

РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 102 листов машинописного текста, 14 рисунков, 29 таблиц, 14 источников литературы и графическую часть на 5 листах формата А1

Ключевые слова: СТАЛЬ 35; ОТЛИВКА; БАРАБАН ТОРМОЗНОЙ; ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО, ПЕЧЬ; СТЕРЖЕНЬ.

Объект исследования: отливка «Барабан тормозной».

Предмет исследования – технология изготовления отливки «Барабан тормозной».

Цель работы - организация технологического процесса изготовления отливок из стали для нужд АО «ЕВРАЗ НТМК» с годовым выпуском 15000 тонн.

Основные задачи:

1. Произвести расчёт точной производственной программы проектируемого цеха с требуемой годовой производительностью.

2. Разработать технологический процесс изготовления отливки «Барабан тормозной».

3. Провести расчеты необходимого технологического оборудования, описать основные технологические процессы, выбрать необходимые материалы для обеспечения годовой программы цеха стального литья с годовой производительностью 15000 т.

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>					
<i>Изм</i>	<i>Лист</i> <i>т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>						
<i>Разраб.</i>	<i>Ковязин</i> <i>И.В.</i>				<i>Организация</i> <i>технологического процесса</i> <i>изготовления отливок из</i> <i>стали для нужд АО «ЕВРАЗ</i> <i>НТМК» с годовым выпуском</i> <i>15000 тонн</i>					
<i>Провер.</i>	<i>Категоренко</i> <i>Ю.И.</i>							<i>Лит.</i>	<i>Листов</i>	<i>Лист</i>
<i>Н.конт.</i>								<i>Д</i>	<i>102</i>	<i>4</i>
<i>Утв.</i>								<i>ФГАОУ ВО РГППУ</i> <i>ИИПО</i> <i>Кафедра ИММ</i> <i>Группа ЗМП-404с</i>		

4. В экономической части проекта провести расчеты основных экономических показатели работы спроектированного цеха – себестоимость, рентабельность и срок окупаемости капитальных вложений.

5. В пятом разделе описать меры предосторожности при работе с выбранным оборудованием и материалами, а также мероприятия по защите окружающей среды от вредного влияния предприятия.

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	лист
						5
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОГРАММА ЦЕХА	8
1.1 Планировочное решение цеха	8
1.2 Режим работы цеха	9
1.3 Расчет фонда времени работы оборудования	12
1.4 Производственная программа	12
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	14
2.1 Характеристика литой детали и условий ее службы	14
2.2 Материал отливки и его свойства	15
2.3 Выбор способа производства отливки	15
2.4 Выбор модельного комплекта	17
2.5 Формовочные, стержневые смеси и покрытия	19
2.6 Выбор положения отливки в форме и плоскости разъёма формы	21
2.7 Формовочные уклоны	23
2.8 Определение количества и конструкции стержней	23
2.9 Выбор прибыли и расчет ее размеров	25
2.10 Расчет времени заполнения формы	26
2.11 Подготовка форм и стержней, сборка и заливка форм	30
2.12 Дефекты отливок и контроль их качества	38
3. ВЫБОР И РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ОБОРУДОВАНИЯ	39
3.1 Плавильное отделение	39
3.2 Формовочно-заливочно-выбивное отделение	44
3.3 Стержневое отделение	47
3.4 Смесеприготовительное отделение	50
3.5 Термообрубное отделение	51
4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	60
5. ОХРАНА ТРУДА, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	75
5.1 Безопасность труда	75
5.1.1 Характер трудового процесса	76
5.1.2 Условия труда	77
5.2 Экологическая безопасность	84
5.2.1 Глобальные экологические проблемы современности	84
5.2.2 Анализ связей технологического процесса с экологическими системами	85

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	ЛИСТ
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		6

5.2.3 Основные требования экологизации проекта	86
5.2.4 Существующие мероприятия по экологизации производства	87
5.2.5 Рекомендуемые мероприятия по экологизации производства	89
6. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	94
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	99
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	100
ПРИЛОЖЕНИЕ	102

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	<i>лист</i>
						7
<i>Изм</i>	<i>Лист</i> т	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i> а		

ВВЕДЕНИЕ

Получение металлических изделий способом литья является одним из древнейших процессов обработки металлов. Его начало относят к бронзовому веку, за пять тысячелетий до нашей эры. Первые отливки изготавливали из сплавов меди с оловом, цинком, свинцом. Чугунное литье получило развитие в XIII веке.

Для создания машин, приборов, средств транспорта, бытовых устройств, деталей строительных конструкций и т. п. необходимы различные детали сложной конфигурации. Некоторые металлические изделия получают путем прокатки,ковки, прессования. Более сложные детали изготавливают на металлообрабатывающих станках резанием, фрезерованием, сверлением и другими операциями. В отдельных случаях прибегают к помощи сварки отдельных частей.

Но во многих случаях более простым способом получения сложных по форме изделий и более экономичным является отливка изделий в песчаные или металлические формы. При затвердевании металл приобретает очертания внутренней полости формы. В одних случаях литое изделие подвергают механической обработке, в других получают готовое изделие с высококачественной поверхностью.

Объем фасонных отливок в мире из всех сплавов составляет в настоящее время более 100 млн. т, масса литых деталей достигает 50% от массы машин. Двигатель внутреннего сгорания состоит, в основном, из литых деталей. Башни танков, траки гусениц, детали турбин самолетов, водопроводные трубы, радиаторы отопления и многое другое – все это литые изделия.

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	лист
						8
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата а		

1. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОГРАММА ЦЕХА

1.1 Планировочное решение цеха

В соответствии с выданным заданием, цех стального литья производительностью 15000 тонн в год проектируется с учетом передовых технологий, мощности, номенклатуры, режима работы и типа производства.

Проанализировав литературу по проектированию литейных цехов было принято решение об оптимальной компоновке цеха. Проектируемый литейный цех состоит из производственных и вспомогательных отделений, складских и служебно-бытовых помещений. Планировочное решение для проектируемого цеха показано на рисунке 1.

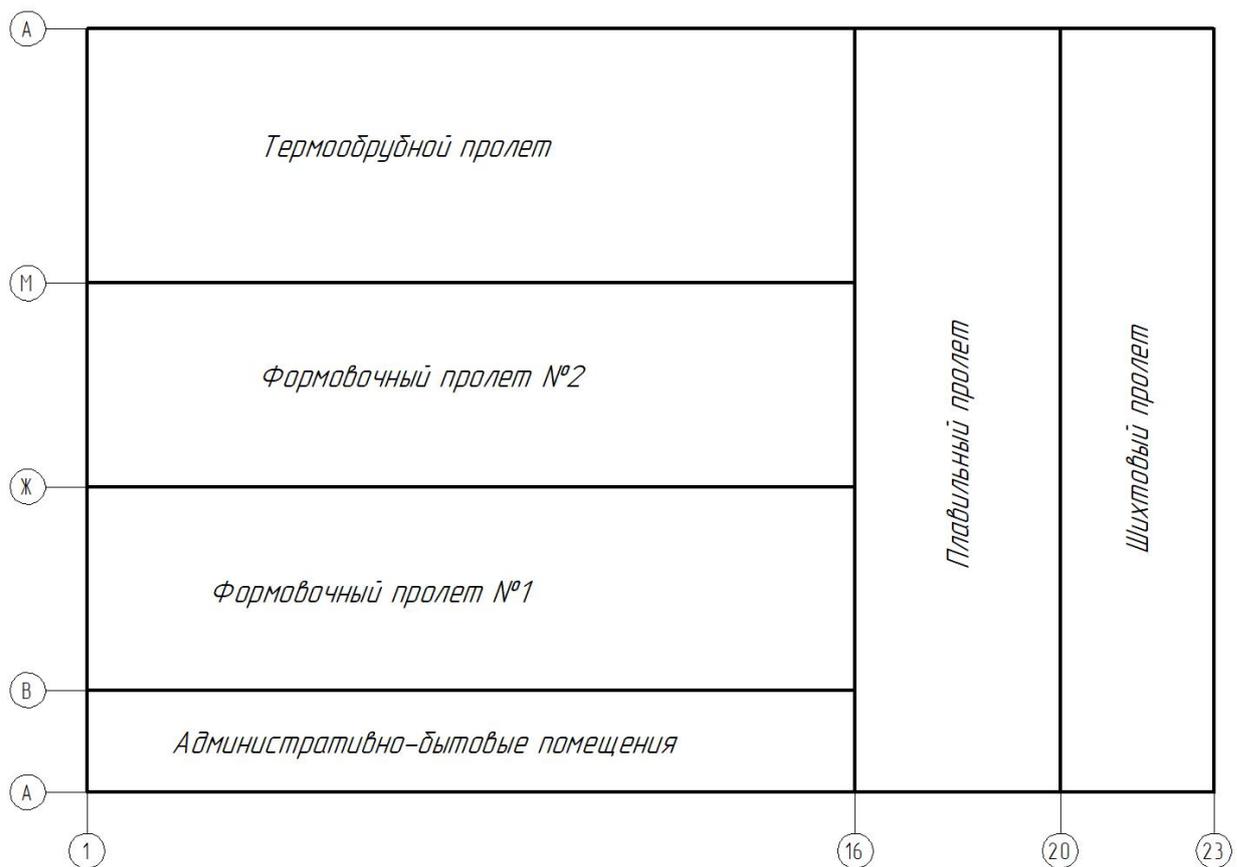


Рисунок 1 – Планировочное решение

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	ЛИСТ
Изм	Лист Т	№ докум.	Подп.	Дата		9

По типу помещения все производственные и вспомогательные участки цеха, а также складские и административно-бытовые помещения классифицируются.

В таблице 1 представлен состав отделений проектируемого цеха.

Таблица 1 – Состав отделений проектируемого цеха

Тип помещения	Название
Производственные участки	плавильное отделение
	участок подготовки шихты
	стержневое отделение
	формовочно-заливочно-выбивное отделение
	обрубное отделение
Вспомогательные участки	участок ремонта ковшей и печей
	смесеприготовительное отделение
	участок переработки смеси
	ремонтно-энергетическое и ремонтно-механическое отделения
	лаборатории
Складские помещения	склады для хранения шихтовых материалов
	склады для хранения формовочных материалов
	склады модельной оснастки
	склады стержневой оснастки
	склады приспособлений и инструментов,
	склады огнеупоров
	склады готовой продукции
Административно-бытовые помещения	конторы цеха
	технологическое бюро
	службы механика и энергетика
	производственно-диспетчерская и планово-экономическая службы
	гардеробные
	душевые
	столовые
	медпункт

1.2 Режим работы цеха

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

В настоящее время в литейных цехах применяются два режима работы: последовательный (ступенчатый) и параллельный.

Последовательный режим работы

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	лист
						10
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата а		

При таком режиме основные технологические операции выполняются последовательно в различные периоды суток на одной и той же площади. Существует несколько видов последовательных режимов работы в течение суток:

- Двухсменный - в первую смену производится формовка и сборка, а во вторую заливка и выбивка. Этот режим применяется для среднего и мелкого тонкостенного литья, требующего немного времени на заливку, остывание, выбивку при небольшой площади цеха и средней механизации;

- Трехсменный - в первую смену производится формовка и сборка, во вторую - заливка, в третью - выбивка и подготовка рабочих мест. Такой режим применяется при изготовлении крупных отливок в мелкосерийном и индивидуальном производстве;

- Трехсменный с двухсменной формовкой, сборкой и односменной заливкой, выбивкой и подготовкой - применяется при изготовлении отливок легкого и среднего веса;

- Трехсменный с двумя циклами работы - все производственные операции в течение суток повторяются дважды. Особенностью такого режима является занятость производственных рабочих половину смены на подсобных работах. Применяется при изготовлении мелких отливок.

Параллельный режим работы

При данном режиме работы все технологические операции выполняются одновременно на различных производственных участках. Бывают односменные, двухсменные и трехсменные параллельные режимы работы. Параллельный режим работы организуется в механизированных литейных цехах мелкосерийного, серийного и массового производства.

Наибольшее распространение получил двухсменный параллельный режим, при котором третья смена отводится для профилактики и ремонта оборудования. К односменному параллельному режиму прибегают редко, так как оборудование и площадь используются недостаточно. Трехсменный режим также применяется редко,

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	лист
						11
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

поскольку он затрудняет проведение профилактических осмотров и ремонтов, что ведет к быстрому изнашиванию оборудования.

Основным условием применения параллельного режима является обеспечение непрерывной работы формовочных линий жидким металлом.

В проектируемом цехе выбран двухсменный параллельный, при пятидневной рабочей неделе и восьмичасовом рабочем дне. При этом режиме работы все основные технологические процессы изготовления отливок производятся в две смены. Третья смена отводится для профилактики и ремонта оборудования. Так как продолжительность термообработки составляет 8...10 часов, термические печи тоже работают в три смены.

Различается три основных фонда рабочего времени:

- Календарный (T_K), учитывающий полное годовое календарное время;
- Номинальный (T_H), учитывающий полное годовое рабочее время без потерь;
- Действительный (T_D), учитывающий полное годовое рабочее время с неизбежными потерями.

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

Календарный фонд времени составляет:

$$T_K = 24 \cdot 365 = 8760 \text{ ч.}$$

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

В случае пятидневной рабочей недели, восьмичасовой смены номинальный фонд времени составляет для рабочих:

$$T_H = 8 \cdot 247 = 1976 \text{ ч.}$$

для оборудования, работающего в две смены:

$$T_H = 16 \cdot 247 = 3952 \text{ ч.}$$

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	лист
						12
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата а		

для оборудования, работающего в три смены:

$$T_{\text{н}} = 24 \cdot 247 = 5928 \text{ ч.}$$

Действительный фонд времени составляет [2]:

$$T_{\text{д}} = \frac{T_{\text{н}} \cdot (100 - \alpha)}{100}, \text{ ч} \quad (1)$$

где $T_{\text{н}}$ – номинальный фонд времени, ч;

α – потери времени, %.

1.3 Расчет фонда времени работы оборудования

Расчеты оборудования производятся по действительному фонду времени.

Расчет действительного фонда времени для оборудования представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Действительный годовой фонд времени работы оборудования

Оборудование	Число смен в сутки	Номинальный фонд времени, ч ($T_{\text{н}}$)	Потери времени, % (α)	Действительный фонд времени, ч ($T_{\text{д}}$)
1	2	3	4	5
Оборудование плавильного отделения	2	3952	6	3715
Оборудование подготовки смеси	2	3952	4	3794
Оборудование формовочного отделения	2	3952	6	3715
Оборудование стержневого отделения	2	3952	6	3715
Оборудование термообрубного отделения	2	3952	5	3754
Печи термические	3	5928	3	5750

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	ЛИСТ
						13
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата а		

1.4 Производственная программа

В проектируемом цехе материалом для отливок служит сталь марки 35Л ГОСТ 977–88 [1].

Расчет точной производственной программы (таблица 3) цеха является основой для расчета количества оборудования. Точная программа предусматривает разработку технологических данных для каждой отливки и применяется при проектировании цехов серийного и массового производства.

Таблица 3 – Точная производственная программа

Название отливки	Марка сплава	Масса отливки, кг	Годовой выпуск, шт	Масса отливок на годовую программу, т
1	2	3	4	5
1.Диск	Сталь 35Л	9,00	55556	500,00
2.Проставка	Сталь 35Л	8,50	58824	500,00
3.Распорка	Сталь 35Л	9,00	55556	500,00
4.Кронштейн	Сталь 35Л	8,00	62500	500,00
5.Кронштейн	Сталь 35Л	8,60	58140	500,00
6.Проставка	Сталь 35Л	9,20	54348	500,00
7.Основание	Сталь 35Л	9,80	51020	500,00
8.Кронштейн	Сталь 35Л	6,70	74627	500,00
9.Кронштейн	Сталь 35Л	9,90	50505	500,00
10.Проушина	Сталь 35Л	8,60	58140	500,00
Итого			579214	5000,00
11.Тормозной барабан	Сталь 35Л	13,50	37037	500,00
12.Проушина	Сталь 35Л	14,00	35714	500,00
13.Кронштейн	Сталь 35Л	42,00	11905	500,00
14.Крышка	Сталь 35Л	11,00	45455	500,00
15.Вилка	Сталь 35Л	40,00	12500	500,00
16.Проушина	Сталь 35Л	32,00	15625	500,00
17.Гнездо	Сталь 35Л	18,30	27322	500,00
18.Кронштейн	Сталь 35Л	17,40	28736	500,00
19.Кронштейн	Сталь 35Л	37,30	13405	500,00
20.Стакан	Сталь 35Л	37,60	13298	500,00
Итого			240996	5000,00

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	Лист
						14
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

21.Колесо	Сталь 35Л	94,00	5319	500,00
22.Накладка	Сталь 35Л	81,00	6173	500,00
23.Кронштейн	Сталь 35Л	72,00	6944	500,00
24.Крышка	Сталь 35Л	98,10	5097	500,00
25.Рамка	Сталь 35Л	87,50	5714	500,00
26.Педаль	Сталь 35Л	64,00	7813	500,00
27.Корпус	Сталь 35Л	86,00	5814	500,00
28.Вилка	Сталь 35Л	92,00	5435	500,00
29.Вилка	Сталь 35Л	75,00	6667	500,00
30.Кронштейн	Сталь 35Л	82,00	6098	500,00
Итого			61073	5000,00
Всего				15000,00

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	ЛИСТ
						15
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

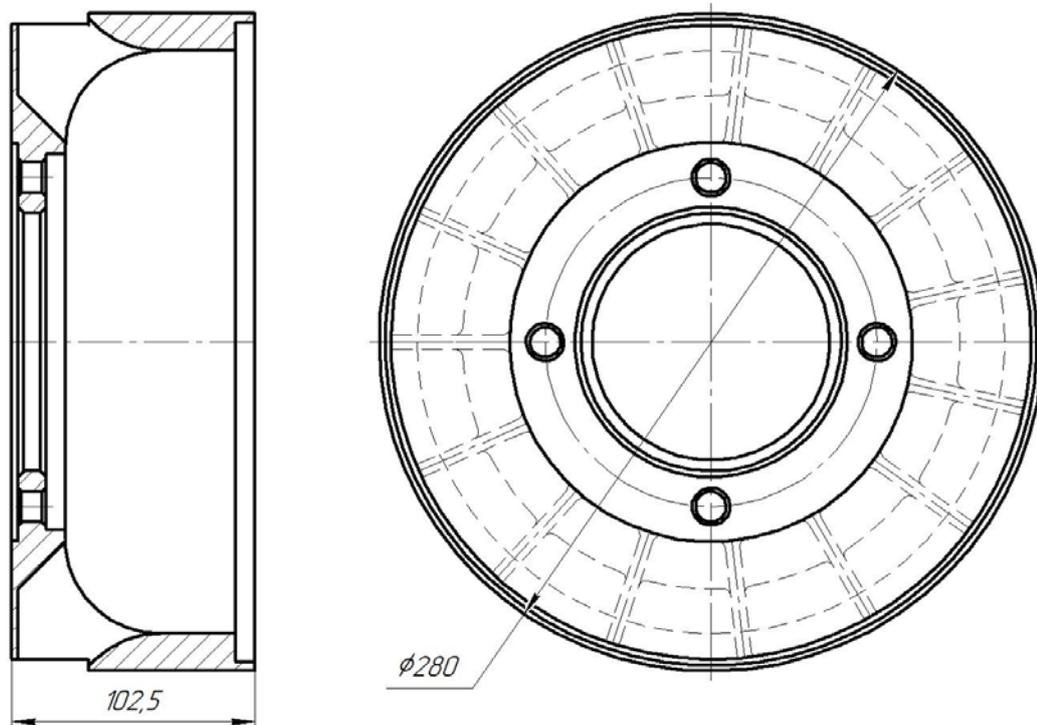
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Характеристика литой детали и условий ее службы

Тормозной барабан – ключевой элемент барабанной тормозной системы, на который оказывают воздействие тормозные колодки барабанного типа в процессе торможения. Трение тормозных колодок о тормозной барабан вызывает остановку автомобиля.

Как правило, тормозные барабаны изготавливаются из специальных сортов чугуна или из стали. Принцип действия барабанной, – колодки разжимаются, надавливая на внутренние стенки барабана. Узел тормозного барабана – сложная конструкция, по сравнению с тормозной системой дискового типа.

Эффективность барабанных тормозов намного ниже дисковых, однако эта конструкция обладает большей надежностью, поскольку колодки защищены от внешней среды, например, воды или грязи. Эскиз отливки «Барабан тормозной» показан на рисунке 2.



					ДП.44.03.04.715 ПЗ	ЛИСТ
Изм	Лист Т	№ докум.	Подп.	Дат а		16

Рисунок 2 – Эскиз отливки «Барабан тормозной»

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	ЛИСТ
						17
<i>Изм</i>	<i>Лист</i> <i>т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i> <i>а</i>		

2.2 Материал отливки и его свойства

Назначение стали 35Л [1]:

Корпуса и обоймы турбомашин, станины прокатных станов, зубчатые колеса, детали гидротурбин, тяги, бегунки, бабы паровых молотов, задвижки, балансиры, диафрагмы, катки, вилки, кронштейны и другие детали, работающие под действием средних статических и динамических нагрузок. Для стяжных колес, плавающих головок подогревателей и теплообменников, работающих при температуре от -30 до +450°С.

Отливка «Барaban тормозной» заливается сталью 35Л и имеет следующие механические свойства:

- предел текучести $\sigma_T=275$ МПа;
- временное сопротивление разрыву $\sigma_B=491$ МПа;
- относительное удлинение $\delta=15$ %;
- свариваемость — ограниченно свариваемая;
- склонность к отпускной хрупкости — не склонна;
- линейная усадка — 2,2%.

Отливка «Барaban тормозной» подвергается термообработке:

- закалка 860 – 880 ° С;
- отпуск 600 – 630 ° С.

Химический состав стали 35Л следующий:

C – 0,32...0,4 %; Si – 0,2...0,52 %; Mn – 0,45...0,9 %; S не более 0,05 %;

P не более 0,05 %.

2.3 Выбор способа производства отливки

Рассмотрим возможные способы изготовления отливки. Отливку с заданными свойствами можно изготовить различными методами с применением различных материалов

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	лист
						18
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

При выборе способа производства отливки руководствуемся следующими требованиями:

- получение качественных отливок заданной конфигурации и размеров с наименьшим процентом брака;
- обеспечение необходимых эксплуатационных свойств отливок;
- минимальная трудоемкость процесса, экономное расходование основных и вспомогательных материалов, энергии и топлива;
- снижение расхода жидкого сплава;
- снижение объема механической обработки.

Таблица 4 – Выбор способа изготовления отливки

Показатели	Оценка в баллах различных способов литья				
	песчано-глинистая форма		литье в кокиль	V-процесс	ЛГМ
	ручная формовка	машинная формовка			
Ограниченность размеров	5	3	3	3	2
Ограниченность массы	5	3	3	3	4
Сложность отливки	5	4	4	5	3
Шероховатость	1	3	4	5	4
Увеличение экономичности с увеличением партии отливок	3	5	4	5	5
Стоимость оснастки	5	3	2	3	2
Производительность труда при процессе	3	4	5	5	5
Итого	27	25	25	29	25

В соответствии с данными таблицы 4, выбираем литье методом вакуумно-пленочной формовки с использованием машинной формовки по металлическим моделям на металлических подмодельных плитах [2].

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	лист
						19
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

2.4 Выбор модельного комплекта

Для вакуум-пленочной формовки необходим специальный модельный комплект, состоящий из модельной плиты и вакуумного поддона, а также непосредственно самой модели и всех частей литниковой системы.

Наиболее целесообразно применение металлического модельного комплекта, который обеспечит необходимое качество поверхности и точность размеров будущей отливки.

В связи с повышенной жидкотекучестью металла в вакуумных формах для предупреждения заливов по разьему не допускается коробление модельных плит свыше 0,1 мм.

Конструкция модели должна обеспечивать отсутствие ее деформации при давлении 0,1 МПа. Для удаления воздуха из-под пленки в моделях выполняют вентиляционные каналы. Шероховатость рабочей поверхности модели должна быть на 2 класса выше требуемой шероховатости поверхности отливки.

Опоки в условиях вакуумной формовки предназначены для быстрого отсоса воздуха из объема наполнителя, герметизированного корпусом опоки и тонкими пленками. Отсос воздуха производится через отсасывающие фильтры, связанные с вакуумной системой трубопроводами с быстродействующими затворами.

Для изготовления универсальной и специальной модельной оснастки выбираем алюминиевый сплав.

Состав модельного комплекта, применяемые материалы и количество приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Состав модельного комплекта

Название	Материал	Количество, шт
модель верха	АК7	4
модель низа	АК7	4
ящик стержневой №1	АК7	1
модель питателя	АК7	4
модель шлакоуловителя	АК7	2

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		20

модель стояка	AK7	1
---------------	-----	---

Определение класса точности и припусков на мех обработку.

Данная отливка относится ко второй группе сложности. К группе 2 относятся отливки в виде сочетания простых геометрических тел, плоские, круглые или полусферические, открытой формы. Наружные поверхности плоские и криволинейные с наличием ребер, буртов, кронштейнов, бобышек, фланцев с отверстиями и углублениями простой конфигурации. Внутренние полости простые, большой протяженности или высокие. Отдельные части выполняются с использованием стержней.

Точность отливки назначается в соответствии с ГОСТ Р 53464-2009 [3].

Точность отливки 11 – 8 – 10 – 11 [3].

11 – класс размерной точности;

8 – степень коробления;

10 – степень точности поверхности;

11 – класс точности массы.

Литейная усадка для данной отливки из стали 35Л составляет 2 %. При вакуумировании форма претерпевает усадку, образуя зазор с поверхностью модели, равный 0,2-0,3 мм, который уменьшает усадку наружных размеров отливки и увеличивает усадку внутренних размеров.

Размеры отливки и модели приведены в таблице 6. При вакуумно-пленочной формовке величину припусков можно уменьшить на 50% для боковых и нижних поверхностей и на 25% для верхних.

Таблица 6 - Размеры отливки и модели

Размеры детали по чертежу	Припуск на механическую обработку	Размер в отливке, мм	Размеры с учетом усадки и поправки на вакуумирование, мм	
			модели	ящика
102,5	3+3	108,5	$108,5 \times 1,02 - 0,2 = 110,47$	
22,5	3+3	28,5		$28,5 \times 1,02 + 0,2 = 29,29$
Ø280	3+3	Ø286	$286 \times 1,02 - 0,2 = 291,52$	

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	лист
						21
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

Ø270	3+3	Ø276	276x1,02 - 0,2 =281,32	
Ø160	3+3	Ø154		160x1,02+ 0,2 =163,4

2.5 Формовочные, стержневые смеси и покрытия

Формовочно-заливочно-выбивное отделение является основным в составе любого литейного цеха, так как на нем замыкается работа целого ряда основных отделений цеха – плавильного, стержневого, смесеприготовительного, а также ряда вспомогательных. Оно обеспечивает отливками финишное отделение цеха – термообрубное.

Состав формовочно-заливочно-выбивного отделения:

- формовочные участки, формовка верхних и нижних полуформ;
- участок простановки стержней;
- заливочный участок;
- участок охлаждения отливок;
- участок выбивки;
- склад модельно-опочной оснастки;
- лаборатории: химическая и испытания формовочных материалов.

Выбор технологического процесса для конкретного отделения тесно связан с общими и специальными требованиями, которые предъявляются к готовым отливкам по геометрической точности, эксплуатационной надежности и шероховатости поверхности, герметичности, коррозионной стойкости и др. В настоящее время имеется большое разнообразие технологических процессов изготовления литейных форм. В литейном цехе применяем линию вакуумно-пленочной формовки для получения высококачественных стальных отливок (V-процесс).

Важнейшей характеристикой данной технологии является использование сухого кварцевого песка без связующего, а также тонкой пластичной пленки при давлении вакуума от 0,3 до 0,6 бар.

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата а		22

Отливки, полученные по V-процессу, характеризуются, прежде всего, высоким качеством поверхности и превосходной размерной точностью. При определенных условиях возможен также отказ от обычно необходимого уклона на модели. В отдельных, частных случаях это может устранить необходимость трудоемкой обработки. Дальнейшие преимущества данного процесса:

- отсутствие износа модели;
- возможность изготовления тонкостенных отливок;
- минимальное количество заусенцев, либо полное их отсутствие на отливке;
- низкие затраты на зачистку;
- экологически чистая технология, не требующая особых физических усилий.

Для формовки применяют синтетические пленки. Вакуумная форма герметизируется тонкой синтетической пленкой, которая воспроизводит конфигурацию модели и в дальнейшем контактирует с жидким металлом.

Наиболее пригодна этилвинилацетатная пленка с содержанием винилацетата 12-20%, имеющая относительное удлинение свыше 70%.

Характеристики пленки марки М по ГОСТ 10354-73:

- плотность пленки – 0,96 г/см³;
- температура размягчения – 120 °С;
- номинальная толщина – 0,015 – 0,25 мм.

Толщина облицовочной пленки подбирается опытным путем в зависимости от конфигурации модели.

Для наполнителя применяется кварцевый песок с размером зерна 0,1 - 0,066 мм. Для улучшения качества поверхности добавляют пылевидную фракцию песка до 30%.

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	лист
						23
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата а		

При длительном использовании наполнитель постепенно измельчается, поэтому периодически необходимо производить его ситовой анализ и корректировать состав.

Противопригарное покрытие наносят на облицовочную пленку со стороны наполнителя, что препятствует проникновению жидкого металла в поры формы, а также дополнительно герметизирует поверхность формы [4].

Для покрытия применяется самовысыхающее безводное покрытие на циркониевой основе. Покрытие наносят на поверхность с помощью распылителя после ее укладки на модель.

Для изготовления стержней применяется Cold-Vox-Amin процесс.

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.

2.6 Выбор положения отливки в форме и плоскости разъёма формы

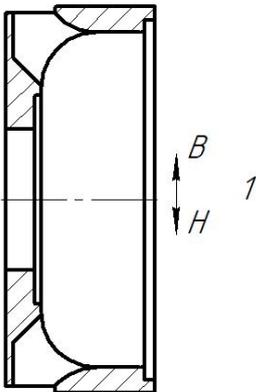
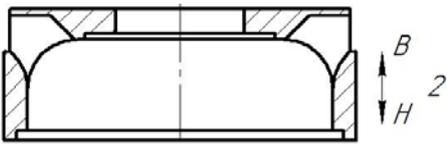
Выбор положения отливки в форме в момент заливки и затвердевания и выбор разъема в форме тесно связаны между собой и определяют весь технологический процесс изготовления отливки. От этого выбора зависят места подвода прибылей,

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	лист
						24
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

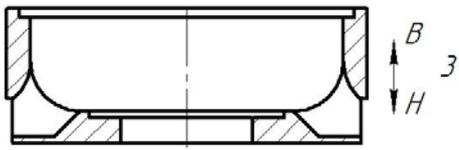
количество и конструкция стержней, а также конструкция литниковой системы. Для данной отливки можно предложить два положения отливки в форме. Анализ преимуществ и недостатков возможных вариантов приведен в таблице 7.

Анализируя данные таблицы 7 выбираем второй вариант расположения отливки в форме. При данном расположении можно предложить три варианта разъема формы, приведенные на рисунке 3.

Таблица 7 – Варианты расположения отливки в форме и разъема

№	Эскиз	Достоинства	Недостатки
1		<p>Возможен подвод питания по кратчайшему пути</p>	<p>Для надежного крепления стержня необходимы большие боковые знаки, нет прямого доступа к тепловым узлам отливки</p>
2		<p>Возможен подвод питания по кратчайшему пути, ответственные обрабатываемы поверхности расположены снизу, есть возможность установки прирублей на тепловой узел</p>	

					<p>ДП.44.03.04.715 ПЗ</p>	Лист
						25
Изм	Лист Т	№ докум.	Подп.	Дата а		

3		Возможен подвод питания по кратчайшему пути,	фиксация стержня затруднена, нет доступа к тепловому узлу, ответственные поверхности находятся в верхней части
---	---	--	--

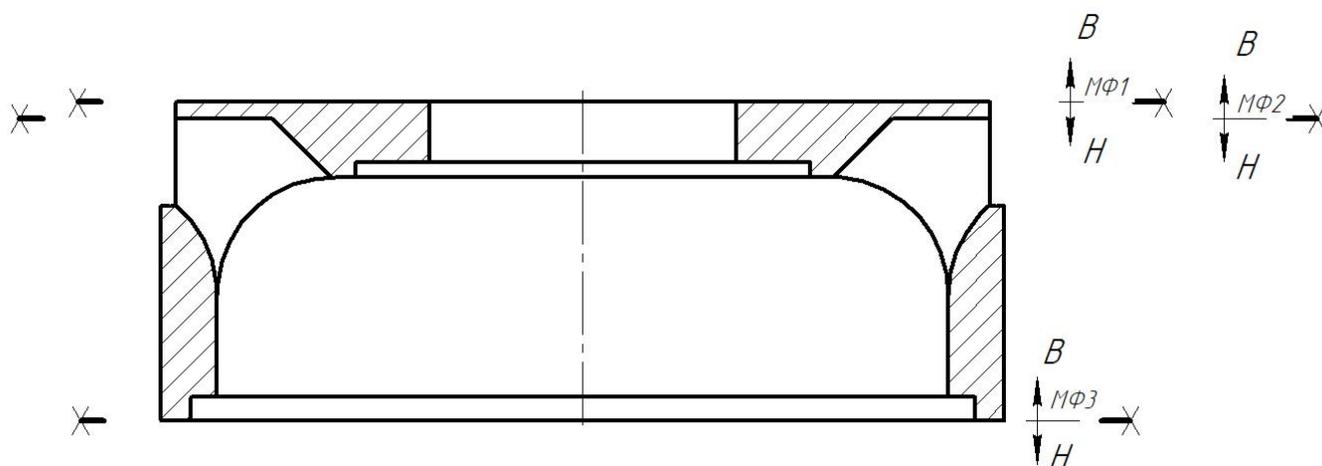


Рисунок 3 – Варианты разъема формы

Наиболее рациональным с точки зрения выведения боковых знаков стержня и подвода металла является вариант №2. Вариант №3 сильно усложнит конструкцию модели, возможно потребуются съемные части, вариант №1 усложнит конструкцию стержневого ящика из-за необходимости дотягивать боковые знаки до разъема.

2.7 Формовочные уклоны

При вакуумно-пленочной формовке формовочные уклоны на стенках модели высотой до 120 мм не выполняют, на более высоких стенках уклоны назначают по ГОСТ Р 53465-2009. Поскольку в данной отливке нет поверхностей более 120 мм, формовочные уклоны не требуются.

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	ЛИСТ
						26
Изм	Лист Т	№ докум.	Подп.	Дат а		

2.8 Определение количества и конструкции стержней

Предварительно необходимо определить возможность выполнения отверстий в процессе получения отливки и тех частей отливки, которые не могут быть получены с помощью модели. Число стержней, служащих для оформления полостей отливки, ее отдельных элементов литниковой системы, определяют с учетом серийности выпуска отливок.

Точность фиксации стержня в форме обеспечивается конфигурацией и размерами его знаковых частей, которые назначают по ГОСТ 3212-92 [5] с учетом размеров стержня, способа формовки и его положения в форме.

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

Конструкция стержня определяется чертежом отливки, конструкция и размеры знаков стержней, величины зазоров между знаками форм и стержней, конструктивное оформление и размеры фиксаторов на знаках выполняются в соответствии с [5].

Для изготовления отливки необходим один стержень.

Стержень № 1 занимает горизонтальное положение, габаритные размеры стержня $\varnothing 320 \times 138,5$ мм.

Зазор между знаком формы и стержня для модельного комплекта второго класса точности, изготовленного из металла, равен $S_1=1$ мм для нижней полуформы, $S_1=1$ мм для верхней полуформы. Уклон на знаках стержня 10° для верхней и 10° для нижней полуформы.

Эскиз стержня №1 представлен на рисунке 4.

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	лист
						27
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

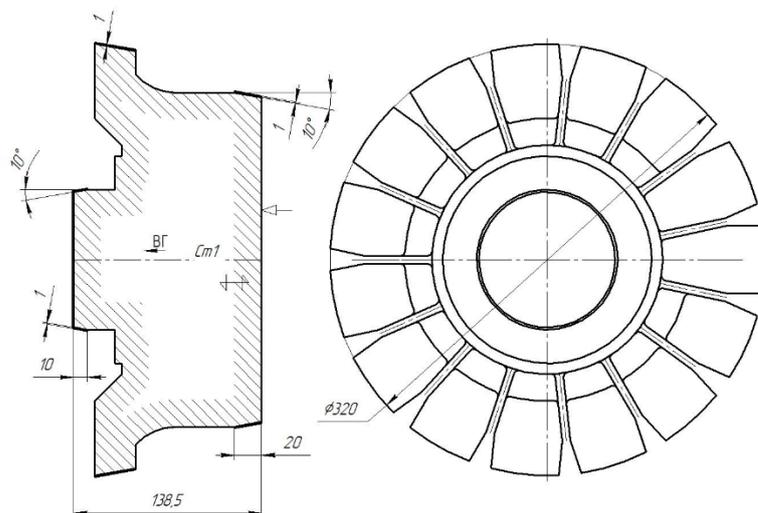


Рисунок 4 – Эскиз стержня №1

2.9 Выбор прибыли и расчет ее размеров

Прибыль необходима для получения плотного металла без усадочных дефектов. Прибыль необходима для компенсации объемной усадки в период затвердевания сплава. На рисунке 5 представлены тепловые узлы отливки «Барабан тормозной».

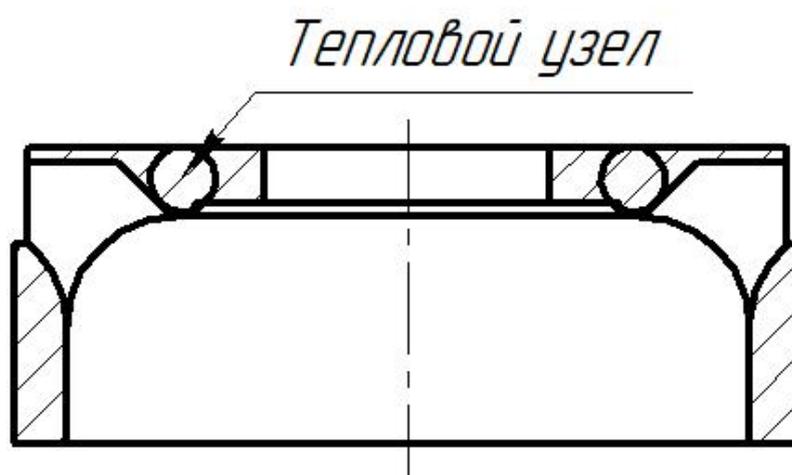


Рисунок 5 – Расположение тепловых узлов

Определяется объем прибыли №1 по формуле:

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	ЛИСТ
Изм	Лист Т	№ докум.	Подп.	Дата а		28

$$V_{\text{ПР1}} = \frac{\beta \cdot \varepsilon_v}{1 - \beta \cdot \varepsilon_v} \cdot V_{\text{ПУ1}}, \quad (2)$$

где $V_{\text{ПР1}}$ – объем прибыли, м³;

β – отношение объема прибыли к объему усадочной раковины, $\beta=11$;

ε_v – часть объемной усадки сплава, принимающая участие в формировании усадочной раковины, $\varepsilon_v = 0,045$;

$V_{\text{ПУ1}}$ – объем питаемого узла, м³.

$$V_{\text{ПР1}} = \frac{10 \cdot 0,045}{1 - 10 \cdot 0,045} \cdot 0,00084 = 0,00067 \text{ м}^3.$$

Тепловой узел представляет собой кольцо, для его питания будем применять фасолевидные прибыли в количестве четырех штук. Объем одной прибыли составит $0,00067/4=0,000172 \text{ м}^3$.

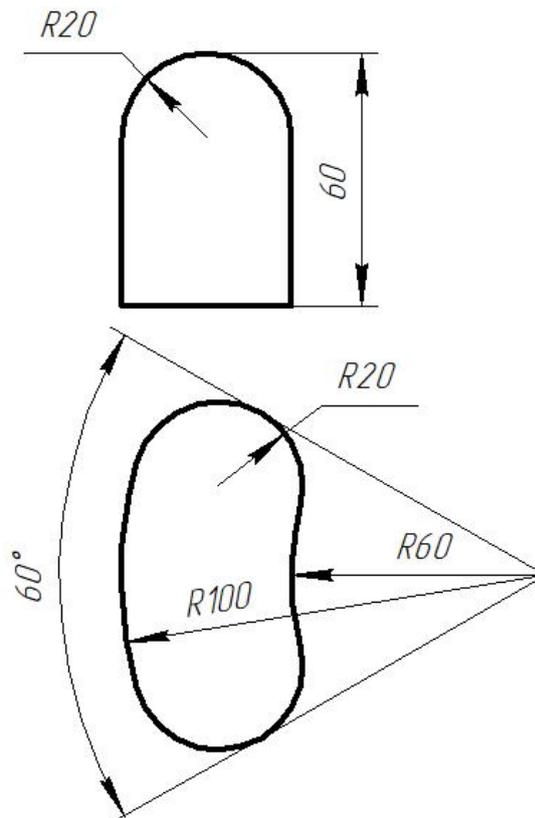


Рисунок 6 – Эскиз прибыли №1

Технологический выход годного (ТВГ) определяется по формуле:

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	ЛИСТ
						29
Изм	Лист Т	№ докум.	Подп.	Дата а		

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

где ТВГ – технологический выход годного, %;

V_o – объем отливки, м³;

V_{II} – объем прибыли, м³.

Определим технологический выход годного:

$$ТВГ = \frac{0,00173}{(1 - 0,045)(0,00173 + 0,00067)} \cdot 100 = 75,4 \text{ \%}.$$

2.10 Расчет времени заполнения формы

При заливке металла в форму часть пленки, не соприкасающаяся с жидким металлом, плавиться и теряет герметичность. При этом воздух, находящийся в полости формы и газы, выделяющиеся при оплавлении пленки, засасываются в наполнитель, давление в полости формы снижается, соответственно уменьшается разность давлений в полости и наполнителе, что может привести к разрушению формы.

С другой стороны, если скорость заполнения формы металлом выше скорости отсасывания газов, давление в полости повышается и в верхних частях полости формы могут образоваться газовые раковины. Поддержание атмосферного давления в полости формы в течении заливки обеспечивают установкой в самых высоких точках полости выпоров.

Сечение выпора от 0,1:1 до 2:1 к сечению питателя, меньшее соотношение для мелких отливок, большее для больших. Принимаем соотношение 1:1.

Сечения элементов литниковой системы определяют по традиционной методике, но сечение стояка увеличивают на 20-25%.

Определим размеры каналов литниковой системы по методике расчета при заливке форм из поворотного ковша.

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	лист
						30
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата а		

Оптимальную продолжительность заливки форм определим по формуле [6]:

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

где $\tau_{\text{опт}}$ – 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 ($m=13,5+6+2=21,5$), кг;

Подставляя в формулу (4) значения коэффициента $S=1,4$ (для отливок из стали), преобладающая толщина стенки отливки $\delta=5,5$ мм, $m= 21,5$ кг получим:

$$\tau_{\text{опт}} = 1,4 \cdot \sqrt[3]{5,5 \cdot 21,5} = 6,8 \text{ с.}$$

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

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

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

C – высота отливки по положению в форме, мм;

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

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

Подставляя в формулу (5) значения высоты отливки $C = 168$ мм, $\tau_{\text{опт}}= 6,8$ с, получим:

$$V_{\text{ср}} = \frac{168}{6,8} \geq 20 \text{ мм / с.}$$

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	лист
						31
Изм	Лист Т	№ докум.	Подп.	Дата а		

Полученное значение V_{cp} соответствует допустимому значению – более 20 мм/с для отливок из стали с толщиной стенки 4...10 мм.

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

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

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

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

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

μ_{ϕ} – 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:

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

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

P – высота отливки над питателем, мм.

$$H_{cp} = 200 - \frac{65^2}{2 \cdot 168} = 187 \text{ мм} = 0,187 \text{ м.}$$

Подставляя в формулу (6) значения $m=21,5$ кг; $\mu_{\phi}=0,42$; $\tau_{опт}=6,8$ с; $\rho=7800$ кг/м³; $g=9,81$ м/с²; $H_{cp}=0,187$ м определим суммарную площадь узкого сечения литниковой системы для одной отливки:

$$F_{уз} = \frac{21,5}{0,42 \cdot 7800 \cdot 6,8 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,187}} = 0,0005 \text{ м}^2 = 5 \text{ см}^2.$$

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	лист
						32
Изм	Лист Т	№ докум.	Подп.	Дат а		

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

$$F_{уз} = F_{п} . \quad (8)$$

Поскольку в одной форме изготавливают 4 отливки, следовательно, суммарная площадь питателей на форму составляет:

$$\begin{aligned} \Sigma F_{п} &= 4 \cdot F_{п} = 4 \cdot 5 = 20 \\ \Sigma F_{п} : \Sigma F_{шл} : \Sigma F_{ст} &= 1 : 1,15 : 1,3, \end{aligned} \quad (9)$$

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

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

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

$$\Sigma F_{шл} = 1,15 \times \Sigma F_{п} = 1,15 \times 20 = 23 \text{ см}^2;$$

Как было указано выше сечение стояка необходимо увеличить еще на 20%.

$$\Sigma F_{ст} = 1,3 \times 1,2 \times \Sigma F_{п} = 1,3 \times 1,2 \times 20 = 31 \text{ см}^2.$$

На рисунке 7 представлен эскиз сечений литниковой системы.

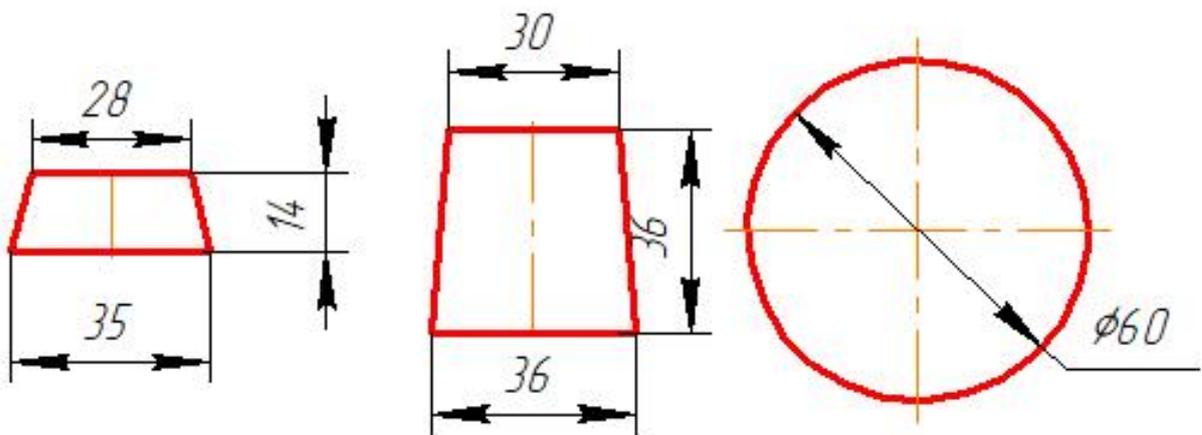


Рисунок 7 – Эскиз сечений литниковой системы

Суммарное сечение выпоров определяем из соотношения:

$$\frac{\Sigma F_{в}}{\Sigma F_{п}} = \frac{1}{1};$$

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	ЛИСТ
						33
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

$$\Sigma F_b = 20 \text{ см}^2.$$

В форме применяем 8 выпора, следовательно:

$$F_b = \frac{\Sigma F_b}{8} = \frac{20}{8} = 2,5 \text{ см}^2.$$

2.11 Подготовка форм и стержней, сборка и заливка форм

Формовочно-заливочно-выбивное отделение является основным в составе любого литейного цеха, так как на нем замыкается работа целого ряда основных отделений цеха – плавильного, стержневого, смесеприготовительного, а также ряда вспомогательных. Оно обеспечивает отливками финишное отделение цеха – термообрубное.

Изготовление форм происходит по V-процессу. Важнейшей характеристикой данной технологии является использование сухого кварцевого песка без связующего, а также тонкой пластичной пленки при давлении вакуума от 0,3 до 0,6 бар.

Отливки, полученные по V-процессу, характеризуются, прежде всего, высоким качеством поверхности и превосходной размерной точностью. При определенных условиях возможен также отказ от обычно необходимого уклона на модели. В отдельных, частных случаях это может устранить необходимость трудоемкой обработки. Дальнейшие преимущества данного процесса:

- отсутствие износа модели;
- возможность изготовления тонкостенных отливок;
- минимальное количество заусенцев, либо полное их отсутствие на отливке;
- низкие затраты на зачистку;
- экологически чистая технология, не требующая особых физических

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	лист
						34
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата а		

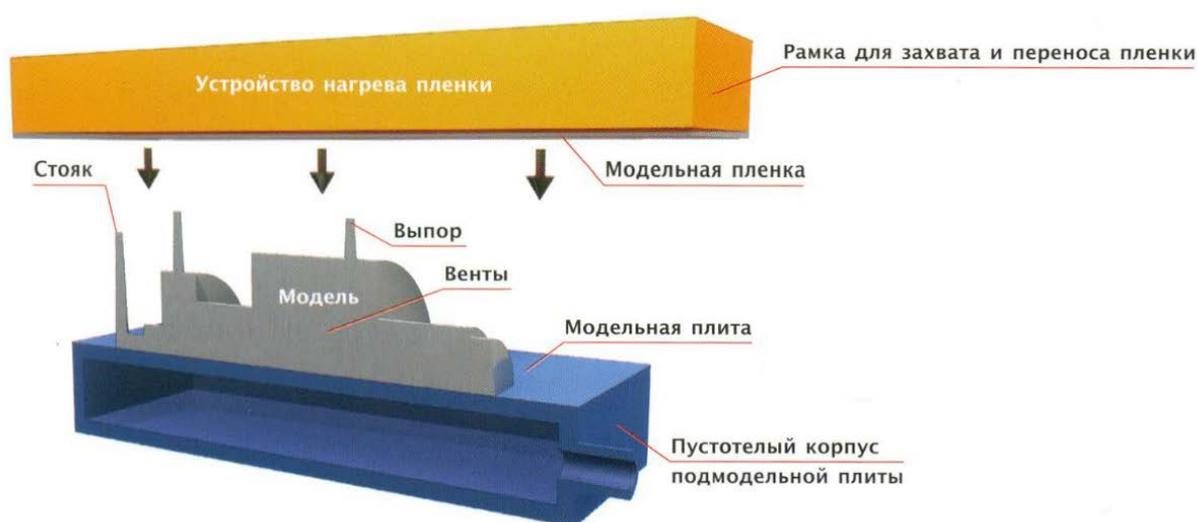
усилий.

Описание V-процесса: На закрытую камеру, из которой впоследствии удаляется воздух (пустотельный корпус подмодельной плиты), устанавливается модель. Над натянутой на раму термопластичной пленкой (модельной пленкой) находится нагревательное устройство.

Подогретая и поэтому пластичная пленка опускается на модель. В подмодельной плите устанавливается вакуум в 0,5 - 0,6 бар; пленка натягивается на модель, в точности повторяя ее контуры. После этого на пленку наносится краска. Двустенная, оснащенная вакуумными трубами и всасывающими окнами (с внутренней стороны) опока опускается на модельную оснастку.

Опока наполняется обычным сухим песком без связующего. Контрлад полуформы покрывается вакуумной пленкой. Затем песок уплотняется между двумя слоями пленки посредством вакуума.

После отключения вакуума в подмодельной плите часть формы, с обеих сторон „закрытая“ пленкой и далее удерживаемая вакуумом, снимается с модельной оснастки. Принципиальная схема вакуумно-пленочной формовки приведена на рисунках 8 и 9.



					ДП.44.03.04.715 ПЗ	ЛИСТ
Изм	Лист Т	№ докум.	Подп.	Дата		35

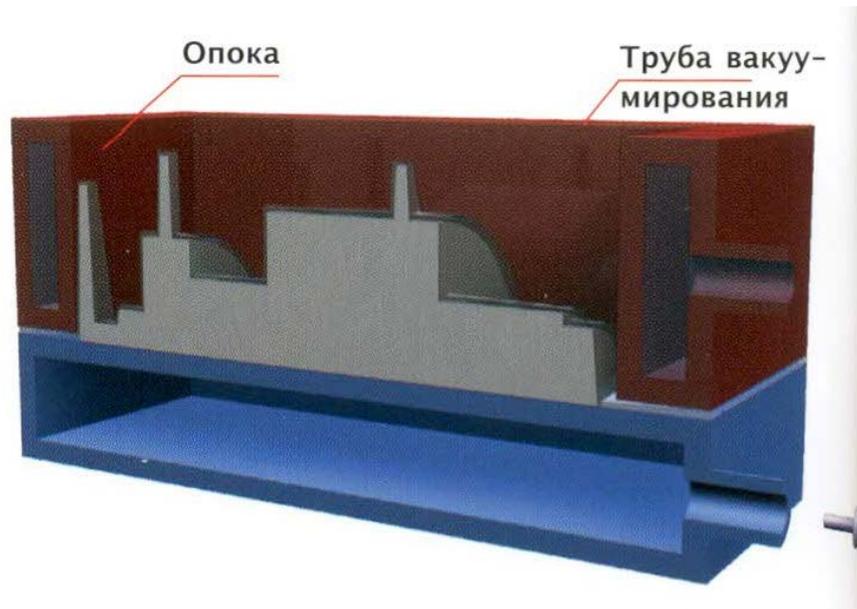
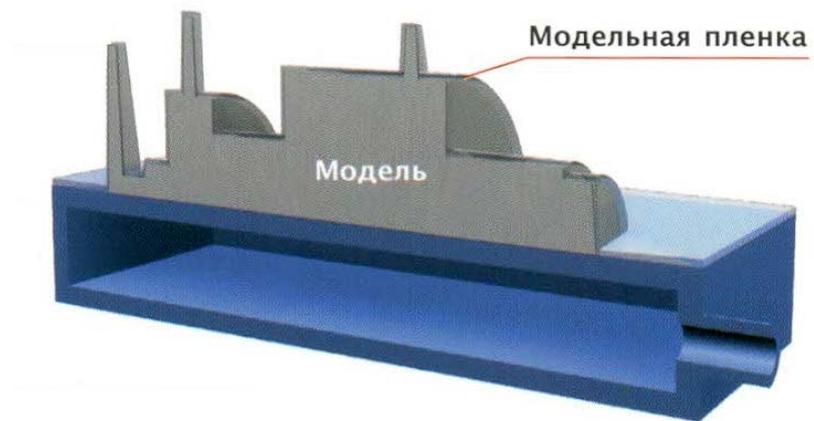
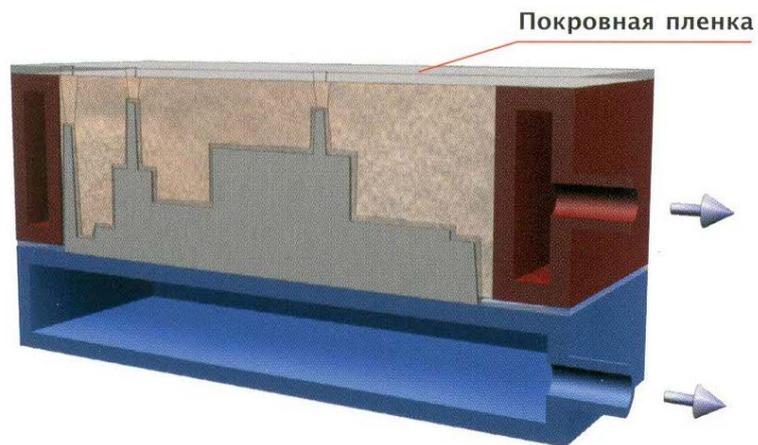


Рисунок 8 – Принципиальная схема вакуумно-пленочной формовки



Изм	Лист Т	№ докум.	Подп.	Дата

ДП.44.03.04.715 ПЗ

ЛИСТ

36

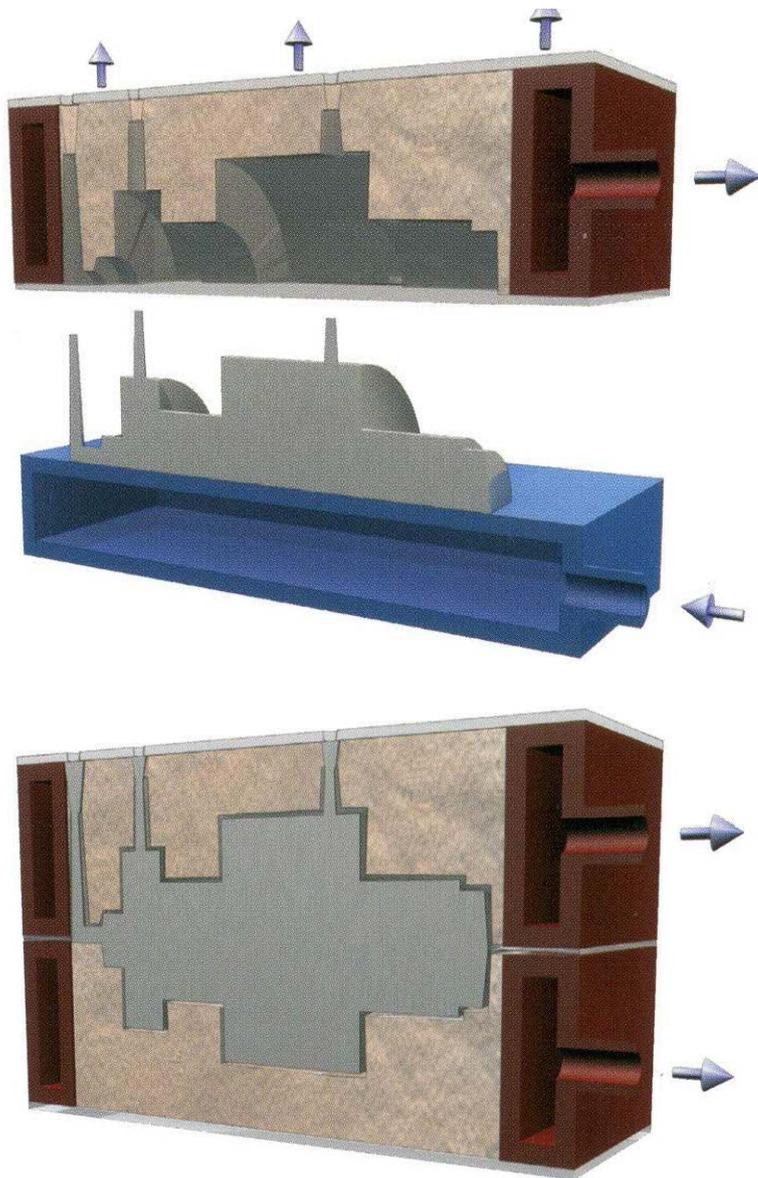


Рисунок 9 – Принципиальная схема вакуумно-пленочной формовки

Нижняя полуформа изготавливается и поворачивается аналогичным образом. Проставляются необходимые стержни; обе части формы собираются в готовую форму. Пониженное давление поддерживается в процессе заливки и на начальном этапе затвердевания жидкого металла.

Стержни изготавливают в отдельном стержневом отделении по технологии Cold-Box-Amin процессу, который пришел на смену «Hot-Box»-процессу.

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	Лист
						37
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

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 пескодунным 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.

Техническая характеристика стержневого автомата LFB50:

- габаритные размеры стержневого ящика, мм

в плане	1400x1400;
по высоте	600;
- производительность цикловая, съемов/ч 25...45;
- объем вдува (max), кг 200.

Для приготовления стержневой смеси используется смеситель LM фирмы LAEMPE.

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист Т	№ докум.	Подп.	Дата		38

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 0,6;
- точность дозирования песка, % ± 1 ;
- точность дозирования связующего, % ± 1 .

При заливке пленка испаряется, либо сгорает под влиянием заливаемого металла. Под воздействием вакуума остатки пленки проникают в краску формы и вместе с частицами песка образуют тонкую оболочку, которая упрочняет поверхностный слой формы. Далее этот процесс поддерживается наносимым слоем краски.

Для выбивки опоки вакуум отключается, песок «самотёком» высыпается, отливка освобождается для дальнейшей транспортировки.

Техническая характеристика линии типа HWS:

- размеры опок, мм
- в свету максимальный 1600×1600
- высота минимальная 200;
- высота максимальная 600;
- цикловая производительность, форм / ч 30;
- потребляемая мощность, кВт 22.

Формирование свойств любых отливок начинается уже на стадии приготовления качественного жидкого расплава. Поэтому необходимо уделять

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	лист
						39
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата а		

большое внимание выбору плавильных агрегатов и процессов, позволяющих получать расплав необходимого состава и требуемых свойств. Сплавы на основе железа и углерода наиболее часто применяются для производства отливок. Чтобы получить эти сплавы в жидком состоянии, применяют следующие типы плавильных агрегатов: доменные и мартеновские печи, электрические печи, вагранки. Общими для плавки стали и чугуна являются мартеновские и электрические печи. Наиболее распространенными плавильными агрегатами при производстве отливок из стали можно считать электродуговые печи.

Использование электрических печей позволяет:

- получать металл высокого качества;
- достигать нужную температуру перегрева;
- применять дешевую шихту;
- осуществлять рафинирование от серы и фосфора в печах с основной футеровкой, что особенно важно при получении высококачественных сплавов.

Электродуговая печь может работать в умеренно-холодном климате в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха от -10 до 40°C;
- влажность окружающего воздуха при температуре 20°C не более 80%;
- атмосферное давление 84,0 - 106,7 кПа (630 - 800 мм рт.ст.);
- окружающая среда взрывобезопасная; содержание агрессивных газов, паров и токопроводящей пыли в концентрациях, не превышающих предельно допустимые, кроме системы автоматического управления, пультов и шкафов управления механизмами электродуговой печи, условия эксплуатации которых оговариваются в технической документации [7].

Технические характеристики дуговой сталеплавильной печи фирмы Danieli (Италия) емкостью 3 т.

Техническая характеристика печи:

- мощность по трансформатору, кВА; 2500;

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	лист
						40
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

- номинальная емкость, т; 3;
- температура перегрева металла, °С; 1700;
- частота тока, Гц. 50;
- расход электроэнергии, кВт·ч/т 700;
- диаметр электрода, мм 300.

Таблица 8 – Такт одной выплавки

Производственный этап	Время выполнения, мин
Загрузка шихты	10
Плавка	45
Химический анализ	10
Доводка сплава	10
Снятие шлака	5
Выпуск металла	10
Осмотр печи	5
Итого:	95

Учитывая, ёмкость печи 3 т и время на проведение одной плавки определим производительность печи

$$П = \frac{V \cdot 60}{S}, \text{ т/ч} \quad (10)$$

где П – производительность печи, т/ч;

V – объем печи, т;

S – такт одной плавки.

$$П = \frac{3 \cdot 60}{95} = 1,9 \text{ т/ч.}$$

Для транспортировки жидкого металла к фомовочной линии и заливки в цехе применяется поворотный ковш, состоящий из стального кожуха, стенки и дно которого изнутри выложены огнеупорным материалом. Для футеровки используют набивную смесь из 60-70 % кварцевого песка и 30 - 40 % огнеупорной глины. Для ремонта ковшей применяют специальный смеситель огнеупорной массы.

В цехе ковши подогреваются перед каждой плавкой до температуры 600 – 700 °С.

Ремонт ковшей производится на участке ремонта ковшей после выхода его из строя.

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	лист
						41
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

Сушка ковшей осуществляется после каждого ремонта перед плавкой на специальном стенде при температуре 800 – 900 °С.

2.12 Дефекты отливок и контроль их качества

Основные виды дефектов отливок, изготовленных способом вакуумной формовки, их причины и способы предупреждения приведены в таблице 9 [8].

Таблица 9 – Виды дефектов и причины их появления

№	Вид дефекта	Причина дефекта	Способ предупреждения
1	Увеличенная шероховатость поверхности	Использование крупнозернистого песка	Применение наполнителя с более мелким зерном
		Недостаточная толщина слоя краски	Применить огнеупорное покрытие для пленки
		Высокое разряжение в форме при заливке	Снизить разряжение до рекомендованных величин
		Использование тонкой пленки	Применить пленку с большей толщиной
2	Засоры	Размыв формы	Увеличить сечения литниковой системы для уменьшения продолжительности заливки Применить пленку с большей толщиной Увеличить разряжение
		Деформация модельной оснастки	Увеличить жесткость модельной оснастки
3	Газовые раковины	Неправильная конструкция литниковой системы	Изменить сечения элементов литниковой системы, обеспечить заполнение стояка в течении заливки Снизить скорость заполнения формы Повысить разряжение формы Выполнить тонкие отверстия в пленке верхней полуформы.
4	Шлаковые засоры	Проникновение шлака в форму	Увеличить сечение шлакоуловителя Снизить скорость заполнения формы
		Засорение верхней поверхности отливки остатками пленки	Применить пленки меньшей толщины Предотвратить трение струи металла по верхней пленке полости формы.
5	Заливы по разьему	Прогиб модельной плиты Износ модельной плиты	Увеличить точность модельной плиты Заменить модельную плиту

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	лист
						42
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

3. ВЫБОР И РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ОБОРУДОВАНИЯ

3.1 Плавильное отделение

Основой для расчета плавильного отделения является ведомость расхода металла на залитые формы (таблица 10), которая составляется на основе точной производственной программы цеха, рассчитывается масса выплавляемого металла с учётом массы литников, угара и брака.

Таблица 10 – Ведомость расхода металла на залитые формы

Название отливки	Брак по вине литейного цеха			Отливается в год с учетом брака	
	%	шт	т	шт	т
1	2	3	4	5	6
1.Диск	3	1666,67	15,00	57222,22	515,00
2.Проставка	3	1764,71	15,00	60588,24	515,00
3.Распорка	3	1666,67	15,00	57222,22	515,00
4.Кронштейн	3	1875,00	15,00	64375,00	515,00
5.Кронштейн	3	1744,19	15,00	59883,72	515,00
6.Проставка	3	1630,43	15,00	55978,26	515,00
7.Основание	3	1530,61	15,00	52551,02	515,00
8.Кронштейн	3	2238,81	15,00	76865,67	515,00
9.Кронштейн	3	1515,15	15,00	52020,20	515,00
10.Проушина	3	1744,19	15,00	59883,72	515,00
			150,00		5150,00
11.Тормозной барабан	3	1111,11	15,00	38148,15	515,00
12.Проушина	3	1071,43	15,00	36785,71	515,00
13.Кронштейн	3	357,14	15,00	12261,90	515,00
14.Крышка	3	1363,64	15,00	46818,18	515,00
15.Вилка	3	375,00	15,00	12875,00	515,00
16.Проушина	3	468,75	15,00	16093,75	515,00
17.Гнездо	3	819,67	15,00	28142,08	515,00
18.Кронштейн	3	862,07	15,00	29597,70	515,00

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	ЛИСТ
						43
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

19.Кронштейн	3	402,14	15,00	13806,97	515,00
--------------	---	--------	-------	----------	--------

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	лист
						44
<i>Изм</i>	<i>Лист</i> <i>т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i> <i>а</i>		

Продолжение таблицы 10

Название отливки	Брак по вине литейного цеха			Отливается в год с учетом брака	
	%	шт	т	шт	т
1	2	3	4	5	6
20.Стакан	3	398,94	15,00	13696,81	515,00
			150,00		5150,00
21.Колесо	3	159,57	15,00	5478,72	515,00
22.Накладка	3	185,19	15,00	6358,02	515,00
23.Кронштейн	3	208,33	15,00	7152,78	515,00
24.Крышка	3	152,91	15,00	5249,75	515,00
25.Рамка	3	171,43	15,00	5885,71	515,00
26.Педаль	3	234,38	15,00	8046,88	515,00
27.Корпус	3	174,42	15,00	5988,37	515,00
28.Вилка	3	163,04	15,00	5597,83	515,00
29.Вилка	3	200,00	15,00	6866,67	515,00
30.Кронштейн	3	182,93	15,00	6280,49	515,00
			150,00	62905,21	5150,00
Итого			450,00	62905,21	15450,00

Продолжение таблицы 10

Название отливки	ТВГ	Литниковая система			Всего, т
		литниковая система на одну отливку, кг	отливка с литниками, кг	литников на годовую программу, т	
1	7	8	9	10	11
1.Диск	63	3,33	12,33	185,00	700,00
2.Проставка	57	3,66	12,16	215,00	730,00
3.Распорка	64	3,24	12,24	180,00	695,00
4.Кронштейн	58	3,36	11,36	210,00	725,00
5.Кронштейн	53	4,04	12,64	235,00	750,00
6.Проставка	60	3,68	12,88	200,00	715,00
7.Основание	67	3,23	13,03	165,00	680,00
8.Кронштейн	62	2,55	9,25	190,00	705,00
9.Кронштейн	53	4,65	14,55	235,00	750,00

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	ЛИСТ
						45
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

Окончание таблицы 10

Название отливки	ТВГ	Литниковая система			Всего, т
		литниковая система на одну отливку, кг	отливка с литниками, кг	литников на годовую программу, т	
1	7	8	9	10	11
10.Проушина	58	3,61	12,21	210,00	725,00
				2025,00	7175,00
11.Тормозной барабан	63	5,00	18,50	185,00	700,00
12.Проушина	64	5,04	19,04	180,00	695,00
13.Кронштейн	67	13,86	55,86	165,00	680,00
14.Крышка	61	4,29	15,29	195,00	710,00
15.Вилка	59	16,40	56,40	205,00	720,00
16.Проушина	61	12,48	44,48	195,00	710,00
17.Гнездо	57	7,87	26,17	215,00	730,00
18.Кронштейн	62	6,61	24,01	190,00	705,00
19.Кронштейн	63	13,80	51,10	185,00	700,00
20.Стакан	58	15,79	53,39	210,00	725,00
				1925,00	7075,00
21.Колесо	53	44,18	138,18	235,00	750,00
22.Накладка	67	26,73	107,73	165,00	680,00
23.Кронштейн	58	30,24	102,24	210,00	725,00
24.Крышка	62	37,28	135,38	190,00	705,00
25.Рамка	64	31,50	119,00	180,00	695,00
26.Педаль	54	29,44	93,44	230,00	745,00
27.Корпус	65	30,10	116,10	175,00	690,00
28.Вилка	59	37,72	129,72	205,00	720,00
29.Вилка	58	31,50	106,50	210,00	725,00
30.Кронштейн	62	31,16	113,16	190,00	705,00
				1990,00	7140,00
				5940,00	21390,00

Металлозавалка рассчитывается по формуле [9]:

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	ЛИСТ
						46
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

$$M = \frac{\Gamma + Л + Б}{100 - П} \cdot 100, \quad (11)$$

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

Γ – масса годных отливок, т.;

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

$Л$ – масса литников и прибылей, т.;

$П$ – безвозвратные потери металла, %.

После расчета металлозавалки определяются остальные значения статей.

$$M_{30л} = \frac{15000 + 5940 + 450}{100 - 0,5 - 0,5 - 5} \cdot 100 = 22755,3 \text{ т.}$$

Таблица 11 – Баланс металла

Наименование статей	Итого	
	%	т
1. Годные отливки	65,92	15000,00
2. Брак отливок	1,98	450,00
3. Литники и прибыли	26,10	5940,00
4. Технические пробы	0,50	113,78
5. Сливы и сплески	0,50	113,78
Итого жидкого металла	95,00	21617,55
6. Угар и безвозвратные потери	5,00	1137,77
Металлозавалка	100,00	22755,32

Расчетное количество агрегатов N_p определяется по формуле:

$$N_p = \frac{B_{\Gamma} \cdot K_H}{T_D \cdot N'_{расч}}, \quad (12)$$

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

Φ_D – годовой действительный фонд времени рассчитываемого оборудования;

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

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	ЛИСТ
						47
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

K_H – коэффициент неравномерности потребления и производства.

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

$$N_p = \frac{22755,32 \cdot 1,1}{3715 \cdot 1,9} = 3,54.$$

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

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

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

Фактическая величина коэффициента загрузки проверяется по формуле:

$$K_{3ф} = \frac{N_p}{N_{\phi}}, \quad (13)$$

$$K_{3ф} = \frac{3,54}{4} = 0,88.$$

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

Принимаем к установке в цехе 4 печи.

Расчет количества ковшей проводится по формуле:

$$N_k = \frac{N_{\Pi} \cdot \Pi \cdot t}{60 \cdot M_k}, \quad (14)$$

где N_{Π} – количество одновременно работающих печей, шт;

t – средний цикл оборота ковша, ч;

M_k – емкость ковша, т;

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	ЛИСТ
						48
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

П – производительность печи, т/ч.

$$N_k = \frac{4 \cdot 1,9 \cdot 95}{60 \cdot 3} = 6,3 \text{ шт.}$$

Таким образом, количество ковшей, необходимое для обеспечения бесперебойной работы цеха, составляет 7 штук. Необходимо также учесть наличие резервных ковшей (2 шт) и ковшей, находящихся в ремонте (2 шт), таким образом общее количество ковшей для обеспечения нормальной работы цеха составляет 11 шт.

3.2 Формовочно-заливочно-выбивное отделение

Для определения годового числа форм, а также объема стержней и формовочной смеси на годовую программу составим ведомость изготовления и сборки форм, представленной в таблице 12.

Объем формы определяется исходя из размеров опок в свету

$$V_{\phi} = L \cdot B \cdot 2H, \quad (15)$$

где V_{ϕ} – объем формы, м³;

L – длина формы в свету, м;

B – ширина формы в свету, м;

2H – высота двух полуформ, м.

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

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

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

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	лист
						49
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дат а		

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

Расчеты по каждой позиции сведем в таблицу 12.

Расчетное количество автоматических линий для формовочно-заливочно-выбивных отделений определяется по формуле (12):

Таблица 12 – Ведомость изготовления и сборки форм

Название отливки	Внутренний размер опок, мм			Количество отливок в форме, шт	Изготавливается форм в год, шт
	L	B	H		
1	2	3	4	5	6
1.Диск	800	800	200	8	7153
2.Проставка	800	800	200	8	7574
3.Распорка	800	800	200	8	7153
4.Кронштейн	800	800	200	8	8047
5.Кронштейн	800	800	200	8	7485
6.Проставка	800	800	200	8	6997
7.Основание	800	800	200	8	6569
8.Кронштейн	800	800	200	8	9608
9.Кронштейн	800	800	200	8	6503
10.Проушина	800	800	200	8	7485
11.Тормозной барабан	1000	1000	300	4	9537
12.Проушина	1000	1000	300	4	9196
13.Кронштейн	1000	1000	300	4	3065
14.Крышка	1000	1000	300	4	11705
15.Вилка	1000	1000	300	2	6438
16.Проушина	1000	1000	300	4	4023
17.Гнездо	1000	1000	300	4	7036
18.Кронштейн	1000	1000	300	4	7399
19.Кронштейн	1000	1000	300	4	3452
20.Стакан	1000	1000	300	4	3424
21.Колесо	1200	1200	400	4	1370
22.Накладка	1200	1200	400	4	1590
23.Кронштейн	1200	1200	400	4	1788
24.Крышка	1200	1200	400	4	1312
25.Рамка	1200	1200	400	4	1471
26.Педаль	1200	1200	400	4	2012
27.Корпус	1200	1200	400	4	1497

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	ЛИСТ
						50
Изм	Лист Т	№ докум.	Подп.	Дата		

28.Вилка	1200	1200	400	4	1399
29.Вилка	1200	1200	400	4	1717
30.Кронштейн	1200	1200	400	4	1570
					155575

Окончание таблицы 12

Название отливки	Объем смеси для одной формы, м ³				Объем формовочной смеси на годовую программу, м ³
	объем опоки	объем залитого металла	объем стержней	объем уплотненной смеси	
1	7	8	9	10	11
1.Диск	0,2560	0,0141	0,0265	0,2154	1540,77
2.Проставка	0,2560	0,0139	0,0000	0,2421	1833,62
3.Распорка	0,2560	0,0140	0,0850	0,1570	1123,07
4.Кронштейн	0,2560	0,0130	0,0270	0,2160	1738,26
5.Кронштейн	0,2560	0,0144	0,0270	0,2146	1606,02
6.Проставка	0,2560	0,0147	0,0600	0,1813	1268,47
7.Основание	0,2560	0,0149	0,0238	0,2174	1427,77
8.Кронштейн	0,2560	0,0106	0,0675	0,1779	1709,62
9.Кронштейн	0,2560	0,0166	0,0675	0,1719	1117,58
10.Проушина	0,2560	0,0140	0,0000	0,2420	1811,81
11.Тормозной барабан	0,6000	0,0106	0,1175	0,4719	4500,83
12.Проушина	0,6000	0,0109	0,0000	0,5891	5417,80
13.Кронштейн	0,6000	0,0319	0,0000	0,5681	1741,44
14.Крышка	0,6000	0,0087	0,0875	0,5038	5896,32
15.Вилка	0,6000	0,0161	0,0028	0,5811	3741,06
16.Проушина	0,6000	0,0254	0,0333	0,5413	2178,02
17.Гнездо	0,6000	0,0150	0,0288	0,5563	3913,83
18.Кронштейн	0,6000	0,0137	0,0130	0,5733	4241,93
19.Кронштейн	0,6000	0,0292	0,0093	0,5615	1938,32
20.Стакан	0,6000	0,0305	0,0031	0,5664	1939,35
21.Колесо	1,1520	0,0790	0,0080	1,0650	1458,76
22.Накладка	1,1520	0,0616	0,0141	1,0763	1710,81
23.Кронштейн	1,1520	0,0584	0,0153	1,0783	1928,26
24.Крышка	1,1520	0,0774	0,0260	1,0486	1376,27
25.Рамка	1,1520	0,0680	0,0450	1,0390	1528,81
26.Педаль	1,1520	0,0534	0,0563	1,0424	2096,93

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	ЛИСТ
						51
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

27.Корпус	1,1520	0,0663	0,0000	1,0857	1625,33
28.Вилка	1,1520	0,0741	0,0000	1,0779	1508,44
29.Вилка	1,1520	0,0609	0,0000	1,0911	1873,13
30.Кронштейн	1,1520	0,0647	0,0156	1,0717	1682,72
					67475,34

$$N_p = \frac{155575 \cdot 1,05}{30 \times 3715} = 1,47 \text{ шт.}$$

Принимаем две формовочные линии. Фактическая величина коэффициента загрузки проверяется по формуле (15):

$$K_{зф} = \frac{1,47}{2} = 0,73.$$

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

3.3 Стержневое отделение

Основой для расчета стержневого отделения является ведомость изготовления стержней (таблица 13).

Таблица 13 – Ведомость изготовления стержней

Название отливки	Годовой выпуск, шт	Способ изготовления стержня	№ стержня	Количество стержней на 1 отливку, шт	Масса стержня, кг
1	2	3	4	5	6
1.Диск	57222	Cold-box-amin	1	1	2,1
	57222	Cold-box-amin	2	2	1,1
2.Проставка	60588	Cold-box-amin			0
3.Распорка	57222	Cold-box-amin	1	2	1,85
4.Кронштейн	64375	Cold-box-amin	1	1	1,65
	64375	Cold-box-amin	2	1	2,25
	64375	Cold-box-amin	3	2	1,5
5.Кронштейн	59884	Cold-box-amin	1	1	1,65
	59884	Cold-box-amin	2	2	1,25
	59884	Cold-box-amin	3	3	1,5
6.Проставка	55978	Cold-box-amin	1	2	0,9

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	ЛИСТ
						52
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

	55978	Cold-box-amin	2	1	0,3
7.Основание	52551	Cold-box-amin	1	1	1,1
	52551	Cold-box-amin	2	1	2,65
8.Кронштейн	76866	Cold-box-amin	1	1	1,35
9.Кронштейн	52020	Cold-box-amin	1	1	1,35

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	ЛИСТ
						53
<i>Изм</i>	<i>Лист</i> <i>т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i> <i>а</i>		

Продолжение таблицы 13

Название отливки	Годовой выпуск, шт	Способ изготовления стержня	№ стержня	Количество стержней на 1 отливку, шт	Масса стержня, кг
1	2	3	4	5	6
10.Проушина	59884	Cold-box-amin			
11.Тормозной барабан	38148	Cold-box-amin	1	1	3,8
12.Проушина	36786	Cold-box-amin			
13.Кронштейн	12262	Cold-box-amin			
14.Крышка	46818	Cold-box-amin	1	1	3,5
15.Вилка	12875	Cold-box-amin	1	2	1,1
16.Проушина	16094	Cold-box-amin	1	1	3,3
17.Гнездо	28142	Cold-box-amin	1	1	11,5
18.Кронштейн	29598	Cold-box-amin	1	2	2,6
19.Кронштейн	13807	Cold-box-amin	1	2	4,15
	13807	Cold-box-amin	2	1	1,4
20.Стакан	13697	Cold-box-amin	1	1	2,95
	13697	Cold-box-amin	2	1	1,3
21.Колесо	5479	Cold-box-amin			
22.Накладка	6358	Cold-box-amin	1	1	2,65
23.Кронштейн	7153	Cold-box-amin	1	1	6,1
24.Крышка	5250	Cold-box-amin	1	4	4,26
25.Рамка	5886	Cold-box-amin	1	1	1,8
26.Педаль	8047	Cold-box-amin	1	1	5,25
27.Корпус	5988	Cold-box-amin			
28.Вилка	5598	Cold-box-amin			
29.Вилка	6867	Cold-box-amin			
30.Кронштейн	6280	Cold-box-amin	1	1	4,65
	6280	Cold-box-amin	2	1	1,6
Итого					84,41

Продолжение таблицы 13

Название отливки	Количество стержней в ящике, шт	Съемов в год, шт	Съемов в год с учетом брака 3%, шт	Масса стержневой смеси на годовую программу, т
1	7	8	9	10
1.Диск	8	7152,78	7367,36	123,77

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	ЛИСТ 54
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
	т			а		

	10	11444,44	11787,78	129,67
--	----	----------	----------	--------

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	ЛИСТ
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		55

Продолжение таблицы 13

Название отливки	Количество стержней в ящике, шт	Съемов в год, шт	Съемов в год с учетом брака 3%, шт	Масса стержневой смеси на годовую программу, т
1	7	8	9	10
2.Проставка		0,00	0,00	0,00
3.Распорка	10	11444,44	11787,78	218,07
4.Кронштейн	10	6437,50	6630,63	109,41
	8	8046,88	8288,28	149,19
	8	16093,75	16576,56	198,92
5.Кронштейн	10	5988,37	6168,02	101,77
	8	14970,93	15420,06	154,20
	8	22456,40	23130,09	277,56
6.Проставка	2	55978,26	57657,61	103,78
	8	6997,28	7207,20	17,30
7.Основание	10	5255,10	5412,76	59,54
	8	6568,88	6765,94	143,44
8.Кронштейн	10	7686,57	7917,16	106,88
9.Кронштейн	10	5202,02	5358,08	72,33
10.Проушина		0,00	0,00	0,00
11.Тормозной барабан	10	3814,81	3929,26	149,31
12.Проушина		0,00	0,00	0,00
13.Кронштейн		0,00	0,00	0,00
14.Крышка	8	5852,27	6027,84	168,78
15.Вилка	10	2575,00	2652,25	29,17
16.Проушина	4	4023,44	4144,14	54,70
17.Гнездо	4	7035,52	7246,58	333,34
18.Кронштейн	8	7399,43	7621,41	158,53
19.Кронштейн	10	2761,39	2844,24	118,04
	10	1380,70	1422,12	19,91
20.Стакан	10	1369,68	1410,77	41,62
	10	1369,68	1410,77	18,34
21.Колесо		0,00	0,00	0,00
22.Накладка	10	635,80	654,88	17,35
23.Кронштейн	10	715,28	736,74	44,94
24.Крышка	10	2099,90	2162,90	92,14
25.Рамка	8	735,71	757,79	10,91

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	ЛИСТ
						56
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

26.Педадь	8	1005,86	1036,04	43,51
-----------	---	---------	---------	-------

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	ЛИСТ
						57
<i>Изм</i>	<i>Лис т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дат а</i>		

Окончание таблицы 13

Название отливки	Количество стержней в ящике, шт	Съемов в год, шт	Съемов в год с учетом брака 3%, шт	Масса стержневой смеси на годовую программу, т
1	7	8	9	10
27.Корпус		0,00	0,00	0,00
28.Вилка		0,00	0,00	0,00
29.Вилка		0,00	0,00	0,00
30.Кронштейн	10	628,05	646,89	30,08
	8	785,06	808,61	10,35
		235911,18	242988,52	3306,86

Расчетное количество стержневых автоматов определяется по формуле (12):

$$N_p = \frac{242988 \cdot 1,2}{30 \cdot 3715} = 2,8 \text{ шт.}$$

Принимаем три стержневых автомата.

Фактическая величина коэффициента загрузки проверяется по формуле (13):

$$K_{зф} = \frac{2,8}{4} = 0,7.$$

3.4 Смесеприготовительное отделение

Основой для расчёта смесеприготовительного отделения является ведомость расхода формовочных и стержневых смесей представленная в таблице 14.

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

Для перевода потребности в метрах кубических в тонны воспользуемся формулой:

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

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

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

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	ЛИСТ
						58
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата а		

V – объем смеси, потребляемый в год, м³.

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

Результаты расчетов сведем в таблицу 14.

Таблица 14 – Ведомость расхода формовочных и стержневых смесей

Наименование смеси	Потребность		
	по расчету, т/год	на просыпи (5%), т/год	всего, т/год
Формовочная смесь	107961	5398	113359
Стержневая смесь	3306,86	165,34	3472,21

Расчет оборудования не требуется, поскольку стержневые смесители устанавливаются непосредственно над стержневым автоматом и входят в его состав, а, следовательно, необходимо столько же стержневых смесителей сколько и стержневых автоматов. Формовочные смесители не требуются, так как при данном методе формовки применяется просто песок-наполнитель без связующего.

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.

Все эти операции очень трудно поддаются механизации и автоматизации, в термообрубном отделении самый большой коэффициент использования ручного труда, следовательно, именно возможности этого участка часто ограничивают производительность всего цеха.

Для предотвращения проникновения пыли и шума в зоны литейного цеха с более благоприятными условиями труда термообрубное отделение расположено в самостоятельном пролете литейного цеха.

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата а		59

Чтобы не загоразивать и не перегоразивать пролет, все крупное оборудование (дробеметные камеры, термические печи и др.) расположены у стен. Грузовые потоки термообрубного отделения не пересекаются.

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

Процесс обрубки заключается в отделении от отливки прибылей, литников, выпоров, в удалении облоев (залитов) по месту разъема полуформ или в области стержневых знаков. Прибыли и выпоры от стальных отливок отрезают с помощью ленточных пил. Для удаления остатков питателей, прибылей, залитов, заусенцев, перекосов и неровностей применяют зачистные автоматы.

Отливки, поступающие из формовочного отделения обрубают, затем они попадают в дробеметную камеру, после чего отливки зачищают, а затем отливки помещают в термопечь, и снова в очистную дробеметную камеру. Перемещение отливок между агрегатами осуществляется при помощи мостовых кранов.

Основой для расчета термообрубного отделения является ведомость расхода металла на залитые формы (таблица 3), которая составляется на основе точной производственной программы цеха, рассчитывается масса выплавляемого металла с учётом массы литников, угара и брака.

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

Для очистки отливок в условиях массового производства целесообразно использование проходных дробеметных камер непрерывного действия.

Дробеметная установка серии GSA фирмы COGEM оборудована однорельсовым подвесным конвейером, с помощью которого изделия подаются в рабочую камеру (рисунок 10).

Процесс дробеметной обработки осуществляется в изолированной рабочей камере, оснащённой соответствующим количеством турбин. Размещение турбин обеспечивает их максимальную производительность. Дробеметная обработка

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	лист
						60
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дат а		

производится автоматически на двух разных рабочих позициях. Система автоматического вращения крюка гарантирует тщательную и равномерную очистку деталей.

Преимущества дробеметной установки серии GSA фирмы COGEIM:



Рисунок 10 – Дробеметная установка серии GSA фирмы COGEIM

- возможность дробемётной обработки большого количества изделий в течение короткого промежутка времени;
- лёгкость обслуживания;
- высокая производительность;
- конструкция без фундамента.

Технические характеристики дробеметной установки проходного типа серии GSA фирмы COGEIM:

- грузоподъемность подвески – 4000 кг;

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	лист
						61
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

- расход дробы – 500 кг/мин;
- высота – 8600 мм;
- ширина – 5600 мм;
- длина – 8800 мм;
- производительность – 4 т/ч;
- габаритные размеры – 7600×4500×4500.

Для отделения прибылей и выпоров применяется ленточнопильный станок ARG 330 Plus S.A.F. фирмы PILOUS [10].

Ленточнопильный станок ARG 330 Plus S.A.F. фирмы PILOUS относится к классу маятниковых станков с консольным креплением пильной рамы и укомплектован универсальным поворотным столом благодаря чему угол реза заготовок составляет от -45° до $+60^{\circ}$ С. Станок оснащен гидростанцией. Наличие гидростанции позволяет максимально автоматизировать рабочий процесс (зажим заготовок в тисках, запуск пилы, подъем и опускание рамы), а также создать необходимое усилие резания, благодаря чему существенно увеличивается производительность работы станка.

Станок ARG 330 S.A.F. (рисунок 11) является эталонным станком по своим мощностным характеристикам: параметры используемого полотна 34x1,1 мм, мощность 3,7 кВт, максимальные габариты обрабатываемых заготовок, качество, новаторство в дизайне, эргономичность системы управления, вплоть до разработки станины станка (продуманно удобство циркуляции СОЖ, работы с крупными заготовками), вес станка и общие габариты.

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	лист
						62
Изм	Лист Т	№ докум.	Подп.	Дата а		



Рисунок 11 – Эскиз ленточнопильного станка ARG 330 Plus S.A.F. фирмы
PILOUS

Характеристики ARG 330 Plus S.A.F. представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Характеристики ARG 330 Plus S.A.F.

Модель	Макс. Ø пиления, мм	Макс. прямоуг. пиления, мм	Скорость ленточной пилы, м/мин	Эл. мощность, кВт	Размер ленточной пилы, мм	Вес, кг
ARG 330 Plus SAF	330	395x320	15-90	3,70	3870x34x1,1	880

Для термообработки применяются печи электрические камерные с выкатным подом фирмы BOSIO.

Преимущества современных термических печей BOSIO:

- высокое качество термической обработки (равномерность и точность температуры, стабильность и повторяемость режимов термообработки), что исключает брак в ходе термообработки;
- минимальный расхода энергоносителей (природный газ, электричество), воды, сжатого воздуха;
- высокую производительность термического оборудования;

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	ЛИСТ
Изм	Лист Т	№ докум.	Подп.	Дата		63

- фактическое отсутствие простоев оборудования из-за многократного сокращения необходимости в ремонтах;

- минимальные вредные выбросы;
- безопасность технологических процессов;
- исключение влияния человеческого фактора на процессы и оборудование;
- низкие расходы на обслуживание и ремонт.

Нагрев в печи производится с помощью скоростных импульсных рекуперативных газовых горелок. Температура нагрева регулируется автоматически. На месте подключения газа к печи устанавливается газораспределительная установка с необходимыми предохранительными элементами, включая счётчик для измерения расхода газа. Всё газовое оборудование выполнено в соответствии с действующими правилами безопасности.

Корпус печи и дверь изготовлены из стальных профилей и покрыты листовым металлом. На листовой металл прикреплена изоляция. Дверной портал изготовлен из стальных профилей. Части, подвергающиеся воздействию высоких температур изготовлены из отливок из жаростойкого сплава. Над дверью предусматривается защитная стенка для защиты от излучения при открытой двери.

Корпус выкатного пода изготовлен из стальных профилей, которые покрыты листовым металлом, и затем футерованы. Тележка помещена на колеса соответствующей грузоподъёмностью. Выкатной под приводится в движение электромеханическим приводом. Для уплотнения предусматривается специальная система, закрывающая зазор между выкатным подом и печью.

Внутренняя поверхность печи и дверь изолированы современными материалами из керамических волокон.

Преимущества керамоволокнистых модулей:

- низкое аккумулирование тепла при нагреве;
- низкое аккумулирование тепла в режиме выдержки;
- практическое отсутствие ремонтов, экономия на затратах;

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	лист
						64
Изм	Лист Т	№ докум.	Подп.	Дата		

- быстрый разогрев и остывание, повышение производительности;
- срок службы керамоволокнистых блоков мин. 20 лет.

Нижний контур стен печи и под до рабочей высоты изготовлены из кальций-силикатных плит, лёгкого изолирующего и твёрдого термобетона, который особенно подходит для высоких температур и больших механических нагрузок.

Термобетон имеет ряд преимуществ перед шамотным кирпичом:

- подходит для тяжелых нагрузок;
- подходит для быстрого изменения температуры – противостоит термошоку;
- низкое аккумулирование тепла при нагреве и выдержки.

Технические характеристики печи РР-КР:

- размеры и площадь пода – 2,5х5,5; м;
- перепад температуры – 10 °С;
- мощность – 200 кВт.
- масса садки печи – 25 т .

Электрическая камерная печь с выкатным подом фирмы BOSIO представлена рисунке 12.

Для удаления заусенцев на отливках применяются зачистные станки JDC-250 фирмы JET. Характеристики зачистных станков JDC-250 представлены в таблице 5.

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	лист
						65
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		



Рисунок 12 – Электрическая камерная печь с выкатным подом фирмы BOSIO

Таблица 16 – Характеристики зачистных станков JDC-250

Модель	JDC-250
Артикул 400 В	50000311Т
Скорость вращения щетки, 2	1400/2800 об/мин
Размер щетки	250x45 мм
Посадочный диаметр	50 мм
Мощность двигателя	1,1 кВт/S1 100%
Габаритные размеры (ДхШхВ)	450x500x1300 мм
Масса	80 кг

Эскиз зачистного станка JDC-250 представлен на рисунке 13.

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	ЛИСТ
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		66



Рисунок 13 – Эскиз зачистного станка JDC-250

Расчетное количество оборудования GSA фирмы COGEIM определим по формуле (12):

$$N_p = \frac{21390 \cdot 1,1}{3754 \cdot 4} = 1,57.$$

Фактическая величина коэффициента загрузки проверяется по формуле (13):

$$K_{зф} = \frac{1,57}{2} = 0,78.$$

Таким образом, принимаем в цехе две дробеструйные машины GSA фирмы COGEIM.

Расчетное количество оборудования BOSIO для термообработки определим по формуле (12).

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	ЛИСТ
						67
Изм	Лист Т	№ докум.	Подп.	Дата а		

$$N_p = \frac{21390 \cdot 1,3}{4 \cdot 5750} = 1,6.$$

Фактическая величина коэффициента загрузки проверяется по формуле (13):

$$K_{зф} = \frac{1,6}{2} = 0,8.$$

Принимаем две печи фирмы BOSIO.

Выбираем рекомендованный в [8] режим термической обработки для стали 35Л – закалка с последующим отпуском.

Цель закалки – придание стали высокой твердости за счет получения структуры мартенсита. Нагрев 100 °С в час до температуры 860 – 880 °С, выдержка при этой температуре в течении 1 – 3 часов, а затем быстрое охлаждение в воде с примерной скоростью 250 °С в час.

Отпуск является окончательной термической обработкой. Целью отпуска является снижение внутренних напряжений. Нагрев 100 °С в час до температуры 600 – 630 °С, выдержка при этой температуре в течении 4 – 5 часов, а затем охлаждение на воздухе с примерной скоростью 100 °С в час.

После термической обработки литье снова необходимо очистить от окалины и придать ему товарный вид.

Расчетное количество оборудования GSA фирмы COGEIM определим по формуле (12):

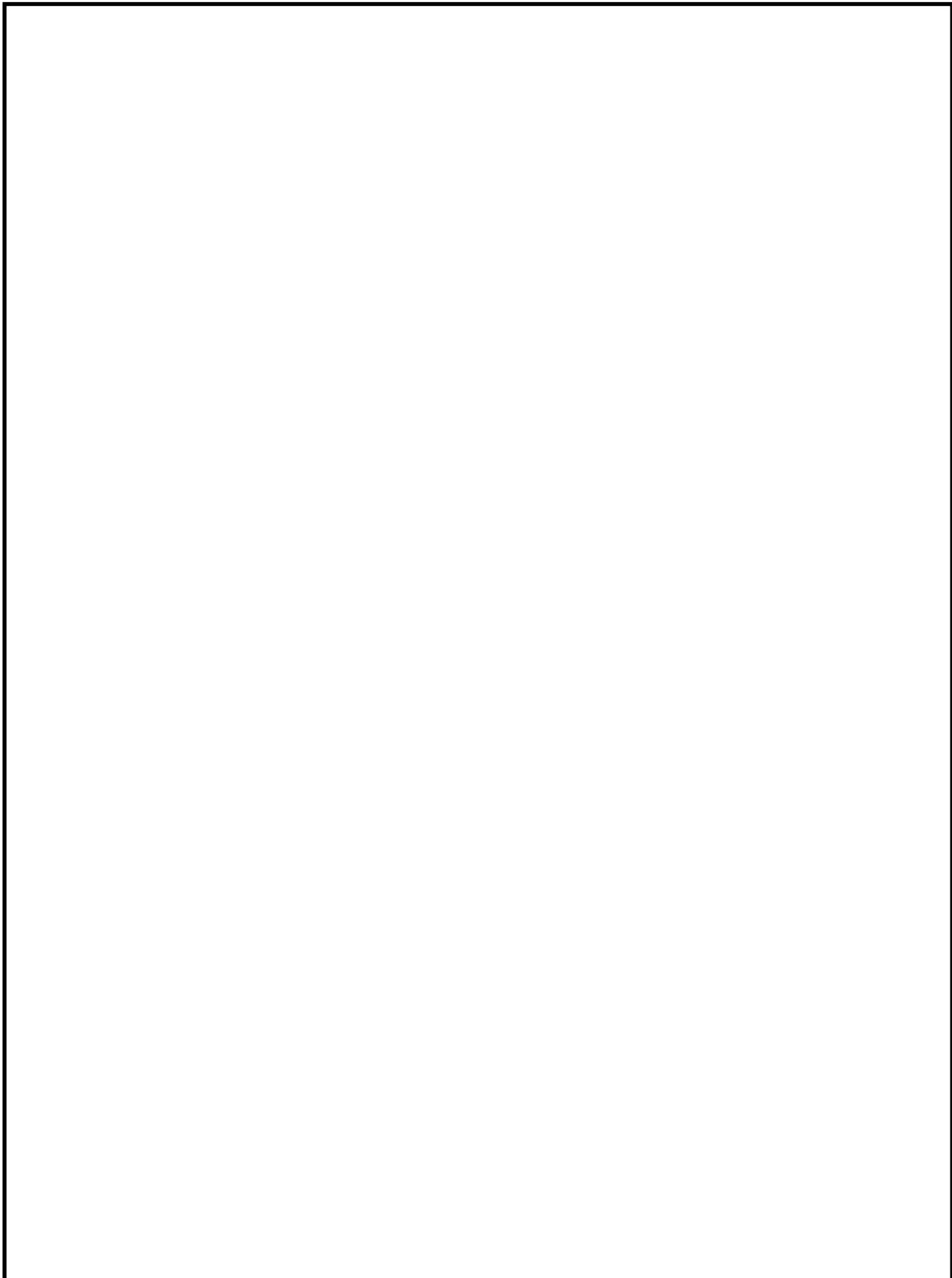
$$N_p = \frac{15450 \cdot 1,1}{3754 \cdot 4} = 1,23.$$

Фактическая величина коэффициента загрузки проверяется по формуле (13):

$$K_{зф} = \frac{1,23}{2} = 0,62.$$

Таким образом, принимаем в цехе две дробеструйные машины GSA фирмы COGEIM.

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	ЛИСТ
						68
Изм	Лист Т	№ докум.	Подп.	Дат а		



					<i>ДП.44.03.04.715 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>		<i>69</i>

4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В экономической части дипломного проекта произведен технико-экономический расчет, экономический анализ о целесообразности и эффективности спроектированного литейного цеха с годовым выпуском 15000 тонн стальных отливок марки 35Л.

Выполнены расчеты основных технико-экономические показателей:

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

Таблица 17 – Состав и стоимость машин и оборудования

№	Машины и оборудование	Количество машин данной марки	Стоимость 1 шт, тыс. руб.	Стоимость всех машин данной марки, млн руб.
1	2	3	4	5
Плавильное оборудование				
1	Печь плавильная	4	12000	48,000
2	Установка подогрева ковшей	3	630	1,890
3	Установка подогрева шихты	1	220	0,220
Итого				50,110
Машины для изготовления формовочных материалов				
1	Пневмотранспорт	1	1200	1,200
2	Установка сушки песка	1	500	0,500
3	Пневмоохладитель	1	850	0,850

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	ЛИСТ
						70
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

Итого

2,550

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	ЛИСТ
						71
<i>Изм</i>	<i>Лист</i> <i>т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i> <i>а</i>		

Окончание таблицы 17

№	Машины и оборудование	Количество машин данной марки	Стоимость 1 шт, тыс. руб.	Стоимость всех машин данной марки, млн руб.
1	2	3	4	5
Линии для литейного производства				
1	Формовочная линия HWS	2	45000	90,000
2	Стержневой автомат	3	9500	28,500
Итого				118,500
Машины выбивные				
1	Печь термическая	2	6200	12,400
2	Камера дробеметная	3	4800	14,400
Итого				26,800
Всего				197,960

Стоимость машин и оборудования проектируемого участка составила 197,960 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 состоит в том, что они, обслуживая многие производственные циклы, сохраняют свою материальную основу.

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	лист
						72
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата а		

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

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

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

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

Таблица 18 – Состав основных фондов и амортизационных отчислений

Наименование основных фондов цеха.	Стоимость основных фондов, млн руб.	Содержание от общей суммы фондов, %	Норма амортизации, %	Годовые амортизационные отчисления. млн руб.
1	2	3	4	5
1.Здания	550,000	65,25	2,00	11,000

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	лист
						73
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

Продолжение таблицы 18

Наименование основных фондов цеха.	Стоимость основных фондов, млн руб.	Содержание от общей суммы фондов, %	Норма амортизации, %	Годовые амортизационные отчисления. млн руб.
1	2	3	4	5
2.Сооружения				0,000
-железнодорожные пути	10,000	1,19	4,00	0,400
-очистные сооружения	12,000	1,42	2,00	0,240
-водонапорные башни	4,000	0,47	2,00	0,080
3.Передаточные устройства				0,000
-линии электропередач	5,000	0,59	2,00	0,100
-газопроводы	10,000	1,19	2,00	0,200
4.Машины и оборудование:		0,00		0,000
-силовые машины	12,000	1,42	7,00	0,840
-рабочие машины				0,000
а)машины для изготовления формовочных материалов	2,550	0,30	9,00	0,230
б)линии для литейного производства	118,500	14,06	7,00	8,295
в)машины выбивные	26,800	3,18	12,00	3,216
г)плавильное оборудование	50,110	5,94	10,00	5,011
-измерительные приборы	5,000	0,59	7,00	0,350
-вычислительная техника	5,000	0,59	10,00	0,500
5.Транспортные средства	5,000	0,59	5,00	0,250

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	Лист
						74
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

6.Инструмент	5,000	0,59	20,00	1,000
--------------	-------	------	-------	-------

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	ЛИСТ
						75
<i>Изм</i>	<i>Лист</i> <i>т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i> <i>а</i>		

Окончание таблицы 18

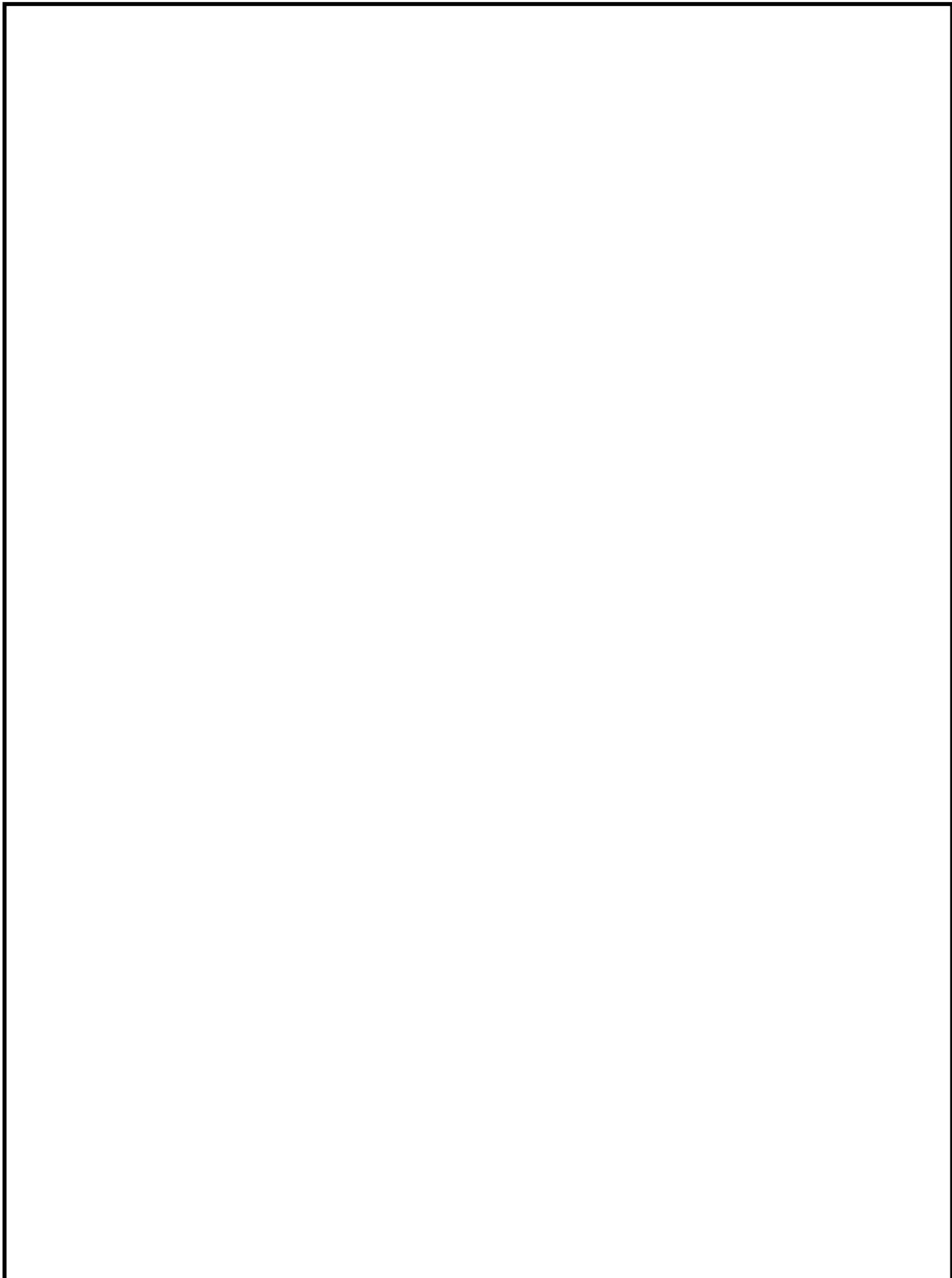
Наименование основных фондов цеха.	Стоимость основных фондов, млн руб.	Содержание от общей суммы фондов. %	Норма амортизации, %	Годовые амортизационные отчисления. млн руб.
1	2	3	4	5
7.Производственный инвентарь	10,000	1,19	10,00	1,000
8.Хозяйственный инвентарь	12,000	1,42	10,00	1,200
Всего	842,960	100,00		33,912

Годовые амортизационные отчисления составили 33,912 млн. руб.

Таблица 19 – Потребности в оборотных средствах

Наименование оборотных средств	Единица измерения	Литейный цех		Годовая потребность	
		норма расходов на 1. годного литья	цена за единицу, руб.	в ед. измерения	в млн руб.
1	2	3	4	5	6
Основные материалы					
1. Возврат	т	0,400	11000,00	6000,000	66,000
2. Лом стальной ГОСТ 2787-86	т	0,870	13000,00	13050,000	169,650
3. Чугун пердедельный П1 ГОСТ 805-95	т	0,256	16000,00	3840,000	61,440
4. Ферросилиций ГОСТ 1415-93	т	0,010	70000,00	150,000	10,500
5. Ферромарганец ГОСТ 4755-91	т	0,020	85000,00	300,000	25,500
6. Флюсы	т	0,050	50000,00	750,000	37,500
7. Раскислители	т	0,050	75000,00	750,000	56,250
Итого		1,656		24840,000	426,840
Вспомогательные материалы					
1. Песок 2K ₂ O ₂ ГОСТ 2138-91	т	0,880	250,00	13200	3,3

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	ЛИСТ
						76
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		



					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	ЛИСТ
						77
<i>Изм</i>	<i>Лист</i> <i>т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i> <i>а</i>		

Окончание таблицы 19

1	2	3	4	5	6
Вспомогательные материалы					
2. Смесь оборотная	т	6,000	250,00	90000	22,5
3. Связующее стержневое	т	0,015	50000,00	225	11,25
4. Катализатор	т	0,015	70000,00	225	15,75
5. Огнеупоры ГОСТ 390-96	т	0,200	14000,00	3000	42
Итого		7,110		106650	94,8
Топливо и энергия для технологических нужд					
1. Эл. энергия	кВ/ч	5200	4,20	78000000	327,6
2. Вода	м ³	20	13,50	300000	4,05
Итого				78300000	331,65
Топливо и энергия для хозяйственных нужд					
1. Эл. энергия	кВ/ч	300	4,20	4500000	18,9
2. Питьевая вода	м ³	12	13,50	180000	2,43
Итого				4680000	21,33
Всего					874,62
Возвратные отходы					
1. Оборотная формовочная смесь	м ³	6,000	250,00	90000	22,5
2. Возврат	т	0,400	11000,00	6000	66
3. Вода	м ³	20	13,50	300000	4,05
Итого				396000	92,55

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	ЛИСТ
						78
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

Годовая потребность участка в оборотных средствах за вычетом возвратных отходов составила 782,07 млн руб. (874,62 – 92,55).

Таблица 20 – Баланс использования времени одного производственного рабочего

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

При условии работы участка в две смены по 8 часов. Эффективное время одного производственного рабочего составляет 1576 часов.

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

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

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

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	лист
						79
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

распространенных профессиональных знаний (что должен знать) и трудовых навыков (примеры работ), которые должен выполнять рабочий соответствующей квалификации и специальности.

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

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

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

Таблица 21 – Расчет списочного состава рабочих

Профессия рабочего	Разряд	Количество работающих	Часовая тарифная ставка данного разряда, руб.	Годовой фонд заработной платы, тыс. руб.			
				прямой	начисления на прямую заработную плату	общий	общий с учетом СВ 30,2%
1	2	3	4	5	6	7	8
Основные рабочие							
Плавильщик	5	8	110	1386,88	693,44	2080,32	2708,58
Заливщик	4	4	100	630,40	315,20	945,60	1231,17
Формовщик	4	4	95	598,88	299,44	898,32	1169,61

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	ЛИСТ
						80
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

Проставщик стержней	4	4	90	567,36	283,68	851,04	1108,05
Стерженщик	4	6	90	851,04	425,52	1276,56	1662,08
Сварщик	5	8	110	1386,88	693,44	2080,32	2708,58

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	ЛИСТ
						81
<i>Изм</i>	<i>Лис т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дат а</i>		

Окончание таблицы 21

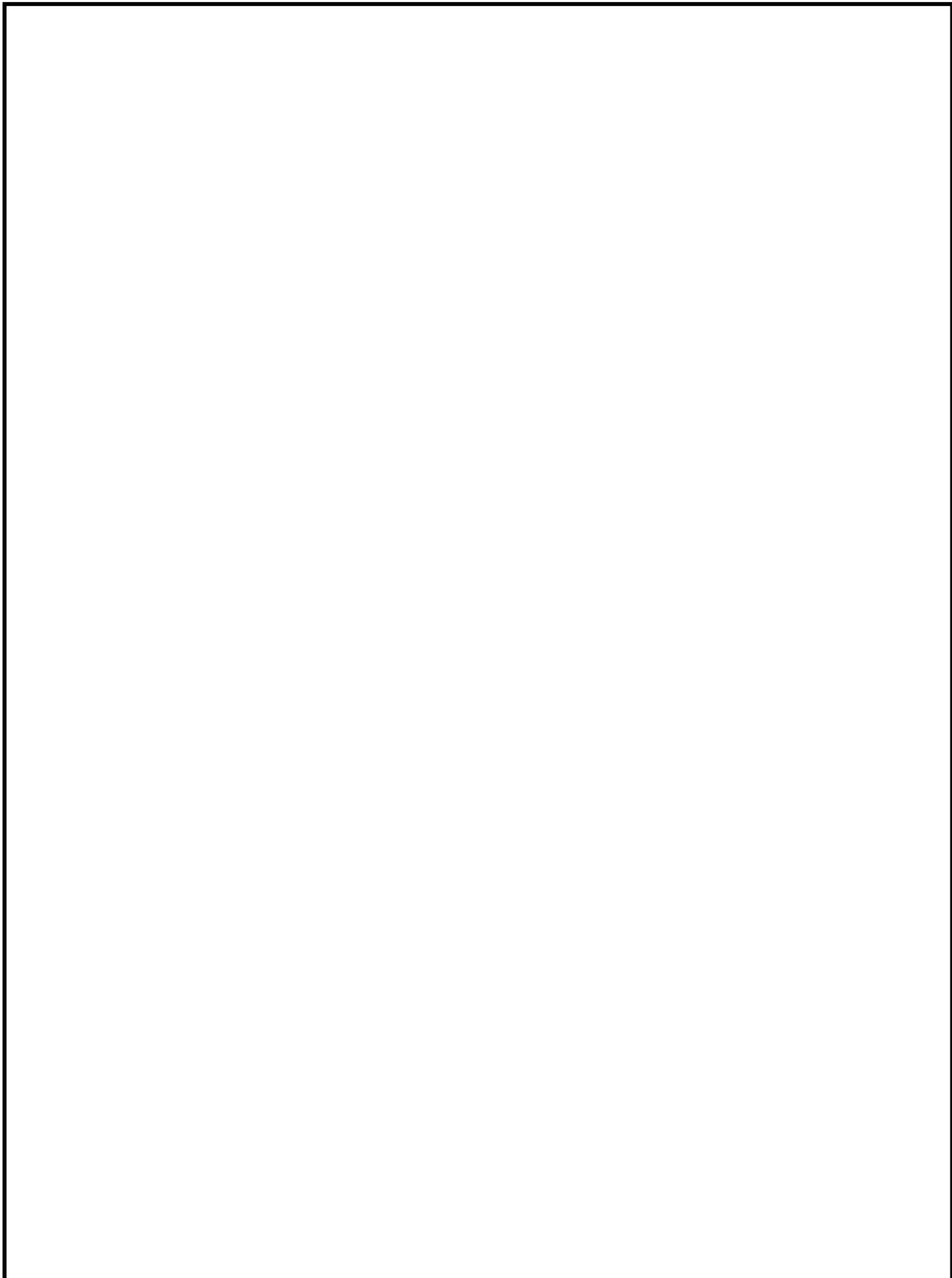
1	2	3	4	5	6	7	8
Основные рабочие							
Термист	4	4	90	567,36	283,68	851,04	1108,05
Обрубщик	4	20	110	3467,20	1733,60	5200,80	6771,44
Итого		58				14184,00	18467,57
Вспомогательные рабочие. Занятые обслуживанием оборудования							
Механик	3	8	78	983,42	491,71	1475,14	1920,63
Электрик	3	8	75	945,60	472,80	1418,40	1846,76
Слесарь	3	8	70	882,56	441,28	1323,84	1723,64
Итого		24				4217,38	5491,02
Незанятые обслуживанием оборудования							
Кладовщик		4	60	378,24	189,12	567,36	738,70
Итого		4				567,36	738,70
Всего		86				18968,74	24697,29

Среднесписочная численность рабочих цеха составляет 86 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 30,2 % составляет 24,697 миллионов рублей.

Таблица 22 – Штатное расписание ИТР, служащих и МОП

Должность	Количество	Оклад, руб.	Начисления на оклад, руб. 80%	Общий годовой фонд заработной платы, тыс. руб.	Общий годовой фонд заработной платы с учетом СВ, 30,2%, тыс. руб.
1	2	3	4	5	6
Руководители					
Начальник цеха	1	100000	80000	2160	2812,32
Начальник смены	2	80000	64000	3456	4499,71

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	ЛИСТ
						82
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		



					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	ЛИСТ
						83
<i>Изм</i>	<i>Лист</i> <i>т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i> <i>а</i>		

Окончание таблицы 22

1	2	3	4	5	6
Руководители					
Мастер	10	50000	40000	10800	14061,60
Итого	13			16416	21373,63
Специалисты					
Бухгалтер	2	35000	28000	1512	1968,62
Технолог	4	35000	28000	3024	3937,25
Инженер	4	35000	28000	3024	3937,25
Конструктор	4	35000	28000	3024	3937,25
Итого	14			10584	13780,37
Служащие					
Контролер ОТК	8	25000	20000	4320	5624,64
Нормировщик	2	22000	17600	950,4	1237,42
Секретарь	1	18000	14400	388,8	506,22
Итого	11			5659,2	7368,28
Младший обслуживающий персонал					
Дворник	2	12000	9600	518,4	674,96
Уборщица	4	12000	9600	1036,8	1349,91
Итого	6			1555,2	2024,87
Всего	44			34214,4	44547,15

Среднесписочная численность остальных работников проектируемого цеха составляет 44 человека, общий годовой фонд заработной платы с учетом производственной премии 50 % от оклада, уральского коэффициента 15 % и отчислений в социальный фонд в размере 30,2 % составляет 44,547 миллионов рублей.

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	ЛИСТ
						84
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

Общий годовой фонд заработной платы с учетом страховых выплат всех работающих (130 человек) проектируемого цеха составил 69,244 тыс. руб. (24,697 + 44,547).

Таблица 23 – Структура трудящихся в цехе

Категория работающих	Среднесписочное количество работающих	Среднемесячная заработная плата, тыс. руб.	Общий годовой фонд заработной платы, млн руб.	Общий годовой фонд заработной платы с учетом СВ 30,2%, млн руб.
Основные рабочие	58	26,53	14,18	18,468
Вспомогательные рабочие: – занятые обслуживанием оборудования; – незанятые обслуживанием оборудования	24	19,07	4,22	5,491
	4	15,39	0,57	0,739
Руководители	13	137,01	16,42	21,374
Специалисты	14	82,03	10,58	13,780
Служащие	11	55,82	5,66	7,368
Младший обслуживающий персонал	6	28,12	1,56	2,025
Итого	130		53,18	69,244

Таблица 24 – Смета расходов на содержание и эксплуатацию оборудования цеха

Наименование статьи расходов	Сумма, тыс. руб.	Примечание
1. Амортизация машин и оборудования, транспортных средств, инструмента	19691,50	Данные из таблицы 18
2. Вспомогательные материалы для ухода за оборудованием (смазочные и др.)	1,9796	1% от стоимости оборудования
3. Общий годовой фонд заработной платы с учетом СВ рабочих, занятых обслуживанием оборудования (слесари, электрики, смазчики и т.д.)	5491,02	Данные из таблицы 23

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	ЛИСТ
						85
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

4. Текущий ремонт оборудования и транспортных средств, инструмента	9,898	5% от стоимости оборудования
Итого	25194,40	

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

Таблица 25 – Смета цеховых расходов

Наименование статьи расходов	Сумма, тыс. руб.	Примечание
1. Амортизация зданий, сооружений, передаточных устройств, производственного и хозяйственного инвентаря цеха	13920,00	Данные из таблицы 18
2. Вспомогательные материалы на хозяйственно-бытовые нужды цеха	1728,00	0,3% от стоимости зданий и сооружений
3. Топливо и энергия (вода) на хозяйственно-бытовые нужды цеха	21330,00	Данные из таблицы 19
4. Общий годовой фонд заработной платы с учетом СВ руководителей, специалистов и служащих, младшего обслуживающего персонала, а также вспомогательных рабочих, не занятых обслуживанием оборудования	43260,98	Данные из таблицы 21, 22
5. Текущий ремонт зданий, сооружений, передаточных устройств, производственного и хозяйственного инвентаря цеха	5760,00	1% от стоимости зданий и сооружений
6. Прочие расходы (охрана труда, рационализация, изобретательство и т.д.)	17199,80	20% от суммы всех предыдущих расходов
Итого	103198,78	

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	ЛИСТ
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		86

Цеховые расходы составляют 103,198 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 26 – Себестоимость годовой программы и одной тонны годного литья

Калькуляционные статьи затрат	На годовую программу, млн. руб.	На одну тонну годного литья, тыс. руб.	Примечание
1. Основные и вспомогательные материалы на технологические цели	521,64	34,78	Данные из таблицы 19
2. Топливо и энергия на технологические цели	331,65	22,11	Данные из таблицы 19
3. Возвратные отходы оборотных средств	92,55	6,17	Данные из таблицы 19
4. Общая заработная плата основных рабочих с единым социальным налогом	69,24	4,62	Данные из таблицы 23
5. Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	25,19	1,68	Данные из таблицы 24
6. Цеховые расходы	103,20	6,88	Данные из таблицы 25
7. Потери от брака	3,10	0,21	3% от цеховой себестоимости
Итого цеховая себестоимость	961,47	64,10	
8. Общехозяйственные расходы (доля расходов по управлению и обслуживанию на предприятии, приходящаяся на данный цех)	9,61	0,64	1 % от суммы предыдущих статей
Итого производственная себестоимость	971,09	64,74	
9. Внепроизводственные расходы (доля коммерческих расходов предприятия, приходящаяся на данный цех)	9,71	0,65	1 % от суммы предыдущих статей

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	ЛИСТ
						87
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

Итого полная себестоимость	980,80	65,39	
----------------------------	--------	-------	--

Полная себестоимость 1 тонны годного литья составила 65,39 тыс. руб.

По результатам расчетов, представленных в таблицах 10 – 19, определены технико-экономические показатели работы проектируемого цеха, показанные в таблице 27.

Таблица 27 – Технико-экономические показателей работы участка

Наименование показателя	Единица измерения	Обозначения и расчетные формулы	Значение показателя
Годовой объем производства	т.	Q	15000
Потери от брака	%	$ПБ = \frac{мБ}{Q + мБ} \times 100\%$	3,00
Общая площадь цеха	М ²	S	7560
Съем литья с 1 м общей площади	т/М ²	CS = Q / S	1,984
Балансовая стоимость основных производственных фондов	млн руб.	ФБ	842,960
Активная часть основных производственных фондов	%	$АЧ = \frac{\Phi_3}{\Phi_Б} \times 100\%$	27,28
Фондоотдача	руб./руб.	$\Phi O = \frac{Q \times Ц}{\Phi_Б}$	1,51
Фондоемкость продукции	руб./руб.	ФЕ=1/ФО	0,66
Стоимость оборотных фондов (оборотные средства)	млн руб.	ОС	782,070
Материалоотдача	руб./руб.	$МО = \frac{Q \times Ц}{ОС}$	1,63
Материалоемкость продукции	руб./руб.	МЕ = 1/МО	0,61
Расход основных материалов на 1 т годного литья	т	РОМ	1,656
Численность: – работающих; – рабочих	чел.	Ч ЧР	130 86
Производительность труда одного работающего	т/чел.	ПТ = Q/Ч	115,385
Производительность труда одного рабочего	т/чел.	ПТР = Q/ЧР	174,419

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	ЛИСТ
						88
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

Трудоемкость продукции	(чел.×ч)/т	$TE = \frac{Ч_p \times ЭВ}{Q}$	9,036
Общий годовой фонд заработной платы работающих	млн руб.	ФЗП	53,183
Среднемесячная заработная плата одного работающего	тыс. руб.	$\overline{ЗП}$	34,092
Полная себестоимость 1 т годного литья	тыс. руб.	С	65,387

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	ЛИСТ
						89
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата а		

Окончание таблицы 27

Наименование показателя	Единица измерения	Обозначения и расчетные формулы	Значение показателя
Цена 1 т годного литья	тыс. руб.	Ц	85,000
Прибыль на 1 т литья	тыс. руб.	$\Pi = Ц - С$	19,613
Прибыль на годовой выпуск	млн руб.	$\Pi O = \Pi \times Q$	294,201
Рентабельность продукции	%	$R_{\Pi} = \frac{\Pi}{C} \times 100 \%$	30,00
Рентабельность по фондам	%	$R_{\Phi} = \frac{\Pi \times Q}{\Phi_{Б} + OC} \times 100 \%$	18,10
Затраты на 1 руб. Продукции	руб./руб.	$Z = C/Ц$	0,77
Капиталовложения	млн руб.	К	1785,017
Срок окупаемости капитальных вложений	лет	$T = \frac{K}{\Pi o}$	6
Коэффициент эффективности капитальных вложений	1/год	$E=1/T$	0,16

Капитальные вложения составляют 1785,017 млн рублей [12]

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

где К – капитальные вложения, млн руб;

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

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

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

$$K = 824,96 + 874,64 + 0,08 \cdot 824,96 = 1785,017.$$

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	лист
						90
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

5. ОХРАНА ТРУДА, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

5.1 Безопасность труда

Разработку, организацию и проведение технологических процессов изготовления отливок из черных и цветных металлов и их сплавов необходимо производить с соблюдением требований безопасности, устанавливаемых ГОСТ 12.3.002-2014 [12], Санитарными правилами организации технологических процессов и гигиенических требований к производственному оборудованию (N 1042-73) и др.

Требования безопасности к технологическим процессам должны быть изложены в технологической документации. Контроль за включением этих требований и полнотой их отражения в технологической документации осуществляет служба главного металлурга (технолога) предприятия.

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 – 2015 [13] 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

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	лист
						91
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

теплота, повышенный уровень шума и вибрации, электромагнитное излучение, повышенное напряжение в электрических цепях, движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования.

5.1.1 Характер трудового процесса

Проектируемый цех стального литья представляет собой одноэтажное здание, общей площадью 7560 м², количество работающих в цехе 130 человек. Площадь производственного помещения, приходящаяся на одного работающего составляет 58,15 м².

Здание литейного цеха каркасного типа. Несущий каркас состоит из колонн, установленных на фундаменте и связанных балками и фермами. Каркасы и колонны – железобетонные. Для въезда и выезда транспортных средств имеются ворота, оборудованные воздушно-тепловой завесой.

Конструкция здания проектируемого литейного цеха выполнена в соответствии с СанПиН 2.2.3.1385-03 – «Требования к предприятиям металлургической промышленности».

Для эффективного проветривания, размещаем проектируемый цех в здании сплошной застройки пролетного типа, конфигурация плана цеха в виде прямоугольника. Полы цеха выполнены из материалов с высокой прочностью, износостойкостью, стойкостью к воздействию агрессивных средств.

Санитарно-гигиенические требования к вентиляции, отоплению помещения выполнены по СанПиН 2.2.4.548-03 «Отопление, вентиляция и кондиционирование». Отопление цеха осуществляется местными нагревательными приборами регистрами из гладких труб. Все трубопроводы систем отопления и теплоснабжения калориферов выполняются из стальных водогазопроводных труб. Проектируемый литейный цех имеют эффективную вентиляцию, обеспечивающую многократный обмен воздуха в цехе, систему местной вентиляции, предотвращающую выброс вредных выделений в атмосферу цеха; устройство воздушных душей или тепловых

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	лист
						92
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

завес на рабочих местах. У ворот имеются воздушные тепловые завесы, пуск которых заблокирован с механизмом открывания ворот. В помещениях объем наружного воздуха составляет не менее 30 м³/ч на одного работающего. В зимнее время приточная вентиляция работает в сочетании с калориферными установками. Температура в цехе в холодный период 15...21 °С, в теплый период 16...27 °С. Предприятие относится ко 2-му классу санитарной классификации по СанПиН 2.1.1.1200-2003 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и других объектов». Поэтому территория цеха отделена от жилого массива санитарно-защитной зоной на расстоянии (500 м). В соответствии с СанПиН 2.2.3.1385-03 – «Требования к предприятиям металлургической промышленности». Расчетные нагрузки на полы и перекрытия представлены в таблице 6.1.

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 Условия труда

Анализ экологических, производственных факторов литейного цеха показывает, что в цехе необходимо применение мер по повсеместной технике безопасности; оснащение основного технологического оборудования пыле-газо-

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	лист
						93
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

улавливающими и очистными системами; совершенствование технологических процессов с переходом на экологически безвредные, безотходные технологии; сбор и утилизация отходов литейного производства; содержание территории и санитарно-защитной зоны в надлежащем санитарном состоянии.

Литейный цех оснащен транспортными и грузоподъемными механизмами, машинами для приготовления формовочных и стержневых смесей, устройствами для выбивки отливок, разнообразными механизмами. Выполнение любой из операций на указанном выше оборудовании связано с опасностью травматизма персонала цеха из-за наличия опасных зон в машинах и механизмах [14].

Основными опасными и вредными производственными факторами в литейном производстве являются:

- повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- нарушения температурного режима воздуха рабочей зоны, повышенная температура поверхностей оборудования, отливок, расплавленный металл;
- повышенные уровни шума и вибрации;
- подвижные части механизмов и оборудования;
- физические перегрузки, недостаточная освещенность и др.

Рассмотрим их более подробно в соответствии с нормативными документами и допустимыми параметрами.

Вредные вещества

Пыль литейных цехов по дисперсному составу относится к мелкой и мельчайшей фракциям, которые длительное время находятся во взвешенном состоянии в воздухе рабочей зоны. Значительные выделения пыли наблюдаются при выбивке отливок, в процессе приготовления формовочных и стержневых смесей. К газам и парам, которые загрязняют воздух рабочей зоны литейного цеха, относятся ацетон, ацетилен, бензол, окись азота, двуокись серы, углекислый газ, фенол, окись углерода, формальдегид, хлор, этиловый спирт и др.

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	лист
						94
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата а		

В соответствии с [13] в литейном цехе к опасным и вредным факторам относится пыль, выделяющиеся газы и пары источниками которых являются плавильные агрегаты, оборудование для приготовления смесей и стержней, участки формовки, выбивки и очистки отливок.

Большинство случаев профессиональных заболеваний и отравлений связано с поступлением токсичных газов, паров и аэрозолей в организм человека главным образом через органы дыхания. Вредные вещества могут попадать в организм человека через неповрежденные кожные покровы, причем не только из жидкой среды при контакте с руками, но и в случае высоких концентраций токсических паров и газов в воздухе на рабочих местах. Разновидность вредных веществ в воздухе производственного помещения является пыль. Она может быть во взвешенном – аэрозоль и осевшем – аэрогель состояниях.

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны и в воздухе рабочей зоны не должно превышать установленных ПДК. В таблице 28 приведены ПДК вредных веществ, сопутствующих литейному производству.

Таблица 28 – ПДК и классы опасности вредных веществ

Наименование веществ	ПДК, мг/м ³	Класс опасности
Оксид углерода	20	4
Оксид азота	5	3
Оксид железа	6	3
Оксид алюминия	6	3
Диоксид серы	10	4
Двуокись кремния	1	1
Известняк	6	3
Триэтиламин	8	3
Фенол	1	1
Формальдегид	0,5	1
Спирт этиловый	6	3
Спирт метиловый	5	3
Ацетон	200	5

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата а		95

Помимо естественной вентиляции, для эффективного распределения воздуха по всему производственному помещению, применяется механическая вентиляция, которая состоит из приточной вытяжной вентиляционной установки. В общем случае цеховая приточная установка включает в себя: воздухоприемное устройство, пористый фильтр для очистки поступающего воздуха, систему кондиционирования для подогрева и охлаждения воздуха, вентилятор.

Кроме общецеховой предусматривается приточная местная вентиляция – воздушные завесы для защиты производственных помещений от проникновения холодного воздуха при открытии ворот, дверей.

В качестве индивидуальных средств защиты от пыли, при концентрациях, превышающих ПДК, применяют респираторы типа «лепесток».

Микроклимат производственных помещений

Избыточны выделения теплоты в отделениях плавки металла, заливки, выбивки отливок, термической обработки, а также при выполнении ряда вспомогательных операций (при подсушке ковшей, форм и др.). Потери теплоты основным технологическим оборудованием – плавильными агрегатами – составляют 14... 62 % общего расхода теплоты на расплавление металла.

При проектировании литейного цеха использовались различные способы понижения влияния неблагоприятного микроклимата производства на состояние работающих в цехе людей.

Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха цеха, совместно с комплексом осуществляемых технологических мероприятий должны исключать скопление в воздухе производственных помещений литейного цеха пыли, ядовитых паров и газов в концентрациях, превышающих предельнодопустимые величины и поддерживать в допустимых диапазонах, температуру, относительную влажность и скорость движения воздуха. Как правило, воздухообмен, полученный для летнего периода, бывает достаточным для растворения окиси углерода и сернистого газа, одних из основных вредных веществ металлургического

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	лист
						96
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дат а		

производства. В переходный период, когда верхние проемы открыты не полностью или совсем закрыты, теплоизбытки могут быть большими. При температуре ниже +10 °С приточный воздух по санитарным соображениям следует подогревать. В этом случае экономически целесообразно использовать рециркуляцию, когда наружного воздуха забирают столько, сколько нужно для удаления теплоизбытков, затем смешивают его с внутренним воздухом в такой пропорции, чтобы температура смешанного воздуха допускала его подачу в рабочую зону. При выделении в цехе вредных веществ необходимо соблюдать следующие требования: содержание вредных веществ в рабочей зоне не должно превышать ПДК; содержание этих веществ в приточном воздухе не должно превышать 0,3 ПДК.

Вибрация

В литейном цехе источниками общей вибрации являются сотрясения пола и других конструктивных элементов здания вследствие ударного действия выбивных решеток, центробежных и других машин. Параметры общей и локальной вибрации регламентируются СН 2.2.4/2.1.8.566-01.

Параметры вибрации на рабочих местах не должны превышать допустимых величин по ГОСТ 12.1.012-2004 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования». Гигиенические нормы вибрации, допустимые к воздействию на работника в течение рабочей смены приведены в таблице 29.

Таблица 29 – Гигиенические нормы вибрационного воздействия

Вид вибрации	Допустимый уровень вибростойкости, дБ, в активных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										
	1	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Транспортно-технологическая	-	117	108	102	101	101	101	-	-	-	-
Технологическая	-	108	99	93	92	92	92	-	-	-	-
В служебном помещении	-	91	82	76	75	75	75	-	-	-	-
Локальная вибрация	-	-	-	115	109	109	109	109	109	109	109

					ДП.44.03.04.715 ПЗ					ЛИСТ
										97
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата						

Для снижения вибрации рекомендуется: установка машин, при работе которых возникают незначительные вибрации, увеличение массы фундаментов вибрирующего оборудования, устройство акустических разрывов и акустических швов вокруг фундаментов вибрирующего оборудования, укладка виброизоляционных материалов под станины машин, виброизоляция – снижение колебаний источника с помощью дополнительных устройств виброизоляторов.

Шум

Наибольшие уровни шума характерны для участков формовки, выбивки отливок, зачистки и обрубки. Параметры шума и общие требования безопасности регламентируются СН 2.2.4/2.1.8.562-01.

Общие требования безопасности при использовании машин и оборудования, работа которых сопровождается шумом, допустимые уровни звукового давления на рабочих местах устанавливаются в соответствии с ГОСТ 12.1.003-03 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности». В отделениях цеха, где имеются производства с эквивалентными уровнями шума более 80 дБл, должны быть предусмотрены комнаты отдыха с уровнем шума не более 40 дБл.

Для снижения механического шума используют упругие вставки между деталями и частями агрегатов, а также проводим принудительную смазку трущихся частей, что уменьшает уровень шума на 5...7 дБ. Применение звукопоглощающих кожухов является простым и недорогим способом снижения шума. Применение индивидуальных средств защиты также уменьшает вредное воздействие шума на человека.

Электромагнитные излучения

Электромагнитные поля в литейном цехе генерируются электротермическими установками для плавки и нагрева металла, сушки форм и стержней и др.

Допустимые параметры электромагнитных полей регламентируются ГОСТ 12.1.006-04 «ССБТ. Электромагнитные излучения. Общие требования».

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	лист
						98
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

Освещение

Освещение в производственной деятельности, как фактор охраны труда, имеет большое значение. Недостаточное или неправильно устроенное освещение ухудшает зрение работников, вызывает общее утомление, ведет к снижению производительности труда, к увеличению брака в работе и может явиться одной из основных причиной травматизма. Естественное и искусственное освещение производственных и санитарно-бытовых помещений литейного цеха должно соответствовать нормам СанПин 2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению».

Аварийное освещение предусматривается для безопасного продолжения работы или при внезапном повреждении освещения. Аварийное и охранное освещение литейного цеха должно предусматриваться в соответствии со СанПин 2.1.1.1278-03. Кроме естественного освещения через окна и аэрационные фонари в цехе применяется искусственное освещение. Для общего освещения используются газоразрядные источники света типа ДРИ и ДРЛ.

Для местного освещения – люминесцентные лампы. Ленточные конвейера по всей длине освещаются лампами накаливания. Аварийное освещение предусмотрено в плавно-заливочном участке и в местах выпуска металла.

Электробезопасность

Электробезопасность в проектируемом литейном цехе должна обеспечиваться конструкцией электроустановок; техническими требованиями и средствами защиты; организационными и техническими мероприятиями, а также контролем по ГОСТ 12.1.019-01 «ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты». Повышение электробезопасности также достигается применением систем защитного заземления, зануления, защитного отключения и других средств и методов защиты, в том числе знаков безопасности и предупредительных плакатов и надписей. Применением в системах местного освещения, в ручном электрифицированном

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	лист
						99
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

инструменте пониженного напряжения. Для защиты электроустановок от перегрузки применяются плавкие предохранители, рубильники располагаются в заземленных контурах. Питающая разводка, проходящая к оборудованию, должна быть закрыта.

Повышение электробезопасности достигается также путем применения изолирующих, ограждающих, предохранительных и сигнализирующих средств.

Для индивидуальной защиты работников цеха должны применяться монтерские инструменты, резиновые перчатки, сапоги, резиновые коврики и другие вспомогательные приспособления ГОСТ 12.1.019-01 «ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».

Основными источниками опасности поражения электрическим током являются электропечи, машины и механизмы с электроприводом (конвейеры, подъемно-транспортные устройства и т.д.).

Пожаровзрывобезопасность

Проектируемый цех относится по пожарной опасности к категории «Г». Регламентирующие условия пожарной безопасности определяются по ППР 01-03 «Правила пожарной безопасности в РФ». Общие требования» и согласно федеральному закону № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22 июля 2008 года.

В целях пожарной безопасности в цехе предусмотрены: места для огнетушителей в каждом отделении цеха, пожарные щиты, пожарные краны, ящики с песком, средства связи с пожарной охраной завода, звуковая сигнализация.

5.2 Экологическая безопасность

5.2.1 Глобальные экологические проблемы современности

К глобальным экологическим проблемам современности относятся важнейшие экологические задачи, которые человечеству нужно решать уже сейчас: проблема загрязнения окружающей среды, проблема парникового эффекта, разрушение

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	лист
						100
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата а		

озонового слоя. Результаты человеческой деятельности привели к тому, что все оболочки земли (биосфера, атмосфера, геосфера и аквасфера) просто пропитаны промышленными, бытовыми и химическими отходами. В результате пагубных воздействий атмосфера, которая дает нам воздух, накапливает канцерогенные и аллергенные вещества, диоксидсеры, оксиды азота. Кроме того, разрушается озоновый слой, «щит» от ультрафиолетовых лучей, повышенная доза которых вызывает онкологические заболевания. Загрязнение почвы и воды приводит к тому, что вымирают виды и целые экосистемы, которые поддерживают жизненный баланс планеты. Мангровые заросли, Большой Барьерный Риф и многие другие составляющие биосферы постепенно исчезают с лица Земли. Гибнут животные и рыбы, которые вынуждены жить в отравленной среде и питаться отравленной пищей.

Федеральный закон от 10 января 2002 г. N 7-ФЗ "Об охране окружающей среды". Настоящий Федеральный закон регулирует отношения в сфере взаимодействия общества и природы, возникающие при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, связанной с воздействием на природную среду как важнейшую составляющую окружающей среды, являющуюся основой жизни на Земле, в пределах территории Российской Федерации, а также на континентальном шельфе и в исключительной экономической зоне Российской Федерации.

Литейное производство, как и другие отрасли промышленности, является загрязнителем окружающей среды. В процессе производства образуются различные газообразные отходы и пыль, которые загрязняют атмосферу, кроме того, происходит загрязнение воды, а также образование твердых отходов, таких как шлака, отработанной смеси и др. Наиболее крупными источниками пыли и газовой выделений в атмосферу в литейном цехе являются: электродуговые печи; участки складирования и переработки шихты, формовочных материалов; участки выбивки и очистки литья. Снижение, а по возможности предотвращение попадания вредных веществ за пределы цеха, является основной задачей по охране природной среды.

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	лист
						101
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дат а		

5.2.2 Анализ связей технологического процесса с экологическими системами

Данный технологический процесс состоит в изготовлении отливок из стали с годовым выпуском 15000 тонн литья. Для получения жидкой стали используется дуговая сталеплавильная печь фирмы Danieli (Италия) емкостью 3 т.

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.

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	лист
						102
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

5.2.3 Основные требования экологизации проекта

Для каждого проектируемого и действующего промышленного предприятия устанавливается предельно допустимый выброс вредных веществ в атмосферу при условии, что выбросы вредных веществ от данного источника в совокупности с другими источниками (с учетом перспективы их развития) не создают приземную концентрацию, превышающую ПДК.

Для очистки воздуха отходящего от стержневых автоматов применяется абсорбционно-биохимическая установка фирмы «Промышленные экологические системы».

Через очистительную установку в час проходит примерно 2000 м³ воздуха, загрязненного третичными аминами, фенолом и формальдегидом. Абсорбционно-биохимическая очистка воздуха имеет высокую эффективность, проста и надежна в эксплуатации. Преимущество метода – замкнутый технологический цикл, отсутствие сбросов, отходов и низкие эксплуатационные затраты. Эффективность улавливания аминов, фенола, формальдегида – 96-99 %; взвешенных веществ – 99,99 %.

Для очистки воздуха также применяются скрубберы фирмы Beardsley&Piper модели MCOI с производительностью от 20 до 425 м³/мин. Схема скруббера приведена на рисунке 14.

Газовоздушная смесь из вентиляционной системы поступает в скруббер и проходит вверх через постель, содержащую высокоэффективную набивку из полипропилена. Газоочистительный раствор течет вниз через набивку, обеспечивающую полное взаимодействие между газами и жидкостью. Газоочистительный раствор абсорбирует газы. Воздух далее проходит через секцию туманоудалителя, который собирает капельки и возвращает их в секцию повторного кругооборота жидкости. Обработанный таким образом уже чистый воздух выпускается в атмосферу.

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	лист
						103
Изм	Лист Т	№ докум.	Подп.	Дата а		

Использование газа осуществляется в соответствии с техническим регламентом о безопасности сетей газораспределения и газопотребления № 870 от 29.10.2010 г, опубликованным № 45 от 8.11.2010 г.

5.2.4 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;

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	лист
						104
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

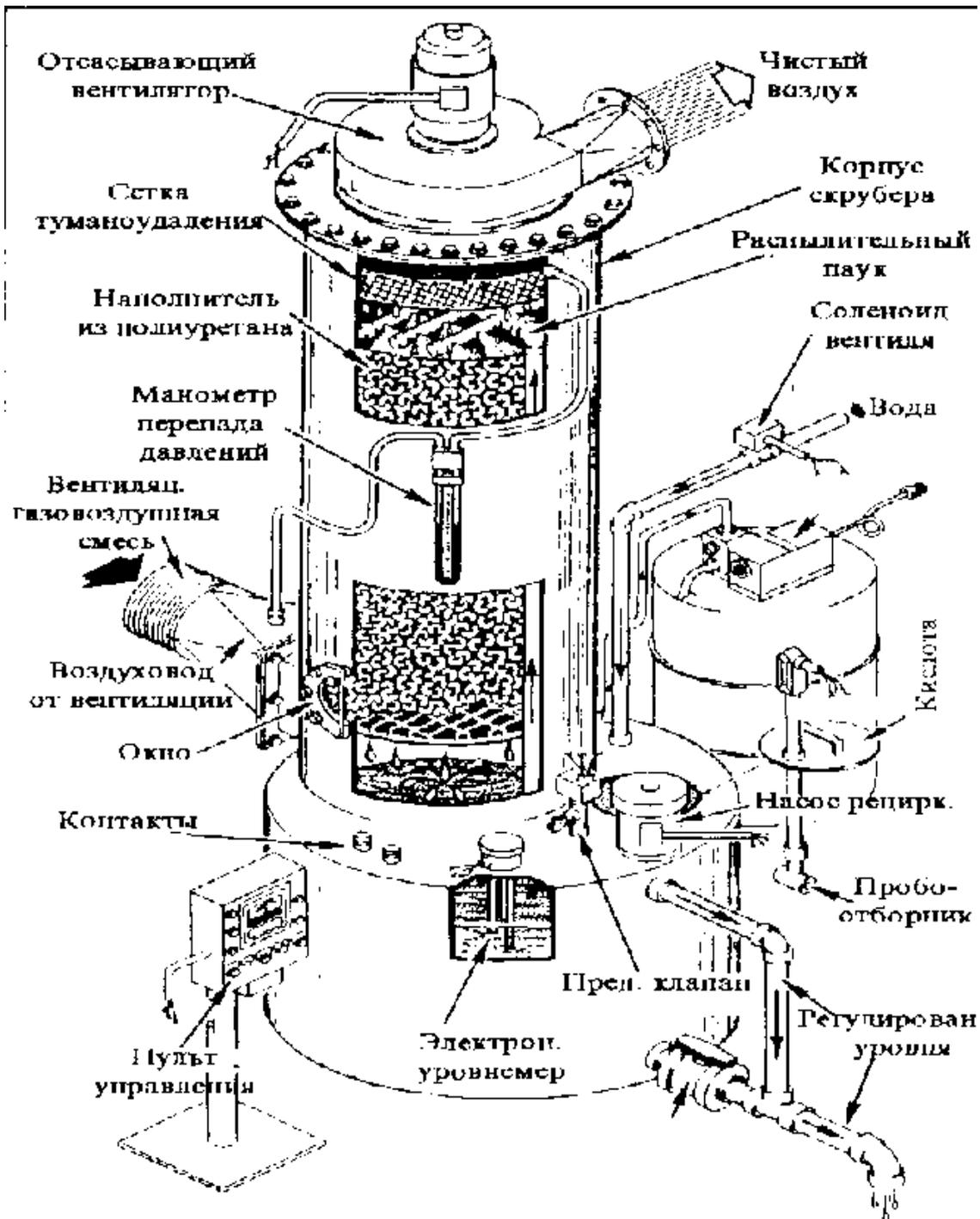


Рисунок 14 – Схема скруббера модели MCOI

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;

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	ЛИСТ
Изм	Лист Т	№ докум.	Подп.	Дат а		105

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;
- 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.

5.2.5 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.

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	лист
						106
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

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

К основным мероприятиям по снижению шума до установленных санитарных норм относится также замена встряхивающих формовочных машин прессовыми, пневматических приводов гидравлическими, встряхивающих выбивных решеток механизмами выдавливания отливок из опок. Снижение вибрации до предельно допустимых, уровней достигается применением виброгасящих амортизирующих устройств и приспособлений, систематическим ремонтом пневматического инструмента, использованием виброзащитных рукавиц, а также заменой рубильных молотков электрическими инструментам.

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.44.03.04.715 ПЗ</i>	лист
						107
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дат а		

6. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1. В проектируемом литейном цехе данного дипломного проекта задействована такая профессия, как стерженщик машинной формовки 4-го разряда.

Стерженщик машинной формовки 4-го разряда осуществляет следующие трудовые функции:

- Изготовление на стержневых машинах крупных размеров стержней средней сложности по стержневым ящикам с небольшим числом отъемных частей и сложных стержней на пескодувных машинах.

- Установка сложных каркасов с проводкой газовых каналов, тщательной отделкой на поточном конвейере и окраской стержней.

- Сборка простых и средней сложности стержней. Проверка качества стержневых смесей.

- Подналадка стержневых машин.

В случае служебной необходимости стерженщик машинной формовки 4-го разряда может привлекаться к выполнению обязанностей сверхурочно, в порядке, предусмотренном законодательством.

Характеристика работ.

Изготовление на стержневых машинах крупных и сложной формы стержней по стержневым ящикам с большим числом отъемных частей.

Сборка сложных стержней.

Установка сложных фигурных каркасов и крепление их различными способами.

Должен знать:

последовательность изготовления стержней для сложных отливок;

свойства стержневых материалов и смесей, применяемых для изготовления стержней, и способы определения их качества по внешнему виду и показаниям контрольно-измерительных приборов.

Примеры работ

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	лист
						108
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

Изготовление стержней:

1. Блоки цилиндров двигателей внутреннего сгорания.
2. Боковины литых тележек вагонов и тендеров.
3. Головки блоков цилиндров двигателей внутреннего сгорания.
4. Картеры коробок передач автомобилей.
5. Корпуса букс вагонов и тендеров.
6. Корпуса компрессоров.
7. Котлы отопительные.
8. Трубы коллекторов выхлопные.

2. Профессиональная подготовка стерженщика машинной формовки 4-го разряда осуществляется на предприятии в учебном центре при помощи повышения квалификации, так как с техникума он выпускается и приходит на предприятие с 3 разрядом.

СТЕРЖЕНЩИК 4-го разряда должен уметь:

- изготавливать крупные стержни средней сложности по стержневым ящикам с несколькими отъемными частями и до двух разъемов с рамками и каркасами;
- изготавливать стержни средней сложности из керамической массы для отливок из специального сплава и изготовление стержней средней сложности из жидких самотвердеющих смесей;
- подводку газовых каналов и прокладку фитилей в тонких частях стержня с тщательной отделкой опилением, окраской и проверкой стержней шаблонами;
- изготавливать по шаблонам сложные стержни средних размеров и средней сложности, стержни крупных размеров;
- сборку стержней для сложных и ответственных отливок с опилением и подгонкой по сложным кондукторам шаблонам;
- склеивать и обвязывать стержни, заделывать швы, окрашивать и сушить;
- выполнять работы по набивке форм, очистке и окраске особо сложных стержней и по сборке ящиков, укладке рамок и каркасов, прокладке фитилей и

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	лист
						109
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

прорезке каналов при изготовлении сложных фасонных стержней под руководством стерженщика ручной формовки более высокой квалификации.

СТЕРЖЕНЩИК 4-го разряда должен знать:

- процесс и последовательность изготовления стержней средней сложности;
- состав и свойства различных стержневых смесей, применяемых для изготовления стержней;
- способы приготовления стержневых смесей и применение быстросохнущих крепителей;
- устройство контрольно-измерительного инструмента и приспособлений, применяемых при изготовлении стержней;
- требования, предъявляемые к стержневым ящикам.

3. Рабочий учебный план повышения квалификации по профессии: «Стерженщик машинной формовки» 4 разряда.

Производственное обучение является основой профессиональной подготовки, целью которой является формирование у обучающихся практических умений и навыков в соответствии с требованиями профессиональной характеристики. Целями производственного обучения по профессии стерженщик ручной формовки является овладение знаниями и умениями при проведении работ, а также современным технико-экономическим мышлением, способностью успешно осваивать новые технологии подготовки. Производственное обучение проходит на рабочих местах ЗАО «Тулаэлектропривод» под руководством опытных инструкторов производственного обучения. Целью производственного обучения является подготовка будущего рабочего к самостоятельной высокопроизводительной работе на предприятии.

Задачами производственного обучения являются:

- закрепление и совершенствование профессиональных знаний и умений по избранной профессии;
- изучение производственной технологии и технической документации;

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	лист
						110
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дат а		

- накопление опыта самостоятельного выполнения работ;
- приобретение устойчивых навыков, развитие высокого профессионального мастерства;
- освоение приемов работы с новейшим оборудованием и новыми технологиями;
- формирование профессионально ценных качеств (быстрота реакции, аккуратность, согласованность действий, наблюдательность, предвидеть возможные виды брака, стремление добиваться высоких результатов в работе и творческое отношение к труду).

Основным видом аттестационных испытаний является квалификационный экзамен. Экзамен проводится с использованием экзаменационных билетов, разработанных в Учебном центре на основе утвержденной программы. Состав квалификационной комиссии утверждается приказом генерального директора. По результатам итоговой аттестации обучающимся присваивается 4 разряд по профессии «Стерженщик машинной формовки».

Результаты квалификационного экзамена оформляются протоколом и выдается удостоверение установленного образца.

Квалификация специальности «Стерженщик машинной формовки 4 разряда»

Срок обучения: 2,5 месяца

План учебного процесса

/п	Цикл, курсы, предметы	Общее кол-во часов
	Теоретическое обучение	96
	Спецтехнология	56
	Материаловедение	12
	Чтение чертежей	10
	Безопасность труда, производственная санитария и правила пожарной безопасности	10

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	Лист
						111
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

	Экзамен	8
	Производственное обучение	224
	Изготовление крупных стержней средней сложности	56
	Изготовление стержней из керамической массы и жидких самотвердеющих смесей	16
	Изготовление стержней по шаблонам	16
	Сборка и отделка стержней	48
	Самостоятельное выполнение работ сложностью 4-го разряда	80
	Квалификационная пробная работа	8
	ИТОГО	320

4. Из содержания учебного плана выбираем курс «Материаловедение» и разрабатываем средство обучения – презентация по теме «Химико-термическая обработка».

Презентация - это электронный документ, состоящий из слайдов, в которых представлена содержательная часть информации (например, новый учебный материал), оформленная в виде рисунков, диаграмм, графиков, текста; она может сопровождаться видео или звуковыми эффектами, привлекающими внимание слушателя к теме.

Правила использования презентации на уроке.

Учебная презентация должна быть продумана: цели, задачи, результат ее использования, этапы, изобразительные средства, оформление, звуковой ряд, интерактивность - все должно быть направлено на решение задач урока, а не на развлечение детей.

Лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать. Демонстрировать опыты, взвешивать, смешивать вещества, измерять массу физических тел, сравнивать их размеры лучше на практике. А в презентациях можно показывать, т. е. то, что сложно или невозможно увидеть (сделать) в реальной жизни. При этом следует учитывать, что ученики-аудиалы в отличие от визуалов поймут вас, только когда услышат. Поэтому презентация не может быть на уроке единственным средством обучения.

					ДП.44.03.04.715 ПЗ	лист
						112
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата а		

Просмотр презентации требует определенных физических усилий от учащихся, поэтому использование презентации необходимо дозировать. Общее время работы с презентацией на уроке не должно превышать 20-25 мин, при этом необходимо чередовать практические или письменные задания и работу с презентацией.

Химико-термической
обработкой называется нагрев
деталей до заданных
температур в агрессивных
средах с целью изменения
химического состава, свойств
и структуры с поверхности на
глубину до 4 мм

 MyShared

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		113

Химико-термическая обработка предназначена для повышения твёрдости, износостойкости в поверхностных слоях при сохранении вязкой сердцевины. Она основана на диффузионном проникновении в кристаллическую решётку Fe атомов различных элементов тех, при нагреве в среде богатой этими элементами или элементы вступают в химическую реакцию с С-карбиды, N-нитриты, отличаются высокой твёрдостью.

 MyShared

При химико-термической обработке протекают следующие процессы:

- 1-Разложение молекул диффундирующего элемента с образованием атомов(диссоциация)
- 2-Поглащение атомов поверхностью стали(адсорбция)
- 3-проникновение атомов вглубь(диффузия)

 MyShared

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	лист
						114
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

Виды химико-термической обработки:

- 1-цементация
- 2-азотирование
- 3-нитроцементация
- 4-алитирование
- 5-хромирование
- 6-силицирование
- 7-борирование
- 8-хромомарганцирование
- 9-хромотитонирование
- 10-вольфрамирование
- 11-меднение



5. В методической части дипломного проекта проведен анализ нормативной, учебной документации. Предложен способ осуществления профессиональной подготовки (повышение квалификации) стерженщик машинной формовки 4-го разряда. Представлен учебный план подготовки по выбранной профессии. Разработано наглядное средство обучения по выбранному курсу «Материаловедение» на тему «Химико-термическая обработка».

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	лист
						115
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте разработан литейный цех по изготовлению отливок из стали с производительностью 15000 тонн.

Для изготовления литейной формы используется V-процесс и Cold-box-процесс для изготовления стержней на оборудовании фирмы Laempe. Это дает возможность получения стержней и отливок высокой точности и с качественной поверхностью, автоматизации процесса, повышения производительности и уменьшения затрат в литейном производстве. Готовые отливки проходят обязательный контроль. Отработанная смесь проходит соответствующую обработку и возвращается в технологический процесс. Для осуществления всех операций технологического процесса было выбрано и рассчитано оптимальное количество оборудования и сделана планировка цеха с указанием всех технологических потоков.

Применение новых агрегатов и материалов в технологическом процессе позволили значительно снизить высокий процент брака, характерный для производства стального литья, и капитальные затраты на оборотные материалы. Специализация цеха на производстве среднего литья для нового металлургического оборудования повлияли на срок окупаемости предложенного проекта и не высокую рентабельность продукции. Поэтому такие цеха, в основном, входят в состав крупных заводов тяжёлого машиностроения, которые могут обеспечить повышенные капитальные затраты с не высоким уровнем капитало- и материалоотдачи.

Спроектированный цех стального литья отвечает всем требованиям строительным и санитарным нормам и правилам. Проведён комплекс работ по обеспечению безопасности труда персонала цеха, а также снижению вредного воздействия производства и его отходов на окружающую среду.

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	лист
						116
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 977-88. Отливки стальные. Общие технические условия. Введ. 01.01.90. -М.: Издательство стандартов, 1989. 56 с.
2. Технология литейного производства. Учебник. Под редакцией Б.С. Чуркина, Э.Б. Гофман и др. Екатеринбург. Урал. гос. проф. – пед. Ун-т . 2000. 662с.
3. ГОСТ Р 53464-2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку (с Изменениями N 1, 2). Введ. 30.06.2010. – М.: Стандартиформ, 2010. 44 с.
4. Вдовин К. Н., Технология литейного производства / Учебное пособие. – Магнитогорск МГТУ, 2001. – 115 с.
5. ГОСТ 3212-92. Комплекты модельные. Уклоны формовочные, стержневые знаки, допуски размеров. Введен 01.07.93. - М.: ИПК Издательство стандартов, 1993. 24 с.
6. Теория литейных процессов: учебное пособие /Л.Г. Знаменский, В.К. Дубровин, Б.А. Кулаков, В.И. Швецов.- Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 1999. – 163 с.
7. Д.М. Кукуй, В.А.Скворцов, В.Н. Эктова. Теория и технология литейного производства. Минск: изд. Дизайн ПРО, 2000. 416 с.
8. Фанталов, Л.И. Основы проектирования литейных цехов и заводов: Учебник для вузов по специальностям “Машины и технология литейного производства” и “Литейное производство черных и цветных металлов” / Л.И. Фанталов, Б.В. Кнорре, С.И. Четверухин и др. Под ред. Б.В. Кнорре – 2-е изд., перераб. – М.: Машиностроение, 1979. – 376 с., ил.
9. Методические указания по дипломному проектированию для студентов: В4 ч. Свердлов. инж. - пед. инс-т. Свердловск, 41. 1989. 88 с.
10. Непомнящий, В.Н. Проектирование литейных цехов [Текст]/ В.Н. Непомнящий, Т.Н. Тюнева // Метод. указания к практик. занятиям для студентов

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	лист
						117
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		

специальности 110400 «Литейное производство черных и цветных металлов». – Красноярск: – 2002. – 40 с.

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

12. ГОСТ 12.3.002-2014. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Процессы производственные. Общие требования безопасности. Введен 01.07.2016. – М.: Стандартиформ, 2016. 9 с.

13. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. Введен 01.03.2017. – М.: Стандартиформ, 2016. 9 с.

14. Белов, С.В. Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов / С.В. Белов [и др.], под общ. ред. С.В. Белова. 2-е изд., испр. и доп. – М.: Высш. шк., 1999. – 448 с.

					<i>ДП.44.03.04.715 ПЗ</i>	лист
						118
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		