

РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 84 листа машинописного текста, 3 рисунка, 24 таблицы, 21 источник литературы, 1 приложение, графическую часть на 6 листах формата А1.

В дипломном проекте произведен расчет литейного цеха по изготовлению отливок из стали производительностью 18000 тонн в год.

Произведен расчет основных отделений литейного цеха и выбор технологического оборудования для производства отливок. Разработана технология изготовления отливки «Ступица» с использованием современных технологий в области литейного производства.

В экономической части произведены расчеты по организации труда и заработной платы, себестоимость одной тонны годных отливок, срок окупаемости капитальных вложений.

Также рассмотрены вопросы безопасности труда производственных рабочих и охраны окружающей среды.

					ДП.22.03.02.912 ПЗ			
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.	Зубов				Проектирование литейного цеха по изготовлению отливок из стали производительностью 18000 тонн в год	Лит.	Листов	Лист
Провер.	Бекетова					К	84	2
Т.конт.						ФГАОУ ВО РГППУ ИИПО, кафедра МСП, группа НТ-411СЛП		
Н.конт.	Категоренк о							
Утв.								

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 ОБОСНОВАНИЕ И РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ	7
1.1 Режим работы цеха	7
1.2 Расчет фонда времени работы оборудования	9
1.3 Производственная программа	9
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	11
2.1 Требования к отливке. Материал отливки и его свойства	11
2.2 Выбор способа производства	12
2.3 Формовочные, стержневые смеси и покрытия	14
2.3.1 Формовочная смесь	14
2.3.2 Стержневая смесь	15
2.3.3 Литейные покрытия	18
2.4 Модельно литейная оснастка	19
2.5 Литейная форма и стержни	20
2.5.1 Технология изготовления полуформ	20
2.5.2 Изготовление стержней	22
2.6 Разработка конструкции и расчёт прибылей	23
2.7 Разработка конструкции и расчет литниковой системы	24
2.8 Выбивка, обрубка, очистка и термообработка	27
2.9 Контроль качества	28
3 РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ	30
3.1 Плавильное отделение	30
3.1.1 Расчет количества печей	31
3.1.2 Расчет количества ковшей	32
3.1.3 Расчет шихты для стали 25Л	35
3.2 Смесеприготовительное отделение	36
3.3 Расчет стержневых машин	37
3.4 Расчет формовочных линий	42
3.5 Термообрубное отделение	44
4. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА	49
5. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА	63
5.1.Безопасность труда	63
5.1.1 Характеристика производства	63
5.1.2. Вентиляция	64
5.1.3. Производственный микроклимат	66

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		3

5.1.4 Производственное освещение	67
5.1.5 Производственный шум	68
5.1.6. Производственная вибрация	68
5.1.7. Электромагнитное излучение	69
5.1.8. Электробезопасность	69
5.1.9. Пожарная безопасность	70
5.2 Чрезвычайная ситуация	72
5.3.Экологическая безопасность	73
5.3.1. Глобальные экологические проблемы современности	73
5.3.2.Анализ связей технологического процесса с экологическими системами	74
5.3.3. Основные характеристики технологического процесса	75
5.3.4. Основные требования экологизации проекта	76
5.3.5. Существующие мероприятия по экологизации производства	76
5.3.6. Рекомендуемые мероприятия по экологизации производства	77
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	79
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	80
ПРИЛОЖЕНИЕ А	82

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дат а</i>		4

ВВЕДЕНИЕ

Целью дипломного проекта является разработка литейного цеха по изготовлению отливок из стали производительностью 18000 тонн в год. Для этого необходимо рассчитать и подобрать потребное количество оборудования исходя из современных тенденций в области литейного производства; компоновка данного оборудования на производственной площади.

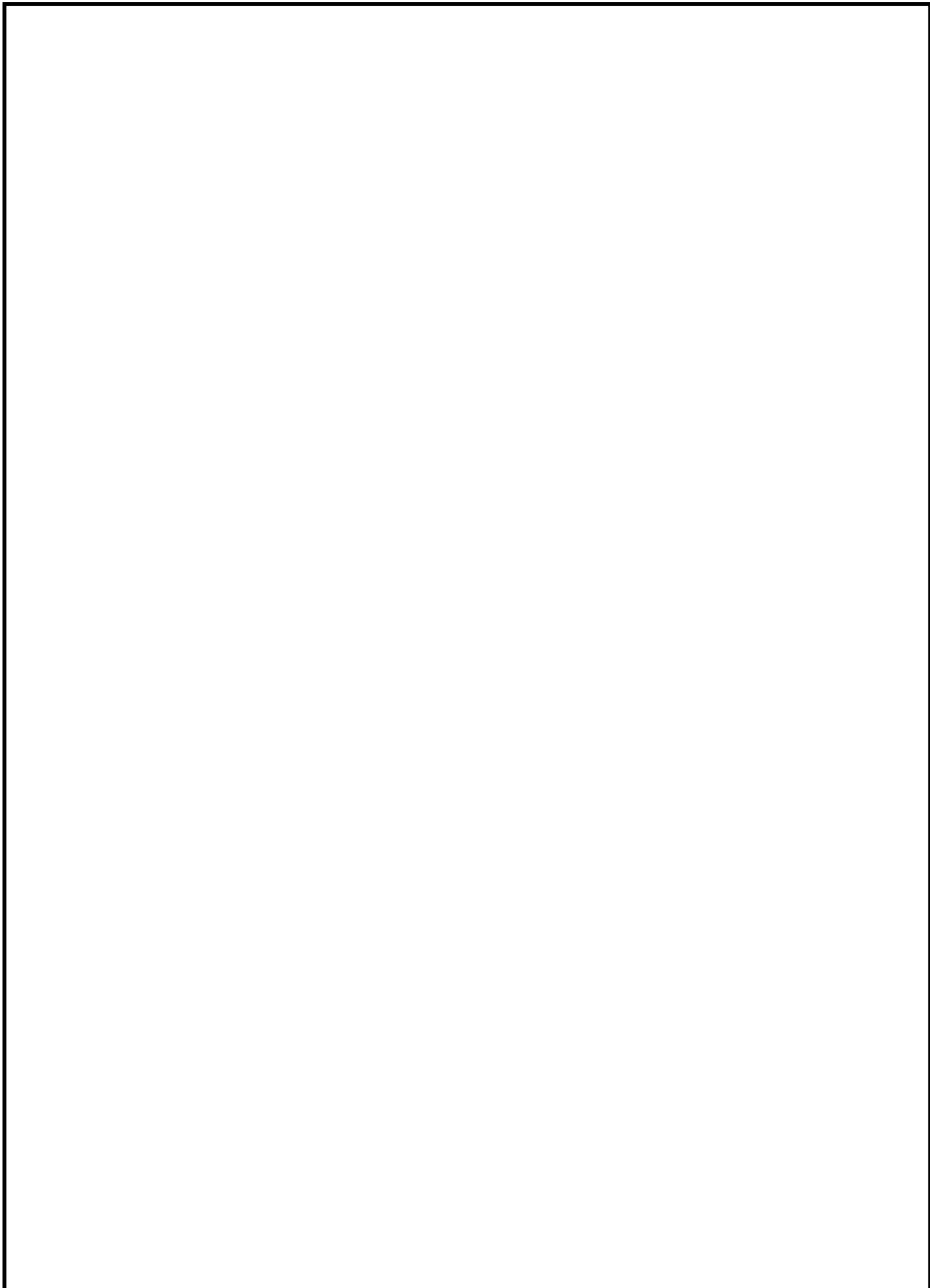
В проектируемом цехе будут получать отливки из стали 25Л ГОСТ 977-88.

Литье является наиболее распространенным способом производства заготовок для деталей машин. Широкое распространение литейного производства объясняется большими его преимуществами по сравнению с другими способами производства заготовок (ковкой, штамповкой). Производство литых заготовок дешевле, чем производство поковок или резанием сложных контуров из болванки. Литьем можно получить заготовки практически любой сложности с минимальными припусками на обработку. Примерно около 70 % заготовок (по массе) получают литьем, а в некоторых отраслях машиностроения, например в станкостроении, 90...95 %.

Литейное производство, являясь заготовительной базой для ряда отраслей, оказывает большое влияние на качественные показатели и надежность современных машин и оборудования.

Цех спланирован в одном одноэтажном здании с замкнутым производственным циклом. В здании находятся основные производственные и вспомогательные отделения и участки. Все участки и отделения связаны системой технологического транспорта и грузоперемещения. Спроектированы производственные помещения, оснащённые высокопроизводительным технологическим оборудованием, отвечающим всем нормам по охране труда и промышленной безопасности.

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		5



					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i> <i>т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i> <i>а</i>		6

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.

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		7

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 (Φ_K), учитывающий полное годовое календарное время;
- номинальный (Φ_H), учитывающий полное годовое рабочее время без потерь;
- действительный (Φ_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 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 $\Phi_H=2070$ часов и для оборудования $\Phi_H=4140$ часов.

Действительный фонд времени составляет [2]:

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

где Φ_H – номинальный фонд времени, ч;

α – потери времени, %.

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата а		8

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	Потери времени, %	Действительный фонд времени, ч
1	2	3	4	5
Оборудование плавильного отделения	2	4140	4	3974
Оборудование подготовки смеси	2	4140	6	3892
Оборудование формовочного отделения	2	4140	10	3726
Оборудование стержневого отделения	2	4140	6	3892
Оборудование термообрубного отделения	2	4140	5	3933
Печи термические	3	6210	3	6024

1.3 Производственная программа

В проектируемом цехе материалом для отливок служит сталь марки 25Л ГОСТ 977–88.

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		9

Расчет точной производственной программы (таблица 2) цеха является основой для технологической части проекта. Точная программа 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. Ступица	сталь 25Л	120,00	12000	1440,0
2. Головка	сталь 25Л	85,27	12000	1023,2
3. Кронштейн правый	сталь 25Л	144,00	12000	1728,0
4. Кронштейн левый	сталь 25Л	80,50	12000	966,0
5. Стойка левая	сталь 25Л	75,20	12000	902,4
6. Стойка правая	сталь 25Л	75,20	12000	902,4
7. Головка	сталь 25Л	50,00	12000	600,0
8. Опора задняя	сталь 25Л	53,60	12000	643,2
9. Опора правая	сталь 25Л	15,10	12000	181,2
10. Колесо	сталь 25Л	51,00	12000	612,0
11. Корпус подвески	сталь 25Л	56,00	12000	672,0
12. Накладка	сталь 25Л	15,30	12000	183,6
13. Корпус	сталь 25Л	90,00	12000	1080,0
14. Подшипник	сталь 25Л	26,00	12000	312,0
15. Рычаг	сталь 25Л	127,00	12000	1524,0
16. Рычаг	сталь 25Л	127,00	12000	1524,0
17. Крышка	сталь 25Л	64,80	12478	808,6
18. Фланец правый	сталь 25Л	87,00	12500	1087,5
19. Фланец левый	сталь 25Л	87,00	12500	1087,5
20. Корпус	сталь 25Л	60,20	12000	722,4
Итого				18000,0

					ДП.22.03.02.912 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		10

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.

Анализ чертежа детали «Ступица» показывает, что ее конструкция достаточно технологична для изготовления литьем. Деталь не имеет резких переходов толщин стенок, минимальная толщина – 40 мм, габаритные размеры детали $\phi 530 \times \phi 165 \times 260$ мм. Отверстия диаметром 25 мм и меньше литьем не изготавливаем, минимальные литейные радиусы 5 мм.

При проектировании технологии отливки необходимо обеспечить получение плотного металла без усадочных и газовых раковин на поверхности.

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

Выбор способа изготовления отливок зависит от ряда факторов (серийности

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		11

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 [13].

В проектируемом цехе материалом для отливок служит сталь марки 25Л ГОСТ 977–88. Химический состав стали представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Химический состав стали марки 25Л

Обозначение по ГОСТ 1412-85	Массовая доля элементов, %						Примеси не более, %	
	C		Si		Mn		S	P
Сталь 25Л	min	max	min	max	min	max		
		0,220	0,300	0,200	0,520	0,350	0,900	

Размер отливки отличается от размеров детали на величину припусков на механическую обработку. Припуски на механическую обработку для отливок из черных и цветных металлов и сплавов назначаются по ГОСТ Р53464-2009 в зависимости от класса точности и ряда припусков на механическую обработку. Точность отливки 12-9-10-112 по ГОСТ Р53464-2009. Отверстия, канавки и пазы малого размера, у которых по чертежу детали предусмотрена механическая обработка, в отливках не выполняются.

Припуски на механическую обработку устанавливаются по ГОСТ Р53464-2009. Величины припусков приведены на чертеже «Ступица».

2.2 Выбор способа производства

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

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		12

Показателями, характеризующими прогрессивность технологического процесса, являются: коэффициент выхода годного; производительность оборудования и труда рабочих; стоимость и срок службы оснастки; капитальные 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 [4]:

- 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 вентилы 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

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		13

может вызвать брак отливок вследствие продавливания металлом низа формы, ухода металла по разъему и т.п.

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-3D.

Окончательно получаем размеры опок: 1600x1300x400/400 мм.

2.3 Формовочные, стержневые смеси и покрытия

2.3.1 Формовочная смесь

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 фирмы EIRICH серии D.

Преимущества смесителей EIRICH [5]:

- оптимальная гомогенизация и обработка смешиваемого материала;
- кратчайшее время смешивания;
- малый износ;
- конструкция, не требующая особого ухода;

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		14

- непрерывный и периодический режим работы.

Технические характеристики смесителя фирмы EIRICH серии D:

- производительность, т/час 30;
- объем однократной загрузки max, т 8,4;
- мощность привода, кВт 45.

Для приготовления смесей используется часть отработанной смеси.

После выбивной решётки отработанная смесь попадает по подземным ленточным конвейерам на подготовку отработанной смеси, 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.

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

Состав формовочной смеси, %:

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

Свойства формовочной смеси:

- прочность при сжатии, МПа 0,7...0,8;
- влагосодержание, % 3,2...3,8;
- газопроницаемость, ед 100;
- содержание активного бентонита, % 7,0...8,0.

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		15

2.3.2 Стержневая смесь

Новейшие разработки ведущих производителей связующих показывают, что в настоящее время идет активный поиск в области создания «экологически» чистой системы для изготовления разовых литейных стержней. Сам факт, что этот поиск продолжается более 10-ти лет и что результаты исследований положительные является доказательством, как сложно создать универсальную систему, предлагающую литейщикам удовлетворяющий комплекс технологических характеристик. Производители оборудования для литейного производства всячески поддерживают новаторство в области литейной химии и сами участвует в различных автономных проектах по созданию «экологически» чистых связующих.

На смену «Hot-Vox»-процессу с конца 70-х годов в литейной практике широкое применение получил процесс «Cold-Vox» для отверждения стержней в оснастке без нагрева с продувкой газовым катализатором. Наиболее применяемыми разновидностями процесса стали в США: «Cold-Vox-Amin», «Эпокси-SO₂» и «Redset», в Европе: «Cold-Vox-Amin», «Betaset», «FRS» и в небольших объемах другие.

Причины развития процессов "Cold-Vox" с газовой продувкой известны. Это в первую очередь снижение энергетических затрат, высокие качественные параметры изготавливаемых стержней, возможность получать крупные стержни, превышающие по объему емкость пескострельной головки, за счет проведения нескольких выстрелов. Стоимость не нагреваемой оснастки в зависимости от материала изготовления снижается от 10 до 12 раз. Процесс замены и наладки нового комплекта существенно снижается. Выше размерная точность стержней, хорошая выбиваемость. Равномерное распределение прочности по сечению стержня. На рабочем месте более благоприятные условия труда.

Преимущества Cold-Vox-Amin процесса:

- качество получаемых отливок соответствует высоким требованиям автомобильной и тракторной промышленности и требованиям международной

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		16

сертификации литейных производств и отливок;

- в процессе не используют компоненты, вызывающие коррозию оборудования.

В связи с этим стоимость его ниже, чем при работе с SO₂;

- по экологическим параметрам процесс, соответствует принятым нормам и санитарно-гигиеническим правилам при соблюдении правил эксплуатации и вентиляции производственных помещений.

Стержневая смесь содержит, %: 100 кварцевого песка и 0,6...0,8 фенольной смолы с 0,6...0,8 полиизоцианата (связующая композиция). После уплотнения смеси в ящике пескодувным или пескострельным способом стержень продувается смесью паров низкокипящей жидкости – третичного амина (триэтиламина, диметилэтиламина), с воздухом, и стержень приобретает начальную прочность, которая составляет – 60 % конечного ее значения. Время продувки 2...5 с, далее 10...20 с стержень продувают воздухом для его очистки от паров амина. Расход катализатора < 1,5 г на 1 кг стержневой смеси. В результате взаимодействия компонентов связующего в присутствии катализатора (амин) образуется твердый полимер – полиуретан, который и обеспечивает высокую прочность стержня. Для подготовки, дозирования и подачи амина применяют специальные газогенераторы, которые испаряют амин, смешивают его с воздухом и подают в стержневой ящик. Смесь амина с воздухом после прохода через стержневой ящик направляется в нейтрализатор, где полностью нейтрализуется разбавленной серной кислотой с образованием водорастворимой соли – сульфата аммония.

Для производства стержней применяется стержневой автомат типа LFB50 фирмы LAEMPE [6].

Техническая характеристика стержневого автомата LFB50:

- габаритные размеры стержневого ящика, мм
в плане 1200x1200;
по высоте 600;
- производительность цикловая, съемов/ч 55...65;
- объем вдува (max), кг 200.

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		17

Состав стержневой смеси, %:

- кварцевый песок 2К₂О₂02 ГОСТ 2138–91 100;
- смола фенольная (сверх 100%) 0,6...0,8;
- полиизоционат (сверх 100%) 0,6...0,8.

Свойства стержневой смеси:

- 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, ч 2...4;
- газотворность, см³/г до 10.

Для приготовления стержневой смеси используется смеситель LM фирмы LAEMPE.

Смесители серии LM разработаны для различных объемов дозировки стержневой смеси, связующего или порошкообразных добавок и могут использоваться для подачи компонентов к одной или нескольким машинам. Установка является самоочищающейся и может перемешивать по очереди песок и связующее. Две линии подачи позволяют, к примеру, прямое заполнение пескострельного автомата или нагнетательной станции.

Техническая характеристика горизонтального смесителя LM фирмы LAEMPE:

- производительность, т/ч 3;
- точность дозирования песка, % ±1;
- точность дозирования связующего, % ±1.

2.3.3 Литейные покрытия

Для борьбы с пригаром при литье в песчаные формы наносят на поверхность формы противопригарное покрытие. Противопригарные краски представляют собой

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		18

суспензии, состоящие из порошкообразного огнеупорного наполнителя, связующего и стабилизатора, распределенных в дисперсной среде – воде или органической жидкости. Краска должна обладать высокой огнеупорностью, химической нейтральностью по отношению к расплаву и его оксидам, высокой прочностью сцепления с поверхностью формы. Необходимо, чтобы слой краски после высыхания был негигроскопичным, негазотворным, сохранял прочность до образования в отливке достаточно жесткой твердой корки.

Для производства данной отливки применяется противопопригарное покрытие для стержней ISOTEC ZW250 фирмы ASHLAND. Это покрытие на водной основе, состоящее из высококачественного силиката циркония и предназначено для средних и крупных стальных и чугунных отливок.

2.4 Модельно литейная оснастка

Литейная оснастка должна обеспечивать получение отливок с требуемой точностью и шероховатостью поверхности. Литейная оснастка по своей роли в процессе изготовления отливок подразделяется на формообразующую и универсальную. Формообразующая оснастка представляет собой модельный комплект, в который входят модели, стержневые ящики, элементы литниковой системы.

Модель – это приспособление для получения внутренних рабочих поверхностей в литейных песчаных формах. Стержневой ящик – это приспособление для получения стержней из песчаных смесей. К универсальной оснастке относятся опоки, подопочные и подмодельные плиты.

Для обеспечения бесперебойной работы цеха необходимо иметь запасной модельный комплект, на случай ремонта основного комплекта.

По прочности модельные комплекты подразделяются на три класса, от прочности зависит количество съемов литейных форм.

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		19

Для массового изготовления данной отливки применяется металлический модельный комплект первого класса точности и третьего класса прочности, запасной комплект допускается изготовить по второму классу точности и второму классу прочности [7].

Состав модельного комплекта, применяемые материалы и количество приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Состав модельного комплекта

Название	Материал	Количество, шт
Модель верха	АК9	8
Модель низа	АК9	8
Ящик стержневой	АК9	2
Модель питателя	АК9	8
Модель шлакоуловителя	АК9	4
Модель стояка	АК9	2

2.5 Литейная форма и стержни

2.5.1 Технология изготовления полуформ

Все рабочие операции при изготовлении форм осуществляются на линии последовательно: выдавливание и выбивка форм, распаривание и очистка опок, изготовление новых форм, простановка стержней и спаривание, все шаги со съема заливаемых форм с тележечного конвейера до поставки новых, готовых к заливке форм на тележечный конвейер.

Для отвода выбитых отработавших смесей и просыпей на формовке нужен один ленточный конвейер. Поэтому нужен только один канал для уборочного конвейера под формовочной линией. Расходы на фундамент минимальные, так как все агрегаты линии расположены над полом в хорошо доступных местах. Стандартная формовочная линия занимает незначительное место. Расширение линии определяется, прежде всего, участком охлаждения форм в зависимости от требуемого времени охлаждения отливки в форме до выбивки. На рисунке 1 схематически изображена формовочная линия НWS стандартного исполнения.

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		20

Процесс уплотнения формы «СЕЙАТСУ» осуществляется следующим образом: опока и наполнительная рамка устанавливаются на модельную оснастку. Затем наполняются приготовленной формовочной смесью. Уплотняющее устройство, состоящее из кожуха с гидравлическим прессом, сверху плотно перекрывает опоку. Кратковременно открывается подача сжатого воздуха. Воздух протекает через формовочную смесь сверху до модельной плиты и уходит через венты в держатель подмодельной плиты. Поток воздуха давит на частицы песка с усилением вниз – в сторону модели. По этой причине наибольшее уплотнение достигается вблизи модели.

Прочность формы уже после предварительного уплотнения потоком воздуха весьма высокая. Последующее уплотнение плоской прессовой плитой или с многоплунжерной головкой обеспечивает высокие результаты уплотнения формы, удовлетворяющие требования получения качественных форм. Уровень шума при уплотнении ниже 85 дВ.

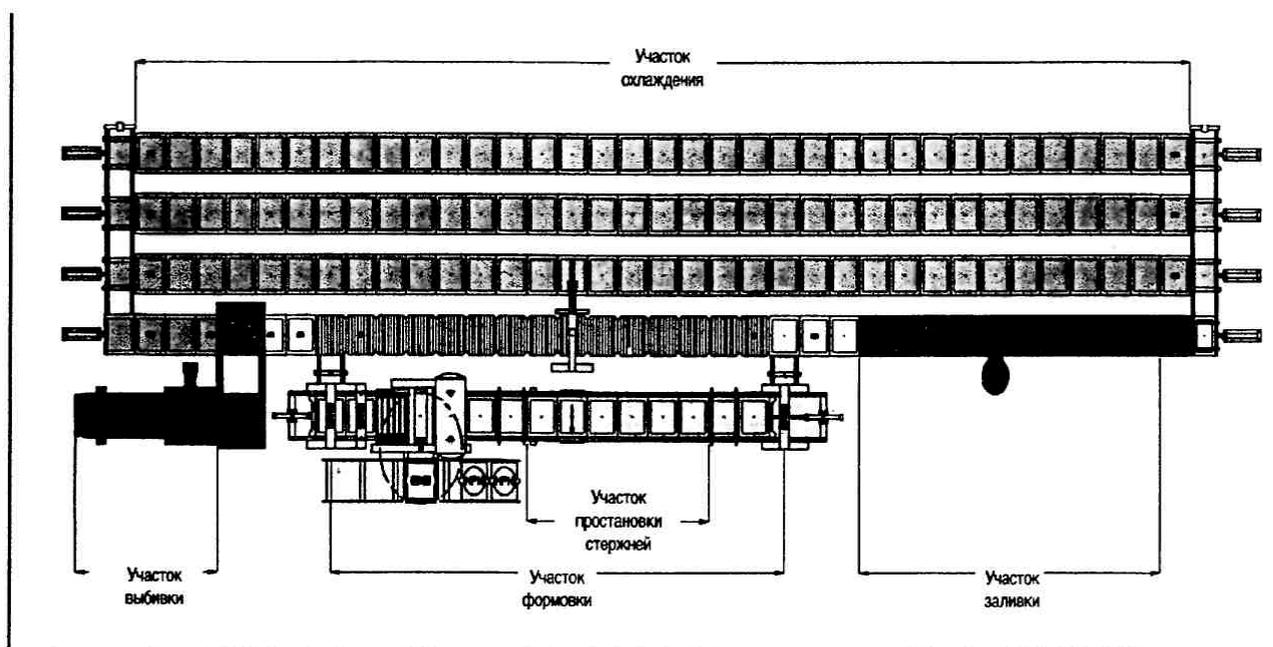


Рисунок 1 – Формовочная линия HWS стандартного исполнения

Уплотненные формы кантуются и проходят участок протановки стержней. В верхней опоке высверливается литниковая воронка.

					ДП.22.03.02.912 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		21

На конце участка простановки стержней находится спариватель. Вокруг двойной барабанообразной рамы спаривателя имеется втулочно-роликовая цепь, на которой висит передвижная тележка. Под кантователем расположено устройство подъема нижней опоки. Верхняя опока эксцентрично транспортируется в кантователь, кантуется при повороте на 180° и поднимается. Одновременно втулочно-роликовая цепь тянет передвижную тележку по наклонному направляющему рельсу в барабан. Нижняя опока транспортируется на передвижную тележку, поднимается подъемным устройством под верхнюю опоку и затем спаренная форма опускается. Обратным поворотом барабана передвижная тележка с формой передается на участок заливки и охлаждения. Этот универсальный спариватель может быть заменен на традиционно применяемые устройства для спаривания полуформ .

Готовая к заливке форма транспортируется рольтангом на позицию заливки и заливается. После прохода участка охлаждения передвижная тележка транспортирует остывающую форму по наклонному рельсу на участок формовки.

В начале участка формовки находится выбивное устройство, выдавливающее ком смеси из опоки на выбивную решетку (или подобную установку). Затем специальным механизмом очищаются внутренние стенки опок и опоки верха и низа распариваются. Цикл завершен.

Учитывая выше перечисленные преимущества современного метода Сейатцу для изготовления форм в проектируемом цехе решено установить оборудование фирмы HWS (модель HSP-3D) [8].

2.5.2 Изготовление стержней

Процесс представляет собой сочетание пескострельного или иного уплотнения смеси в стержневом ящике, отверждения путем продувки нагретой до 100-130°C смесью воздуха с парами амина и очистки стержня от остаточного амина

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		22

путем продувки сжатым воздухом. Продолжительность и давление обоих процессов регулируется системой управления газогенераторам. Вместо воздуха на первой стадии лучше использовать нейтральный, не содержащий влаги газ-носитель – азот, углекислый газ. В большинстве случаев процесс используется в массовом производстве, известны также примеры его применения в мелкосерийном и даже единичном производстве. Аминовый катализатор, который почти полностью проходит через стержень, удаляется системой отсоса непосредственно из стержневого ящика или из закрытого кабинета, в котором находится стержневая машина. Далее он поступает в кислотный нейтрализатор, где амин, реагируя с серной кислотой, превращается в соль. Определенные требования предъявляются к пескам. Желательно иметь пески с размером зерен 0,2-0,3 мм и округлыми зернами. Повышенное содержание мелких фракций и глинистой составляющей требует более высокого расхода связующего и повышает осыпаемость. Оптимальная температура песка – 20-25°C, на практике в зависимости от времени года 5-40°C. Если температура выше 25°C, то сокращается живучесть смеси, прочность снижается из-за потери растворителя. Если температура ниже 10°C, ухудшаются условия перемешивания, увеличивается живучесть, повышается расход катализатора, удлиняется цикл упрочнения. Оптимальное содержание влаги в песке должно быть до 0,1%. При более высоких значениях вода спонтанно реагирует с полиизоцианатом. Повышенное содержание мелких фракций и глинистой составляющей требует более высокого расхода связующего и повышает осыпаемость. Оптимальная температура песка – 20-25°C, на практике в зависимости от времени года 5-40°C. Если температура выше 25°C, то сокращается живучесть смеси, прочность снижается из-за потери растворителя. Если температура ниже 10°C, ухудшаются условия перемешивания, увеличивается живучесть, повышается расход катализатора, удлиняется цикл упрочнения. Могут успешно применяться циркон, хромит, дистен-силлиманит, муллит. Их часто применяют самостоятельно или в комбинации с кварцевым песком при больших термических нагрузках. Например, для стержней водяных рубашек для двигателей дают 50% кварцевого

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		23

песка и 50% хромита. Время приготовления смеси в смесителе не должно превышать 2,5 - 3 мин. Превышение времени ведет к испарению растворителей и, следовательно, уменьшению живучести смеси и снижению прочности, увеличению чувствительности к влаге [9].

2.6 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.

Для данной отливки принимаем закрытую прибыль полусферической формы. Выбранная геометрия и тип прибыли является наиболее экономичной [10].

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, м³;

$V_{\text{пу}}$ – объем питаемого узла, м³;

$V_{\text{пу}} = 0,0166$ м³.

$$V_{\text{п}} = 11 \times 0,045 \times 0,0166 / (1 - 11 \times 0,045) = 0,0163 \text{ м}^3.$$

Приближенный технологический выход годного (ТВГ) определяется по формуле:

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		24

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

где $V_{отл}$ – объем отливки, м³.

$$ТВГ = \frac{0,0152}{(1 - 0,045)(0,0152 + 0,0163)} \cdot 100 = 50,5\%,$$

Полученный ТВГ совпадает с нормируемым для подобных отливок.

2.7 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 [10]:

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

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 ($m=120+117,62+22=259,62$), кг;

Подставляя в формулу (4) значения коэффициента $S=1,4$ (для отливок из стали), преобладающая толщина стенки отливки $\delta=40$ мм, $m= 259,62$ кг получим:

$$\tau_{опт} = 1,4 \cdot \sqrt[3]{40 \cdot 259,62} = 30,54 \text{ с.}$$

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

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		25

спаи в отливке:

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

где V_{cp} – 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 $C = 435$ мм, $\tau_{\text{опт}} = 30,54$ с, получим:

$$V_{\text{cp}} = 435 / 30,54 = 14,24 \text{ мм/с.}$$

Полученное значение V_{cp} 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:

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

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_{cp} – средний металлостатический напор в форме, м.

Средний металлостатический напор в форме определяется по формуле:

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

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата а		26

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

P – высота отливки над питателем, мм.

$$H_{cp} = 400 - 195^2/2 \times 435 = 356,3 \text{ мм} = 0,356 \text{ м}$$

Подставляя в формулу (6) значения $m=259,62$ кг; $\mu_f=0,42$; $\tau_{opt}=30,54$ с; $\rho=7200$ кг/м³; $g=9,81$ м/с²; $H_{cp}=0,356$ м определим суммарную площадь узкого сечения литниковой системы для одной отливки:

$$F_{уз} = \frac{259,62}{0,42 \cdot 7200 \cdot 30,54 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,356}} = 0,001063 \text{ м}^2 = 10,6 \text{ см}^2$$

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

$$F_{уз} = \Sigma F_{п}. \quad (8)$$

Так как в форме четыре отливки и каждую отливку питает один питатель, то:

$$\Sigma F_{п} = F_{уз} \times 2 = 10,6 \times 4 = 42,4 \text{ см}^2.$$

Определим площади сечений остальных элементов сужающейся литниковой системы, обеспечивающих τ_{opt} :

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

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

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

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

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

$$\Sigma F_{шл} = 1,1 \times \Sigma F_{п} = 1,2 \times 42,4 = 50,9 \text{ см}^2;$$

$$F_{шл} = \Sigma F_{шл} / 2 = 25,45 \text{ см}^2;$$

$$F_{ст} = 1,2 \times \Sigma F_{п} = 1,4 \times 42,4 = 59,36 \text{ см}^2;$$

Стояк выполняется сужающимся кверху. Для лучшего приема жидкого металла, поступающего из ковша, вверху стояка предусмотрим изготовление литниковой воронки ($D_b=150$ мм).

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		27

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

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

где a – нижнее основание трапеции, мм;

b – верхнее основание трапеции, мм;

c – высота трапеции, мм;

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 2 представлен эскиз сечений литниковой системы.

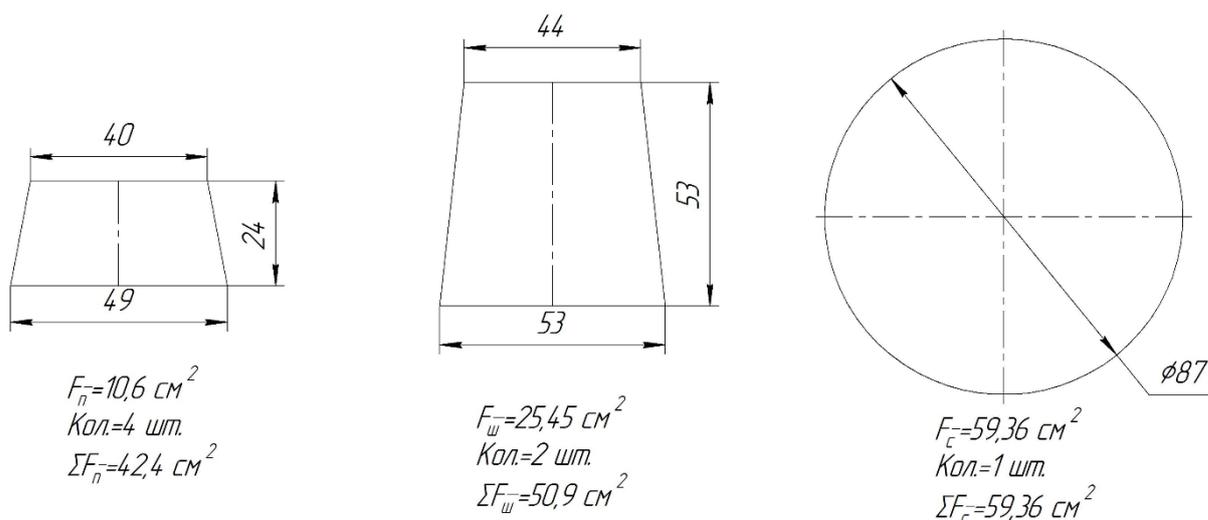


Рисунок 2 – Эскиз сечений литниковой системы

2.8 Выбивка, обрубка, очистка и термообработка

Отливки, не имеющие явных дефектов, подвергаются дальнейшей очистке от формовочной смеси, пригара.

					ДП.22.03.02.912 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		28

Для удаления остатков питателей, прибылей, заливо, заусенцев, перекосов и неровностей применяют шлифовальные абразивные круги.

Очистка поверхности металла осуществляется в дробеметной камере.

Далее для улучшения структуры, изменению твердости, прочности и пластичности, отливка подвергается термической обработке.

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

Грунтовку (окраску) отливок применяют для их предохранения от коррозии при длительном хранении или транспортировке. Окраске подвергают наружные и внутренние поверхности отливок, не подлежащие механической обработке.

Для грунтовки применяется нанесение краски в электростатическом поле. При применении этого способа существенно улучшаются условия труда, получается равномерный слой покрытия при значительной экономии краски. Процесс окраски в электростатическом поле легко поддается автоматизации. Заземленные отливки последовательно подаются в электростатическое поле, в это же пространство подается распыленная краска. Частицы краски, ионизируясь, движутся к отливке и оседают на ней. Процесс является саморегулирующимся, так как чем тоньше в каком-либо месте слой краски, тем активнее следуют к нему ионизированные частицы.

Окрашенные отливки подвергают сушке в проходных камерах при температуре около 120 °С инфракрасными лучами. При сушке инфракрасными лучами теплота к краске поступает от металла, и просушка идет от внутренних слоев, причем краска застывает не разрываясь.

2.9 Контроль качества

Схема контроля представлена на рисунке 3.

В цехе входящему контролю подвергаются исходные материалы. Контроль шихтовых и формовочных материалов в соответствии с:

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		29

- ГОСТ 805-95 Чугун передельный,
- ГОСТ 2787-75 Металлы черные вторичные,
- ГОСТ 1415-93 Ферросилиций,
- ГОСТ 4755-91 Ферромарганец,
- ГОСТ 2138-91 Пески формовочные.

Формовочные и стержневые смеси проверяют на влажность, газопроницаемость, прочность при сжатии и прочность при растяжении в соответствии с ГОСТ 23408-78 «Смеси формовочные и стержневые. Методы отбора и подготовки проб». Химический состав сплава контролируется в соответствии с ГОСТ 7565-81 «Чугун, сталь и сплавы. Методы отбора проб для определения химического состава».

Контроль технологии осуществляется по технологическому процессу.

Обязательному контролю подлежат:

- температура выпуска металла из печи;
- температура заливки форм;
- время заливки форм;
- качество форм (визуальный осмотр);

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата а		30

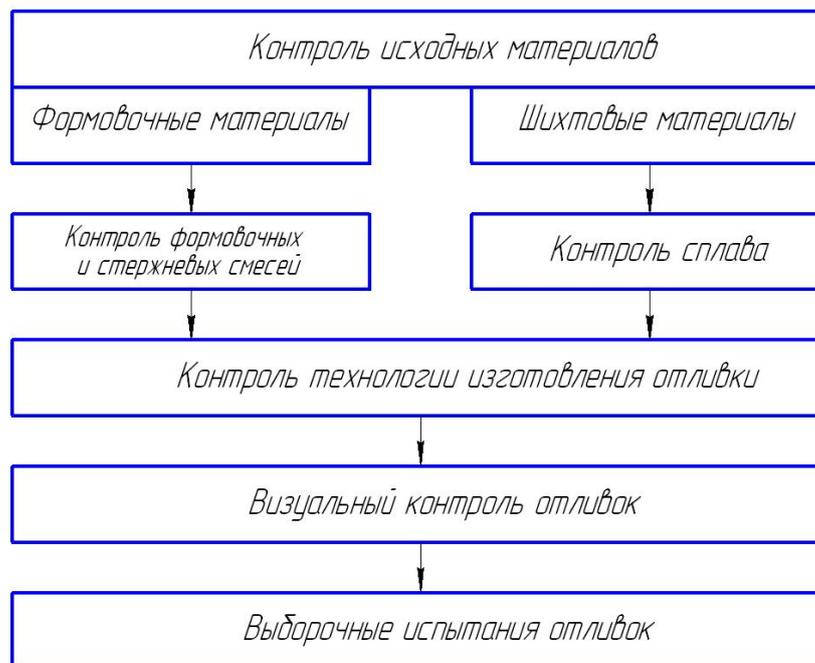


Рисунок 3 – Схема контроля

- качество стержней (визуальный осмотр).

Готовые отливки принимают в соответствии с ГОСТ 977-88 «Отливки стальные».

					ДП.22.03.02.912 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		31

3. РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ

3.1 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.

Для изготовления отливок используют сталь 25Л ГОСТ 977-88.

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.

Для получения жидкой стали применяется электродуговая печь постоянного тока ДППТ -6.

К преимуществам этой печи можно отнести простоту ее конструкции, надежность в эксплуатации, быстроту выполнения ремонтных работ, минимальный угар элементов в процессе плавки, обеспечение получения качественного жидкого металла, высоких температур перегрева и высоких механических свойств отливки, возможность использования в шихте стального лома. Газоочистка уменьшит загрязнение окружающей среды как тепловыми, так и пылегазовыми выделениями, они имеют достаточно высокий КПД, особенно при перегреве и доводке стали.

Технология выплавки стали в электродуговой печи достаточно проста, и сводится к:

- анализ шихты в лаборатории;
- дроблению шихты;

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		32

- нормированию компонентов шихты;
- загрузки шихты в печь с добавлением плавикового шпата;
- расплавлению шихты;
- доводке расплава;
- термовременной выдержке металла;
- последующего выпуска металла из печи.

Интенсификация плавки стали в электродуговых печах связана с предварительным подогревом металлошихты за счет тепловых потоков, идущих от свода и, следовательно, к сокращению длительности плавки и обезвоживанию шихты.

Температура заливки зависит от вида сплава, массы и габарита отливки, толщины ее стенок. Причем температура расплава при выпуске из плавильной печи должна быть на 30...100 °С выше температуры его заливки в форму. При этом надо учитывать, что чем выше металлоемкость ковша, тем ниже скорость снижения температуры расплава в ковше во времени.

Перед заливкой металла ковш предварительно подогревают до 700...1000 °С с помощью газовых горелок.

Температура расплава при выпуске из печи – 1580...1600 °С. Температура заливки форм – 1510...1530 °С.

Для изменения температуры применяется оптический пирометр. Его работа основана на оценке интенсивности излучения нагретых тел. Температура жидкого металла определяется сравнением яркости излучаемых им красных лучей с яркостью красного излучения нити эталонной лампочки накаливания, находящейся в пирометре.

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата а		33

3.1.1 Расчет количества печей

Для расчета количества металла составим ведомость расхода металла

Таблица 4 – Ведомость расхода металла

Наименование отливки	Масса отливки, кг	Марка сплава	Годовая программа	
			шт	т
1. Ступица	120,00	сталь 25Л	12000	1440,0
2. Головка	85,27	сталь 25Л	12000	1023,2
3. Кронштейн правый	144,00	сталь 25Л	12000	1728,0
4. Кронштейн левый	80,50	сталь 25Л	12000	966,0
5. Стойка левая	75,20	сталь 25Л	12000	902,4
6. Стойка правая	75,20	сталь 25Л	12000	902,4
7. Головка	50,00	сталь 25Л	12000	600,0
8. Опора задняя	53,60	сталь 25Л	12000	643,2
9. Опора правая	15,10	сталь 25Л	12000	181,2
10. Колесо	51,00	сталь 25Л	12000	612,0
11. Корпус подвески	56,00	сталь 25Л	12000	672,0
12. Накладка	15,30	сталь 25Л	12000	183,6
13. Корпус	90,00	сталь 25Л	12000	1080,0
14. Подшипник	26,00	сталь 25Л	12000	312,0
15. Рычаг	127,00	сталь 25Л	12000	1524,0
16. Рычаг	127,00	сталь 25Л	12000	1524,0
17. Крышка	64,80	сталь 25Л	12478	808,6
18. Фланец правый	87,00	сталь 25Л	12500	1087,5
19. Фланец левый	87,00	сталь 25Л	12500	1087,5
20. Корпус	60,20	сталь 25Л	12000	722,4
Итого				18000,0

					ДП.22.03.02.912 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		34

Продолжение таблицы 4

Наименование отливки	Брак по вине литейного цеха			Отливается в год	
	%	шт	т	шт	т
1.Ступица	3	371	44,54	12371	1484,54
2. Головка	3	371	31,65	12371	1054,89
3.Кронштейн правый	3	371	53,44	12371	1781,44
4.Кронштейн левый	3	371	29,88	12371	995,88
5.Стойка левая	3	371	27,91	12371	930,31
6.Стойка правая	3	371	27,91	12371	930,31
7.Головка	3	371	18,56	12371	618,56
8.Опора задняя	3	371	19,89	12371	663,09
9.Опора правая	3	371	5,60	12371	186,80
10.Колесо	3	371	18,93	12371	630,93
11.Корпус подвески	3	371	20,78	12371	692,78
12.Накладка	3	371	5,68	12371	189,28
13.Корпус	3	371	33,40	12371	1113,40
14.Подшипник	3	371	9,65	12371	321,65
15.Рычаг	3	371	47,13	12371	1571,13
16.Рычаг	3	371	47,13	12371	1571,13
17.Крышка	3	386	25,01	12864	833,58
18.Фланец правый	3	387	33,63	12887	1121,13
19.Фланец левый	3	387	33,63	12887	1121,13
20.Корпус	3	371	22,34	12371	744,74
			556,70		18556,72

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		35

Продолжение таблицы 4

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.Ступица	139,00	259,00	1668,00	3152,54
2. Головка	46,90	132,17	562,78	1617,67
3.Кронштейн правый	86,40	230,40	1036,80	2818,24
4.Кронштейн левый	48,30	128,80	579,60	1575,48
5.Стойка левая	60,16	135,36	721,92	1652,23
6.Стойка правая	63,92	139,12	767,04	1697,35
7.Головка	25,00	75,00	300,00	918,56
8.Опора задняя	45,56	99,16	546,72	1209,81
9.Опора правая	9,06	24,16	108,72	295,52
10.Колесо	35,70	86,70	428,40	1059,33
11.Корпус подвески	39,20	95,20	470,40	1163,18
12.Накладка	12,24	27,54	146,88	336,16
13.Корпус	49,50	139,50	594,00	1707,40
14.Подшипник	13,00	39,00	156,00	477,65
15.Рычаг	76,20	203,20	914,40	2485,53
16.Рычаг	76,20	203,20	914,40	2485,53
17.Крышка	55,08	119,88	687,29	1520,87
18.Фланец правый	69,60	156,60	870,00	1991,13
19.Фланец левый	69,60	156,60	870,00	1991,13
20.Корпус	36,12	96,32	433,44	1178,18
			12776,79	31333,51

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		36

Техническая характеристика ДППТ-6:

- мощность источника питания, кВА; 4000;
- напряжение питающей сети, кВ 10;
- производительность, т/ч; 2,7;
- номинальная емкость, т; 6;
- температура перегрева металла, °С; 1700.

Расчетное количество плавильных агрегатов P_1 определяется по формуле [2]:

$$P_1 = \frac{B_{\Gamma} \cdot K_H}{\Phi_{\text{Д}} \cdot N'_{\text{расч}}}, \quad (11)$$

где B_{Γ} – годовое количество потребляемого жидкого металла (с учетом брака);
 $\Phi_{\text{Д}}$ – 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 $K_H = 1,0 \dots 1,2$.

$$P_1 = \frac{32333,5 \cdot 1,15}{3974 \cdot 2,7} = 3,47.$$

Число единиц оборудования (P_2), принимаемое к установке в цехе, определяется по формуле [4]:

$$P_2 = \frac{P_1}{K_3}, \quad (12)$$

где K_3 – коэффициент загрузки ($K_3 = 0,7 \dots 0,85$).

$$P_2 = \frac{3,47}{0,85} = 3,98.$$

Принимаем $P_2 = 4$; Фактическая величина коэффициента загрузки проверяется по формуле [2]:

$$K_{\text{зф}} = \frac{P_1'}{P_2'}, \quad (13)$$

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата а		37

$$K_{3\Phi} = \frac{3,47}{4} = 0,87.$$

Принимаем к установке в цехе четыре электродуговые печи постоянного тока ДППТ – 6.

3.1.2 Расчет количества ковшей

При расчете количества ковшей учитываются:

- время ожидания ковша у печи, наполнение металлом, продолжительность модифицирования;
- время доставки ковша на участок разливки;
- время раздачи металла из ковша;
- время возврата пустого ковша;
- время выдержки ковша до остывания металла до нужной температуры.

Периоды работы и ремонта ковшей (разливочных и раздаточных):

- непрерывная работа 3...4 ч;
- остывание до ремонта 0,5...0,7 ч;
- текущий ремонт 0,5...1,0 ч;
- установка под желоб, выпуск металла 0,5 ч;
- капитальный ремонт и подогрев 2...3 ч;
- сушка и разогрев после капитального ремонта 2...3 ч.

Учитывая емкость печи (6 тонны), условия плавки, среднюю металлоемкость формы, выбираем разливочный ковш емкостью 1 тонна и раздаточный, емкостью 6 тонн.

В проектируемом цехе ковши подогреваются перед каждой плавкой до температуры 600...700 °С. Ремонт ковшей производится на участке ремонта ковшей после выхода его из строя. Сушка ковшей осуществляется после каждого ремонта перед плавкой на специальном стенде при температуре 800...900 °С.

Расчет раздаточных ковшей проводится по формуле [2]:

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		38

$$n = \frac{B_r \cdot t}{\Phi_d \cdot Q}, \quad (14)$$

где B_r – годовое количество потребляемого жидкого металла, т;

t – средний цикл оборота ковша, ч; $t=1$ [11];

Q – емкость ковша, т;

n – количество одновременно работающих ковшей, шт.

$$n = \frac{32333,5 \cdot 1}{3974 \cdot 6} = 1,36.$$

Общее количество ковшей, требуемое для работы плавильного отделения, рассчитывается по формуле [2]:

$$N_1 = n \left(\frac{z_1}{z} + 1 \right), \quad (15)$$

где N_1 – общее количество ковшей, шт;

z_1 – время ремонта ковша, $z_1 = 8$ ч;

z – время работы ковша до ремонта, $z = 8$ ч.

Полное количество ковшей с учетом запаса рассчитывается по формуле [2]:

$$N = N_1 \cdot 1,1, \quad (16)$$

Общее количество ковшей, требуемое для работы плавильного отделения, рассчитывается по формуле (15):

$$N_1 = 1,36 \left(\frac{8}{8} + 1 \right) = 2,71.$$

Полное количество ковшей с учетом запаса рассчитывается по формуле (16):

$$N = 2,71 \cdot 1,1 = 2,98.$$

Полученное значение округляем до целой величины и принимаем $N = 3$.

Учитывая, что число резервных ковшей не должно быть меньше двух, принимаем количество раздаточных ковшей в проектируемом цехе 5 шт.

Расчет разливочных ковшей емкостью 1 т проводится по формуле (14):

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		39

$$n = \frac{32333,5 \cdot 0,25}{3974 \cdot 1} = 2,03.$$

Общее количество ковшей, требуемое для работы плавильного отделения, рассчитывается по формуле (15):

$$N_1 = 2,03 \left(\frac{8}{8} + 1 \right) = 4,07.$$

Полное количество ковшей с учетом запаса рассчитывается по формуле (16):

$$N = 4,07 \cdot 1,1 = 4,47.$$

Полученное значение округляем до целой величины и принимаем $N = 5$.

Учитывая, что число резервных ковшей не должно быть меньше двух, принимаем количество разливочных ковшей в проектируемом цехе 7 шт.

3.1.3 Расчет шихты для стали 25Л

Расчет шихты производится исходя из требуемого химического состава сплава с учетом фактически используемых шихтовых материалов и применяемых плавильных агрегатов. Фактические расходы шихтовых материалов в значительной степени зависят от возможности снабжения и колеблются как по виду материала, так и по их соотношения. Потребность цеха в металлошихте будет больше, чем потребность в жидком металле на величину угара сплава и величину безвозвратных потерь, которые имеют место в процессе плавки и выпуска металла из печи. Угар металла зависит от многих факторов: типа применяемого плавильного агрегата, вида получаемого сплава, характера используемой шихты, ее загрязненности, окисленности, развитости поверхности, атмосферы печи, удельной нагрузки на под и других. Безвозвратные потери при выпуске и плавке зависят от технологии плавки и метода выпуска ее. Сюда входят потери металла со скачиваемым шлаком и корольками в конечном шлаке, потери в виде брызг и настывлей на ковше.

Целесообразно вести расчёт на 100 кг шихты, тогда масса компонентов в

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		40

килограммах и их процентные соотношения численно совпадут, что упрощает расчёт. Данные по расходу шихтовых материалов представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Ведомость расхода шихтовых материалов

Наименование материала	Расход материалов	
	%	т
Возврат	43,000	14333,497
Лом ГОСТ 2787-86	51,980	17326,762
Чугун передельный П1 ГОСТ 805-95	1,200	400,002
Ферросилиций ФС75 ГОСТ 1415-93	0,053	17,667
Ферромарганец ФМн75 ГОСТ 4755-91	0,197	65,667
Итого	96,430	32143,595

3.2 Смесеприготовительное отделение

Основой для расчёта смесеприготовительного отделения является ведомость расхода формовочных и стержневых смесей представленная в таблице 6.

Таблица 6 – Ведомость расхода формовочных и стержневых смесей

Наименование смеси	Потребность			Оборотная смесь	
	по расчету, т/год	на просыпи (5%), т/год	всего	%	т/год
формовочная смесь	84910,01	4245,50	89155,51	94,00	83806,18
стержневая смесь	4528,40	226,42	4754,82		

Продолжение таблицы 6

Наименование смеси	Обновление							
	песок		глина		СК1		СК2	
	%	т/год	%	т/год	%	т/год	%	т/год
формовочная смесь	5,00	4457,78	1,00	891,56				
стержневая смесь	100,00	4754,82			0,60	28,53	0,60	28,53

					ДП.22.03.02.912 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		41

Расчётное количество формовочных смесителей фирмы EIRICH серии D рассчитаем по формуле (11):

$$P_1 = \frac{89155,51 \cdot 1,2}{20 \cdot 3892} = 1,37.$$

Число единиц оборудования, принимаемое к установке в цехе, рассчитывается по формуле (12):

$$P_2 = \frac{1,37}{0,8} = 1,65.$$

Значит, к установке в цехе принимаем два смесителя серии D. Фактическая величина коэффициента загрузки проверяется по формуле (13):

$$K_{зф} = \frac{1,37}{2} = 0,7.$$

Расчётное количество стержневых смесителей LM фирмы LAEMPE рассчитывается по формуле (11):

$$P_1 = \frac{4754,82 \cdot 1,1}{1,6 \cdot 3892} = 0,84.$$

Число единиц оборудования, принимаемое к установке в цехе, рассчитывается по формуле (12):

$$P_2 = \frac{0,84}{0,9} = 0,92.$$

Значит, к установке в цехе принимаем один стержневой смеситель LM. Фактическая величина коэффициента загрузки проверяется по формуле (13):

$$K_{зф} = \frac{0,84}{1} = 0,84.$$

Фактический коэффициент загрузки стержневого смесителя оптимальный, значит, принимаем к установке в цехе один стержневой смеситель LM фирмы LAEMPE.

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		42

3.3 Расчет стержневых машин

Расчетное количество стержневых машин при поточном производстве P_1 определяется по формуле [2]:

$$P_1 = \frac{n}{K_{\sigma} N_{п.расч} \Phi_{д}}, \quad (17)$$

где n – годовое число съемов, изготавливаемых на машине, шт.;

$K_{\sigma} = 0,94 \dots 0,96$ – коэффициент, учитывающий потери из-за брака форм;

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

$\Phi_{д}$ – действительный годовой фонд времени, ч.

Расчетное количество стержневых автоматов определяется по формуле (17):

$$P_1 = \frac{117950,91}{0,9 \cdot 40 \cdot 3892} = 0,83.$$

Число единиц оборудования, принимаемое к установке в цехе, определяется по формуле (12):

$$P_2 = \frac{0,83}{0,9} = 0,92.$$

Принимаем один автомат LAEMPE LFB50.

Фактическая величина коэффициента загрузки проверяется по формуле (13):

$$K_{зф} = \frac{0,83}{1} = 0,83.$$

Стержни укладывают на стеллажи и подают на склад стержней, откуда их электрокарами передают на участок формовки.

Основой для расчета стержневого отделения является ведомость изготовления стержней (таблица 7).

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		43

Таблица 7 – 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.Ступица	12371	1	10,700	1	12371
2. Головка	12371	1	2,000	1	12371
3.Кронштейн правый	12371	1	18,000	1	12371
4.Кронштейн левый	12371	1	18,000	1	12371
5.Стойка левая	12371	1	1,500	1	12371
6.Стойка правая	12371	1	1,500	1	12371
7.Головка	12371	1	42,000	1	12371
8.Опора задняя	12371	0	3,000	2	24742
9.Опора правая	12371	0	2,800	2	24742
10.Колесо	12371	1	18,000	4	49485
11.Корпус подвески	12371	1	0,700	1	12371
	12371	2	8,400	1	12371
	12371	3	13,200	1	12371
12.Накладка	12371	1	4,200	2	24742
	12371	2	1,800	1	12371
13.Корпус	12371	1	42,000	1	12371
	12371	2	18,000	1	12371
	12371	3	0,500	6	74227
14.Подшипник	12371	1	5,000	2	24742
15.Рычаг	12371	1	2,800	1	12371
	12371	2	2,200	1	12371
	12371	3	2,400	1	12371
	12371	4	1,900	1	12371
16.Рычаг	12371	1	2,800	1	12371
	12371	2	2,200	1	12371
	12371	3	2,400	1	12371
	12371	4	1,900	1	12371
17.Крышка	0	0	0,000	0	0
18.Фланец правый	12887	1	7,000	2	25773
19.Фланец левый	12887	1	7,000	2	25773
20.Корпус	12371	1	17,000	1	12371
	12371	2	2,200	2	24742
Итого					

					ДП.22.03.02.912 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		44

Продолжение таблицы 7

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. Головка корпуса	495	12866	138	4	3216,49
2. Головка	495	12866	26	20	643,30
3.Кронштейн правый	495	12866	232	2	6432,99
4.Кронштейн левый	495	12866	232	2	6432,99
5.Стойка левая	495	12866	19	20	643,30
6.Стойка правая	495	12866	19	20	643,30
7.Головка	495	12866	540	1	12865,98
8.Опора задняя	990	25732	77	16	1608,25
9.Опора правая	990	25732	72	16	1608,25
10.Колесо	1979	51464	926	2	25731,96
11.Корпус подвески	495	12866	9	28	459,50
	495	12866	108	4	3216,49
	495	12866	170	4	3216,49
12.Накладка	990	25732	108	10	2573,20
	495	12866	23	16	804,12
13.Корпус	495	12866	540	1	12865,98
	495	12866	232	2	6432,99
	2969	77196	39	40	1929,90
14.Подшипник	990	25732	129	8	3216,49
15.Рычаг	495	12866	36	16	804,12
	495	12866	28	16	804,12
	495	12866	31	16	804,12
	495	12866	24	16	804,12
16.Рычаг	495	12866	36	16	804,12
	495	12866	28	16	804,12
	495	12866	31	16	804,12
	495	12866	24	16	804,12
17.Крышка	0	0	0	0	0,00
18.Фланец правый	1031	26804	188	6	4467,35
19.Фланец левый	1031	26804	188	6	4467,35
20.Корпус	495	12866	219	2	6432,99
	990	25732	57	16	1608,25
Итого		593979	4528		117950,91

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

ДП.22.03.02.912 ПЗ

лист

45

3.4 Расчет формовочных линий

Техническая характеристика линии типа HSP-3D [12]:

- размеры опок в свету, мм 1600×1300;
- производительность, форм / ч 11...21;
- потребляемая мощность, кВт 22;
- усилие прессования максимальное, кН 870;
- подъем прессования, мм 320.

Расчетную производительность линии HSP-3D определим по формуле (17):

$$P_1 = \frac{37629}{0,95 \times 16 \times 3643} = 0,66.$$

Число единиц оборудования, принимаемое к установке в цехе, определяется по формуле (12):

$$P_2 = \frac{0,66}{0,8} = 0,8.$$

Принимаем одну линию типа HSP-3D. Фактическая величина коэффициента загрузки проверяется по формуле (13):

$$K_{зф} = \frac{0,66}{1} = 0,66.$$

Длина зоны охлаждения рассчитывается по формуле:

$$L_{охл} = V_k \cdot \tau_{охл}, \quad (18)$$

где $L_{охл}$ – длина зоны охлаждения, м;

V_k – скорость конвейера, м/мин;

$\tau_{охл}$ – время остывания формы с отливкой, мин.

$$L_{охл} = 0,885 \cdot 75 = 66 \text{ м.}$$

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		46

Для определения годового числа форм, а также объема стержней и формовочной смеси на годовую программу составим ведомость изготовления и сборки форм, представленной в таблице 8.

Таблица 8 – 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
1	2	3	4	5
1. Ступица	12371	1600x1300x400	4	3093
2. Головка	12371	1600x1300x400	4	3093
3. Кронштейн правый	12371	1600x1300x400	2	6186
4. Кронштейн левый	12371	1600x1300x400	4	3093
5. Стойка левая	12371	1600x1300x400	4	3093
6. Стойка правая	12371	1600x1300x400	4	3093
7. Головка	12371	1600x1300x300	6	2062
8. Опора задняя	12371	1600x1300x300	6	2062
9. Опора правая	12371	1600x1300x250	8	1546
10. Колесо	12371	1600x1300x300	6	2062
11. Корпус подвески	12371	1600x1300x300	6	2062
12. Накладка	12371	1600x1300x250	8	1546
13. Корпус	12371	1600x1300x400	4	3093
14. Подшипник	12371	1600x1300x250	8	1546
15. Рычаг	12371	1600x1300x250	2	6186
16. Рычаг	12371	1600x1300x400	2	6186
17. Крышка	12864	1600x1300x300	6	2144
18. Фланец правый	12887	1600x1300x400	4	3222
19. Фланец левый	12887	1600x1300x400	4	3222
20. Корпус	12371	1600x1300x300	6	2062
Итого	248946			37629

					ДП.22.03.02.912 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		47

Окончание таблицы 8

Наименование отливки	Объем для одной формы, м ³				Объем формовочной смеси на годовую программу, м ³
	формы	залитого металла	стержней	уплотненной смеси	
1	6	7	8	9	10
1. Головка корпуса	1,6640	0,1439	0,0067	1,5134	4680,69
2. Головка	1,6640	0,0734	0,0013	1,5893	4915,43
3. Кронштейн правый	1,6640	0,0640	0,0113	1,5888	9827,32
4. Кронштейн левый	1,6640	0,0716	0,0113	1,5812	4890,29
5. Стойка левая	1,6640	0,0752	0,0009	1,5879	4910,91
6. Стойка правая	1,6640	0,0773	0,0009	1,5858	4904,45
7. Головка	1,2480	0,0625	0,0263	1,1593	2390,21
8. Опора задняя	1,2480	0,0826	0,0000	1,1654	2402,82
9. Опора правая	1,0400	0,0268	0,0000	1,0132	1566,74
10. Колесо	1,2480	0,0723	0,0450	1,1308	2331,44
11. Корпус подвески	1,2480	0,0793	0,0139	1,1547	2380,88
12. Накладка	1,0400	0,0306	0,0064	1,0030	1551,07
13. Корпус	1,6640	0,0775	0,0394	1,5471	4784,92
14. Подшипник	1,0400	0,0433	0,0063	0,9904	1531,57
15. Рычаг	1,6640	0,0564	0,0058	1,6017	9907,69
16. Рычаг	1,6640	0,0564	0,0058	1,6017	9907,69
17. Крышка	1,2480	0,0999	0,0000	1,1481	2461,51
18. Фланец правый	1,6640	0,0870	0,0044	1,5726	5066,45
19. Фланец левый	1,6640	0,0870	0,0044	1,5726	5066,45
20. Корпус	1,2480	0,0803	0,0148	1,1530	2377,29
Итого			1,4474		53068,76

					ДП.22.03.02.912 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		48

3.5 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 разъему формы, контуры 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. 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 дробеметная обработка, которой подвергаются более 80% производимых отливок.

Отливки, поступающие из формовочного отделения, попадают на участок отделения литников и прибылей, затем в дробеметную камеру, после очистки отливки помещают в термопечь, затем снова в очистную дробеметную камеру.

Для очистки отливок в условиях массового производства целесообразно использование проходных дробеметных камер непрерывного действия. Дробеметная установка серии PG компании Cogeim.

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		49

Технические характеристики дробебетной установки модели PG фирмы Cogeim [13]:

- грузоподъемность подвески, кг 2000;
- высота, мм 4500;
- ширина, мм 5000;
- длина, мм 9500;
- производительность, т/ч 5.

Расчетное количество оборудования определим по формуле (11).

$$P_1 = \frac{31333,51 \cdot 1,1}{5 \cdot 3933} = 1,75.$$

Число единиц оборудования, принимаемое в цехе, определяется по формуле (12):

$$P_2 = \frac{1,75}{0,9} = 1,93 \approx 2.$$

Фактическая величина коэффициента загрузки проверяется по формуле (13):

$$K_{зф} = \frac{1,75}{2} = 0,88.$$

Принимаем в цехе две дробебетные установки модели PG фирмы Cogeim.

Для термообработки применяются печи электрические камерные с выкатным подом.

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

- размеры печи, мм 9000x5600x3500;
- размеры рабочей камеры, мм 6000x2800x1800;
- температура max, °C 1250;
- мощность, кВт 410.

Производительность термической печи находим по формуле [2]:

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

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

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		50

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

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

$$N_{\text{печи}} = (26,7 \cdot 2,5) / 12 = 5,5 \text{ т/ч,}$$

Расчетное количество оборудования определим по формуле (11).

$$P_1 = \frac{18556,72 \cdot 1,3}{5,5 \cdot 6024} = 0,73.$$

Число единиц оборудования, принимаемое в цехе, определяется по формуле (12):

$$P_2 = \frac{0,73}{0,8} = 0,87.$$

Фактическая величина коэффициента загрузки проверяется по формуле (13):

$$K_{\text{зф}} = \frac{0,73}{1} = 0,73.$$

Принимаем одну печь ПВП 20.40.20/10М фирмы «НАКАЛ».

В течение процессов термообработки необходимо исключить нежелательные реакции с атмосферным кислородом поверхности обрабатываемого материала. В таких случаях, азот используется как основная инертная среда.

Защита от окисления и обезуглероживания осуществляется при протекании двух параллельных процессов:

- на поверхности термообрабатываемых изделий формируется барьерный слой, состоящий из оксидов и оксикаридов, получаемых осаждением из газовой фазы при разложении летучих координационных соединений;
- газообразные продукты термодеструкции летучих координационных соединений и органические добавки, взаимодействуя с кислородом атмосферы печи, связывают его, создавая в печном пространстве атмосферу, сильно обедненную по кислороду.

Оптимальной является нейтральная атмосфера (типа N_x с очисткой от CO_2 и осушкой), которая не окисляет и не обезуглероживает.

Состав защитной атмосферы:

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		51

- N₂, % 96...99,5%;
- CO, % < 1%;
- H₂, % < 1%;
- CO₂, % < 2%.

Грунтовку (окраску) отливок применяют для их предохранения от коррозии при длительном хранении или транспортировке. Окраске подвергают наружные и внутренние поверхности отливок.

Для грунтовки применяется нанесение краски в электростатическом поле. При применении этого способа существенно улучшаются условия труда, получается равномерный слой покрытия при значительной экономии краски. Процесс окраски в электростатическом поле легко поддается автоматизации. Заземленные отливки последовательно подаются в электростатическое поле, в это же пространство подается распыленная краска. Частицы краски, ионизируясь, движутся к отливке и оседают на ней. Процесс является саморегулирующимся, так как чем тоньше в каком-либо месте слой краски, тем активнее следуют к нему ионизированные частицы [12].

Окрашенные отливки подвергают сушке в проходных камерах при температуре около 120 °С инфракрасными лучами. При сушке инфракрасными лучами теплота к краске поступает от металла, и просушка идет от внутренних слоев, причем краска застывает не разрываясь.

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата а		52

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 25Л.

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 9 – 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.
Наименование	Марка			
1. Линия формовочная	HSP-3D	1	90000,000	90,000
2. Печь плавильная	ДППТ-6	4	22000,000	88,000
3. Автомат стержневой	LFB50	1	16000,000	16,000
4. Установка подготовки глины		1	200,000	0,200
5. Установка подогрева шихты		2	250,000	0,500
6. Установка подогрева ковшей		2	350,000	0,700
7. Установка пневмотранспорта		2	2200,000	4,400
8. Установка сушки песка в кипящем слое		1	1800,000	1,800

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		53

Окончание таблицы 9

Машины и оборудование		Количество машин данной марки	Стоимость 1 шт., тыс. руб.	Стоимость всех машин данной марки, млн. руб.
Наименование	Марка			
9.Пневмоохладитель		1	1200,000	1,200
10.Смеситель огнеупорной массы		2	140,000	0,280
11.Манипулятор для стержней		1	4000,000	4,000
12.Смеситель формовочный		2	3800,000	7,600
13.Сито полигональное		2	650,000	1,300
14.Установка магнитной сепарации		2	490,000	0,980
15.Установка размалывания		2	350,000	0,700
16.Камера дробеметная		2	4200,000	8,400
17Печь термическая		1	2900,000	2,900
Итого				228,960

Стоимость машин и оборудования проектируемого участка составила 228,960 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.22.03.02.912 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		54

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 10 – Состав основных фондов и амортизационных отчислений

Наименование основных фондов	Стоимость основных фондов, млн. руб.	Содержание от общей суммы фондов, %	Норма амортизации, %	Годовые амортизационные отчисления, млн. руб.
1.Здания	250,000	48,52	1,20	3,000
2.Сооружения	5,000	0,97	8,50	0,425

Окончание таблицы 10

Наименование основных фондов	Стоимость основных фондов, млн. руб.	Содержание от общей суммы фондов, %	Норма амортизации, %	Годовые амортизационные отчисления, млн. руб.
3. Передаточное устройство	20,000	3,88	4,20	0,840
4. Машины и оборудование:	0,000	0,00		0,000
- силовые машины	3,000	0,58	6,40	0,192
- рабочие машины	228,960	44,44	8,30	19,004
- измерительные приборы	0,300	0,06	7,00	0,021
- вычислительная техника	0,300	0,06	12,50	0,038
5. Транспортные средства	0,350	0,07	4,20	0,015
6. Инструмент	0,300	0,06	20,00	0,060
7. Производственный инвентарь	3,500	0,68	9,10	0,319
8. Хозяйственный инвентарь	3,500	0,68	9,10	0,319
Всего	515,210	100,00		24,231

Годовые амортизационные отчисления составили 24,231 млн. руб.

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		56

Таблица 11 – Потребности в оборотных средствах

Наименование оборотных средств	Единица измерения	Норма расходов на 1т. годного литья	Цена за единицу, тыс. руб.	Затраты на 1 тонну литья, тыс. руб.	Годовая потребность в млн. руб.
Основные материалы					
1. Возврат	т	0,577	19500,00	11,25	202,527
2. Лом ГОСТ 2787-86	т	1,025	17000,00	17,43	313,650
3. Чугун передельный П1 ГОСТ 805-95	т	0,020	24500,00	0,49	8,820
4. Ферросилиций ФС75 ГОСТ 1415-93	т	0,001	92000,00	0,09	1,656
5. Ферромарганец ФМн75 ГОСТ 4755-91	т	0,003	115000,00	0,35	6,210
Итого		1,626		29,60	532,863
Вспомогательные материалы					
1. Смесь оборотная	т	7,652	350,00	2,68	48,208
2. Песок 2К2О202 ГОСТ 2138-91	т	0,806	240,00	0,19	3,482
3. Глина П1Т2	т	0,081	650,00	0,05	0,948
4. СК1	т	0,002	360000,00	0,72	12,960
5. СК2	т	0,002	480000,00	0,96	17,280
6. Огнеупоры ГОСТ 390-96	т	0,100	8400,00	0,84	15,120
Итого		8,643		2,77	49,790
Топливо и энергия для технологических нужд					
1. Эл. энергия	кВ/ч	8000,000	4,20	33,60	604,800
2. Вода	м ³	150,000	14,00	2,10	37,800
Итого				35,70	642,600
Топливо и энергия для хозяйственных нужд					
1. Эл. энергия	кВ/ч	60,000	4,20	0,25	4,536
2. Питьевая вода	м ³	15,500	16,00	0,25	4,464
Итого				0,50	9,000
Всего					1234,253

					ДП.22.03.02.912 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		57

Окончание таблицы 11

Наименование оборотных средств	Единица измерения	Норма расходов на 1 т. годового литья	Цена за единицу, руб.	Затраты на 1 тонну литья, тыс. руб.	Годовая потребность в млн. руб.
Возвратные отходы					
1. Оборотная формовочная смесь	т	7,652	350,00	2,68	48,208
2. Возврат	т	0,577	19500,00	11,25	202,527
3. Вода	м ³	10,000	14,00	0,14	2,520
Итого				14,07	253,255

Годовая потребность участка в оборотных средствах за вычетом возвратных отходов составила 980,998 млн. руб. (1234,253 – 253,255).

Таблица 12 – Баланс использования времени одного производственного рабочего

Элементы баланса	Дни	Часы
Календарное время	365	2920
Выходные и праздничные дни	119	952
Номинальное время	246	1968
Потери рабочего времени:		0
– очередной отпуск;	24	192
– болезнь;	10	80
– выполнение государственных обязанностей;	3	24
– прочие	3	24
Эффективное время	206	1648

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:

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
	т			а

ДП.22.03.02.912 ПЗ

лист

58

- 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.

Таблица 13 – Расчет среднесписочной численности и фонда заработной платы рабочих проектируемого цеха

Профессия рабочего	Количество работающих \times	Часовая тарифная ставка данного разряда, руб.	Годовой фонд заработной платы, тыс. руб.			
			прямой	начисления на прямую заработную плату, 50 %	общий с коэффициентом 15%	общий с учетом СВ 30 %
Основные рабочие						
Шихтовщик	4	160,000	1054,720	527,360	1582,080	2056,704
Плавильщик	8	180,000	2373,120	1186,560	3559,680	4627,584
Заливщик	4	180,000	1186,560	593,280	1779,840	2313,792
Оператор формовочной машины	2	160,000	527,360	263,680	791,040	1028,352
Проставщик стержней	4	155,000	1021,760	510,880	1532,640	1992,432
Оператор стержневой машины	2	165,000	543,840	271,920	815,760	1060,488
Стержненщик	4	130,000	856,960	428,480	1285,440	1671,072
Оператор смесителя	4	165,000	1087,680	543,840	1631,520	2120,976
Оператор установки переработки	4	140,000	922,880	461,440	1384,320	1799,616
Обрубщик	12	185,000	3658,560	1829,280	5487,840	7134,192
Итого	44				19850,160	25805,208

					ДП.22.03.02.912 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		59

Окончание таблицы 13

Профессия рабочего	Количество работающих	Часовая тарифная ставка данного разряда, руб.	Годовой фонд заработной платы, тыс. руб.			
			прямой	начисления на прямую заработную плату, 50 %	общий с коэффици- -ентом 15%	общий с учетом СВ 30 %
Вспомогательные рабочие. Занятые обслуживанием оборудования						
Наладчик	8	130,000	1713,920	856,960	2570,880	3342,144
Электрик	8	135,000	1779,840	889,920	2669,760	3470,688
Электромонтер	8	135,000	1779,840	889,920	2669,760	3470,688
Слесарь	8	120,000	1582,080	791,040	2373,120	3085,056
Итого	32				10283,520	13368,576
Незанятые обслуживанием оборудования						
Кладовщик	4	100,000	659,200	329,600	988,800	1285,440
Итого	4				988,800	1285,440
Всего	80				31122,480	40459,224

Среднесписочная численность рабочих цеха составляет 80 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 40,459 миллионов рублей.

Таблица 14 – Расчет среднесписочной численности и фонда заработной платы остальных работников проектируемого цеха

Должность	Количество	Оклад, руб.	Начисления на оклад, руб. 50%	Общий годовой фонд заработной платы, тыс. руб.	Общий годовой фонд заработной платы с учетом СВ, 30%, тыс. руб.
Руководители					
Начальник цеха	1	100000	50000,000	1800,000	2340,000
Заместитель начальника	2	70000	35000,000	2520,000	3276,000
Мастер	12	40000	20000,000	8640,000	11232,000
Главный технолог	1	55000	27500,000	990,000	1287,000
Главный конструктор	1	55000	27500,000	990,000	1287,000
Итого	17			14940,000	19422,000

					ДП.22.03.02.912 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		60

Окончание таблицы 14

Должность	Количество	Оклад, руб.	Начисления на оклад, руб. 50%	Общий годовой фонд зарботной платы, тыс. руб.	Общий годовой фонд заработной платы с учетом СВ, 30%, тыс. руб.
Специалисты					
Бухгалтер	4	35000	17500,000	2520,000	3276,000
Технолог	4	30000	15000,000	2160,000	2808,000
Инженер	4	30000	15000,000	2160,000	2808,000
Конструктор	4	30000	15000,000	2160,000	2808,000
Итого	16			9000,000	11700,000
Служащие					
Контролер	4	25000	12500,000	1800,000	2340,000
Секретарь	1	20000	10000,000	360,000	468,000
Итого	5			2160,000	2808,000
Младший обслуживающий персонал					
Дворник	4	12000	6000,000	864,000	1123,200
Уборщица	4	12000	6000,000	864,000	1123,200
Итого	8			1728,000	2246,400
Всего	46			27828,000	36176,400

Среднесписочная численность остальных работников проектируемого цеха составляет 46 человек, общий годовой фонд заработной платы с учетом производственной премии 50 % от оклада, уральского коэффициента 15 % и отчислений в социальный фонд в размере 30 % составляет 26,769 миллионов рублей.

					ДП.22.03.02.912 ПЗ	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		61

Общий годовой фонд заработной платы с учетом страховых выплат всех работающих (126 человек) проектируемого цеха составил 76,636 тыс. руб. (40,459 + 36,176).

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i> <i>т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i> <i>а</i>		62

Таблица 15 – Ведомость среднесписочного количества работающих и фонда заработной платы

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%, млн. руб.
Основные рабочие	44	48,874	19,850	25,805
Вспомогательные рабочие:				
– занятые обслуживанием оборудования;	32	34,814	10,284	13,369
– незанятые обслуживанием оборудования	4	26,780	0,989	1,285
Руководители	17	95,206	14,940	19,422
Специалисты	16	60,938	9,000	11,700
Служащие	5	46,800	2,160	2,808
Младший обслуживающий персонал	8	23,400	1,728	2,246
Итого	126		58,950	76,636

Таблица 16 – Смета расходов на содержание и эксплуатацию оборудования цеха

Наименование статьи расходов	Сумма, тыс. руб.
1. Амортизация машин и оборудования, транспортных средств, инструмента	19078,380
2. Вспомогательные материалы для ухода за оборудованием (смазочные и др.)	50,000
3. Общий годовой фонд заработной платы с единым социальным налогом рабочих, занятых обслуживанием оборудования (слесари, электрики, смазчики и т.д.)	39173,784
4. Текущий ремонт оборудования и транспортных средств, инструмента	50,000
Итого	58352,164

					ДП.22.03.02.912 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		63

Данная смета отражает затраты по управлению цехом и его обслуживанию. Основой для ее составления являются результаты вышеприведенных расчетов. Смета цеховых расходов представлена в таблице 17

Таблица 17 – Смета цеховых расходов

Наименование статьи расходов	Сумма, тыс. руб.
1. Амортизация зданий, сооружений, передаточных устройств, производственного и хозяйственного инвентаря цеха	4902,000
2. Вспомогательные материалы на хозяйственно-бытовые нужды цеха	50,000
3. Топливо и энергия (вода) на хозяйственно-бытовые нужды цеха	9000,000
4. Общий годовой фонд заработной платы с единым социальным налогом руководителей, специалистов и служащих, младшего обслуживающего персонала, а также вспомогательных рабочих, не занятых обслуживанием оборудования	90004,200
5. Текущий ремонт зданий, сооружений, передаточных устройств, производственного и хозяйственного инвентаря цеха	50,000
6. Прочие расходы (охрана труда, рационализация, изобретательство и т.д.)	70,000
Итого	104076,200

Цеховые расходы составляют 104,076 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.

Таблица 18 – Себестоимость годовой программы и одной тонны годного литья

Калькуляционные статьи затрат	На годовую программу, млн. руб.	На одну тонну годного литья, тыс. руб.
1. Основные и вспомогательные материалы на технологические цели	582,653	32,370
2. Топливо и энергия на технологические цели	642,600	35,700
3. Возвратные отходы оборотных средств	253,255	14,070
4. Общая заработная плата основных рабочих с единым социальным налогом	25,805	1,434

					ДП.22.03.02.912 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		64

Окончание таблицы 18

Калькуляционные статьи затрат	На годовую программу, млн. руб.	На одну тонну годного литья, тыс. руб.
5. Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	58,352	3,242
6. Цеховые расходы	104,076	5,782
7. Потери от брака	23,205	1,289
Итого цеховая себестоимость	1183,436	65,746
8. Общехозяйственные расходы (доля расходов по управлению и обслуживанию на предприятии, приходящаяся на данный цех)	8,000	0,444
Итого производственная себестоимость	1191,436	66,191
9. Внепроизводственные расходы (доля коммерческих расходов предприятия, приходящаяся на данный цех)	12,000	0,667
Итого полная себестоимость	1203,436	66,858

Полная себестоимость 1 тонны годного литья составила 66,858 тыс. руб.

По результатам расчетов, представленных в таблицах 9 – 18, определены технико-экономические показатели работы проектируемого цеха, показанные в таблице 19.

Таблица 19 – Техничко-экономические показателей работы участка

Наименование показателя	Единица измерения	Обозначения и расчетные формулы	Значение показателя
Годовой объем производства годного литья	т	Q	18000
Общая площадь цеха	м ²	S	10368
Съем литья с 1 м ² общей площади	т/м ²	$C_s = Q / S$	1,7
Балансовая стоимость основных производственных фондов	млн. руб.	Ф _Б	515,210
Активная часть основных производственных фондов	%	$АЧ = \frac{\Phi_3}{\Phi_Б} \times 100\%$	44,566
Фондоотдача	руб./руб.	$\Phi О = \frac{Q \times Ц}{\Phi_Б}$	2,34

					ДП.22.03.02.912 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		65

Окончание таблицы 19

Наименование показателя	Единица измерения	Обозначения и расчетные формулы	Значение показателя
Фондоемкость продукции	руб./руб.	$ФЕ = 1/ФО$	0,43
Стоимость оборотных фондов (оборотные средства)	млн. руб.	ОС	1234,253
Материалоотдача	руб./руб.	$МО = \frac{Q \times Ц}{ОС}$	0,98
Материалоемкость продукции	руб./руб.	$МЕ = 1/МО$	1,03
Расход основных материалов на 1 т годного литья	т	$Р_{ОМ}$	1,626
Численность: – работающих; – рабочих	чел.	Ч Ч _Р	126 80
Производительность труда одного работающего	т/чел.	$ПТ = Q/Ч$	142,86
Производительность труда одного рабочего	т/чел.	$ПТ_R = Q/Ч_R$	225,00
Трудоемкость продукции	(чел.×ч)/т.	$ТЕ = \frac{Ч_R \times ЭВ}{Q}$	7,32
Общий годовой фонд заработной платы работающих	млн. руб.	ФЗП	58,950
Среднемесячная заработная плата одного работающего	тыс. руб.	ЗП	38,99
Полная себестоимость 1 т годного литья	тыс. руб.	С	66,86
Цена 1 т годного литья	тыс. руб.	Ц	85,00
Прибыль на 1 т литья	тыс. руб.	$П_0 = Ц - С$	18,14
Прибыль на годовой выпуск	млн. руб.	$П = П \times Q$	326,564
Рентабельность продукции	%	$R_{П} = \frac{П}{С} \times 100\%$	27,14
Рентабельность по фондам	%	$R_{Ф} = \frac{П \times Ц}{Ф_Б + ОС} \times 100\%$	18,67
Затраты на 1 руб. Продукции	руб./руб.	$Z = С/Ц$	0,79

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		66

Окончание таблицы 19

Наименование показателя	Единица измерения	Обозначения и расчетные формулы	Значение показателя
Дополнительные капитальные вложения	млн. руб.	К	1547,729
Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений	лет	$T=K/ΠO$	5,0
Коэффициент эффективности капитальных вложений	1/год	$E=1/T$	0,200

Капитальные вложения составляют 1547,729 млн. рублей [15]

$$K=K_{фб}+K_{ос}+K_{пр}$$

где К – капитальные вложения, млн. руб;

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

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

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

$$K = 515,210 + 980,998 + 0,1 \cdot 515,210 = 1547,729$$

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		67

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 [16] 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 126 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;

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		68

- 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 1,2м.

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 [17].

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		69

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

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

Предельно-допустимые концентрации вредных веществ (ПДК) в воздухе рабочей зоны регламентируется ГН 2.2.5.1313-03 [18].

Таблица 20 – 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;

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		70

- 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;
- 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 [22].

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;

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		71

- Вентиляцию производственного помещения;
- Распыление воды на рабочих местах;
- 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 [23], 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.

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		72

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

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 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 – 80дБА.

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

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		73

вибрационных столов в формовочном и стерневом отделениях. Предельно допустимая величина общей вибрации в цехе согласно СН 22-74 - 80 92 дБ.

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 21 представлены ПДУ постоянного магнитного поля.

Таблица 21 - 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.

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		74

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 [12].

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 [21].

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

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		75

операций, надежного быстро отключающего автоматического устройства, заземления всех элементов, на которые воздействует высокое напряжение.

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;

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		76

- Обеспечение людей средствами индивидуальной и коллективной защиты;
- Установка систем противодымной защиты.

Запрещается:

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.

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		77

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

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;

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		78

- 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.

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		79

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 22 приводятся основные характеристики технологического процесса.

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		80

Таблица 22 – Основные материально-энергетические показатели технологического процесса

№	Показатели	Количество	Ед.изм.
1.	Сырье:		
	Лом стальной	18564	Тыс. т/год
	Лом чугунный	1758	Тыс. т/год
	Ферросплавы	4233,7	Тыс. т/год
	Отходы литейного цеха	9346,7	Тыс. т/год
2.	Энергия:		
	Электрическая	101,6	Млн.кВт·ч
	Природный газ	45	Тыс. м ³ /год
	Пар	320	Тыс. кДж/год
3.	Продукция:		
	Отливки из стали	18000	Т/год
4.	Отходы материальные:		
	Шлак	1107	Тыс. т/год
	Пыль	25	т/год
	Оксид углерода СО	201	т/год
	Диоксид серы	29	Т/год
	Углекислый газ	2410	т/год
	Диоксид азота	32	т/год
	Угар и потери	657,8	т/год
	Недоливы	8	т/год
	Хлориды	42	т/год
	Фториды	31	т/год
5.	Отходы энергетические		
	Шум	85-130	дБ
	Тепло отходящих газов	3,5	Млн кДж/год
	Вибрация	93	дБ
	Электромагнитное излучение	52	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.22.03.02.912 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		81

В таблице 23 указаны предельно допустимые концентрации (ПДК) и предельно допустимый уровень (ПДУ) вредных веществ, выбрасываемых цехом.

Таблица 23 - 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.22.03.02.912 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		82

- 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

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		83

виброгасящих амортизирующих 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 24.

Таблица 24 - 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

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.

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		84

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте разработан цех по производству отливок из стали марки 25Л ГОСТ 977-88 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 «Ступица» из стали 25Л ГОСТ 977-88 в соответствии с техническими требованиями на литейную деталь. После анализа технологичности отливки предложено изготовление отливки «ступица» 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.

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		85

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сайт «Ресурс машиностроения», статья «Ресурсоэффективность литейного производства в России». – <http://www.i-mash.ru>
2. 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.
3. Могилев, В. К. Справочник литейщика: Справочник для профессионального обучения рабочих на производстве / В.К. Могилев. – М.: Машиностроение, 1988. – 272 с.
4. Технологические процессы и оборудование: Сборник руководящих технических материалов по современным эффективным технологическим процессам формообразования точных отливок для деталей в машиностроении.- Москва, 2002. – 285 с.
5. Сайт фирмы «EIRICH». – <http://www.ralinfo.ru/work/168/170/177/3947>
6. Сайт фирмы «laempe». – <http://www.laempe.ru>
7. Чуркин, Б.С. Технология литейного производства: Учебник/ Б.С. Чуркин – Екатеринбург: Изд. Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2000. – 662 с.
8. Сайт «Российская ассоциация литейщиков», описание оборудования фирмы «wagner-sinto». – <http://www.ruscastings.ru/work/168/170/175/8804>
9. «Новые литейные технологии для производства деталей автомобилей». - http://mami.ru/science/mami145/scientific/article/s06/s06_02.pdf.
10. Теория литейных процессов: учебное пособие / Л. Г. Знаменский, В. К. Дубровин, Б. А. Кулаков, В. И. Швецов.- Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 1999. – 163 с.
11. Швабауэр, В.И. Технология изготовления отливок: Учебное пособие / В.И. Швабауэр. – Челябинск: ЧГТУ, 1992. – 68 с.
12. Сайт фирмы «wagner-sinto». – <http://www.wagner-sinto.de/russish/produkte/giessautomat.html>

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		86

13. Сайт фирмы «Cogeim». – <http://www.cogeim.ru>

14. Клецкин, Б.Э. Производство отливок из сплавов на основе железа: Учебное пособие/ Б.Э. Клецкин , В.И. Швецов – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2000. – 103 с.

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

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

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

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

19. 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

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

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

					<i>ДП.22.03.02.912 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дат а		87