 Электробезопасность

Электробезопасность - система организационно-технических мероприятий и средств обеспечения защиты людей от опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля, статического электричества.

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
- 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 [18].

Изолирующие защитные средства (перчатки, галоши, коврики и монтерский инструмент с изолированными рукоятками). Одной из наиболее эффективных мер защиты от опасности поражения током в случае прикосновения к металлическим нетоковедущим частям электроустановок, оказавшимся под напряжением, является защитное заземление. Защитное заземление должно применяться в трехфазных трехпроводных сетях с изолированной нейтралью напряжением до 1000В и в сетях с напряжением выше 1000В с любым режимом нейтрали.

Электробезопасность печей обеспечивается путем применения изоляции, защитных ограждений, блокировки аппаратов для предотвращения ошибочных операций, надежного быстро отключающего автоматического устройства, заземления всех элементов, на которые воздействует высокое напряжение.

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		76

5.1.9 Пожарная безопасность

Весь персонал работающий в цехе должен быть проинструктирован о мерах пожарной безопасности, знать основные требования «Правил пожарной безопасности в Российской Федерации», настоящей инструкции, порядок действий при обнаружении пожара и эвакуации людей, расположения средств пожаротушения, сообщения о пожаре и уметь ими пользоваться.

Каждый работающий (независимо от занимаемой должности) обязан знать, строго соблюдать и поддерживать установленный противопожарный режим, не допускать действий, которые могут привести к пожару, докладывать обо всех нарушениях требований пожарной безопасности своему руководителю.

Лица, нарушающие требования инструкций по пожарной безопасности, несут ответственность в установленном законом порядке.

Противопожарные системы и установки (средства пожарной автоматики, системы противопожарного водоснабжения, противопожарные двери, другие защитные устройства в противопожарных стенах, перекрытиях и т.п.) помещений должны постоянно содержаться в исправном рабочем состоянии. Использование данных систем не по прямому назначению запрещено.

Ежедневно, по окончании работы, помещения необходимо тщательно осматривать, рабочие места - убирать, электрооборудование и электросети – обесточивать (за исключением оборудования, которое должно работать круглосуточно по функциональному назначению и (или) предусмотрено требованиями инструкции по эксплуатации).

Мероприятия противопожарной защиты:

- ограничение распространения пожара за пределы очага возгорания;
- наличие путей эвакуации людей при пожаре;
- обеспечение людей средствами индивидуальной и коллективной защиты;
- установка систем противодымной защиты.

Запрещается:

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		77

Курить в местах, не отведённых для этой цели. Допускается курение только в специально отведённых местах, оборудованных урнами для окурков с водой.

Загромождать мебелью, оборудованием, другими предметами двери, люки, переходы и выходы на наружные эвакуационные лестницы.

Загромождать мебелью, оборудованием и другими предметами подступы к первичным средствам пожаротушения.

Обеспечение пожарной безопасности промышленных предприятий достигается строгим соблюдением пожарных требований, регламентированных СНиП 2.01.02 – 85 типовыми правилами пожарной безопасности для промышленных предприятий. Правилами устройства электроустановок.

5.2 Чрезвычайная ситуация

Для защиты персонала в случае аварии в рабочей зоне необходимо предоставлять наиболее свежую информацию и обеспечивать внутреннюю связь и координацию. Аварийные сигналы должны быть хорошо различимыми всеми работниками визуально и на слух; необходимо проводить периодические учения по борьбе с аварийными ситуациями.

Для защиты работников и населения в целом необходимо разработать и воплощать, в сотрудничестве со сторонними аварийными службами, такие меры, как чрезвычайное планирование, профилактику, готовность к аварийным ситуациям и планы аварийных мероприятий.

На каждом заводе должен существовать соответствующий план эвакуации и спасательных работ.

Необходимо организовать достаточное количество запасных выходов. Запасные выходы не должны ничем загромождаться.

Знак запасного выхода должен быть отчетливо видим на каждом повороте ведущих к нему проходов.

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		78

Там, где это необходимо, весь персонал на производственном участке должен снабжаться оборудованием, необходимым для эвакуации, в том числе аварийными дыхательными аппаратами.

Спасательное оборудование должно включать такие элементы:

- защитная одежда;
- пожарные одеяла;
- огнетушители;
- автономные дыхательные приборы;
- веревки, крепежные ремни и специальные носилки для переноски пострадавшего;
- оборудование, необходимое для защиты персонала, оказывающего первую помощь, поскольку эти люди сами могут пострадать во время спасательной операции.

5.3 Экологическая безопасность

5.3.1 Глобальные экологические проблемы современности

Сегодня экологическую ситуацию в мире можно охарактеризовать как близкую к критической.

Стало совершенно очевидной пагубность потребительского отношения человека к природе лишь как к объекту получения определенных богатств и благ. Среди глобальных экологических проблем можно отметить следующие: - уничтожены и продолжают уничтожаться тысячи видов растений и животных;

- в значительной мере истреблен лесной покров;
- стремительно сокращается имеющийся запас полезных ископаемых;
- мировой океан не только истощается в результате уничтожения живых организмов, но и перестает быть регулятором природных процессов;

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		79

- атмосфера во многих местах загрязнена до предельно допустимых размеров, а чистый воздух становится дефицитом;

- частично нарушен озоновый слой, защищающий от губительного для всего живого космического излучения;

- загрязнение поверхности и обезображивание природных ландшафтов: на Земле невозможно обнаружить ни одного квадратного метра поверхности, где бы не находилось искусственно созданных человеком элементов.

- кислотные дожди заметно повышают кислотность озер, прудов, водохранилищ, в результате чего там постепенно вымирает их естественная флора и фауна.

- накопление углекислого газа в атмосфере – одна из основных причин парникового эффекта. Углекислый газ действует в атмосфере, как стекло в оранжерее: он пропускает солнечную радиацию и не пропускает обратно в космос инфракрасное (тепловое) излучение Земли. Содержание парниковых газов – CO₂, метана и др. – неуклонно увеличивается.

Известно, что загрязнение атмосферы происходит в основном в результате работы промышленности, транспорта и т. п., которые в совокупности ежегодно выбрасывают «на ветер» более миллиарда твердых и газообразных частиц.

С позиции экологии охраны труда литейное производство является одним из самых опасных. Отходы литейного производства, выбросы в атмосферу пагубно влияют на экологическое равновесие. При производстве 1 т отливок из стали выделяется около 50 кг пыли, 250 кг оксидов углерода, 1,5-2 кг оксидов серы и азота и до 1,5 кг других вредных веществ. В водный бассейн поступает до 3000 м³ сточных вод и вывозится в отвалы до 6 т отработанных формовочных смесей. В то же время без литейного производства невозможно представить себе современную промышленность.

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		80

5.3.2 Анализ связей технологического процесса с экологическими системами

Данный технологический процесс состоит в изготовлении отливок из стали с годовым выпуском 18000 тонн литья. Для получения жидкой стали применяется электродуговая печь постоянного тока ДППТ -6.

В качестве сырья в технологическом процессе используются чугунный и стальной лом, отходы производства (литники, прибыли), ферросплавы.

Энергоресурсами служит электроэнергия, природный газ.

В процессе изготовления отливок из стали образуются следующие виды отходов:

Материальные:

- жидкие (сточные воды образуются при термической обработке отливки);
- твёрдые (пыль образуется при сушке песка, при выбивке отливок из форм, при очистке отливок в дробеструйной камере. Шлак, угар, скрап образуются в процессе плавки стали);
- газообразные (углекислый газ, диоксид азота, диоксид серы образуются при плавке металла).

Энергетические загрязнения (шум, вибрация, тепловое излучение, электромагнитное излучение).

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

5.3.3 Основные характеристики технологического процесса

На основании схемы (см. пункт 5.3.2) в таблице 30 приводятся основные характеристики технологического процесса.

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		81

Таблица 30 – Основные материально-энергетические показатели технологического процесса

№	Показатели	Количество	Ед.изм.
1.	Сырье: Лом стальной Лом чугунный Ферросплавы Отходы литейного цеха	18564 1758 4233,7 9346,7	тыс. т/год тыс. т/год тыс. т/год тыс. т/год
2.	Энергия: Электрическая Природный газ Пар	101,6 45 320	млн.кВт·ч тыс. м ³ /год тыс. кДж/год
3.	Продукция: Отливки из стали	18000	т/год
4.	Отходы материальные: Шлак Пыль Оксид углерода СО Диоксид серы Углекислый газ Диоксид азота Угар и потери Недоливы Хлориды Фториды	1107 25 201 29 2410 32 657,8 8 42 31	тыс. т/год т/год т/год т/год т/год т/год т/год т/год т/год т/год т/год
5.	Отходы энергетические Шум Тепло отходящих газов Вибрация Электромагнитное излучение	85-130 3,5 93 52	дБ тлн кДж/год дБ Гц

5.3.4 Основные требования экологизации проекта

Условия работы в цехе характеризуются различными опасными и вредными факторами, которые оказывают отрицательное воздействие не только на работника, но и на окружающую среду.

На предприятии установлены предельно допустимые уровни (ПДУ) для вредных факторов (шум, вибрация, излучение и т.п.) и предельно допустимые концентрации (ПДК) для вредных веществ.

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		82

В таблице 31 указаны предельно допустимые концентрации (ПДК) и предельно допустимый уровень (ПДУ) вредных веществ, выбрасываемых цехом.

Таблица 31- Предельно допустимые концентрации и уровень вредных веществ

Наименование фактора	Ед.измерения	Нормируемое значение*
Пыль нетоксическая	мг/м ³	0,5/0,15
Оксид углерода СО	мг/м ³	3/1
Диоксид азота	мг/м ³	0,085/0,085
Диоксид серы	мг/м ³	0,5/0,05
Сточные воды:		
Хлориды	мг/м ³	350
Фториды	мл/л	1,5
Шум	ДБ	80
Вибрации	ДБ	92
Электромагнитные излучения	Гц	50
Уровень температуры рабочей зоны	°С	20-23

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

5.3.5 Существующие мероприятия по экологизации производства

В цехе установлена стержневые автоматы типа LFB50 фирмы LAEMPE.

Главными преимуществами данных автоматов являются:

1. Высокое качество литых поверхностей;
2. Улучшение экологической ситуации в литейных цехах и вокруг них;
3. Локализация вредных газовыделений, образующихся при отверждении стержневой смеси в ящике, т.е. укрыты в специальный кожух, частично застекленный для наблюдения за работой механизмов и раскрывающийся для ее обслуживания;

Использование регенерации отработанных смесей с последующим возвратом песка в технологический процесс, а также возвращение литников или отработавших деталей в плавильное отделение для повторного использования.

Мероприятия по оздоровлению среды цеха:

- в складском отделении установлена вытяжная система;

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		83

- на участках ремонта и сушки ковшей, выбивки и ремонта сводов установлена местная вытяжная вентиляция с эффективной очисткой отсасываемого воздуха;
- для очистки воздуха от пыли применяются циклоны;
- все виды отделения финишных операций снабжены местными отсосами и укрытиями;
- предусмотрены оконные проёмы и аэрационные фонари;
- в цехе предусмотрены изолированные комнаты отдыха для рабочих.

5.3.6 Рекомендуемые мероприятия по экологизации производства

Снижение запыленности воздуха рабочей зоны достигается герметизацией формовочного и смесеприготовительного оборудования, а также устройством общеобменной и местной вытяжной вентиляции в местах образования пыли.

Отсасываемый с участков литейного цеха воздух перед выпуском в атмосферу очищается пылеочистными устройствами.

Понижение температуры воздушной среды до установленных санитарных норм обеспечивается применением водяного или воздушного охлаждения нагретых поверхностей и ограждений, с тем чтобы их температура не превышала 45°C, а также устройством общеобменной и местной вытяжной вентиляции. Для облегчения условий работы используют также воздушное душирование, т. е. обдувку рабочего направленным потоком воздуха со скоростью 2 - 3 м/с.

Для снижения количества выбросов в водный бассейн предусматривается введение оборотного водоснабжения. Сточная вода после прохождения механической очистки возвращается в технологический цикл.

К основным мероприятиям по снижению шума до установленных санитарных норм относится также замена встряхивающих формовочных машин прессовыми, пневматических приводов гидравлическими, встряхивающих выбивных решеток механизмами выдавливания отливок из опок. Снижение вибрации до предельно допустимых, уровней достигается применением виброгасящих амортизирующих

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		84

устройств и приспособлений, систематическим ремонтом пневматического инструмента, использованием виброзащитных рукавиц, а также заменой рубильных молотков электрическими инструментам.

Суммарные выбросы вредных веществ в окружающую среду приводятся в таблице 32.

Рекомендуемые мероприятия позволят сделать технологический процесс экологичным, энергосберегающим, за счет применения нового оборудования, снижающего количество вредных выбросов, а также введения оборотного водоснабжения, что является мероприятием по ресурсосбережению.

Таблица 32 - Планируемые выбросы вредных веществ в атмосферу и водоемы проектируемого цеха (тыс. т/год)

№	Наименование фактора	Образующееся	Улавливаемое	Выбрасываемое
1.	Выбросы в атмосферу:			
	Пыль	0,025	0,022	0,003
	Оксид азота	0,32	0,29	0,022
	Оксид углерода	0,2	0,04	0,16
2.	Выбросы в водоемы:			
	Хлориды	0,042	0,037	0,005
	Фториды	0,031	0,011	0,02
3.	Энергетические выбросы:			
	Шум, дБ	85	5	80
	Вибрация, дБ	93	1	92
	Электромагнитные излучения, Гц	52	2	50

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП.44.03.04.788 ПЗ

лист

85

6. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

6.1 Выбор профессии и анализ квалификационной характеристики 4 разряда по профессии: «Заливщик металла»

Квалификационная характеристика – это государственный документ, в котором содержатся требования к профессиональным знаниям и умениям, обеспечивающим определённый уровень квалификации по конкретной профессии. Квалификационные характеристики содержатся в Едином тарифно-квалификационном справочнике работ и профессий рабочих (ЕТКС), занятых в различных отраслях промышленности, сельском хозяйстве, сфере услуг. Справочник составлен и регулярно дополняется на основе изучения содержания трудовых процессов и организации труда рабочих на передовых предприятиях, в организациях всех отраслей экономики [18]

При обслуживании оборудования данного цеха требуются заливщики 4-го разряда, которые могут выполнять данную работу с их должностными требованиями. К оборудованию относятся:

- дуговые печи постоянного тока типа ДППТ -6 с номинальной емкостью 6 т;
- формовочными машинами НSP с собранными блоками с встроенной гидравлической системой и электронным управлением;
- заливки форм, которые осуществляются, заливочными автоматами с перемещаемым поворотным устройством смены ковшей НWS-Sinto для непрерывного и без нарушения времени цикла разливки чугуна и стали на всех видах формовочных линий в цехе.

Ниже приведены квалифицированная характеристика, обновленная и дополненная с учетом требования производства.

Заливщик металла 4-го разряда должен уметь:

- заливка чугуна, стали или цветного металла из одного или двух крановых ковшей вместимостью свыше 5 т в формы и изложницы сложных отливок;

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		86

- заливка металла в формы, установление на движущемся конвейере и рольгангах, в сложные постоянные металлические и песчаные формы или разливка легированных и высоколегированных сталей в изложницы и кокили;

- разливка высоколегированных и жаропрочных сплавов для литья по выплавляемым моделям ковшами вручную;

- проверка готовности к разливке разливочных ковшей и литниковых систем.

- определение температуры металла, заливаемого в формы.

- контроль качества отливок.

Заливщик металла 4-го разряда должен знать:

- вместимость металла в заливаемых формах;

- процесс заливки различных форм металлами разных марок;

- правила сборки форм;

- устройство и расположение литников, выпоров и прибылей;

- способы вывода газа из форм и стержней;

- правила крепления форм;

- температуру и скорость заливки металла в различные формы и их влияние на качество отливок. [19]

Заливщик металла 4-го разряда должен:

- уметь читать чертежи;

- знать шихтовые материалы, используемые, для выплавки металла;

- знать огнеупорные материалы для футеровки и режимы сушки, подогрева используемые для ковшей;

- уметь разбираться в оборудовании, с которым работает;

- иметь представление обо всем технологическом процессе изготовления отливки;

- знать литейные свойства различных марок сплава.

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		87

6.2 Разработка учебного плана повышение квалификации по профессии «заливщик металла» 4 разряда

В условиях развития техники и науки, совершенствование и создание новых технологических процессов предприятиями требуется высококвалифицированные рабочие. Для достижения такого уровня подготовки рабочих необходимо разрабатывать такие методики обучения, которые смогли бы удовлетворить всем требованиям сегодня на предприятии. Подготовка новых рабочих осуществляется из числа лиц принятых работы на предприятие, а переподготовка-из числа работающих лиц на данном предприятии.

Для повышения квалификации рабочих по профессии «Заливщик металла» с 3-го разряда на 4-го разряд осуществляется на курсах. Повышения квалификации - это обучение, направленное на последовательное совершенствование их профессиональных и экономических знаний, умений и навыков, рост мастерства по имеющимся профессиям, осуществляется без отрыва от производства. По окончании курсов рабочим присваивается более высокий квалификационный разряд и дальнейшее профессиональное продвижения. Обучения курсов заканчивается сдачей зачета или квалификационного экзамена. Срок обучения составит 2 месяца.

Преимущество повышение квалификации:

-гарантированная занятость. Работники, освоившие множество навыков, становятся незаменимыми в компании. Такие люди всегда будут более востребованы, по сравнению с мастерами определенного профиля;

-рабочий потенциал. Сотрудники, у которых есть большое желание развиваться и трудиться, всегда делают больше остальных, соответственно их продвижение по карьерной лестнице значительно быстрее и качественнее. Это выгодно как самому работнику, так и его начальнику;

-ослабление стресса. Хорошая база знаний и существенная платформа для начала работы, повышают стрессоустойчивость работников, позволяя в спокойном режиме грамотно и точно выполнять всю необходимую деятельность;

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		88

-мотивация и удовлетворение от работы. Занимаясь развитием себя как специалиста, сотрудники чувствуют заботу руководства, стремление к покорению ступеней трудовой лестницы, ощущают себя более востребованными. Это способствует зарождению гармонии и понимания в коллективе, делает работу удовольствием.[20]

Количество часов теоретического курса и производственного обучения определяется видом обучения представлено в таблице №33:

Таблица 33- Вид и срок обучения

Вид обучения	Получаемый разряд	Срок обучения, месяц	Срок обучения, часов	
			Теоретическое обучение	Производственное обучение
Подготовка рабочих	2	4	230	440
Повышение квалификации	3-4	2	136	204
Переподготовка	3	2	136	204

На основе востребованности рабочей профессии на предприятии «Заливщик металла» 4-го разряда, был разработан учебный план для повышения квалификации рабочих, представленный в таблице № 34:

Таблица 34 – Учебный план по профессии «Заливщик металла»

Номер и название темы	Кол-во часов
1. Введение	2
2. Чтение чертежей	8
3. Материаловедение: черной и цветной металлов и их сплавов, их свойства и область применения	16
4. Технология металла	16
5. Технологический процесс изготовления отливки из цветных сплавов	12
6. Шихтовых материалов	12
7. Огнеупорных материалов	12
8. Устройство оборудование для заливки металла	16
9. Режим сушки и прогрева ковшей	12
10. Технологический процесс заливки форм	12
11. Техника безопасности и производственной санитарии	4
12. Основные экономические знаний	6
13. Квалификационный экзамен	6
Производственное обучение:	
14. Введение	2
15. Инструктаж по безопасности труда и ознакомление с производством	8
16. Ознакомление с процессом плавки металла	8
17. Обучение операциям по подготовки форм к заливки	16
18. Обучение операциям по подготовки ковшей к заливки	16
19. Освоение операций по заливке форм металлом	70
20. Ознакомление с участками набивки и отделки литья	8

Окончание таблицы 34

21. Самостоятельное выполнение работ заливщика 3-4-го разряда	72
22. Квалификационная пробная работа	
ИТОГО:	334

Программа производственного обучения

Тема 1. Введение. Учебно-воспитательные задачи производственного обучения. Этапы профессионального рота и трудового становления рабочего. Общая характеристика учебного процесса. Роль производственного обучения в подготовке квалифицированных рабочих. Ознакомление с квалификационной характеристикой и программой производственного обучения заливщика металла 3-4-го разрядов.

Тема 2. Инструктаж по безопасности труда и ознакомление с производством. Изучение типовой инструкции по безопасности труда. Проведение инструктажа по безопасности труда на данном предприятии (проводит специалист отдела техники безопасности). Анализ причин травматизма и несчастных случаев, связанных с выполнением работ по заливке металла. Выполнение мероприятий по предупреждению травматизма. Ознакомление с производственным процессом литейного цеха (участка) заливки и установленным оборудованием. Ознакомление с условиями труда и организацией рабочего места заливщика металла. Инструктаж по безопасности труда на рабочем месте заливщика. Ознакомление с правилами пожарной безопасности, электробезопасности, приемами оказания первой помощи пострадавшим от несчастных случаев. Обучение правилам пользования индивидуальными средствами защиты.

Тема 3. Ознакомление с процессом плавки металла. Ознакомление с плавильными агрегатами и правилами их обслуживания в процессе плавки. Наблюдение за работой плавильщика металла. Ознакомление с применяемым инструментом и приспособлениями в процессе ведения плавки. Участие в отливке проб для определения качества металла и химическим составом. Упражнения в определении качества выполняемого металла на основе исследования проб по данным лабораторного анализа. Ознакомление с операциями по выпуску металла из плавильных печей.

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		90

Тема 4. Обучение операциям по подготовке форм к заливке. Ознакомление с принятым в цехе порядком выставления форм под заливку. Ознакомление с процессами формовки, сборки форм и подготовки их к заливке. Обучение проверке подготовленности форм к заливке и правильности выставления форм под заливку. Проверка правильности нагружения или скрепления форм. Проверка исправности жакетов, надевание их на безопочные формы перед заливкой и снятие их после заливки. Установка грузов на собранные формы в опоках. Проверка исправности литниковых воронок и чаш.

Тема 5. Обучение операциям по подготовке ковшей к заливке. Осмотр состояния футеровки ковшей, определение степени ее износа, и необходимости ремонта. Участие в ремонте футеровки ковшей, сушке ковшей после ремонта и разогрева перед наполнением их металлом. Проверка исправности приспособлений для транспортировки ковшей с металлом-державок, насилков, подвесок, траверс. Обучение проверке исправности ковшей, футеровки, траверсы, поворотного механизма и др. Обучение подготовке вспомогательных приспособлений к заливке форм. Обучение подготовке тиглей к плавке и разливке металла.

Тема 6. Освоение операций по заливке форм металлом. Обучение правилам и приемам установки ковшей под заполнение их жидким металлом и транспортирования металла к месту заливки. Ознакомление с порядком заполнения жидким металлом ковшей большой емкости и приемами транспортирования металла с помощью грузоподъемных механизмов: электротельферов, мостовых и консольных кранов. Участие в заливке форм для средних отливок под руководством заливщика более высокого разряда. Обучение заливке из крановых и ручных ковшей емкостью более 5т чугуна, стали или цветного жидкого металла в формы, изложницы или постоянные металлические формы для несложных и толстостенных отливок. Выполнение работы по подготовке ковшей изложниц и других различных устройств к заливке. Выполнение работ по надеванию и снятию жакетов различных размеров при безопочной формовке на конвейере с заданным ритмом. Контроль температуры

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		91

разливаемого металла. Выполнение работы в качестве подручного при заливке металла из крановых ковшей емкостью свыше 5т определение по внешним признакам пригодности жидкого металла и ориентировочной температуры в период его заливки. Ознакомление с возможными аварийными ситуациями: уход металла в стопор, под плиту, разъедание футеровки и кожуха и др.

Тема 7. Ознакомление с участками выбивки, очистки и отделки литья. Ознакомление с оборудованием для выбивки, очистки и отделки литья с работами по выбивке, очистке и отделке литья с применяемыми инструментами и приспособлениями. Механизация приемов очистки и отделки литья.

Тема 8. Самостоятельное выполнение работ заливщика металла 3-4-го разрядов. Самостоятельное выполнение всего комплекса работ (под наблюдением инструктора производственного обучения), предусмотренных квалификационными характеристиками и должностными инструкциями заливщика металла 3-4-го разрядов с соблюдением технологических инструкций и правил безопасности труда. Освоение передовых форм организации труда и выполнения работ. Участие в коллективных формах работы (бригадных, подрядных, арендных). Совершенствование навыков выполняемой работы.

Выполнение квалификационной (пробной) работы. [22]

6.3 Разработка средств обучения.

Для любой профессии есть свои темы, без изменения которой невозможно ее освоить. Для профессии «Заливщик металла» такими предметами являются: технология металлов, шихтовые и огнеупорные материалы, материаловедение, устройства оборудования для заливки металла и технологические процесс заливки. Поэтому на изучение этих тем отведено наибольшее количество часов.

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		92

В ходе процесса по дисциплине: «Технологический процесс изготовления отливки из цветных сплавов» был разработан плакат «Форма в сборе» представленная в приложения А. Плакат представлен для обучения, специалистов по профессии «Заливщика металла» и построен на основе технологического чертежа дипломной работы «Форма в сборе» заготовки «Корпус».

Плакат имеет четкое название «Форма в сборе». Вынесены основные позиции, такие как литниковая воронка, стояк, прибыль, полуформа верха, жеребейка, стержень №1 .

Наглядное пособие, в отличие от реальных моделей, является более доступно, так как не все изучаемые процессы и их элементы возможно продемонстрировать в учебной аудитории. На плакате отображена только необходимая информация для изучения данной темы. Разработка плакатов должна соответствовать производственно – техническим целям: обеспечить последовательность и полное овладение программой производственного обучения в соответствии с квалифицированной характеристикой, создавать возможности фронтального и индивидуального обучения основного профессионального мастерства.

Плакаты являются иллюстративным материалом, который служит для пояснения содержания. Наименование плаката должно быть в виде заголовка в верхней средней части плаката. Заголовок должен быть кратким и соответствовать содержанию плаката. Требования по оформлению плакатов изложены в ГОСТ 2.605-68[23]

Каждый плакат должен содержать:

- заголовок
- изобразительную часть
- условия цветных обозначений
- пояснительный текст (если он необходим).

Изобразительная часть плаката должна иметь данные, поясняющие содержание темы:

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		93

а) для изделий - наружные виды и разрезы с показом конструктивного устройства и взаимодействия составных частей, схемы, таблицы, формулы, графики, диаграммы различного назначения, поясняющие устройство и правила эксплуатации изделия, а при необходимости - указания по техническому обслуживанию;

б) для технологических процессов - условное или схематическое изображение оборудования в технологической последовательности, а также приемов работы на нем.

Сложные составные части изделий рекомендуется изображать на плакате отдельно от изделия в более крупном масштабе или на отдельном плакате и, при необходимости, выделять более ярким цветом. Расцветка составных частей изделия, связей, цепей, линий и т.п. должна соответствовать расцветке, принятой в соответствии с требованиями действующих стандартов

Наименования, обозначения элементов, текстовая часть плакатов должны соответствовать наименованиям, условным обозначениям и текстовой части эксплуатационных документов или документации, для иллюстрации которой предназначены плакаты. Пояснительный текст, плаката должен располагаться на свободном поле плаката и содержать наименования изображенных на плакате составных частей изделия или элементов раздела, пояснения обозначений, помещенных на схемах и т.п. [23]

Вывод по работе: Делая выводы и подводя итоги выполнения методической части, можно сказать, то что на основании данного дипломного проекта и разработанной технологии изготовления отливки «Корпус» можно разработать средства обучения, сформировать новые знания и профессиональное умение рабочую по профессии - «Заливщик металла»

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		94

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте разработан цех по производству отливок из стали марки 35Л [3] годовой производительностью 18000 тонн. В целях повышения производительности цеха, качества выпускаемой продукции, улучшения условий труда и наименьшего загрязнения окружающей среды был разработан технологический процесс, основанный на применении современного автоматизированного оборудования и прогрессивных технологий. Для осуществления всех операций технологического процесса было выбрано и рассчитано оптимальное количество оборудования и сделана планировка цеха.

Разработан технологический процесс изготовления отливки «Корпус» из стали 35Л [3] в соответствии с техническими требованиями на литейную деталь. После анализа технологичности отливки предложено изготовление отливки «Корпус» в разовую песчано-глинистую форму с использованием холоднотвердеющей смеси для стержней. Разработаны и рассчитаны элементы литейной формы, выбран состав формовочных и стержневых смесей, определен состав шихты и технология плавки стали.

Эффективность и целесообразность разработки, выполненной в проекте, обоснована экономическими расчетами показателей, таких как фондоотдача, срок окупаемости капитальных вложений.

Для экологической оценки принятых проектно-технологических решений в разделе «Безопасность жизнедеятельности» рассмотрены вопросы, связанные с условиями труда в литейном цехе, показателями травматизма и факторами производственных опасностей, требованиями безопасности к производственным процессам, рабочим местам, производственным помещениям и оборудованию.

Сделав анализ проделанной работы можно считать дипломный проект целесообразным и экономически выгодным.

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		95

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фанталов, Л.И. Основы проектирования литейных цехов и заводов: Учебник для вузов по специальностям “Машины и технология литейного производства” и “Литейное производство черных и цветных металлов” /

Л.И. Фанталов, Б.В. Кнорре, С.И. Четверухин и др. Под ред. Б.В. Кнорре – 2-е изд., перераб. – М.: Машиностроение, 1979. – 376 с., ил.

2. Методические указания по дипломному проектированию для студентов: В4 ч. Свердлов. инж. - пед. инс-т. Свердловск, 41. 1989. 88 с.

3. ГОСТ 977-88 –«Отливки стальные»

4. ГОСТ Р 53464-2009- «Национальный стандарт российской федерации.

Отливки из металлов и сплавов» Дата введения 01.07.2010

5. ГОСТ 3212-92- «Межгосударственный стандарт комплекты модельные»

6. ГОСТ 10948-64-«Государственный стандарт союза ССР. Радиусы закруглений и фаски»

7. Технологические процессы и оборудование: Сборник руководящих технических материалов по современным эффективным технологическим процессам формообразования точных отливок для деталей в машиностроении.- Москва, 2002. – 285 с.

8. Теория литейных процессов: учебное пособие / Л. Г. Знаменский, В. К. Дубровин, Б. А. Кулаков, В. И. Швецов.- Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 1999. – 163 с.

9. «Новые литейные технологии для производства деталей автомобилей». - http://mami.ru/science/mami145/scientific/article/s06/s06_02.pdf.

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		96

10. Типаж технологического оборудования для литейного производства на 1990 – 1995 г. М.: Машгиз, 1990. 146 с.

11. Проектирование и реконструкция литейных цехов: Учебное пособие к выполнению дипломного проекта / Б.А. Кулаков, Л.Г. Знаменский, О.В. Ивочкина и др. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2001. – 144 с.

12. ГОСТ 12.0.003 – 74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». М.: ИПК Издательство стандартов. Введен 01.01.76

13. СНиП 2.04.05—91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование». Введен 01.01.1992. Утвержден Госстрой СССР.

14. ГН 2.2.5.1313-03 «ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны». [утвержден Главным государственным санитарным врачом РФ 27 апреля 2003 г.](#)

15. ГОСТ 30494-96 – «Межгосударственный стандарт. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»

16. СН 2.2.4/2.1.8 562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки». Введен 31.10. 96

17. СНиП 23-05-95* «Естественное и искусственное освещение». Введен 2.08.95.

18. ГОСТ 12.1.019-79 «Электробезопасность». Введен 07.01.80. М.: ИПК Издательство стандартов.

19. Сайт « StudFiles»- <https://studfiles.net/preview/1861691/page:4/>

20. Сайт « ПромРесурс» - <http://promresgroup.ru/law/zalivshchik-metalla-etks>

21. Сайт «Коммерческий директор» - <https://www.kom-dir.ru/article/1277-qqq-16-m6-16-06-2016-povyshenie-kvalifikatsii-personala>

					ДП.44.03.04.788 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		97

22. Сайт -«Программа профессиональной подготовки по профессии «Заливщик металла» -<https://engineering.rusal.ru/upload/edu/EDU6A.pdf>

23. Сайт «ГОСТ 2.605-68»- <http://docs.cntd.ru/document/1200010852>

24. Сайт фирмы «EIRICH». – <http://www.ralinfo.ru/work/168/170/177/3947>

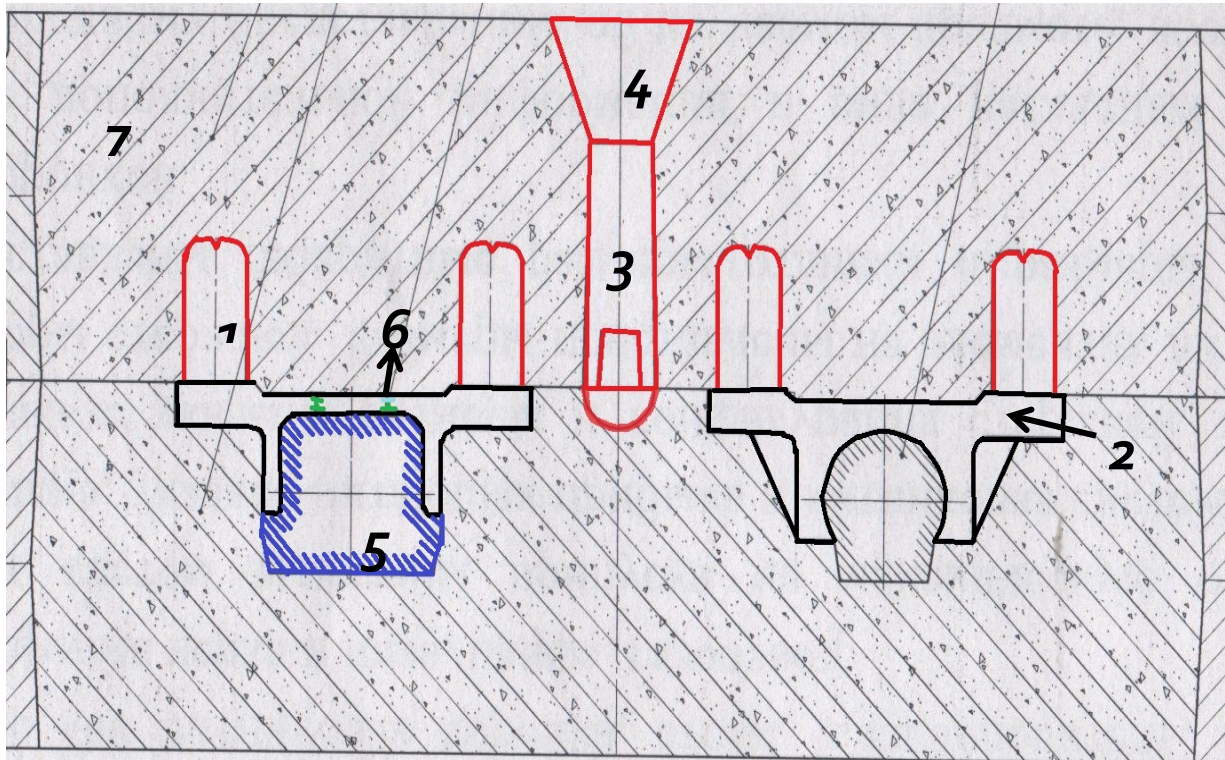
25. Сайт фирмы «laempe». – <http://www.laempe.ru>

26. Боброва, А.В. Экономическое обоснование дипломных проектов: Учебное пособие для студентов специальности «Литейное производство» /А.В. Боброва. – Челябинск: ЧГТУ,1994. – 32 с.

					<i>ДП.44.03.04.788 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		98

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Плакат «Форма в сборе»



Обозначения

- | | |
|-----------------------|-------------------|
| 1. Прибыль | 5. Стержень №1 |
| 2. Заготовка | 6. Жеребейка |
| 3. Стояк | 7. Полуформа верх |
| 4. Литниковая воронка | |

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП.44.03.04.788 ПЗ

лист

99