





## РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 90 листов машинописного текста, 1 рисунок, 56 таблиц, 37 источников литературы, 1 приложение, графическую часть на 6 листах формата А1.

В дипломном проекте разработана система организации технологического процесса производства отливок из легированных сталей для вагоностроения с годовым выпуском 11 000 тонн.

Произведен расчет основных отделений литейного цеха и выбор технологического оборудования для производства отливок. Разработана новая технология изготовления «Патрубок».

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

Рассмотрены вопросы безопасности труда производственных рабочих и охраны окружающей среды.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ОТЛИВКА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ, ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ МОЩНОСТЬ, СЕБЕСТОИМОСТЬ, ОХРАНА ПРИРОДЫ, ОХРАНА ТРУДА, ЭКОЛОГИЧНОСТЬ.

					ДП.22.03.02.917.ПЗ				
					Проектирование литейного цеха по производству отливок из легированной стали с годовым выпуском 11000 тонн	<i>Лит.</i>	<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>	
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				1:1	
<i>Разраб.</i>		<i>Морозов</i>							
<i>Провер.</i>		<i>Бекетова</i>							
						<i>Лист</i>	3	<i>Листов</i>	90
<i>Н. Контр.</i>		<i>Категоренко</i>			Пояснительная записка 3	ФГАОУ ВО РГПТУ ИИПО, кафедра МСП Группа НТ-411сЛП			
<i>Утв.</i>		<i>Гузанов</i>							

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. ОБОСНОВАНИЕ И РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ЦЕХА.....	7
1.1. Режим работы цеха .....	7
1.2. Расчёт фонда времени работы оборудования .....	8
1.3. Производственная программа .....	8
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	10
2.1 Требования к отливке. Материал отливки и его свойства.....	10
2.3 Выбор модельно-литейной оснастки .....	12
2.4 Расчет припусков на механическую обработку.....	15
2.5 Расчет литниково-питающей системы.....	16
2.6 Формовочные и стержневые смеси.....	19
2.7 Конструирование и изготовление стержней.....	23
2.7.1 Изготовление стержней.....	24
2.8 Изготовление полуформ, сборка форм.....	26
2.9 Выбивка, обрубка и термообработка литья .....	28
2.10 Контроль качества.....	31
2.11 Виды брака и методы их предупреждения.....	32
3. РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ.....	34
3.1 Плавильное отделение.....	34
3.1.1 Заправка печи и завалка шихты .....	35
3.1.2 Активный процесс .....	36
3.1.3 Расчет количества печей .....	38
3.1.4 Расчет числа ковшей.....	39
3.1.5 Расчет шихты.....	39
3.2 Смесеприготовительное отделение.....	41
3.2.1 Расчет смесителей для формовочной и стержневой смеси... ..	45
3.3 Стержневое отделение.....	46
3.3.1 Расчет стержневых машин.....	48
3.3.2 Расчет 4-х ходового камерного сушила для стержней. ....	49
3.4 Формовочно-заливочно-выбивное отделение .....	49
3.4.1 Расчет автоматических формовочных линий .....	51
3.4.2 Расчет выбивных решеток .....	52
3.5 Термообрубное отделение .....	52
3.5.1 Термическая обработка отливок .....	52
3.5.2. Участок обрубки и очистки литья.....	54
3.5.3 Расчет оборудования очистного отделения .....	55

3.6. Сводная ведомость оборудования.....	56
БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА.....	57
4.1. Безопасность труда .....	57
4.1.1. Характер труда .....	57
4.1.2. Условия труда .....	58
5. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА.....	66
5.1. Глобальные экологические проблемы.....	66
5.2. Анализ связей технологического процесса с экологическими системами .....	67
5.3. Основные требования экологизации проекта .....	69
5.4. Мероприятия по экологизации технологического процесса.....	70
6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	71
6.1. Расчет численного состава рабочих.....	71
6.2. Организация и планирование заработной платы.....	75
6.3. Разработка системы стимулирования трудовой деятельности .....	78
6.4. Отчисления единого социального налога .....	79
6.5. Расчет стоимости основных фондов, амортизационных отчислений.....	80
6.6. Определение затрат и расчет себестоимости продукции .....	81
6.7. Техничко-экономические показатели.....	83
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	86
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	87
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	90

## ВВЕДЕНИЕ

Литейное производство является основной заготовительной базой машиностроения. Массовая доля литых заготовок машиностроительных изделиях составляет 30–90 %. Развитие техники предъявляет свои требования к качеству литых заготовок. Современные отливки должны иметь высокие и регламентированные механические свойства, физические и химические характеристики, а также высокую точность при минимальной толщине стенок и массе.

Важнейшей проблемой является повышение экологической чистоты литейной технологии, которую можно решить путем комплексной механизации и автоматизации производства, основанного на использовании прогрессивных технологических процессов. Значимость литейного производства увеличивается несмотря на широкое развитие конкурирующих технологий: порошковой металлургии, использование композиционных материалов, сварных и деформируемых заготовок, а также изделий из пластмасс. Это обусловлено рядом преимуществ:

- отливки имеют большую конфигуративную точности и максимально приближены к деталям;
- применяемые в литейном производстве способы формообразования отличаются большой экономичностью и универсальностью. Литьем можно получать заготовки любой конфигурации и из любых сплавов;
- литые заготовки, в отличии от всех других видов заготовок, имеют более низкую себестоимость.

Метод литья в сырые песчаные формы трудоемок и сложен. Но тем не менее, в ряде случаев, он является наиболее производительным и экономически выгодным. Применение литья в сырые песчаные формы эффективно главным образом в крупносерийном производстве, когда заливка форм осуществляется на конвейере, при необходимости быстрой сборки форм, вызванный производственными условиями, так как данный способ имеет самый сокращенный общий цикл изготовления отливок. Метод литья в сырые песчаные формы наиболее экономичен, так как не требует площадей для установки сушил и складирования форм.

Для современного состояния литейного производства характерны комплексная механизация и автоматизация технологических операций, а также использование разнообразнейших процессов литья: в разовые песчаные и многократные металлические формы, под давлением, центробежным способом, выжиманием, вакуумным всасыванием, с направленной кристаллизацией и т.д.

# 1. ОБОСНОВАНИЕ И РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ЦЕХА

## 1.1. Режим работы цеха

Режимы работы литейного цеха определяются очередностью выполнения операций технологического процесса изготовления отливок во времени и пространстве. От принятого режима работы зависит организация производственного процесса. Для литейных цехов применяются последовательные и параллельные режимы работы.

При последовательных режимах основные технологические операции литейного производства выполняются последовательно в различные периоды суток на одной и той же площади. При параллельных режимах работы все технологические операции выполняются одновременно на различных производственных участках.

По сравнению с последовательными параллельные режимы работы имеют ряд преимуществ: сокращается производственный цикл изготовления отливок, рациональнее используется оборудование и площадь цеха, улучшается качество и снижается себестоимость отливок и др. Сменность работы при этом режиме зависит от размеров и количества изготавливаемых отливок.

Литейный цех работает по трехсменному графику работы, по пятидневной рабочей неделе и 8-часовой рабочей смене. Действительный фонд времени  $\Phi_d$  определяется путем исключения из номинального фонда неизбежных потерь времени для нормально организованного производства.

Календарный фонд времени определяется по формуле:

$$\Phi_k = D_k \cdot T_c, \quad (1)$$

где  $D_k$  – число календарных дней в году;

$T_c$  – число рабочих часов в смене, ч.

$$\Phi_k = 365 \cdot 8 = 2920 \text{ ч.}$$

Номинальный фонд времени определяется по формуле:

$$\Phi_n = (D_k - D_v - D_{пр}) \cdot T_c \cdot K_{см}, \quad (2)$$

где  $D_v$  – число выходных дней в году;

$D_{пр}$  – число праздничных дней в году;

$K_{см}$  – режим сменности.

$$\Phi_n = (365 - 98 - 16) \cdot 8 \cdot 3 = 6024 \text{ ч.}$$

Действительный фонд времени определяется по формуле:

$$\Phi_d = \Phi_n \cdot k, \quad (3)$$

где  $k$  – коэффициент учитывающий невыходы рабочего по уважительной причине ( $k = 0,9$ ).

$$\Phi_{\text{д}} = 6024 \cdot 0,9 = 5422 \text{ ч.}$$

### 1.2. Расчёт фонда времени работы оборудования

Для расчета потребного количества оборудования необходимо знать действительный фонд времени работы оборудования. Действительный фонд времени определяем по формуле:

$$F_{\text{д}} = F_{\text{н}} \cdot (1 - \alpha/100), \quad (4)$$

где  $\alpha$  – потери времени на плановый ремонт, %;

$F_{\text{н}}$  - номинальный фонд времени работы оборудования, ч.

Номинальный фонд времени работы оборудования составляет 2008 ч на одну смену, но так как в сутках 3 смены, то  $F_{\text{н}} = 6024$  ч.

Таблица 1 - Расчет действительного фонда времени работы оборудования

Отделение	$F_{\text{н}}$	$\alpha$	Расчет $F_{\text{д}}$	Значение, ч
Смесеприготовительное	6024	6,5	$6024 \cdot (1 - 6,5/100)$	5632,4
Стержневое		4,5	$6024 \cdot (1 - 4,5/100)$	5752,9
Формовочное		5,5	$6024 \cdot (1 - 5,5/100)$	5692,7
Плавильное		5	$6024 \cdot (1 - 5/100)$	5722,8
Термообрубное		6	$6024 \cdot (1 - 6/100)$	5783,1

### 1.3. Производственная программа

Литейный цех специализируется на выпуске мелкого стального литья весом от 3 до 60 кг. Основные марки стали в проектируемом цехе 20ГЛ, 32Х06Л по ГОСТ 977-88, [1].

Баланс металла и производственная программа представлена в таблице 2. Годовой выпуск литья с учетом ремонтного литья и поставок запасных частей составил 11 000 т. Жидкий металл на производственную программу составит 16847,376 т.



Таблица 2 - Производственная программа цеха

Массовая группа	Наименование отливки	Сплав	Масса детали, кг	Масса отливки, кг	Масса отливки с ЛПС, кг	Общее количество отливок на программу, шт	Брак механ. цеха, шт	Брак литья, шт	Общее кол-во отливок с учетом брака, шт	Масса отливок без ЛПС на годовую программу, т	Масса жидкого металла на программу, т	Коэффициент выхода годного
0-10	Балочка	20ГЛ	9,6	10,8	18,2	12000	600	840	13440	145,152	244,608	59,34
	Башмак	20ГЛ	7,46	8,8	15,2	12000	600	840	13440	118,272	204,288	57,89
	Корпус	20ГЛ	3,03	5	8,1	12000	600	840	13440	67,2	108,864	61,73
	Замкодержатель	20ГЛ	4,5	6,1	8,9	12000	600	840	13440	81,984	119,616	68,54
	Клапан	20ГЛ	10,1	15,2	24,8	12000	600	840	13440	204,288	333,312	61,29
10-25	Упор	20ГЛ	15,88	25,8	38,6	13000	650	910	14560	375,648	562,016	66,84
	Скользун	20ГЛ	17	21,3	33,3	13000	650	910	14560	310,128	484,848	63,96
	<b>Патрубок</b>	<b>32Х06Л</b>	<b>18,8</b>	<b>26,9</b>	<b>41,3</b>	13000	<b>650</b>	<b>910</b>	<b>14560</b>	<b>391,664</b>	<b>601,328</b>	<b>65,13</b>
	Триангель	20ГЛ	23,7	30,1	49,9	13000	650	910	14560	438,256	726,544	60,32
	Люлька	32Х06Л	15,9	18,1	28,4	13000	650	910	14560	263,536	413,504	63,73
25-50	Фитинг	20ГЛ	28,8	32,9	50,1	14000	700	980	15680	515,872	785,568	65,67
	Замок	20ГЛ	36,6	46,6	71,6	14000	700	980	15680	730,688	1122,688	65,08
	Клин	20ГЛ	45,5	45,8	69,2	14000	700	980	15680	718,144	1085,056	66,18
	Упор	32Х06Л	26,3	39,1	60,1	14000	700	980	15680	613,088	942,368	65,06
	Венец	20ГЛ	29,6	33,9	52,1	14000	700	980	15680	531,552	816,928	65,07
50-75	Крышка	20ГЛ	55,3	55,3	79,1	15000	750	1050	16800	929,04	1328,88	69,91
	Корпус	20ГЛ	48	60,4	92,5	15000	750	1050	16800	1014,72	1554	65,3
	Ролик	32Х06Л	70,3	78,6	121,2	15000	750	1050	16800	1320,48	2036,16	64,85
	Звездочка	20ГЛ	69,2	71,2	111,1	15000	750	1050	16800	1196,16	1866,48	64,09
	Стойка	32Х06Л	53,6	61,6	89,9	15000	750	1050	16800	1034,88	1510,32	68,52
Всего:						270000	13500	18900	302400	11000,752	16847,376	

## 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Требования к отливке. Материал отливки и его свойства

Деталь «Патрубок» массой 18,8 кг. Размеры отливки: 350×354×206 мм. Преобладающая толщина стенок отливки составляет в среднем 5 мм.

На основании таблицы 3 деталь «Патрубок» отнесем к деталям общего назначения (1 группа), отливки деталей [1], не рассчитываемые на прочность. По классификации сложности - 2 группа сложности отливок. Отливка выполняется с использованием 1 стержня, выполняющего центральное внутреннее отверстие. Класс точности отливки 11-0-0-11 по ГОСТ Р 53464-2009, [6].

Таблица 3 - Классификация отливок по назначению [1]

Назначение	Характеристика
Общего назначения	Отливки деталей, не рассчитываемых на прочность.
Ответственные	Отливки деталей, испытываемых на прочность, работающих при статических нагрузках, а также в условиях трения скольжения.
Особо ответственные	Отливки деталей, испытываемых на прочность и эксплуатируемые в условиях динамических и знакопеременных нагрузок.

В качестве материала детали выберем сталь 32Х06Л по [1], указанную в чертеже детали.

Стальные отливки обладают более высокими механическими свойствами, чем чугуны, и используются для производства ответственных деталей машин. Усадка стали в среднем равна 2 %.

Сталью называют сплав железа с углеродом (содержание углерода до 2,14%), марганцем, кремнием, фосфором, серой и другими элементами. Содержание химических элементов доходит от сотых долей до нескольких процентов.

Стальные отливки обладают более высокими механическими свойствами, чем чугуны, и используются для производства ответственных деталей машин. В дипломном проекте рассматривается сталь 32Х06Л [1].

Таблица 4 - Химический состав стали 32Х06Л [1]

С, %	Mn, %	Si, %	Cr, %	P, %	S, %
			не более		
0,25 – 0,35	0,40 – 0,90	0,20 – 0,40	0,50 – 0,80	0,050	0,050

Таблица 5 - Механические свойства стали 32Х06Л [1]

Свойства	Показатель
Предел текучести $\sigma_T$	441 МПа
Временное сопротивление $\sigma_B$	638 МПа
Относительное удлинение $\delta$	$\geq 10\%$
Относительное сужение $\psi$	20%
Ударная вязкость КСU(a)	491 кДж/см <sup>2</sup>

Материал, предусмотренный конструктором для изготовления данных отливок 32Х06Л по ГОСТ 977-88 [1], материал заменитель сталь других марок, согласованных в установленном порядке.

Таблица 6 - Физические и технологические свойства стали 32Х06Л [1]

Свойства	Показания
Удельный вес $\gamma$	7,82-7,85 г/см <sup>3</sup>
Температура начала затвердевания	1493-1500 <sup>0</sup> С
Электросопротивление $\rho$	11,1-13,2 ом/см <sup>2</sup>
Магнитная проницаемость	3000-4000 гс/э
Коэрционная сила	1-2 эрстед
Жидкотекучесть при 1600 <sup>0</sup> С	550 мм
Линейная усадка (свободная) $\epsilon$	1,8-2,0 %
Флокеночувствительность	малочувствительна
Свариваемость	Ограниченно свариваемая
Обрабатываемость	75 %
Склонность к образованию усадочной раковины Кур	0,8
Склонность к образованию усадочной пористости Куп	1,1
Коррозионная стойкость	коррозирует

## 2.2 Выбор способа производства отливки

При выборе способа производства отливки в первую очередь принимают во внимание результаты анализа заказа и технологичности детали. При этом определяющим фактором является серийность производства.

Трудности выбора способа литья усугубляется тем, что большую часть отливок можно получить несколькими способами, которые в равной степени обеспечивают требуемые свойства литой детали. В этом случае решающим фактором, указывающим на наиболее рациональный технологический процесс производства заданного числа отливок, является экономичность. Отливка «Патрубок» относится к 1-ой группе отливок по

массе. По ориентировочным данным данная отливка относится к серийному типу производства.

При серийном производстве для изготовления отливки «Патрубок» используют сырые песчаные формы, изготавливаемые на автоматической формовочной линии «АФА-30», так как этот способ наиболее экономичен. К достоинствам литья в разовые формы относятся следующие факторы:

- возможность получения отливок из любых сплавов;
- сравнительно невысокие затраты на оснастку и приспособления;
- возможность получения отливок любой массы и размеров;
- отсутствие дорогостоящего оборудования;
- применение доступных формовочных материалов;
- обеспечение необходимых свойств (прочность, износостойкость);
- невысокая трудоёмкость процесса;
- снижение объёма механической обработки.

### 2.3 Выбор модельно-литейной оснастки

Модельный комплект должен удовлетворять следующим требованиям:

- обеспечивать получение отливки определенной геометрической формы и размеров;
- обладать высокой прочностью и долговечностью;
- быть технологичным в изготовлении;
- обладать минимальной массой и быть удобным в эксплуатации;
- иметь минимальную стоимость с учетом стоимости ремонта;
- сохранять точность размеров и прочность в течение определенного времени эксплуатации.

Литейная оснастка - это все приспособления, применяемые для изготовления отливок. Модельный комплект - это часть литейной оснастки, включающей в себя все технологические приспособления, необходимые для получения в форме отпечатка модели отливки. Модельный комплект для изготовления отливки «Патрубок» состоит из:

- модели верха и низа;
- стержневой ящик для стержней № 1;
- подмодельной плиты;
- сушильных плит для стержней.

Модель - часть модельной оснастки для образования в литейной форме отпечатка, соответствующего конфигурации и размеров отливки. Модель отличается от отливки размерами, наличием формовочных уклонов,

облегчающих извлечение модели из формы. Модельная плита - приспособление необходимое для крепления модели и получения отпечатка в форме.

Выбор материала зависит от типа производства отливки. Металлические модельные комплекты в течение длительного срока службы сохраняют точность размеров, способствуют получению четкой конфигурации отливки, прочны и долговечны. Модели из чугуна более прочные, хорошо обрабатываются, но имеют большую массу и склонны к коррозии, поэтому выбираем алюминий. При крупносерийном производстве отливки «Патрубок» материалом модельного комплекта является сплав АК7ч по ГОСТ 1583-93, [2].

При разработке модельного комплекта размеры детали пересчитывают с учетом усадки металла. При разработке используют нормы, стандарты, в которых регламентированы конструкции элементов оснастки, их размеры, материал, точность исполнения, шероховатость поверхности.

Для получения отливки «Патрубок» используется модельный комплект с шероховатостью формообразующих поверхностей Ra 6,3.

Заготовки для моделей верха и низа и для стержневых ящиков получают литьем в песчаные формы по деревянным промоделям, изготовленным из сосны, с учетом двойной усадки (усадка модели и сплава отливки).

Кроме модельного комплекта используют опоки. Для изготовления отливки «Патрубок» используются опоки, изготовленные из чугуна марки СЧ-30 по ГОСТ 1412-82, [3]. Опока - приспособление для удержания формовочной смеси при изготовлении литейной формы, её транспортировании и заливке жидким металлом. Формовочные уклоны на знаковых частях назначают по ГОСТ 3212-92, [4] в зависимости от высоты знака и его расположения в форме. На формообразующую поверхность вертикальных плоскостей стержней предусмотрен уклон 1:50, на остальные поверхности стержней, требующие уклон 1:10.

Точность изготовления отливки во многом определяется точностью установки стержня в форме, его фиксацией при сборке. Точность установки стержня в форме обеспечивается конфигурацией его знаковых частей и их размерами, которые назначают по [4], с учетом размеров стержня и его положением в форме.

Выбор положения отливки в форме зависит от следующих правил:

- наиболее ответственные рабочие части, плоские поверхности большой протяженности, места, подлежащие механической обработке, нужно, по возможности располагать внизу; в крайнем случае - вертикально

или наклонно. При вынужденном расположении обрабатываемых поверхностей вверху нужно обеспечить такие условия, при которых песчаные и газовые раковины могли бы образоваться только в удаляемых при обработке частях отливки;

- формы для отливок, имеющих конфигурацию тел вращения с обрабатываемыми внутренними поверхностями, лучше заливать в вертикальном положении или центробежным способом;

- для отливок, имеющих внутренние полости, образуемые стержнями, выбранное положение должно обеспечивать возможность проверки размеров полости формы при сборке, а также надежное крепление стержней;

- для предупреждения недоливов тонкие стенки отливки следует располагать в нижней части формы, желательна вертикально или наклонно;

- отливки из сплавов с большой усадкой располагать в положении удобном для питания их металлом верхних или боковых отводных прибылей;

- формы для станин, плит и др. отливок с большим числом ребер должны быть при заливке расположены так, чтобы имелась возможность направить металл вдоль стержней и выступов формы.

Важным является определение оптимального числа отливок в форме. При крупносерийном изготовлении песчаных форм на машинах, а также при использовании специальных способов литья необходимо стремиться к максимальной металлоемкости формы.

При выборе опок следует учитывать, что использование чрезмерно больших опок влечет за собой увеличение затрат труда на уплотнение формовочной смеси, нецелесообразный расход смеси.

Основополагающие факторы при выборе опок:

- от типа применяемой смеси;
- от принятого техпроцесса, способа уплотнения, конфигурации, массы отливки, количества отливок;
- от расположения отливок в форме, от размеров литниково-питающей системы.

Таблица 7 - Зависимость толщины слоя формовочной смеси на различных участках формы от массы отливки

Масса отливки, кг	Минимально допустимая толщина слоя, мм				
	От верха модели до верха опоки	От низа модели до низа опоки	От модели до стенки опоки	Между моделями	Между моделью и литниковым ходом
26-50	60	70	40	50	40

Минимальные размеры опок можно определить, если к габаритным размерам прибавить некоторое расстояния, которое выбирают по таблице 7 из [5].

При изготовлении отливки «Патрубок» предусматриваются стандартные опоки для автоматической линии «АФА-30» с размерами 900×1200×300×300 мм. В опоке размещены 4 отливки.

#### 2.4 Расчет припусков на механическую обработку

Для определения конструктивных размеров модельных комплектов в первую очередь необходимо установить припуски на механическую обработку, припуски на усадку и формовочные уклоны.

Припуски на механическую обработку назначают по [6]. Этот ГОСТ распространяется на отливки из черных и цветных металлов и сплавов и регламентирует допуски на размеры, массу и припуски на механическую обработку. Согласно [6] припуск на механическую обработку не должен превышать данного значения. Выбираем размер припуска 5 мм. В соответствии с ГОСТ Р 53464-2009 выбираем 11 класс точности. Точность отливки 11-0-0-11 по [6].

Припуски на механическую обработку назначают по ГОСТ Р 53464-2009 [5]. Этот ГОСТ [5] распространяется на отливки из черных и цветных металлов и сплавов и регламентирует допуски на размеры, массу и припуски на механическую обработку.

В литейном производстве на отливку необходимо наносить припуски на механическую обработку. Припуски на обработку назначают дифференциально на каждую обрабатываемую поверхность отливки. Порядок определения общего припуска на механическую обработку следующим: По принятому технологическому процессу литья, типу заливаемого сплава и наибольшему габаритному размеру отливки определяем степень точности поверхностей (Приложение В, таблица В.1, [6]).

Принимаем технологический процесс - литье в песчано-глинистые сырые формы из смесей с влажностью от 3,5% до 4,5% с прочностью от 60 до 120 кПа, со средним уровнем уплотнения до твердости не ниже 70 единиц; Выбираем сплав - термообработываемый черный сплав (32Х06Л); Наибольший габаритный размер отливки - 360 мм. Степень точности отливки - 11.

По степени точности поверхности определяем ряд припуска отливки (Приложение Е, таблица Е.1, [6]).

Выбираем по таблице 7 ряд припуска.

На основании принятого технологического процесса получения отливки, наибольшего габаритного размера и типа сплава выбираем класс размерной точности отливки (Приложение А, таблица А.1, [6]): выбираем 11 класс размерной точности.

По отношению наименьшего размера элемента отливки к наибольшему (толщины или высоты к длине элемента отливки), типу формы (разовые или многократные), намеченной термообработке, определяется степень коробления элементов отливки (Приложение Б, таблица Б.1).

$$\text{Ст.кор.} = 7 / 360 = 0,0194.$$

Выбираем степень коробления 8.

По интервалу номинальных размеров и классу размерной точности детали определяем допуск размеров отливки (таблица 1, [6]);

Размер 360 - допуск размера 7,0 мм;

По номинальному размеру нормируемого участка отливки и степени коробления элементов отливки выбираем допуск формы и расположение элементов отливки (таблица 2, [6]): равный 2,4 мм;

На основании допуска размеров отливки и допуска формы и расположения поверхности, определяем общий допуск элемента отливки (Приложение И, таблица И.1): выбираем общий допуск элемента как 9,0 мм.

По общему допуску, виду окончательной механической обработки и ряду припуска определяем общий припуск на сторону (таблица 6, [6]): равный 7,5 мм (т.к. из соотношения допусков размера обработанной детали к допуску расположения элементов отливки, выбираем вид окончательной механической обработки как полустовая).

Согласно [6] припуск на механическую обработку не должен превышать данного значения. Выбираем размер припуска 5,0 мм. Вес припусков на механическую обработку рассчитываем по формуле:

$$M_{\text{ПР}} = V \cdot \rho, \tag{5}$$

где  $V$  – объем припуска,  $\text{дм}^3$ ;

$\rho$  – плотность жидкого металла,  $\text{кг/м}^3$ .

$$m_{\text{ОТЛ}} = m_{\text{ДЕТ}} + m_{\text{ПРИП}} = 18,8 + 9,1 = 26,9 \text{ кг}.$$

## 2.5 Расчет литниково-питающей системы

Литниковая система - система каналов и элементов литейной формы для подвода расплавленного металла в полость формы, обеспечения ее заполнения и питания отливки при затвердевании [8]. Правильная конструкция литниковой системы должна обеспечивать непрерывную



подачу металла в форму по кратчайшему пути; спокойное и плавное ее заполнение; улавливание шлака; создание направленного затвердевания отливки; минимальный расход металла на литниковую систему.

Наиболее рациональным для отливки «Патрубок» является размещение литниковой системы по разъему формы, которое обеспечивает заполнение нижней части отливки сверху, а верхней - снизу. Шлакоуловители и питатели расположены по разъему формы, что удобно в отношении формовки, а также простановки стержней. Литниковая система отливки «Патрубок» состоит из следующих элементов:

- литниковая чаша, которая предназначена для приема расплавленного металла и подачи его в полость формы;

- стояк это вертикальный канал, служащий для подачи расплавленного металла из литниковой чаши к другим элементам системы;

- шлакоуловитель это горизонтальный трапециевидный канал, который предназначен для задержания шлака и засоров и подачи расплавленного металла из стояка к питателям;

- питатель это горизонтальный канал для подвода металла в полость литейной формы.

Расчет оптимальной продолжительности заливки выполняется по следующей формуле [8]:

$$\tau_{opt} = S \cdot \sqrt[3]{\delta \cdot G_{ж}}, \quad (10)$$

где  $S$  - коэффициент, учитывающий жидкотекучесть сплава и тип литниковой системы;

$\delta$  - средняя толщина стенки отливки, 10 мм;

$G_{ж}$  – общая масса отливки, литников и прибылей, 32,0 кг.

$$G_{ж} = n \cdot (G_{отл} + G_{приб} + G_{лс}), \quad (11)$$

$$G_{ж} = 4 \cdot (26,9 + 0 + 14,4) = 165,2 \text{ кг.}$$

$$\tau_{opt} = 1,3 \cdot \sqrt[3]{5 \cdot 165,2} = 12,2 \text{ сек.}$$

Расчитанную продолжительность заполнения формы надо уточнить путем проверки на допустимую линейную скорость подъема уровня расплава. Такая необходимость обусловлена тем, что жидкая сталь с открытой поверхности активно взаимодействует с атмосферой литейной формы, что ведет к окислению и образованию оксидных плен, а также интенсивному остыванию за счет тепловых потерь излучением; возможно затвердевание в период заполнения формы и возникновение дефектов в виде неслитин, спаев и плен.

Поэтому линейная скорость подъема уровня расплава  $v_{\text{лр}}$  должна быть не меньше допустимой скорости  $v_{\text{кр}}$ . Значение находят по простому соотношению:

$$v = \frac{H}{\tau}, \quad (12)$$

где  $H$  – высота отливки, мм;

$\tau$  - время заполнения, с.

$$\tau_{\text{отм}} = 1,3 \cdot \sqrt[3]{10 \cdot 32} = 8,9 \text{ с.}$$

$$v = 107 / 8,9 = 12,01 \text{ мм/с.}$$

Расчет площади узкого сечения производится по формуле:

$$F_n = \frac{G_{\text{ж}}}{\rho_{\text{ж}} \cdot \mu \cdot \tau_{\text{отм}} \cdot \sqrt{2g \cdot H_p}}, \quad (13)$$

где  $\rho_{\text{ж}}$  - плотность жидкого сплава, кг/см<sup>3</sup>;

$\mu$  - коэффициент расхода литниковой системы;

$H_{\text{ср}}$  – действующий напор, см;

$g$  – ускорение свободного падения, 981 см/с<sup>2</sup>.

При заливке по разъему  $H_{\text{ср}}$  – действующий напор, рассчитывается по формуле:

$$H_{\text{ср}} = H_{\text{ст}} - h_{\text{в}} / 8, \quad (14)$$

где  $H_{\text{ст}}$  – высота стояка от уровня воронки до питателя, 30,0 см;

$h_{\text{в}}$  – высота части отливки от питателя до ее самой высокой точки, 8 см.

$$H_{\text{ср}} = 30 - \frac{35,4}{8} = 25,575 \text{ см.}$$

$$F_{\text{пит}} = \frac{165200}{7,8 \cdot 0,32 \cdot 12,2 \cdot \sqrt{2 \cdot 981 \cdot 25,575}} = 24,2 \text{ см}^2.$$

В форме 4 отливки, на отливку 2 питателя, то  $F_{\text{пит}} = 3,1 \text{ см}^2$ .

Определение площадей остальных элементов литниковой системы осуществляется по эмпирическим соотношениям, зависящим от сплава и положения узкого места системы. На основании практического опыта принимаем следующее соотношение:

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

Отсюда получаем:

$$\sum F_{\text{шл}} = 29,0 \text{ см}^2, \quad F_{\text{шл}} = 14,5 \text{ см}^2;$$

$$F_{\text{ст}} = 33,9 \text{ см}^2.$$

По полученным площадям поперечного сечения элементов литниковой системы и типу формовки сконструируем питатель, стояк, литниковую чашу или воронку. Размер литниковой воронки определим по формуле:

$$D_B = H_B = (2,7 \dots 3,0) \cdot D_{ст},$$

$$F_{ст} = 33,9 \text{ см}^2.$$

$$D_{ст} \sqrt{\frac{S}{\pi}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{33,9}{3,14}} = 6,2 \text{ см}.$$

В практике чаще всего применяются трапециевидальные шлакоуловители. Сечение шлакоуловителя по его длине при замкнутой системе следует оставлять постоянным. После прохождения последнего питателя шлакоуловитель следует несколько продолжить, чтобы образовать тупик, в котором будут скапливаться неметаллические включения. Для отливки «Патрубок» примем трапециевидальные питатели и шлакоуловители.

Рассчитываем размеры шлакоуловителя:

$$F_{шл} = 14,5 \text{ см}^2 = \frac{(a + b) \cdot h}{2} = \frac{(a + 0,8a) \cdot 1,3a}{2} = 1,17 a^2 \text{ см}.$$

$$a = \sqrt{14,5/1,17} = 3,5 \text{ см} = 35 \text{ мм};$$

$$b = 0,8a = 2,8 \text{ см} = 28 \text{ мм};$$

$$h = 1,3a = 4,5 \text{ см} = 45 \text{ мм}.$$

Рассчитаем размеры питателя:

$$a = 1,6 \text{ см} = 16 \text{ мм};$$

$$b = 1,3 \text{ см} = 13 \text{ мм};$$

$$h = 2,1 \text{ см} = 21 \text{ мм}.$$

Коэффициент выход годного

$$КВГ = Q_{отл} \cdot 100 \% / (Q_{отл} + Q_{л.с.} + Q_{пр.} + Q_{пот}), \quad (15)$$

где  $Q_{отл}$  – масса отливки, 26,9 кг;

$Q_{л.с.}$  – масса литниковой системы, 14,4 кг;

$Q_{пр.}$  – масса прибыли, 0,0 кг;

$Q_{пот}$  – масса потерь, принимаем 2% от массы отливки 0,1 кг.

$$КВГ = 26,9 \cdot 100\% : (26,9 + 0 + 14,4 + 0,1) = 65,13 \%$$

## 2.6 Формовочные и стержневые смеси

Исходные формовочные материалы, добавки, смеси, бывшие в употреблении, подвергают сушке, грубому дроблению, тонкому измельчению, просеиванию, магнитной сепарации, перемешиванию, разрыхлению.

На исходные формовочные материалы существует стандарт предприятия СТП АДК 155-2001, [14]. Настоящий стандарт устанавливает ограниченную номенклатуру исходных формовочных материалов,

используемых для приготовления формовочных, стержневых и жидких самотвердеющих смесей, противопопригарных и разделительных покрытий, керамических оболочек.

Стандарт содержит перечень марок или видов материалов с указанием их основных химико-физических свойств и технологических требований.

Исходными формовочными материалами для смесей являются основные материалы: песок кварцевый марки 2К<sub>1</sub>О<sub>2</sub>035 (2К - песок кварцевый 2 группы, так как глинистой составляющей 0,2%, О<sub>2</sub> - вторая группа по однородности, до 80%, диаметр 35 - средний диаметр 35 мм), вода техническая и глина огнеупорная КС1Т1 (К – каолиновая глина, С - среднеколлоидальная, коллоидальность не менее 30%, Т1 - низкое содержание примесей, FeO < 1%).

Вспомогательными - связующие УСК, ЛСТ. Связующие УСК – универсальный крепитель, ЛСТ вводят в формовочные и стержневые смеси для придания им прочности во влажном и сухом состоянии. УСК – универсальный стержневой крепитель. ЛСТ – наиболее распространённое органическое связующее в литейном производстве.

Физико-химические показатели лигносульфонатов технических (ЛСТ) должны соответствовать нормам, указанным в таблице 8.

Таблица 8 - Физико-химические показатели ЛСТ по [14]

Наименование показателя	Норма
Массовая доля сухих веществ, % не менее	50,0
Плотность, кг/м <sup>3</sup> не менее	1230
Концентрация ионов водорода раствора ЛСТ, ед. рН, не менее	5,0
Вязкость условная, с не менее	150

Физико-химические показатели УСК должны соответствовать нормам, указанным в таблице 9.

Таблица 9 - Физико-химические показатели УСК по [14]

Наименование показателя	Норма
Внешний вид при температуре 25±5°С	Темная однородная маслянистая жидкость
Массовая доля воды, % не более	0,3
Плотность при температуре 20°С, кг/см <sup>3</sup>	840-900
Кислотное число, мг	23-50
Условная вязкость при температуре 50°С, с	2,5-3,5

Формы для изготовления отливки «Патрубок» изготавливаются из единой формовочной смеси. Смеси готовят в смесителях периодического действия с вертикально-вращающимися катками АМК-2000Н (объем замеса – 2,0 м<sup>3</sup>, производительность – 63 м<sup>3</sup>/ч).

Порядок приготовления единой формовочной смеси: в бегуны загрузить песок кварцевый, оборотную смесь, огнеупорную глину перемешивать 2 мин. Добавить необходимое количество воды и перемешивать 3–8 мин.

Далее проверить физико-механические свойства смеси, при необходимости откорректировать дозировку составляющих. Перемешивать 1,5–3 мин до получения необходимой прочности в сыром состоянии. Влажность смеси в летний период допустимо увеличивать на 0,5 %.

Состав смесей представлен в таблице 10.

Таблица 10 - Состав формовочных и стержневых смесей [14]

Наименование смеси	Составляющие смеси, кг на замес					
	Песок	Глина	Оборотная смесь	Вода	УСК	ЛСТ
Формовочная	0-50	0-50	950-1000	0-100	-	-
Стержневая	1000	-	-	-	40-80	40-80
Стержневая	1000	-	-	-	60-80	60-80

Физико-механические свойства смесей представлены в таблице 11.

Таблица 11 - Физико-механические свойства смесей [14]

Наименование смеси	Физико-механические свойства		
	Влажность, %	Газопроницаемость, ед. не менее	Прочность, МПа
Формовочная	4,5-6,0	130	0,060-0,085
Стержневая	2,4-4,0	70	0,005-0,020
Стержневая	2,4-4,0	70	0,003-0,008

Для изготовления отливки «Патрубок» применяют разделительные покрытия, наносимые на модели для облегчения съема песчано-глинистых форм и противопопригарные краски, которые увеличивают поверхностную прочность, уменьшают осыпаемость и термохимическую стойкость форм и стержней, обеспечивая получение чистых отливок. В качестве разделительного покрытия используется смесь керосина с УСК.

Противопригарное покрытие наносится кистью на поверхность стержневого ящика и опрыскивается из пульверизатора на модельные плиты.

Требования на противопопригарные, разделительные покрытия:

- исходные материалы для приготовления противопопригарных красок, разделительных смазок, клеевых составов, должны соответствовать требованиям СТП АДК, [14];

- для приготовления красок использовать чистые ёмкости, перемешивание остатков краски с вновь приготовленной недопустимо;

- плотность каждой приготовленной партии краски контролировать по СТП АДК [14];

- противопопригарные краски должны иметь хорошую кроющую способность, обеспечивать высокую прочность сцепления с поверхностью формы или стержня.

Таблица 12 - Состав разделительного покрытия

Наименование показателя	Норма
Керосин осветительный, %	85 - 89
Связующее литейное УСК-1, %	15 - 11

Порядок приготовления: в краскомешалку (объем замеса – 0,50 м<sup>3</sup>) залить воду и ЛСТ, включить рабочий режим. Перемешать до полного растворения ЛСТ, после чего ввести глину.

Перемешать 15–20 мин, затем небольшими порциями засыпать концентрат дистен-силлиманита и перемешивать до однородной суспензии 30 мин, соблюдая удельную плотность 1,9-2,3 г/см<sup>3</sup>. Краску периодически перемешивают в целях предотвращения оседания огнеупорного наполнителя.

Таблица 13 – Состав антипригарной краски

Наименование составляющих	Процент по массе, %
Концентрат дистен-силлиманита	89
ЛСТ	5
Глина огнеупорная	6
Вода техническая	До плотности 1,75-1,95 г/см <sup>3</sup>

Формовочные и стержневые смеси после приготовления поступают в бункера, расположенные над формовочными и стержневыми машинами при помощи системы ленточных конвейеров.

Для просеивания отработанной формовочной смеси, разрушения комьев, отделения от общей массы смеси кусков стержней, скрапа и других случайных предметов, попадающих в нее при выбивке форм, применяются сита барабанные.

В проекте использовано барабанное полигональное сито модели 178 М, отличающееся простотой конструкции, эффективностью просеивания, отсутствием динамических нагрузок.

## 2.7 Конструирование и изготовление стержней

Для оформления внутренних полостей, наружных углублений и выступов отливки применяются стержни. Установка и фиксация стержня в форме осуществляется с помощью стержневых знаков, которые в зависимости от положения стержня при сборке могут быть горизонтальными и вертикальными. Конфигурация стержневых знаков выбирается в соответствии с [4] и зависит от размеров сечений знаков  $(a + b)/2$  или  $D$ , длины стержня ( $L$ ), положения его в форме (вертикальное, горизонтальное) и способа формовки.

Стержень литейный - элемент литейной формы для образования отверстия, полости или иного сложного контура в отливке.

Для изготовления отливки «Патрубок» используется 1 стержень, состоящий из 2 половин. Специфика работы стержней заключается в том, что при заливке они испытывают значительно большие термические и механические напряжения, чем форма.

Кроме того, в процессе формирования отливки стержни, как правило, окружены жидким металлом, поэтому они должны обладать следующими свойствами: высокой прочностью в сыром и сухом состоянии, высокой поверхностной прочностью, минимальными осыпаемостью и гигроскопичностью, высокой газопроницаемостью, хорошей податливостью, противопригарностью, минимальной газотворной способностью, достаточной прочностью в нагретом состоянии, хорошей выбиваемостью.

При выборе положения отливки в форме и поверхности ее разъема определяют контуры стержней, необходимых для выполнения всех полостей отливки и элементов ее наружной поверхности. При этом необходимо стремиться к уменьшению числа стержней путем замены их болванами.

Стержни изготавливаются в стержневых ящиках. Стержневой ящик - формообразующее изделие, имеющее рабочую полость для получения в ней стержня нужных размеров и очертаний из стержневой смеси.

Фиксация стержней в форме осуществляется с помощью их знаков. В зависимости от положения стержня в форме стержневые знаки подразделяют на горизонтальные и вертикальные. Основное назначение знаков - обеспечить надежность и точность фиксирования стержня в форме. Точность

и надежность фиксирования стержня зависят от двух конструктивных параметров знака формы и размеров.

От формы нижнего знака зависит возможность установки стержня в полуформу в определенном положении, а от величины знака и соответствия его размеров размерам знакового гнезда формы - точность и надежность фиксирования стержня в определенном положении.

Таблица 14 - Высота нижних вертикальных знаков стержней [4]

Размер стержня $(a+b)/2$ или $D$ , мм	Высота знака $h_H$ при длине стержня $l$ , мм							
	До 50	50-80	80-120	120-180	180-250	250-315	315-400	400-500
До 30	20	30	30	-	-	-	-	-
30-50	20	35	35	35	50	50	60	70
50-80	25	35	35	35	40	60	60	70
80-120	25	35	35	35	40	50	60	70
120-180	30	35	35	35	35	40	50	60
180-250	30	35	35	35	35	40	50	60

Размеры и конфигурацию знаковых частей стержней назначают по [4] с учетом размеров стержня, способа формовки и положения стержня в форме. Высоту нижних стержневых вертикальных знаков выбирают по таблице 14, в зависимости от длины стержня  $L$  и его диаметра  $D$  или от величины  $(a+b)/2$  для стержней прямоугольного сечения. Высоту верхних знаков принимают равной не более  $0,5 h_H$ .

Таблица 15 - Формовочные уклоны на знаковых частях стержня, в градусах

$h_H$	$\alpha$	$\beta$
До 30	10	15
30-50	7	10
50-80	6	8

### 2.7.1 Изготовление стержней

Принцип пескодувного процесса уплотнения стержней заключается в том, что стержневая смесь транспортируется с помощью сжатого воздуха через вдувные отверстия из пескодувного резервуара машины в полость стержневого ящика и, заполняя ее, одновременно с ней уплотняется. Поступающий же вместе со смесью из пескодувного резервуара сжатый



воздух эвакуируется из стержневого ящика в атмосферу через специальные очень тонкие отверстия.

При пескодувном способе уплотнения совмещается операции заполнения, и уплотнения стержневой смеси. Этот способ уплотнения позволяет изготавливать стержни любой конфигурации и сложности, обеспечивает более равномерное распределение плотности по различным сечениям стержня и создает возможность более полной механизации процесса изготовления стержней.

Таблица 16 - Техническая характеристика пескодувной стержневой машины модели 28Б5

Параметры	Показатели
Наибольшая масса изготавливаемого стержня	16
Производительность, цикл/ч	200
Размеры стержневого ящика, мм	600×500×500

Для сушки форм и стержней на формовочном участке имеется отделение сушильных печей. Для стержней применяют однокамерные сушила с внутренними размерами 6540×3100×1830 мм. Габариты выкатной тележки составляют 2800×4500 мм.

При загрузке на тележку сушила, стержни группируются по габаритным размерам и по однородности смесей.

Установка стержней производится так, чтобы расстояние между стержнями было не менее 60 – 80 мм. Режим работы сушки стержней должен записываться в журнале газовщиков.

Температурный режим сушки стержней:

- подъем температуры до 180- 250<sup>0</sup>С – 1 ч;
- выдержка при температуре 180-250<sup>0</sup>С;
- охлаждение в сушиле с отключением горелок – 1 ч.

Глубина просушенного слоя должна быть не менее 40 мм.

Продолжительность сушки форм устанавливается в зависимости от размеров отливок и необходимой глубины просушенного слоя согласно технологическим указаниям на чертеже. Крупные формы и стержни красятся и сушатся 2 раза.

Не разрешается допускать простой стержней и форм из песчано-глинистых смесей более двух суток. В случае более длительного простоя формы и стержни подвергаются повторной сушке.

## 2.8 Изготовление полуформ, сборка форм

Формовкой называется процесс изготовления литейных форм и стержней с помощью модельно - опочной оснастки из формовочных и стержневых смесей.

Этот процесс включает в себя следующие операции:

- подготовку оснастки и формовочной смеси;
- доставку смеси к рабочему месту;
- заполнение рабочей полости смесью;
- уплотнение смеси для придания ей необходимых технологических свойств;
- организация вентиляции формы для облегчения выхода из ее полости газов, образующихся при заливке;
- извлечение модели из формы;
- отделка формы;
- установка жеребеек, стержней, холодильников;
- сборка и скрепление формы;
- загрузку формы перед заливкой.

При машинной формовке наиболее часто применяют следующие способы уплотнения смесей: прессование, встряхивание, встряхивание с допрессовкой, пескодувно-прессовый и пескометный, а также комбинированные способы уплотнения. При формовке в опоках отливки получаются более точными, так как опоки центрируются с помощью штырей. Основное назначение этой формовки состоит в том, чтобы при заданной конструкции отливки и серийности ее изготовления обеспечить необходимое качество при минимальных затратах. Габариты используемых опок: 1200×900×300/300 мм.

Процесс формирования происходит на формовочной линии, на которой верхние и нижние части формы изготавливаются каждая на своей формовочной машине «Фаромат». Над встряхивающими прессующими формовочными машинами расположены бункера с формовочной смесью. Степень заполнения бункеров формовочной смесью осуществляется через управление уровня заполнения.

Освобожденные пары опок на тележечном конвейере транспортируются с устройства выбивки опок к распаровщику. Здесь нижняя опока прижимающим устройством держится на тележечном конвейере. Распаровщик снимает верхнюю опоку и подает ее на линию верхних опок в встряхивающую формовочную машину. Одновременно передвигается готовая верхняя полуформа в спариватель.

После опускания опоки на чистую и смазанную модельную плиту формовочной машины автоматически открывается дозатор, и уже заранее дозированное количество формовочной смеси, заполняет пустую опоку. С помощью формовочной рамки количество избыточной смеси уменьшается на минимальную величину.

Одновременно включается процесс встряхивания. После процесса встряхивания включается процесс подпрессовки. В поднятом положении поступающая пустая опока вдвигает готовую верхнюю полуформу в спариватель. Спариватель поворачивает верхнюю часть формы и ставит на тележечный конвейер.

Литниковая воронка изготавливается прессованием в верхнюю полуформу. Модель литниковой воронки закреплена на прессовой плите встряхивающей формовочной машины.

Изготовление нижней полуформы происходит аналогично изготовлению верхней полуформы. Нижняя опока движется на литейном конвейере к устройству центрирования, юстируется на середине конвейера, снимается кантователем-перестановщиком и ставится на встряхивающую формовочную машину. Во время этого вращающего движения нижняя опока поворачивается на  $180^\circ$ , таким образом плоскость деления лежит на подмодельной плите. Отформованная нижняя полуформа передвигается пустой нижней опокой в кантователь-перестановщик. Это устройство поворачивает нижнюю полуформу на  $180^\circ$  над конвейером и ставит на конвейер. Нижние полуформы двигаются на конвейере через участок установки стержней к спаривателю.

Сборка формы – установка, соединение и закрепление литейных стержней в литейной форме и частей литейной формы между собой.

На участке сборки в нижнюю полуформу устанавливаются стержни и обдуваются сжатым воздухом. Спаривателем верхняя полуформа ставится на нижнюю полуформу. Центрированное положение обеих полуформ относительно друг друга достигается грубым центрированием в устройстве центрирования и последовательно точным центрированием штырями направления верхней полуформы. Предохранительные устройства проверяют положение полуформ относительно друг друга.

Подача смесей к рабочим местам и стержневым машинам производится с помощью ленточных конвейеров. Сушка стержней осуществляется в конвейерных сушилах. На формовку готовые стержни транспортируются конвейерами, по монорельсовому пути электроталями, управляемыми из кабин, и частично на электротележках.

Готовые стержни от стержневых машин осматривают на наличие сколов, трещин. При отделке стержней и подготовке их к сборке поврежденные места зачищаются гладилкой или смазываются клеем. Годные стержни поступают на участок окрашивания стержней. Окрашивание производится пульверизатором или вручную кисточкой. После окрашивания стержни поступают в горизонтальное сушило для сушки. Температура сушки 180-250<sup>0</sup> С, время сушки 1,5–2,0 часа. Стержень должен поступить на сушку не позднее чем через час после окрашивания.

Стержни для крупных отливок вторично окрашиваются и сушатся. Если в стержень вставляется холодильник, то он окрашивается только в горячем состоянии. После сушки стержни поступают на участок складирования стержней, где проверяют целостность геометрии, наличие трещин и сколов.

Годные стержни очищаются от заусенцев и поступают на участок сборки форм, где они устанавливаются в верхнюю или нижнюю формы. Полуформы низа и верха после извлечения модели проверяют на целостность, наличие трещин или сколов. Сколы и трещины исправляются гладилкой, крупные трещины или сколы прошиваются формовочными гвоздями.

Годные формы продуваются сжатым воздухом для удаления песка и мусора из форм и поступают на участок сборки форм, где в формы устанавливаются в определенной последовательности стержни.

## 2.9 Выбивка, обрубка и термообработка литья

Обычно после затвердевания отливки имеют грубозернистую структуру и большие литейные напряжения, а также неравномерные в различных частях отливки или низкие механические свойства. При термообработке путем нагрева до определенной температуры, некоторой выдержки при этой температуре и последующего охлаждения изменяют структуру стальных отливок и получают необходимые прочность, пластичность, износостойкость, обрабатываемость и особые физические свойства [8].

Стальные отливки могут подвергаться следующим видам термообработки: отжиг, нормализация, закалка, отпуск и химико-термическая обработка. Термообработка среднеуглеродистых сталей зависит от марки стали и требуемых механических свойств, а режим оговаривается

технологической инструкцией или указанным при разработке технологии отливки в технических условиях.

Многие стали проходят упрочнение путём закалки — ускоренного охлаждения (на воздухе, в масле или в воде). Быстрое охлаждение приводит, как правило, к образованию неравновесной мартенситной структуры.

Сталь непосредственно после закалки отличается высокой твёрдостью, остаточными напряжениями, низкой пластичностью и вязкостью. Сталь сразу после закалки имеет твёрдость выше 50 HRC, но в таком состоянии материал непригоден для дальнейшего использования из-за высокой склонности к хрупкому разрушению.

Последующий отпуск - нагрев до 450-500°C и выдержка при этой температуре приводят к уменьшению внутренних напряжений за счёт распада мартенсита закалки, уменьшения степени тетрагональности его кристаллической решётки (переход к отпущенному мартенситу). При этом твёрдость стали несколько уменьшается (до 45-48 HRC). Подвергаются улучшению стали с содержанием углерода 0,3-0,6 % С.

Сталь 32Х06Л подвергается закалке с отпуском. Отливки нагревают до температуры 920-960<sup>0</sup>С, охлаждают в водной среде при температуре 30<sup>0</sup>С, затем снова нагревают до температуры 450-500<sup>0</sup>С и охлаждают на воздухе.

Наиболее распространенным и универсальным методом очистки является очистка отливок в галтовочном барабане. Для очистки отливок устанавливаем галтовочный барабан периодического действия. Очистка в галтовочном барабане производится в результате вращения его с определенной скоростью.

Происходит соударение отливок о стенки барабана, а также об специальные звездочки, отливаемые из белого чугуна, которые загружаются в барабан для повышения интенсивности процесса.

Одновременно с очисткой поверхности отливок в галтовочном барабане происходит выбивка стержней и отбивка элементов литниковой системы. Корпус барабана вращается на цапфах. Цапфы изготавливаются пустотелыми. Через одну полость отсасывается пыльный воздух, а через другую подсасывается атмосферный воздух в барабан. Вращение барабана осуществляется с помощью цилиндрической зубчатой передачи, большая шестерня которой насажена на одну из цапф.

Галтовочный барабан загружают отливками на 70–80%. Продолжительность вращения барабана для очистки одной загрузки составляет от 30 мин до 1,5 ч, и зависит от величины пригара. Продолжительность загрузки и выгрузки колеблется в широких пределах, в зависимости от организации этих операций. При механизации загрузки

откидываемыми коробами и выгрузка путем высыпания отливок из барабана на наклонную колосниковую решетку. Число циклов очистки в смену от 5 до 12.

Из барабанов очищенные отливки по колосниковой решетке скатываются в коробку, которая расположена в приемке, а просыпь горелой земли, окалины, мелкие приливы через решетку падали на наклонную поверхность под решетку, а потом скребками счищались на пол приемки, затем лопатой грузилось в короб.

Характеристика галтовочного барабана показана в таблице 17.

После выбивки отливки подвергаются термической обработке для снятия внутренних напряжений и получения определенной структуры металла и физико-механических свойств. Для проведения термообработок используется толкательная термопечь проходного типа.

Таблица 17 - Техническая характеристика галтовочного барабана и выбивной решетки

Параметры	Показатели	
	41114-1	31215М
Объем загрузки, м <sup>3</sup>	0,8	-
Наибольшая масса загрузки, кг	1800	-
Внутренние размеры барабана, мм	900×1400	-
Размеры загрузочного люка, мм	1250×560	-
Производительность,	4,0 т/ч	80 ф/ч
Грузоподъемность, т	-	8,0
Размеры полотна решетки, мм	-	2500×200
Размеры ячейки полотна, мм	-	170×60
Мощность, кВт	7,5	22
Габаритные размеры, мм	3600×1350×1560	23170×2540×1280
Масса, т	4,1	5,7

Пройдя термическую обработку, отливки на передаточной тележке подаются на обрубное отделение, где производится обрубка, очистка литников, выпоров, прибылей при помощи пневмозубил и газопламенной резки. Для механизированной заточки литья используется подвижной манипулятор с наждачным кругом.

Для заточки инструмента участок оборудован двумя наждачными станками. Дефекты литья исправляются непосредственно на участке. Для этой цели предусматривается сварочный аппарат.

Готовые отливки проверяются контролером ОТК. После чего готовая продукция отгружается железнодорожным транспортом и автомашинами цехам-потребителям.

## 2.10 Контроль качества

Качество готовой отливки зависит от точности выполнения технологических требований на каждом этапе изготовления. На качество отливки оказывает влияние качество заливаемого металла, которое зависит от состава шихты. Шихтовые материалы должны соответствовать сертификату. Химический состав стали должен соответствовать нормативной документации действующей на предприятии. Температура заливаемого металла 1560-1600 °С. Время охлаждения отливки в форме не менее 8 часов.

После извлечения отливки из формы, обрубки литниковой системы, термообработки отливку подвергают конечному контролю. К ней предъявляют следующие требования:

- отливка не должна иметь трещин;
- отливка не должна иметь дефектов превышающих по площади указанные в нормативно - технической и нормативно - технологической документации существующей на предприятии.
- геометрические размеры должны соответствовать чертежу отливки, согласно допусков на размеры по [5].

После проверки деталей на соответствие всех вышеперечисленных параметров ее предъявляют контролерам БТК. На годных отливках ставится клеймо БТК, и отправляют в механический цех для проведения обработки.

Существуют различные контроли качества:

- контроль физико-механических свойств оборотной смеси на газопроницаемость, прочность, на сжатие в сыром состоянии, глинистая составляющая, зерновой состав, содержание окислов алюминия, кремния и железа;
- контроль физико-механических свойств стержневой смеси на газопроницаемость, прочность, на сжатие в сыром состоянии, глинистая составляющая, зерновой состав;
- контроль выплавки стали в кислой электропечи на содержание углерода, марганца, кремния, фосфора, серы, хрома, ванадия, меди, никеля;
- контроль механических свойств: предел текучести, относительное удлинение, относительное сужение, ударная вязкость;
- контроль стержней визуально;
- контроль изготовления полуформ на плотность набивки;
- контроль заливки;
- контроль опочной оснастки;
- контроль модельной оснастки согласно графику, утвержденному главным инженером, путем разметки отливок на соответствие чертежу;

- контроль термической обработки на качество (структура металла);
- контроль физико-механических свойств отливки;
- контроль качества отливок визуально на наличие дефектов. В случае обнаружения дефектов после термообработки в механических цехах подлежат исправлению, если их размеры не превышают требования соответствующих ТУ.

При контроле химического состава, отлитые образцы проверяют в цеховой лаборатории методом спектрального анализа, так как этот способ определения более быстрый, но при необходимости проводят химический анализ. Проверяется каждая партия отливок.

При контроле механических свойств, испытания ведут по специально отлитым образцам (пробам). При контроле данной отливки определяют предел прочности при растяжении и относительное удлинение.

Отливки проверяют на соответствие их чертежу. Контроль выполняют на разметочной плите линейкой, штангенциркулем, циркулем, рейсмусом, шаблонами и другими измерительными инструментами.

Микроструктуру отливок проверяют по специальным образцам (пробам) на которых изготавливают шлифы.

На заводе работает постоянно действующая комиссия по качеству, анализирующая положение по качеству в цехах и разрабатывающая корректирующие меры. В работе комиссии принимают участие заместители начальники цехов по подготовке производства, начальники техбюро цехов, начальники БТК цехов, специалисты.

При периодических испытаниях (ежемесячно) производится порезка деталей по сечениям, согласно методики, для проверки размерной части деталей и по линии разъема, для проверки деталей на отсутствие дефектов на внутренних поверхностях отливок. Результаты всех проверок документируются.

## 2.11 Виды брака и методы их предупреждения

Одним из основных показателей работы литейного цеха является качество литья и уровень брака. Этот показатель влияет на экономическую эффективность производства и зависит от технического состояния, квалификации исполнителей и культуры производства. Для улучшения качества и повышения размерной точности отливок большое значение имеет организация работы по профилактике брака и техническому контролю



производства, которая в значительной степени зависит от состояния учета, сбора и анализа данных, характеризующих качественную сторону работы предприятия, что относится к функциям отдела технического контроля.

Сложность технологического процесса изготовления отливок, влияние на него многих факторов и их взаимного влияния приводит к появлению литейных дефектов, число которых составляет несколько десятков.

Рассмотрим ряд литейных дефектов и способы их предупреждения и устранения, присущих отливке «Патрубок»:

- несоответствие размеров отливки чертежу может быть следствием неправильно назначенной усадки при изготовлении модельного комплекта, а также неточной сборки формы. Этот дефект может быть устранен доводкой модельного комплекта, повышением точности сборки формы.

- несоответствие массы отливки заданной чертежом возникает чаще всего по тем же причинам, что и несоответствие размеров. Кроме того, увеличение массы возможно вследствие деформации формы при заливке жидким металлом.

- спай и недолив в отливках образуется от неслившихся потоков металла, потерявших жидкотекучесть до заполнения всей формы. Такие потоки получаются при заливке формы недостаточно перегретым металлом через питатели малого сечения, при чрезмерно влажной формовочной смеси или недостаточной газопроницаемости формовочной смеси.

- заливы на отливке возникают обычно по разьему формы вследствие изношенности опок, их коробления, а также из-за плохого крепления формы.

- перекося в отливках образуется при небрежной сборки формы в результате смещения полуформы или неправильной центровке опок, из-за износа втулок и штырей, несоответствия знаковых частей стержня на модели и в стержневом ящике.

- пригар - прочное соединение поверхности отливок с формовочной или стержневой смесью, образуется вследствие недостаточной огнеупорности формовочных материалов, их засоренности вредными примесями, плохого качества литейных красок, недостаточного уплотнения формы.

- горячие трещины возникают в отливках при высокой температуре заливаемого металла, повышенной усадке отливки, неправильной конструкции литниково-питающей системы и прибылей, при плохой податливости стержня, формы, неправильной конструкции отливок, неравномерном охлаждении. Горячие трещины имеют темную окисленную поверхность.

### 3. РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ

#### 3.1 Плавильное отделение

Плавка стали должна производиться в электропечи при исправленном состоянии подины, откосов, стен, системы охлаждения, электрической части, всех механизмов. Выбивание пламени из под свода не допускается. При наличии течи воды в печь, ведение плавки категорически запрещается. Температура воды на сливе водоохлаждаемых элементов должна быть не более 55<sup>0</sup> С.

Плавка металла ведется в электрических печах переменного тока емкостью 5 тонн с автоматизированной системой управления. Эти печи имеют широкие технологические возможности, позволяя проводить окислительные и восстановительные реакции, обработку металла шлаками, допускают реализацию переплавных процессов с сохранением части легирующих элементов из шихты.

Автоматизированная система управления позволяет получить стабильную дугу при горении, уменьшить удельные расход электроэнергии, уменьшить угар шихты, снизить уровень шума, уменьшить расход электродов, сократить время плавки до 20 процентов. Ведение плавки в электропечи производится при наличии необходимого количества исправного печного инструмента и оснастки.

Все необходимые материалы для плавки должны соответствовать ГОСТам и расходоваться в соответствии с установленными нормами расхода. Материалы должны быть сухими и с известным химическим составом. Плавку должны вести мастер совместно с бригадой сталеваров. На каждую плавку заполняется плавильный журнал.

Во время работы электропечи должен быть обеспечен постоянный надзор за ее исправностью со стороны сталевара и его подручного. Категорически запрещается сталевару и подручному сталевара одновременно уходить с рабочего места и оставлять печь без надзора во время ее работы.

При необходимости повышения содержания углерода перед выпуском плавки разрешается присадка чистого по сере и фосфору чугуна. Общий вес плавки вместе с ковшами не должен превышать грузоподъемность мостовых кранов в 15 тонн. Все материалы на площадке у печи должны лежать на расстоянии, удобном для работы.

### 3.1.1 Заправка печи и завалка шихты

После выпуска предыдущей плавки подина и откосы печи должны быть тщательно осмотрены мастером и сталеваром, после чего, в зависимости от их состояния, производится заправка подины и откосов песком. Если в процессе плавки произошло сильное разъедание подины или откосов печи, то их следует заправить песком, перемешанным с 7-8% жидкого стекла. После заправки печи производится завалка шихты с помощью мостового крана из специальной бадьи и при необходимости производится обмазка стен электропечи песком, затворенном на жидком стекле, а также ремонт свода, арки и прочих неисправностей, уплотнение шихты в печи с помощью крана специальным грузом.

Заправка и завалка печи должна производиться быстро, чтобы не дать печи сильно остыть, общая продолжительность их должна быть не более 10 минут. Для обеспечения хорошей электроконтактности шихты после завалки ее в печь, сталевар обязан проверить нет ли под электродами неметаллических предметов. Если шихта засорена, следует положить под электроды куски электродов. В виде исключения разрешается подливать под электроды жидкий металл.

Во время придавливания шихты грузом, обслуживающему персоналу запрещается находиться на площадке, предназначенной для заправки печи. После завалки печи сталевар и мастер должны тщательно осмотреть печь, очистить ее от металлических предметов, которые могут вызвать короткое замыкание. При закатывании печи под свод необходимо следить за тем, чтобы куски шихты не соприкасались со сводовым кольцом, аркой и экономайзерами во избежание короткого замыкания. В случае необходимости производится удаление концов электродов, обгоревших в местах ниппельных гнезд, с целью предотвращения их поломки во время работы печи и задержки хода плавки.

Плавление шихты производится на максимально допустимой мощности трансформатора, при этом трансформатор должен быть включен на «треугольник». В начале плавления, когда дуга горит неустойчиво, дроссель должен быть включен и сила тока должна быть не более 8500 А.

После ликвидации обвалов шихты и образования жидкого металла, то есть через 35-45 минут после начала плавления, когда дуга уже горит устойчиво, дроссель выключается и сила тока может быть увеличена до 11000 А. В целях ускорения плавления сталевар должен своевременно сталкивать шихту с откосов печи, предотвращая образования мостов. Во время работы печи заслонка должна быть закрыта.

Работа сталевара, подручного должна быть согласована, чтобы обеспечить плавление шихты масса в 6,0-6,5 тонн за 1 час 10 минут.

В случае, если не присадят обвалы шихты в период плавления, следует прорезать вторые колодцы в шихте или осадить шихту грузом.

По мере образования лужиц металла под электроды забрасывается известковый камень, а при малейших признаках восстановительной атмосферы - мелкая железная руда или железорудные окатыши в количестве 5-7 лопат. Всего за период плавления забрасывается 5-8 лопат известняка.

Необходимо, чтобы металл по ходу плавления был покрыт небольшим слоем жидкоподвижного шлака для предотвращения от насыщения его газами. Доводка плавки может быть осуществлена активным или кремневосстановительным процессом.

### 3.1.2 Активный процесс

При ведении плавки активным процессом углерод по расплавлению должен быть на 0,10% выше среднего содержания его для данной марки стали.

После полного расплавления шихты, металл подогрывается и при отключенной печи и при приподнятых электродах производится отбор проб хорошо ошлакованной ложкой:

- отливается проба в изложницу для определения хрома, никеля, меди, ванадия на стилометре;

- отливается скрапина для химического экспрессанализа на фосфор, серу, углерод на приборе АН-7529.

В случае получения по расплавлению содержания углерода в металле менее 0,30% металл науглероживается присадкой расчетного количества чугуна (при его наличии) или опусканием электродов в металл.

После науглероживания ванны электродами необходимо взять повторную пробу металла по расплавлению. При наличии в печи большого количества шлака часть его скачивается в начале доводки. В период присадки руды ванна должна кипеть по всей поверхности мелким ровным пузырем 15-20 минут. В случае бурного вскипания ванны, печь немедленно отключается и на шлак рекомендуется дать несколько лопат песка. В процессе кипения необходимо держать в печи жидкоподвижный шлак присадкой на него известняка отдельными порциями. После подачи каждой порции руды необходимо сделать небольшую выдержку до 5 минут, а затем

налить пробу в угольник, для определения содержания углерода в стали по излому, и в изложницу.

Период активного кипения проводится до получения в металле содержания углерода, соответствующего нижнему пределу выплавляемой стали, то есть 0,14-0,16% при работе на доменном ферромарганце и силикомарганце, и в случае работы на малоуглеродистом ферромарганце и силикомарганце, период кипения проводится до содержания углерода, соответствующего среднему пределу выплавляемой стали, то есть 0,17-0,20%. При окислении углерода до 0,17-0,20% ванну раскислить ферросилицием в количестве 1-5 кг на 1 тонну жидкой стали, в зависимости от окисленности ванны.

Перед выпуском плавки необходимо получить жидкий металлоподвижный шлак присадкой нескольких лопат известняка. После подачи ковша под плавку, подручный по указанию сталевара или мастера, разделяет выпускное отверстие и очищает желоб от песка. Выпускное отверстие должно быть хорошо разделано, чтобы обеспечить слив металла и шлака из печи.

Разрешается производить выпуск плавки сталеваром только по указанию мастера. Температура металла при выпуске должна быть в пределах 1660-1700<sup>0</sup> С. Выпуск плавки производится в два приема: после наполнения 1/3-1/2 объема ковша металлом прекращается выпуск плавки и выдержку в течении 1-2 минут, затем выпускать оставшуюся часть металла.

Окончательное раскисление металла алюминием производится в разливочных ковшах из расчета 1 кг алюминия на 1 тонну жидкого металла. Алюминий дается под струю металла при наполнении разливочных ковшей металлом из раздаточного ковша. Допускается раскисление металла алюминием производить в раздаточных ковшах Q=8т путем подачи его до выпуска плавки на дно ковша под ферросплавы из расчета 2,0-2,5 кг алюминия на 1 тонну жидкой стали.

Окончательная проба на химический анализ отбирается в чистый пробный стаканчик примерно в середине разливки плавки сталеваром или подручным. Устанавливается следующий регламент по операциям плавки массой 12 тонн:

- |                           |               |
|---------------------------|---------------|
| - заправка печи           | 15 мин.;      |
| - завалка шихты           | 10 мин.;      |
| - плавление               | 1 ч. 25 мин.; |
| - доводка и выпуск        | 40 мин.;      |
| - общая продолжительность | 2 ч. 30 мин.  |

### 3.1.3 Расчет количества печей

Для плавления металла предлагается использовать электродуговую сталеплавильную печь модели ДСП-5. в данной печи небольшой угар элементов, что экономит расход материалов на шихту. Кроме того печь проста в обслуживании. Футеровку я предлагаю использовать кислую, благодаря чему экономичность процесса плавки металла возрастает (в следствии высокой стойкости данной футеровки по сравнению с основной, и сокращение времени плавки на 20-25%). Техническая характеристика печи ДСП-5 представлена в таблице 18.

Таблица 18 - Техническая характеристика печи ДСП-5

Характеристика	Значение
Емкость ванны печи, в тоннах	5,0
Вес завалки, в тоннах	3,0-5,0
Стойкость футеровки пода, (число плавков)	900-1100
Стойкость футеровки свода	120-160
Диаметр рабочего пространства, в мм	2000
Диаметр металла на уровне завалочного окна, в мм	700
Глубина ванны до порога завалочного окна, в мм	330
Ширина и высота завалочного окна, в мм	680/50
Диаметр угольных электродов, в мм	300
Часовая производительность, при единовременном выпуске металла, в тоннах	2,0 – 4,0
Часовая производительность при двух выпусках	2,8 – 3,8
Часовая производительность при четырёх выпусках	2,6 – 3,6

Число печей для приготовления жидкого металла определяем по формуле:

$$H_n = \frac{M_{жс} \cdot 1,1}{П \cdot F_d \cdot 0,97}, \quad (16)$$

где  $M_{жс}$  - потребность в жидком металле на расчетный период, т.

1,1 – коэффициент неравномерности потребления металла;

$П$  - производительность печи, т/ч;

$F_d$  – действительный фонд времени, ч;

0,97 – коэффициент, учитывающий потери металла при заливке.

$$H_n = \frac{16847,4 \cdot 1,1}{2,0 \cdot 5722,8 \cdot 0,97} = 1,67 \text{ шт.}$$

Коэффициент загрузки оборудования определим по формуле:

$$K_3 = \frac{H_{\text{расчетное}}}{H_{\text{принятое}}} \cdot 100\% , \quad (17)$$

Коэффициент загрузки должен удовлетворять неравенству:  
 $60\% \leq K_3 \leq 90\%$ .

$$K_3 = \frac{1,67}{2} \cdot 100\% = 83,5\% .$$

Для выполнения производственной программы принимаем для установки в цехе 2 плавильных печи ДСП-5.

### 3.1.4 Расчет числа ковшей

В цехе стального литья для заливки форм применяем поворотные ковши. Для футеровки ковшей применяются динасовый кирпич ЭБ-2 ГОСТ 1566–71. Кладка производится с заполнением всех швов раствором. Зазор между кирпичами должен быть не более 2 мм. Второй слой кирпича кладется с перекрытием швов первого слоя. Сушится ковш газовой горелкой, продолжительность сушки не менее 1,5 часа. Количество ковшей необходимое для обеспечения работы цеха определяем по формуле:

$$n_k = T_p + T_v + T_\phi + T_c / T_p + n_3, \quad (18)$$

где  $T_p$  - время работы ковша, час.;

$T_v$  - время остывания и выбивки ковша, час.;

$T_\phi$  - время на футеровку и ремонт ковша, час.;

$T_c$  - время сушки ковша, час.;

$n_3$  - количество запасных ковшей, шт.

Количество ковшей необходимое для обеспечения работы печи:

$$n_k = (1,5 + 6 + 8 + 6) / (6 + 1) = 3 \text{ шт.}$$

Для обеспечения работы печи необходимо 3 ковша емкостью 5 тонн, так как на участке находится 2 печи, то необходимое количество ковшей для выполнения производственной программы 6 шт в смену, 18 шт в сутки.

### 3.1.5 Расчет шихты

При расчете шихтовых материалов необходимо учитывать требуемый химический состав сплава, химический состав шихтовых материалов, угар элементов во время плавления и доводки металла.

Примерная величина угара при выплавке стали 32Х06Л составляет: по марганцу 20%, по кремнию – 15%, по хрому – 12%. Расчет шихты для

производства отливки «Патрубок» из стали 32Х06Л, производим методом подбора на 100 кг металлозавалки.

Таблица 19 – Химический состав стали 32Х06Л

Элемент	C	Mn	Si	Cr	P	S	Ni
Содержание, %	0,25-0,35	0,4-0,9	0,2-0,4	0,5-0,8	не более 0,04	не более 0,04	не более 0,03

Таблица 20 – Расход на тонну

Структурные элементы	Шихта	
	%	т
КВГ	65,13	0,6513
Литники	27,87	0,2787
Брак	5	0,05
Потери, угар	2	0,02
Итого:	100	1

Таблица 21 - Расчет шихты

Наименование	%	C	Mn	Si	Cr
Стальной лом ГОСТ 977-88	15	$0,25 \cdot 0,15 = 0,0375$	$0,4 \cdot 0,15 = 0,06$	$0,45 \cdot 0,15 = 0,0675$	$0,6 \cdot 0,15 = 0,09$
Брикет стружка	20	$0,16 \cdot 0,2 = 0,032$	$0,8 \cdot 0,2 = 0,16$	$0,36 \cdot 0,2 = 0,072$	$0,4 \cdot 0,2 = 0,08$
Чугун ПЛ ГОСТ 805-80	2,5	$3,0 \cdot 0,025 = 0,075$	$0,3 \cdot 0,025 = 0,0075$	$0,4 \cdot 0,025 = 0,01$	$0,2 \cdot 0,025 = 0,005$
ВСП	30	$0,2 \cdot 0,3 = 0,06$	$1,0 \cdot 0,3 = 0,3$	$0,4 \cdot 0,3 = 0,12$	$0,8 \cdot 0,3 = 0,24$
Фх0,01А ГОСТ 4757-79	0,2	$0,1 \cdot 0,002 = 0,0002$	-	$0,8 \cdot 0,002 = 0,0016$	$68 \cdot 0,002 = 0,136$
Сталь высечка	32,3	$0,3 \cdot 0,323 = 0,097$	$1,0 \cdot 0,323 = 0,323$	$0,4 \cdot 0,323 = 0,1292$	$0,3 \cdot 0,323 = 0,0969$
ИТОГО:	100	0,30142	0,8505	0,4003	0,6479

Химический состав стали 32Х06Л по ГОСТ 977-88

$C = 0,25 - 0,35$

$Mn = 0,4 - 0,9$  (- 20%)

$Si = 0,2 - 0,4$  (- 15%)

$Cr = 0,5 - 0,8$  (- 12%)

Для Mn  $x - 0,2 = 0,8x$ , отсюда:

$0,8x_1 = 0,4 \rightarrow x_1 = 0,5$

$0,8x_2 = 0,9 \rightarrow x_2 = 1,125$  Среднее значение:  $x = 0,8125$

Для Si  $y - 0,15 = 0,85$

$0,85y_1 = 0,2 \rightarrow y_1 = 0,24$

$0,85y_2 = 0,4 \rightarrow y_2 = 0,475$  Среднее значение  $y = 0,35$



$$\begin{aligned} \text{Для Cr} \quad z - 0,12 &= 0,88 \\ 0,88z_1 &= 0,5 \rightarrow z_1 = 0,57 \\ 0,88z_2 &= 0,8 \rightarrow z_2 = 0,91 \text{ Среднее значение } z = 0,74 \end{aligned}$$

Таблица 22 – Расчет шихтовых материалов

Марка стали				32X06Л	
Плавильное оборудование				ДСП-5	
Объем производства (тонн)				11000	
№ п/п	Статья баланса, наименование материала	ГОСТ, ТУ	Марка материала	Норма	
				%	Кг.
I. Баланс металла (в % к металлозавалке)					
1	Выход годного металла			65,13	709,92
2	Возврат собственного производства			24,42	266,17
	В т.ч. брак литья			2,20	23,98
3	Угар и безвозвратные потери			8,25	89,93
	ИТОГО:			100,0	1090
II. Шихтовые материалы					
1	Чугун передельный	805-95	ПЛ1-2; П1-2	37,6	409,84
2	Лом стальной углеродистый	2787-75	2А; 2Б; 3А; 3Б; 4А; 4Б; 7А; 7Б;	13,3	144,97
3	Стружка дробл. углерод.		6А; 15А	9,2	100,28
4	Возвраты собств. произ-ва			36,8	401,12
5	Ферросплавы:				
	Ферромарганец углерод.	4755-91	ФМн70	0,9	0,981
	Ферросилиций	1415-93	ФС45	0,9	9,81
	Ферросиликомарганец	4756	МнС12; МнС17	0,4	4,36
	Феррохром низкоуглеродный	4757-91	ФХ025; ФХ050	0,9	9,81
	ИТОГО металлозавалки			100,0	1090
III. Раскислители и модификаторы					
1	Алюминий вторичный	295-98	АВ91		1,25
2	Силикокальций	4762-71	СК15		0,7

Рассчитываем состав шихты, определяем процентное содержание составляющих шихты. Расчет сводим в таблицу 21-22.

### 3.2 Смесеприготовительное отделение

В цехе мелкого стального литья смесеприготовительное отделение для всех формовочных и стержневых смесей, что позволяет удобно маневрировать мощностями смесеприготовительных агрегатов и получать

различные смеси в различных количествах. Предварительная обработка свежих формовочных материалов, добавок и формовочной смеси, бывшей в употреблении, включает операции сушки песка и глины, грубого дробления и тонкого измельчения глин и каменного угля, просеивания песков и наполнительной смеси, магнитной сепарации наполнительной смеси, перемешивания материалов, разрыхления приготовленных смесей и др.

Сушка формовочного песка осуществляется в 2-х барабанных сушила модели БН2-12НУ-10, производительностью 10 т/ч, температура сушки 180-200<sup>0</sup>С. Охлаждение песка естественное, которое происходит в накопительном бункере. Сухой охлажденный песок после просеивания на инерционной решетке, с помощью системы ленточных конвейеров подается в бункера над смесителями.

Сырая огнеупорная глина подвергается размолу в двухвалковой дробилке и сушке в 2-х барабанных сушила модели БН2-12НУ-05, производительностью 5т/ч. Помол сухой глины осуществляется в двух шаровых мельницах, которые представляют собой металлический барабан, футерованный стальными плитками с зазорами между ними. Глина загружается в барабан через воронку и измельчается стальными шарами, находящимися внутри барабана. При вращении барабана шары размалывают глину. Размолотый материал проваливается через зазоры между плитками и просеивается через сито.

Готовый материал высыпают из барабана. После помола пылевидная фракция глины оседает в батарейном циклоне ЦН-15 и с помощью камерного насоса и системы пневмотранспорта подается в осадительные бункера над бегунами для приготовления облицовочных, стержневых и наполнительных смесей.

Для приготовления формовочных и стержневых смесей применяются пески Кичигинского месторождения марки  $2K_1O_2035$  по ГОСТ 2138-91, песок кварцевый 1 класса, категории А и Б.

В зависимости от вида смесей пески используют как влажные, так и сухие. Влажные (сырые) пески с содержанием влаги не более 7% используют для приготовления наполнительных и облицовочных смесей. Сухие пески с содержанием влаги не более 0,5% используют для приготовления стержневых смесей и жидкостекольной облицовочной смеси. В качестве формовочной глины используется глина огнеупорная Нижнеувельского месторождения марки НУ-1, НУ-2 по ТУ 14-8-336-80. Глина используется молотая сухая с влажностью не более 2,5%.

Формовочная смесь, бывшая в употреблении (выбитая из опок), перед повторным использованием должна быть предварительно переработана. В

механизированном производстве отработанная смесь подается из-под выбивной решетки ленточным транспортером в смесеприготовительное отделение.

Регенерация (восстановление) заключается в извлечении песка из отработанных смесей и приведении его свойств в соответствие с установленными техническими требованиями на формовочные пески. В зависимости от условий работы цеха восстановление отработанной смеси может производиться различными способами: мокрым, электронным и специальным для смесей, приготовленных на жидком стекле.

В цехе используют в основном магнитную сепарацию и просеивание песков. Магнитная сепарация предназначена для удаления из смеси металлических включений (брызг металлов, каркасов стержней). Работа магнитного сепаратора заключается в следующем: в ведущем шкиве ленточного конвейера, подающим отработанную смесь от выбивной решетки, находится многополюсный электромагнит.

Металлические частицы, притягиваясь к магниту, прижимаются к ленте конвейера и падают только тогда, когда лента сходит со шкива. Немагнитный материал отработанная смесь ссыпается с ленты отдельным потоком раньше металлических частиц. Металлические частицы собираются в емкости, а отработанная смесь передается ленточным конвейером на последующую переработку. После магнитной сепарации отработанная смесь просеивается через сита.

В цехе применяют барабанные полигональные сита. Сито – это устройство для разделения по фракциям измельченного сыпучего материала, проходящего через отверстия жесткой плоскости. По конструкции сита разделяют на плоские, барабанные и вибрационные.

Плоские механические сита могут быть горизонтальные и наклонные. Барабанные сита - цилиндрические, конические, пирамидальные, причем все они могут быть как горизонтальные так и наклонные.

Смесеприготовительный участок предназначен для изготовления стержневых, облицовочных и наполнительных смесей. Участок оснащен смесителями непрерывного действия модели 115М и АМК2000-Н.

Каждый смеситель имеет весовые и объемные дозаторы для дозировки формовочного песка, горелой смеси, глины, воды и крепителей.

На исходные формовочные материалы существует стандарт предприятия. Настоящий стандарт устанавливает ограниченную номенклатуру исходных формовочных материалов, используемых для приготовления формовочных, стержневых и жидких самотвердеющих смесей, противопопригарных и разделительных покрытий, керамических

оболочек. Стандарт содержит перечень марок или видов материалов с указанием их основных химико-физических свойств и технологических требований.

Требования на противопопригарные, разделительные покрытия:

- исходные материалы, применяемые для приготовления противопопригарных красок, разделительных смазок, клеевых составов, должны соответствовать требованиям стандарта;

- для приготовления красок использовать чистые ёмкости, перемешивание остатков краски с вновь приготовленной недопустимо;

- плотность каждой приготовленной партии краски контролировать;

- противопопригарные краски должны иметь хорошую кроющую способность, обеспечивать высокую прочность сцепления с поверхностью формы или стержня;

- краску наносить на поверхность формы или стержня пульверизатором или мягкой кистью;

- стенки перед сушкой красить водными красками.

В качестве установки для приготовления формовочной смеси используется смеситель каткового типа модели АМК-2000Н. Данная установка наиболее хорошо вписывается в данный тип производства, так как имеет высокую производительность, соответствующую производительности цеха. Преимуществом данной установки является и то, что она надежна в работе и компактна по сравнению со смесителями других типов.

Таблица 23 - Техническая характеристика смесителя модели 115М

Параметры	Показатели
Производительность, м <sup>3</sup> /ч	2,0 – 5,0
Габаритные размеры, мм	5315×5000×6560
Объем замеса, м <sup>3</sup>	2,0
Частота вращения вала, об/мин	29
Количество катков, шт.	2

Таблица 24 - Техническая характеристика смесителя модели АМК2000-Н

Параметры	Показатели
Производительность, м <sup>3</sup> /ч	1,0 – 2,0
Диаметр чаши, мм	2540
Объем замеса, м <sup>3</sup>	2,0
Частота вращения вала, об/мин	32,8

### 3.2.1 Расчет смесителей для формовочной и стержневой смеси

Количество смесителей находим по формуле (19).

$$n = \frac{N \cdot K_{\Pi}}{F_{\text{д}} \cdot q}, \quad (19)$$

где  $N$  – расход смеси на производственную программу,  $\text{м}^3$ ;

$K_{\Pi}$  – коэффициент, учитывающий потери на программу;

$F_{\text{д}}$  – действительный фонд времени работы оборудования, ч;

$q$  – производительность смесеприготовительного агрегата,  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

Производительность смесителей для формовочной и стержневой смесей соответственно равны:

$$Q_{\text{фор}} = 3,0 \text{ м}^3/\text{ч}, \quad Q_{\text{ст}} = 1,0 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Таблица 25 - Расчет формовочных и стержневых смесей

Единая	Стержневая	Расчет смеси
3,13 т / 1,84 $\text{м}^3$	0,544т / 0,32 $\text{м}^3$	На тонну годного
34432,35 т / 20254,33 $\text{м}^3$	5984,41 т / 3562,27 $\text{м}^3$	На производственную программу 11000 т

Годовая производительность смесителей:

$$n = \frac{20254,33 \cdot 1,05}{5632,5 \cdot 3,0} = 1,26 \text{ шт};$$

$$n = \frac{3562,27 \cdot 1,05}{5632,5 \cdot 1,0} = 0,66 \text{ шт}.$$

Коэффициент загрузки оборудования определим по формуле:

$$K_z = \frac{N_{\text{расчетное}}}{N_{\text{принятое}}} \cdot 100\%, \quad (20)$$

Коэффициент загрузки должен удовлетворять неравенству:

$$60\% \leq K_z \leq 90\%.$$

$$K_z = \frac{1,26}{2} \cdot 100\% = 63\% .$$

$$K_z = \frac{0,66}{1} \cdot 100\% = 66\% .$$

Принимаем 2 смесителя для формовочной смеси и 1 для стержневой смеси.

Рассчитаем количество сушил барабанных модели БН2-12НУ-05 производительностью 3,0 т/ч.

Количество сушил находим по формуле:

$$n = \frac{N \cdot K_{\Pi}}{F_{\text{д}} \cdot q} , \quad (21)$$

где  $N$  – расход глины на производственную программу, т;  
 $K_{\Pi}$  – коэффициент, учитывающий потери на программу;  
 $F_{\text{д}}$  – действительный фонд времени работы оборудования, ч;  
 $q$  – производительность агрегата, т/ч.

$$n = \frac{12051,32 \cdot 1,05}{5632,5 \cdot 3,0} = 0,75 \text{ шт.}$$

Коэффициент загрузки должен удовлетворять неравенству:

$$60\% \leq K_z \leq 90\% .$$

$$K_z = \frac{0,75}{1} \cdot 100\% = 75\% .$$

### 3.3 Стержневое отделение

На площади стержневого отделения происходит изготовление, сушка, зачистка и сборка стержней, а также производство каркасов и склад готовых стержней. Стержни устанавливают в форму при ее сборке в определенной последовательности. Устойчивое положение стержней в форме обеспечивается их знаками, но в некоторых случаях используют специальные металлические подставки – жеребейки.

Основное назначение знаков – обеспечить надежность и точность фиксирования стержня в форме. Размеры и конфигурацию знаковых частей стержней назначают с учетом размеров стержня, способа формовки и положения стержня в форме.

Для исключения неправильной установки в форму несимметричного стержня размеры, а иногда и форму знаков на его концах следует принимать разными.

Стержни, находящиеся в контакте с металлом всей внешней поверхностью кроме знаковых частей, нуждаются в устройстве специальных газоотводных каналов, которые выводят газы стержня в знаковые части, а через них в форму, обладающей большей газопроницаемостью, чем сам стержень. Через форму газы выходят в окружающую среду. Для увеличения прочности и жесткости в стержнях часто устанавливают металлическую арматуру – каркасы. Тип и размер каркаса выбирают в зависимости от сложности стержня, его габаритных размеров, конфигурации, расположения в форме, а также физико-механических свойств стержневой смеси и принятой технологии изготовления стержня.

Таблица 26 - Производственная программа изготовления стержней

Наименование отливки	Размеры стержня, мм	Вес стержня, кг	Кол-во гнезд в ящике, шт	Кол-во стержней на программу, шт	Вес на программу, т	Кол-во съёмов на программу, шт
Балочка	340×110×90	3,2	6	13440	45,1584	2240
	340×110×90	3,2	6	13440	45,1584	2240
Башмак	84×69×173	1,2	4	13440	16,9344	3360
	380×110×82	3	4	13440	42,336	3360
Державка	Ø372×55	6,5	4	13440	91,728	3360
Корпус	Ø40×98	1,2	6	13440	16,9344	2240
	205×169×91	3	6	13440	42,336	2240
Клапан	70×46×57	0,33	6	13440	4,65696	2240
	70×46×57	0,33	6	13440	4,65696	2240
Упор	240×95×250	7	2	14560	107,016	7280
	440×260×100	9,7	2	14560	148,2936	7280
	440×260×100	9,7	2	14560	148,2936	7280
Скользун	360×185×80	6,2	2	14560	94,7856	7280
Патрубок	220×450×320	12,5	2	14560	191,1	7280
Триангель	250×152×86	3,3	4	14560	50,4504	3640
Люлька	240×190×60	4,6	2	14560	70,3248	7280
	410×220×120	10,3	1	14560	157,4664	14560
	320×220×70	8	2	14560	122,304	7280
Фитинг	200×150×96	3	6	15680	49,392	2613
Замок	230×170×35	1,4	4	15680	23,0496	3920
Клин	220×210×45	2	6	15680	32,928	2613
	210×140×120	2,8	6	15680	46,0992	2613
Упор	Ø210×407	16,8	1	15680	276,5952	15680
	90×130×178	2,2	4	15680	36,2208	3920
Венец	780×800×140	36	1	15680	592,704	15680
Крышка	210×140×105	2,5	6	16800	44,1	2800
Корпус	342×220×28	5,3	4	16800	93,492	4200
	350×190×60	6,4	2	16800	112,896	8400
Ролик	Ø410×50	4,3	3	16800	75,852	5600
	R80×110	2,4	4	16800	42,336	4200
Звездочка	280×260×210	9,5	1	16800	167,58	16800
	280×260×210	9,5	1	16800	167,58	16800
	390×60×40	10,39	2	16800	183,2796	8400
	120×100×60	1,4	4	16800	24,696	4200
Стойка	212×168×80	5,5	3	16800	97,02	5600
	212×168×80	5,5	3	16800	97,02	5600
					3562,77432	<b>222320</b>

При пескодувном способе уплотнения совмещается операции заполнения, и уплотнения стержневой смеси. Этот способ уплотнения

позволяет изготавливать стержни любой конфигурации и сложности, обеспечивает более равномерное распределение плотности по различным сечениям стержня и создает возможность более полной механизации процесса изготовления стержней.

Для изготовления стержней из смесей ПГС применяют стержневую машину 28Б5. Данная установка наиболее хорошо вписывается в данный тип производства, так как имеет высокую производительность, соответствующую производительности цеха. Немаловажным фактором при выборе установки данной модели было и то, что она малогабаритна, а соответственно занимает небольшие производственные площади, кроме того она проста и удобна в эксплуатации. В цехе мелкого стального литья для сушки стержней применяю горизонтальные четырёхходовые камерные сушила производительностью 3,3 т/ч.

Таблица 27 - Техническая характеристика пескодувной стержневой машины модели 28Б5

Параметры	Показатели
Наибольшая масса изготавливаемого стержня	16
Производительность, цикл/ч	100
Размеры стержневого ящика, мм	600×500×500

### 3.3.1 Расчет стержневых машин

Количество стержневых машин определяем по формуле:

$$n_{cm} = \frac{N_{cm}}{(\Phi_o - t) \cdot q}, \quad (22)$$

где  $N_{cm}$  – количество съёмов, шт.;

$t$  – время необходимое для смены стержневых ящиков и наладку, ч/год;

$\Phi_o$  – действительный фонд времени, ч/год;

$q$  – производительность машины, шт./ч.

$$n_{cm} = \frac{222320}{(5752,9 - 102,9) \cdot 30} = 1,32 \text{ шт.}$$

Рассчитаем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{1,32}{2} \cdot 100\% = 66\%.$$



### 3.3.2 Расчет 4-х ходового камерного сушила для стержней.

Количество сушил определяем по формуле:

$$n_{см} = \frac{N_{ст}}{(\Phi_o - t) \cdot q}, \quad (23)$$

где  $N_{ст}$  – вес стержней на программу, т;

$\Phi_o$  – действительный фонд времени, ч/год;

$q$  – производительность сушила т/ч.

$$n_{см} = \frac{5984,41}{5752,9 \cdot 1,5} = 0,69 \text{ шт.}$$

Рассчитаем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{0,69}{1} \cdot 100\% = 69\%.$$

### 3.4 Формовочно-заливочно-выбивное отделение

В формовочном отделении установлены автоматические формовочные линии «АФА-30», включающие в себя:

- формовочные автоматы для изготовления полуформ;
- распаровщик с толкателем;
- спариватель с центрирующим устройством;
- устройство для съёма и установки грузов;
- устройство выдавливания;
- виброрешётки;
- заливочная машина.

При формовке в опоках отливки получаются более точными, так как опоки центрируются с помощью штырей.

Основное назначение этой формовки состоит в том, чтобы при заданной конструкции отливки и серийности ее изготовления обеспечить необходимое качество при минимальных затратах. В цехе мелкого стального литья все технологические операции (формовка, сборка, заливка, выбивка) выполняются одновременно. Литейная форма переходит с одной операции на другую с помощью различных транспортных устройств: конвейеров, кантователей.

Для изготовления форм применяют автоматическую формовочную линию «АФА-30» с формовкой, заливкой, охлаждением и выбивкой на конвейере. Данная формовочная линия хорошо вписывается в данный тип производства, так как имеет высокую производительность.

Изготовление отливок осуществляется методом литья в разовые песчаные формы. На автоматической формовочной линии «АФА-30» используются опоки с габаритами в свету 900×1100×300/400 мм.

В формовочном отделении выполняются следующие операции:

- формовка;
- сборка форм;
- заливка форм жидким металлом;
- охлаждение форм после заливки до выбивки из них отливок;
- выбивка отливок из форм.

Изготовление литейных форм на машинах складывается из ряда операций:

- уплотнение формовочной смеси в опоке и извлечение модели из формы определяют качество будущей отливки: наличие в ней засоров, газовых раковин, трещин, правильность геометрии, чистоту поверхности;

- установка опоки на машину, обдувка модельной плиты и ее опрыскивание разделительным составом, засыпка формовочной смеси и транспортирование готовых форм выполняются вспомогательными и транспортными механизмами машины.

Таблица 28 - Техническая характеристика АФЛ «АФА-30»

Параметр	Показатель
Размеры опок, мм:	
в свету	1200×900
высота	300/400
Производительность цикловая, полуформ/ч, форм/ч	60-80 / 30-40
Средняя масса отливок, кг	160
Число рабочих, обслуживающих линии в одну смену	
Давление прессования, Мпа (кг·с/см <sup>2</sup> )	
Расход формовочной смеси, м <sup>3</sup> /ч	160
Рабочее давление в гидросистеме, Мпа (кгс/см <sup>2</sup> )	6,3 (63)
Подача насосов (200×8), л/мин	1 600
Количество масла, заливаемого в гидросистему, л	9 000
Расход сжатого воздуха, м <sup>3</sup> /мин	650
Скорость перемещения форм по роликовым конвейерам, м/мин:	
на ветке охлаждения	6,3
на сборке и заливке	13,2
Установленная мощность, кВт	585
Габаритные размеры линии, мм	96340×27100×5820
Масса поставляемого комплекта, т	900

### 3.4.1 Расчет автоматических формовочных линий

Таблица 29 – Расчет количества форм на производственную программу

Наименование отливки	Масса детали, кг	Масса отливки, кг	Масса отливки с ЛПС, кг	Кол-во отливок в форме, шт.	Кол-во форм на программу, шт	Размер опоки в свету, мм
Балочка	9,6	10,8	18,2	4	3528	900×1200×300
Башмак	7,46	8,8	15,2	4	3528	900×1200×300
Корпус	3,03	5	8,1	4	3528	900×1200×300
Замкодержатель	4,5	6,1	8,9	4	3528	900×1200×300
Клапан	10,1	15,2	24,8	4	3528	900×1200×300
Упор	15,88	25,8	38,6	4	3822	900×1200×300
Скользун	17	21,3	33,3	4	3822	900×1200×300
<b>Патрубок</b>	<b>18,8</b>	<b>26,9</b>	<b>41,3</b>	4	3822	900×1200×300
Триангель	23,7	30,1	49,9	2	7644	900×1200×300
Люлька	15,9	18,1	28,4	4	3822	900×1200×400
Фитинг	28,8	32,9	50,1	4	4116	900×1200×400
Замок	36,6	46,6	71,6	2	8232	900×1200×400
Клин	45,5	45,8	69,2	2	8232	900×1200×400
Упор	26,3	39,1	60,1	4	4116	900×1200×400
Венец	29,6	33,9	52,1	2	8232	900×1200×400
Крышка	55,3	55,3	79,1	2	8820	900×1200×400
Корпус	48	60,4	92,5	2	8820	900×1200×400
Ролик	70,3	78,6	121,2	1	17640	900×1200×400
Звездочка	69,2	71,2	111,1	1	17640	900×1200×400
Стойка	53,6	61,6	89,9	2	8820	900×1200×400
ИТОГО:					135240	

Найдём необходимое количество формовочных линий:

$$n_m = \frac{N}{(F_0 - t) \cdot q}, \quad (24)$$

где  $N$  – количество форм, шт. в год;

$t$  - время необходимое для смены моделей и наладку, ч/год;

$F_0$  – действительный фонд времени, ч/год;

$q$  – производительность машины, ф/ч.

$$n_m = \frac{135240}{(5692,7 - 102,7) \cdot 40} = 0,61 \text{ шт.}$$

Принимаю одну формовочную линию «АФА-30» для выполнения производственной программы.

Рассчитаем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{0,61}{1} \cdot 100\% = 61\%.$$

В условиях конвейнерного производства выбивка опок производится на полуавтоматических и автоматических установках, оборудованных эксцентриковыми и инерционными решетками. Также производится очистка и исправление дефектов литья. Мелкие отливки очищают от формовочной смеси в галтовочном барабане.

При выбивке образуется большое количество отработанной смеси, часть которой просеивается и передается ленточным конвейером на смесеприготовительное отделение для дальнейшего использования.

### 3.4.2 Расчет выбивных решеток

Обоснование выбора и модели оборудования произведено в п. 2.10.

Найдём необходимое количество выбивных решеток для выполнения производственной программы:

$$N = \frac{N_{\phi}}{\Phi_{д} \cdot q}, \quad (25)$$

где  $N_{\phi}$  – кол-во форм на годовую программу, шт.;

$\Phi_{д}$  – действительный фонд времени работы оборудования, ч;

$q$  – производительность выбивной решетки, шт./ч.

$$N = \frac{135240}{5783,1 \cdot 40} = 0,60 \text{ шт.}$$

Рассчитаем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{0,60}{1} \cdot 100\% = 60\%.$$

## 3.5 Термообрубное отделение

### 3.5.1 Термическая обработка отливок

После выбивки отливки подвергаются термической обработке для снятия внутренних напряжений и получения определенной структуры металла и физико-механических свойств. Пройдя термическую обработку, отливки на передаточной тележке подаются на обрубное отделение, где производится обрубка, очистка литников, выпоров, прибылей при помощи пневмозубил и газопламенной резки.

Чем сложнее сталь по своему химическому составу, т.е. чем больше в ней содержится углерода, различных примесей и добавок, тем она менее теплопроводна. При разработке технологии нагрева крупных изделий из легированной стали сложного состава скорость нагрева иногда назначают в 2-3 раза меньше, чем может дать нагревательный агрегат, чтобы не вызвать больших внутренних напряжений из-за большой разницы температуры между поверхностью и сердцевиной изделия.

При этом изделия из простой углеродистой стали небольшой толщины (до 100-200мм) обычно нагревают с любой скоростью, какую может дать печь, т.к. углеродистая сталь обладает настолько большой теплопроводностью, что никакого брака из-за быстрого нагрева стали не получается. Изделия сложной формы с резкими переходами от толстых сечений к тонким нагревать полагается особо внимательно, т.к. в тонких сечениях изделия прогреваются значительно раньше, чем в толстых, и при быстром нагреве в них возникают тепловые напряжения, которые могут вызвать коробление деталей. Температуру нагрева при термообработке устанавливают в зависимости от марки стали и назначения термической обработки.

Сталь 32Х06Л подвергается закалке с отпуском по [1]. Отливки нагревают до температуры 880-900<sup>0</sup>С, охлаждают в водной среде при температуре 30<sup>0</sup>С, затем снова нагревают до температуры 670-700<sup>0</sup>С и охлаждают на воздухе [13]. Детали, поступающие на термический участок, проходят контроль: проверяется марка стали и номер детали по сопроводительному документу (накладной), внешний вид и поверхностные дефекты на соответствие требованиям чертежа на штампованную заготовку. Контейнер с деталями транспортируется к агрегату для термообработки. Закально-отпускной толкательный агрегат состоит из двух печей. Нагрев осуществляется природным газом. Печи трехзонные.

Контроль температуры осуществляется с помощью потенциометра КСП-3. Детали, в количестве 4 штук укладываются с помощью грузозахватного приспособления на поддон (две стопки по две штуки). Толкателем поддон с деталями проталкивается в пространство печи, разогретой до технологической температуры 880±10<sup>0</sup>С, заслонка печи закрывается. Темп толкания – 0,5 часа. Время нахождения деталей в печи – 5 часов. После выхода из печи поддон с деталями опускают в воду, температура воды – 40-70<sup>0</sup>С. Закаленные детали затем поступают в отпускную печь, разогретую до температуры 670±20<sup>0</sup>С. Темп толкания-0,1 часа. Время нахождения деталей в печи – 3 часа. После проведения отпуска поддон с деталями охлаждается в воде. Температура воды в баке охлаждения

должна быть не менее 15°C. Охлаждение деталей после закалки и отпуска производится при включенном барботаже. Операции замера твердости, очистки и контроля марки стали аналогичны предыдущим деталям.

### 3.5.2 Участок обрубки и очистки литья

Для очистки отливок применяют дробеметную камеру периодического действия модели М42815.

Таблица 30 - Техническая характеристика дробеметной камеры М42815

Параметры	Показатели
Производительность, т\ч	2,0-2,5
Количество отсасываемого воздуха, м <sup>3</sup> /ч	22000
Масса, кг	43000

Барaban для разделки литья модели 41212 представляет собой проходной галтовочный барабан непрерывного действия предназначен для разламывания кустов стальных отливок, отделения литников и прибылей и предварительной очистки литья (п. 2.10).

Кусты отливок попадают во вращающийся барабан, установленный под углом 1-3° к горизонту, подхватываются порогами и поднимаются на некоторую высоту.

При падении с порогов кусты отливок многократно ударяются о поверхность барабана, в результате чего кусты разламываются литники и прибыли отламываются от отливок, кроме того, из отливок выбиваются остатки стержней и формовочной смеси. Благодаря наклонной установке барабана литье медленно перемещается от загрузочной зоны к выходу из него. Время нахождения отливок в барабане составляет 2-3 мин.

Галтовочный барабан обеспечивает высокое качество поверхности отливок. Очистка отливок в галтовочном барабане происходит вследствие взаимных соударений и трения отливок о стенки барабана и специально отливаемые звездочки из белого чугуна, которые загружаются в барабан для повышения интенсификации процесса.

Одновременно с очисткой поверхности отливок в галтовочном барабане происходит выбивка стержней и отбивка литников. Принцип работы заключается в том, что барабан установлен под небольшим углом к горизонту, благодаря чему отливки вместе со звездочками при вращении барабана движутся вдоль его оси.

Угол наклона, а можно регулировать, изменяя время пребывания отливок в барабане. Подлежащие очистке отливки непрерывно загружаются в барабан пластинчатым конвейером по наклонному лотку, а очищенные отливки непрерывно выходят из барабана с другого его конца.

Звездочки вместе с очищенной от отливок смесью на выходном конце барабана проваливаются через отверстия во внутренней его стенке и попадают в кольцевое пространство между внутренней и наружной стенками барабана. Здесь имеются винтовые лопасти, транспортирующие звездочки при вращении барабана назад к его загрузочному концу.

Смесь по пути просеивается через мелкие отверстия в наружной стенке барабана и собирается в бункере. Звездочки, дойдя до загрузочного конца барабана, поднимаются лопатками и подаются на лоток, по которому вместе с загружаемыми отливками вновь попадают в рабочее пространство барабана.

Таблица 31 - Техническая характеристика галтовочного барабана 41212

Параметры	Показатели
Объем загрузки, м <sup>3</sup>	0,8
Наибольшая масса загрузки, кг	1800
Внутренние размеры барабана, мм	900×1400
Размеры загрузочного люка, мм	1250×560
Производительность, т/ч	1,5
Мощность, кВт	7,5
Габаритные размеры, мм	3600×1350×1560
Масса, т	4,1

### 3.5.3 Расчет оборудования очистного отделения

Рассчитаем необходимое количество галтовочных барабанов для выполнения производственной программы:

$$N = \frac{Q}{\Phi_0 \cdot q}, \quad (26)$$

где  $Q$  – вес отливок на годовую программу, т;

$\Phi_0$  – действительный фонд времени работы оборудования, ч;

$q$  – производительность галтовочного барабана, т/ч.

$$N = \frac{16847,74}{5783,1 \cdot 2,0} = 1,46 \text{ шт.}$$

$$K_{\zeta} = \frac{1,46}{2} \cdot 100\% = 73\% .$$

Рассчитаем необходимое количество дробемётных камер для выполнения производственной программы:

$$N = \frac{Q}{\Phi_0 \cdot q}, \quad (27)$$

где  $Q$  – вес отливок на годовую программу, т;

$\Phi_0$  – действительный фонд времени работы оборудования, ч;

$q$  – производительность дробемётной камеры, т/ч.

$$N = \frac{11000}{5783,1 \cdot 1,5} = 1,26 \text{ шт.}$$

$$K_3 = \frac{1,26}{2} \cdot 100\% = 63\%.$$

Для выполнения производственной программы вполне достаточно двух дробемётных камер.

### 3.6. Сводная ведомость оборудования

Таблица 32 – Сводная ведомость оборудования

Наименование отделения	Наименование оборудования	Марка оборудования	Произв. программа	Производительность оборудования	Потребность в машинах, шт.		Кз, %
					Расч.	Прин.	
Плавильное	Электродуговая печь	ДСП-5	16847,4т	2,0 т/ч	1,67	2	83,5
Смесеприготовительное	Барабанное сушило	БН2-12НУ-05	12051,32 т	3,0 т/ч	0,75	1	75
	Смеситель	115М	34432,35 т/ 20254,33 м <sup>3</sup>	3 м <sup>3</sup> /ч	1,26	2	63
	Смеситель	АМК-2000Н	5984,41 т/ 3562,27 м <sup>3</sup>	1,0 м <sup>3</sup> /ч	0,66	1	66
Стержневое	Стержневая машина	28Б5	222320 шт.	30 шт/ч	1,32	2	66
	Сушило	4ТК/5,3	5984,41 т	1,5 т/ч	0,69	1	69
Формовочное	АФЛ	АФА-30	135240 ф	40 ф/ч	0,61	1	61
Термообрубное	Выбивная решетка	31242	135240 ф	40 ф/ч	0,6	1	60
	Галтовочный барабан	41212	16847,41 т	2,0 т/ч	1,46	2	73
	Дробеметная камера	М42815	11000 т	1,5 т/ч	1,26	2	63



## 4 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

### 4.1 Безопасность труда

С развитием новых технологий большое значение уделяется охране труда, тяжелые и вредные этапы труда автоматизируются и механизмируются. На всех предприятиях, в учреждениях, организациях создаются здоровые и безопасные условия труда, обеспечение которых – обязанность администрации. На стадии проектирования необходимо учитывать все требования по устранению и ослаблению вредных воздействий на трудящихся, предупреждению несчастных случаев и содержанию мест работы в надлежащем санитарно-гигиеническом состоянии.

В настоящем проекте обеспечиваются основные требования охраны труда с учетом внедрения передовой технологии и улучшения технологического процесса.

#### 4.1.1 Характер труда

Основной путь коренного улучшения условий труда в литейном производстве – применение прогрессивных технологий, автоматизация и механизация всех технологических операций.

Для регламентации условий труда важное значение имеют различные классификации по тяжести работы, по опасности помещений и т. д. По энергетическим затратам литейное производство относится к средней тяжести 150–250 ккал/ч выполняемых работ. Каждое производственное здание должно быть надежным в эксплуатации, долговечным и удовлетворять противопожарным требованиям. Объем производственных помещений на каждого работающего должен быть не менее 5×3 м, а площадь – не менее 3,2 м и определены «Санитарными нормами проектирования промышленных предприятий».

Высота пешеходных галерей, эстакад, переходов при регулярном проходе работающих 2 м, ширина – 1,5 м. Все площадки на высоте 0,5 м от пола, лестницы, переходные мостики, люки ограждаются перилами высотой не менее 1,2 м со сплошной облицовкой по низу на высоте 0,2 м. Лестницы должны иметь уклон не более 75°. На рабочих местах при легкой работе и работе, не требующей постоянного передвижения, полы устраивают теплыми, [17].

Площадь остекленных проемов составляет от 20 до 30% площади наружных стен. Для проветривания производственных помещений предусматривают открывающиеся устройства в окнах площадью не менее 20% общей площади световых проемов. В системе механической приточной вентиляции рекомендуется предусматривать очистку воздуха от пыли в рабочей зоне помещений.

Проектируемый цех включает в себя следующие отделения:

Сталеплавильное, формовочное, заливочное, выбивное отделение. Изготовление форм сопровождается шумом и выделением пыли. При заливке форм выделяется пыль, содержащая диоксид кремния, оксид углерода, нагревающий микроклимат и инфракрасное излучение. Выбивка сопровождается выделением пыли, вибрация и шум. Стержневое отделение. Все операции в этом отделении сопровождается выделением продуктов испарения связующих. Выделением пыли. Смесеприготовительное отделение. При изготовлении смесей в бегунах выделяется пыль и имеется шум.

#### 4.1.2 Условия труда

Воздух рабочей зоны ГОСТ 12.1.005–88\* [16].

Санитарные требования зависят от характеристики производственных помещений, характера выполняемой работы, времени года. В реконструируемом цехе все помещения разбиваются на 2 типа:

- характеризуются незначительным выделением тепла (смесеприготовительное отделение, формовочное отделение, стержневое отделение, обрубной участок);
- характеризуются значительным выделением тепла (плавильное отделение, заливочный участок, участок остывания форм, у выбивных решеток, участок термообработки).

Величины микроклимата нормируются «Санитарными правилами и нормами» СанПиН 2.2.4.5.548-96 [17]. Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам: температура воздуха должна составлять 17-19<sup>0</sup>С, относительная влажность воздуха 40-60%, скорость движения воздуха не более 0,2 м/с. В теплый период года температура не должна превышать наружную температуру более чем на 3<sup>0</sup>С, относительная влажность 55-80%, скорость движения воздуха 0,5-1,0 м/с.

В помещениях первого типа в холодный период года на постоянных рабочих местах параметры микроклимата практически соответствуют вышеуказанным. В теплый период года температура воздуха составляет 19-21<sup>о</sup>С, относительная влажность воздуха 40-60%, скорость движения воздуха не более 0,2 м/с [15].

В помещениях второго типа в холодный период года на постоянных рабочих местах температура воздуха составляет 22,00<sup>о</sup>С, относительная влажность воздуха 15-75%, скорость движения воздуха 0,2-0,4 м/с. В теплый период года температура воздуха составляет 27,00<sup>о</sup>С, относительная влажность воздуха не более 60%, скорость движения воздуха 0,2-0,5 м/с.

Интенсивность теплового потока в помещениях второго типа достигает высоких значений. Известно, что интенсивность менее 0,7 кВт/м<sup>2</sup> не вызывает неприятного ощущения, если действует в течение нескольких минут, а свыше 3,5 кВт/ м<sup>2</sup> уже через 2 с вызывает жжение [21]. В целях защиты от возможного перегрева принимаются меры по снижению воздействия горячей атмосферы на трудящихся.

Нормальные условия труда обеспечиваются применением технологических процессов, ведущих к снижению выделения вредных и токсичных веществ. Применяя современные автоматические линии, мы имеем возможность:

- предлагается охлаждать отливки под вытяжным кожухом, то есть локализовать все вредные вещества, выделяемые в процессе охлаждения залитых форм;

- особенно интенсивным должен быть отсос от выбивных решеток в виду большого количества пыли, выделяющейся при выбивке форм; поэтому предлагается использовать двусторонний боковой отсос;

- пылевыделяющие места выбивного барабана и на зачистном оборудовании предлагается снабдить отсасывающими зонтами шатрового типа.

Исключая обдув форм и подмодельных плит сжатым воздухом, уборку полов производственных помещений, в данном проекте предусматриваем использование стационарных и передвижных пылеотсасывающих установок.

В смесеприготовительном отделении для приготовления формовочных и стержневых смесей применяем смесители закрытого типа с системой отсоса пыли.

В плавильном отделении принимаются следующие меры:

- заслонки печи имеют воздушную прослойку;

- воздушные завесы у печи;

- устройство вентиляции непосредственно для отсоса горячего воздуха.

Конвейерное сушило, расположенное в стержневом отделении, имеет конструкцию, предотвращающую переток атмосферы сушила в цех – входная и выходная части выполнены с наклоном к горизонту.

Куртки и брюки изготовлены из сукна, для защиты головы от перегрева применяются шляпы с широкими полями из сукна. Для защиты рук применяют брезентовые рукавицы. Для защиты глаз применяют очки.

В ГОСТ 12.005-88\* [16] предусматривают широкий комплекс санитарно-технических мероприятий, учитывающих особенности технологических процессов и их взаимосвязь со строительными конструкциями, здесь также указаны максимальные разовые предельно-допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны, где находятся места постоянного или временного пребывания рабочих. В таблице 33 приведены значения ПДК основных вредных веществ, выделяющихся в литейном производстве.

Таблица 33 - ПДК основных вредных веществ

Наименование вредного вещества	Класс опасности	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Реальное содержание, мг/м <sup>3</sup>
Оксиды железа	4	4	2,8
Оксиды алюминия	1	2	1,90
Оксиды углерода	4	20	19,005
Оксиды азота	4	5	4,3
Оксиды марганца	1	0,3	0,25
Кремнийсодержащая пыль	3	1	0,75

Основными источниками, выделяющими вредные загрязняющие вещества (пыль, газы) является технологический процесс, а также оборудование, на котором выполняются технологические операции:

- охладительный конвейер;
- выбивные решетки;
- выбивной и очистной барабаны;
- зачистные машины.

Для предотвращения пылевыведения на пылящем оборудовании предусматривают различные по конструкции укрытия, из-под которых производят отсос воздуха. Такие вентиляционные системы называют аспирационными. Отсасываемый воздух перед выбросами в атмосферу должен подвергаться очистке. В этом воздухе, как правило, большое количество кремнийсодержащей пыли, а также частицы глинозема, доломита, известняка, угля и других веществ как в твердом, так и в газообразном состоянии.

## Освещенность

Важным элементом создания благоприятных условий труда является рациональное освещение помещений и рабочих мест, при которых повышается производительность труда, улучшаются условия безопасности, снижается утомляемость.

При проектировании освещения производственных помещений литейных цехов надлежит руководствоваться требованиями строительных норм и правил (СНиП 23–05– 95\*)[19]. Для работающих в помещениях с недостаточным естественным освещением и без естественного освещения надлежит использовать установки искусственного ультрафиолетового излучения.

В цехе в помещениях с постоянным пребыванием людей применяется комбинированное естественное освещение. Так же применяется искусственное освещение следующих типов рабочее, аварийное, эвакуационное, аварийное, охранное. При необходимости часть светильников того или иного вида освещения может использоваться для дежурного освещения. Рабочее освещение предусмотрено для всех помещений зданий, а также участков открытых пространств, предназначенных для работы, прохода людей и движения транспорта. Для освещения помещений, предусмотрены газоразрядные лампы.

Аварийное освещение необходимо, если отключение рабочего освещения и связанное с этим нарушение нормального обслуживания оборудования и механизмов может вызвать: пожар, длительное нарушение технологического процесса и т.д.

Эвакуационное освещение в помещениях или в местах производства работ вне зданий предусмотрено: в местах, опасных для прохода людей; в проходах и на лестницах, служащих для эвакуации людей, при числе эвакуирующихся более 50 человек.

Цех имеет самостоятельные отделения и участки, характеризующиеся различной точностью зрительных работ и значениям освещенности (таблица 34). Их искусственное освещение осуществляется на основе СНиП 23–05– 95\* [19]. Принимаем систему общего освещения по цеху, местного - для участков формовки, стержневого отделения, отдела контроля годных отливок, электро-пультовых и щитовых. Для общего освещения принимаем лампы с большой мощностью типа ДРЛ. Для местного – кроме разрядных источников света используют лампы накаливания.

Таблица 34 - Точность зрительных работ и норм освещенности

Подразделения цеха	Разряд зрительных работ	Норма освещенности, ЛК
Смесеприготовительное	6	150
Формовочное и стержневое	3б	300
Плавильное	7	200
Выбивное	6	150
Обрубное	5а	200
Очистка, термообработка	6	150

Рассчитаем освещённость на формовочном участке, площадь которого составляет 4332 м<sup>2</sup>.

Потребный световой поток определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{100 \cdot E_H \cdot S \cdot Z \cdot K}{N \cdot \eta}, \quad (28)$$

где  $E_H$  – нормированная минимальная освещённость, Лк;

$K$  – коэффициент запаса, учитывающий уменьшение светового потока лампы в результате загрязнения светильников в процессе эксплуатации (для литейных цехов  $K_3 = 1,7$ );

$S$  – площадь освещаемого помещения, м<sup>2</sup>;

$Z$  – коэффициент неравномерности освещения (для люминисцентных ламп  $Z = 1,1$ );

$N$  – число светильников в помещении;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока.

Коэффициент  $\eta$  определяется по справочным таблицам в зависимости от вида источника света и индекса помещения  $i$ , определяемого по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{H \cdot (A + B)}, \quad (29)$$

где  $A$  и  $B$  – длина и ширина помещения, м;

$H$  – расчётная величина подвеса светильников, м.

$$i = \frac{38 \cdot 114}{7 \cdot (38 + 114)} = 4,0 \text{ м}$$

При индексе помещения 4 коэффициент использования светового потока равен 59%.

$$\Phi = \frac{100 \cdot 200 \cdot 4332 \cdot 1,1 \cdot 1,7}{500 \cdot 59} = 5490 \text{ лм}$$

Подсчитав световой поток по справочным таблицам подбираем стандартную лампу, обеспечивающую нормированную величину  $E_H$ . В качестве источника света в цехе применяю люминисцентные лампы типа ЛБ-80.

## Шум

Шум – беспорядочное сочетание звуков различной силы и частоты, отрицательно действует на организм человека, мешает полноценной работе. В соответствии с ГОСТ 12.1.003–83\* [23] в проектируемом цехе предусматриваются меры по снижению шума. Применена шумобезопасная технология формовки – прессово-вибрационные автоматы при уплотнении формы. Уровень звукового давления 70–75 дБ выдерживается в плавильном, смесеприготовительном, стержневом, формовочном, частично в термообрубном отделениях литейного цеха. [20]

В районе обломочных и дробеметных барабанов уровень звукового давления составляет 85–95 дБ [20], что требует применение средств индивидуальной защиты (вкладышей, наушников) и ограниченного по времени пребывания в этих зонах. В соответствии с ГОСТ 12.4.026 [26] эти зоны обеспечиваются специальными знаками.

В обрубном отделении при выполнении некоторых операций (зачистка на наждаке, заварка, отрезка) уровень звукового давления составляет 80–85 дБ, рабочие должны применять индивидуальные средства защиты.

## Вибрация

Вибрация – в литейных цехах источниками общей вибрации являются сотрясения пола и других конструктивных элементов здания в следствии ударного действия выбивных решеток, пневматических формовочных, центробежных и других машин, а источниками локальной вибрации – пневматические рубильные молотки, трамбовки и др. Параметры общей и локальной вибрации регламентируются ГОСТ 12.1.012–90\* [22].

## Электрическая безопасность

«Правила устройства электроустановок, ПУЭ» [25], «Правила эксплуатации электроустановок потребителей, ПЭЭП», а также «Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок ПОТ РМ–016–2001» охватывают большой круг профилактических мероприятий по предупреждению электротравматизма при эксплуатации различных электроустановок. В соответствии с правилами устройства электроустановок помещение проектируемого цеха относится ко 2 группе по степени опасности поражения электрическим током то есть помещение – с особой опасностью.

Так как в цехе имеются токопроводящие полы (металлические, железобетонные), высокие температуры, возможны одновременные прикосновения человека к имеющим соединению с землей

металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и т.п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой.

Широкое использование электроэнергии в проектируемом цехе диктует строгое соблюдение правил безопасной эксплуатации электроустановок и оборудования. Несоблюдение этих правил может привести к травмам, разрушениям и пожарам.

Меры по защите от поражения электрическим током:

- инструктаж персонала;
- все электрооборудование (электротермические установки для плавки и нагрева металла, сушки форм и стержней и др.) должно иметь кожухи и ограждения, во избежание случаев ошибочного прикосновения к токоведущим частям, при отсутствии кожухов оборудование располагается в защитных местах на недоступной высоте или в машинных залах;
- все токоведущие части электрооборудования, которые при неисправной изоляции могут оказаться под напряжением, имеют защитное заземление;
- оборудование должно быть защищено от влажности, запыленности, взрыво- и пожаробезопасности окружающей среды;
- применение предупреждающих плакатов на опасных местах;
- применение индивидуальных средств защиты при работе с электрооборудованием.

По степени опасности поражения людей электрическим током производственные помещения литейного цеха являются помещениями повышенной опасности.

Распределительные шкафы оснащены специальной защитой от перегрузок и коротких замыканий, имеющие номинальный ток 400А, в них, на отходящих к потребителям проводах, установлены предохранители.

### Пожарная безопасность

Проектируемый литейный цех мелкого стального литья отнесен к пожароопасной категории Г, как производство, связанное с применением негорючих веществ и материалов в горячем, раскаленном и расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и в котором газообразные вещества используются в виде топлива. Степень огнестойкости зданий и сооружений I-II [31].

Основной причиной возгорания в литейном цехе является неисправное оборудование, случайные возгорания от открытых источников огня, вследствие невнимательного и халатного отношения работников,



практически исключены. В цехе нет мест, где утечка газа могла бы привести к взрыву, так как система вентиляции не позволяет скопиться взрывоопасной смеси. В целях предотвращения пожаров в цехе необходимо применить комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на защиту людей и ограничения материального ущерба. Комплекс организационных мероприятий (согласно ГОСТ 12.1.004-91)[27], обеспечивающий пожарную безопасность:

- применением конструкций объектов с регламентируемыми пределами огнестойкости;
- наличием плана эвакуации людей;
- наличием средств индивидуальной и коллективной защиты людей;
- системой противопожарной защиты и пожарной сигнализации;
- применением средств пожаротушения;
- организацией пожарной охраны объекта.

В проектируемом цехе планируется применение средств пожаротушения, регламентированных ГОСТ 12.4.009-83[28], среди которых:

- пожарные гидранты, к которым при пожаре присоединяются гибкие рукава, которые питаются из хозяйственного, производственного водопровода;
- огнетушитель ручной пенный ОП-10, предназначенный для тушения оборудования без электропроводки;
- огнетушитель ручной углекислый, для тушения электрооборудования, твердых и жидких веществ;
- покрывала из асбеста;
- песок.

Предложенные в дипломном проекте мероприятия по созданию оптимальных условий труда (исключающие вредное воздействие шума и вибрации, по созданию оптимального микроклимата и освещенности рабочих мест, объемно – планировочное решение, мероприятия по пожарной безопасности) должны должным образом повлиять на безопасность работников цеха, уменьшить травматизм и снизить риск профессиональных заболеваний.

## 5 ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

### 5.1 Глобальные экологические проблемы

Современные масштабы воздействия человека на природу вызваны научно-техническим прогрессом. Человек воздействует на окружающую среду в процессе получения энергии, добычи полезных ископаемых, выплавки металла, обработки материалов и т.д. При осуществлении всех этих видов деятельности человек загрязняет атмосферу, гидросферу, почву, истощает возобновляемые и невозобновляемые ресурсы. Если не будут предприняты меры по предотвращению загрязнения окружающей среды, то существующий экологический кризис может перейти в экологическую катастрофу.

Современное металлургическое предприятие это сложный производственный комплекс, включающий множество разнообразных цехов, а иногда и отдельных заводов, которые могут в значительной мере загрязнить водный и воздушный бассейн окружающего района. Вследствие чего появляются кислотные дожди, парниковый эффект и т.д.

Главной причиной парникового эффекта является попадание в атмосферу промышленных газов. Его создают углекислый газ, оксид азота, метан, хлорфторуглероды. Все эти газы - результат деятельности человека.

Предпосылки для повышения кислотности атмосферной воды возникают, когда промышленные предприятия выбрасывают большие объемы оксидов серы и оксидов азота. Наиболее характерные источники таких загрязнений – это выхлопные газы автомобилей, металлургическое производство и тепловые электростанции (ТЭЦ). Современный уровень развития технологий очистки не позволяет отфильтровывать соединения азота и серы, которые возникают в результате сгорания угля, торфа, других видов сырья, используемого в промышленности. В итоге такие оксиды попадают в атмосферу, соединяются с водой в результате реакций под действием солнечного света, и выпадают на землю в виде осадков, которые и называют «кислотные дожди».

Избежать этого полностью при существующей технологии невозможно, продуктивными мерами по снижению загрязнения окружающей среды, являются: применение ресурсо и энергосберегающих технологий в производстве; использование вторичных ресурсов; развитие безотходных и малоотходных технологий; применение очистных установок и сооружений.

Большинство технологических процессов в литейном цехе сопровождается выделением в производственные помещения пыли и газов. Неизбежный рост промышленного производства и, следовательно, дальнейшее увеличение выбросов вредных веществ в атмосферу могут повлечь за собой самые серьезные последствия.

В литейных цехах выделение запыленных газов происходит в процессе приготовления формовочных материалов, плавления и заливки металла, выбивки горелой смеси и её транспортировки, и других операций. Кроме того, твердые отходы литейного производства занимают большие производственные площади и отвалы, что предполагает отчуждение земель.

ОА «НПК «Уралвагонзавод» ведет активное использование природных ресурсов и является источником загрязнения атмосферы, поверхностных и подземных водных объектов.

## 5.2 Анализ связей технологического процесса с экологическими системами

Технология производства отливок из стали для вагоностроения сопровождается использованием исходного сырья, получением готовой продукции и образованием различных отходов.

Схема технологического процесса приведена на рисунке 1.

В качестве сырья используется песок, глина, стальной лом, отходы стали в кусках, ферросплавы, железо из окалины, добавочные материалы, сжатый воздух.

Энергоресурсами служат природный газ, электроэнергия, пар.

В ходе технологического процесса образуются следующие виды отходов:

материальные отходы - жидкие (сточные воды), твердые (скрап, недоливы, шлак ванадиевый и сталелитейный, угар, потери, пыль) и газообразные (оксид углерода, диоксид азота);

энергетические – шум, вибрация, тепловые выбросы, электромагнитное излучение.

Скрап - зашлакованные отходы черных металлов, мелкие стальные частицы, разбрызгиваемые во время выпуска стали, выплески и расплески во время транспортировки и разлива стали в изложницы, остывшая сталь на стенках и дне разливочного ковша.



Рисунок 1 - Схема технологического процесса получения отливок

Шлак - побочный отход от производства металла, после очистки от остатков ценных компонентов.

При выплавке металлов формируются шлаки, основу которых составляют оксиды. Это наиболее массовый вид отходов. Работа металлургических агрегатов сопровождается выносом пыли с отходящими газами. При мокрой газоочистке эта пыль в отстойниках превращается в кашеобразную массу (шлам).

Газообразные оксиды углерода и азота образуются при выплавке стали в электродуговых печах.

Источником электромагнитного излучения и шума является работающее оборудование.

Вибрационные колебания возникают на подготовительном участке, где песок просеивается через сита подготовительных камер.

Тепловые выбросы образуются в процессе плавки и разлива металла.

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.

В таблице 35 представлены основные характеристики технологического процесса

Таблица 35 - Основные материально-энергетические показатели технологического процесса

№	Показатели	Количество	Ед. изм.
1.	Сырье:		
	Лом и отходы	11	тыс. т/год
	Ферросплавы	0,3	тыс. т/год
	Железо из окалины	2	тыс. т/год
	Сжатый воздух	0,1,6	млн м <sup>3</sup> /год
	Вода оборотная	0,9	тыс. м <sup>3</sup> /год
2.	Энергия:		
	Электрическая	10	млн. кВт·ч
	Природный газ	45	тыс. м <sup>3</sup> /год
	Пар	32	тыс. кДж/год
3.	Продукция:		
	Отливки	11	тыс. т/год
4.	Отходы материальные:		
	Угар и потери	0,01	тыс. т/год
	Пыль	1	тыс. т/год
	Шлак	1,8	тыс. т/год
	Оксид углерода	0,5	тыс. т/год
	Диоксид азота	1,2	тыс. т/год
	Сточные воды:	0,2	тыс. т/год
Взвешенные вещества	12	тыс. т/год	
5.	Отходы энергетические:		
	Шум	85-130	дБ
	Тепло отходящих газов	1,5	млн кДж/год
	Напряженность электрического поля	25	Вт/м
	Напряженность магнитного поля	5	А/м
	Вибрация	50	дБ

### 5.3 Основные требования экологизации проекта

Литейное производство является экологически не безопасным, поэтому необходимо соблюдение санитарно-гигиенических норм, приведенных в таблице 36.

Таблица 36 - Предельно допустимые концентрации вредных веществ выбрасываемых цехом и предельно допустимые уровни воздействия

Показатели технологического процесса	Ед. измерения	Нормируемое значение
Пыль металлургическая	(мг/м <sup>3</sup> )	0,5/0,15
Оксид углерода	(мг/м <sup>3</sup> )	0,5/0,05
Диоксид азота	(мг/м <sup>3</sup> )	0,085/0,085
Производственный шум	дБ	80
Электромагнитное излучение	(А/м) <sup>2</sup> ·ч	25
Температура	°С	16-24

Примечание: в числителе - максимальная разовая, в знаменателе-среднесуточная.

#### 5.4 Мероприятия по экологизации технологического процесса

Для снижения количества выбросов пыли в воздух рабочей зоны, предусматривается установка устройств местной вентиляции, зонтов, фильтров, циклонов.

Для удаления газообразных выбросов предусматривается установка скрубберов, циклонов, газоочистных фильтров.

Для уменьшения забора воды из природных источников в цехе предусмотрено использование оборотной воды, прошедшей механическую очистку.

Отработанная формовочная и стержневая смесь подвергается регенерации и последующему использованию в технологическом процессе.

Шлак, формовочные и стержневые смеси, не подлежащие регенерации, направляются на нужды народного хозяйства для изготовления кирпича, на строительства дорог и на компост. Неиспользованный шлак направляется в действующий шлакоотвал.

Уменьшение выброса тепловой энергии в воздух рабочей зоны обеспечивается применением котлов–утилизаторов. В дальнейшем, тепло отходящих газов используется для подогрева воздуха приточной вентиляции.

Снижение уровня шума и вибрации обеспечивается установкой оборудования на виброизолирующие и шумопоглощающие фундаменты, установкой кожуха выбивной решетки снабженного внутренней облицовкой из звукопоглощающих материалов, звукоизоляция стенок дробеметно-дробеструйного оборудования.

Уменьшение влияния электромагнитного излучения достигается за счёт установки специальных экранов.

Рекомендуемые мероприятия позволят сделать технологический процесс более экологичным, ресурсо- и энергосберегающим, поскольку влияние загрязняемых веществ будет сведено к минимальному, за счёт применения современного автоматизированного оборудования, имеющего высокую степень очистки от вредных веществ.

## 6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

При расчете экономического эффекта от внедрения новой техники и технологии, как правило, сопоставляются текущие и капитальные затраты изготовления новых и устаревших образцов продукции. При изменении последних проводится сопоставительный анализ различных текущих и капитальных затрат.

В настоящем проекте мы идем по пути совершенствования традиционного технологического процесса изготовления крупных и средних отливок. Внедряя прогрессивное оборудование, мы стремимся к интенсификации производственного процесса, а так же к более рациональному использованию сырья и материалов, снижению убытков от брака, повышению размерной точности и качества отливок, увеличению их долговечности и надежности. В связи с большой номенклатурой видов отливок и большого числа весовых групп, производящихся в цехе стального литья, расчет затрат производим на тонну годного литья. Годовая программа цеха составляет 11 000 тонн годного литья (таблица 2).

### 6.1 Расчет численного состава рабочих

Численность производственных рабочих определяются отдельно по категориям: рабочие, руководители, специалисты, служащие. Различают списочную и явочную численность рабочих. При расчете используем метод расчета по нормам оборудования агрегатов. Количество производственных рабочих определяется по количеству рабочих мест на основе норм обслуживания одним рабочим количества единиц оборудования.

Количество вспомогательных рабочих, ИТР, МОП, ОТК принято в процентном отношении от общего количества рабочих.

Расчет явочной численности рабочих выполняется по формуле:

$$N_{яв} = N_i \cdot A_i \cdot C_i, \quad (30)$$

где  $N_i$  – норма обслуживания одного агрегата в смену, чел;

$A_i$  – количество одновременно работающих агрегатов, шт;

$C_i$  – число смен в сутки.

Списочное число рабочих определяется по формуле

$$N_{сп} = N_{яв} \cdot K_{сп}, \quad (31)$$

где  $K_{сп}$  – коэффициент списочного состава.

$$K_{сп} = \frac{F_{ном}}{F_{д}}, \quad (32)$$

где  $F_{ном}$  - номинальный фонд времени, ч;

$F_{д}$  - действительный фонд времени работы персонала, ч.

Для определения численности рабочих предварительно необходимо рассчитать фонд времени работы производственного персонала.

Календарный фонд времени работы персонала  $F_{к}$ :

$$F_{к} = D_{к} \cdot T_{см}, \quad (33)$$

где  $D_{к}$  - число дней в году;

$T_{см}$  - продолжительность смены, ч.

$$F_{к} = 365 \cdot 8 = 2920 \text{ (ч)}$$

Номинальный (режимный) фонд времени  $F_{ном}$ :

$$F_{ном} = T_{см} \cdot (D_{к} - D_{вых}), \quad (34)$$

где  $D_{вых}$  - число выходных, праздничных дней в году, 117 дней.

$$F_{ном} = 8 \cdot (365 - 117) = 1984 \text{ ч}$$

Действительный фонд времени  $F_{д}$ :

$$F_{д} = F_{ном} \cdot \left(1 - \frac{\alpha}{100}\right), \quad (35)$$

где  $\alpha$  - процент потерь времени по причине болезни и отпусков, 16%;

$$F_{д} = 1984 \cdot (1 - 0,16) = 1667 \text{ ч}$$

Баланс рабочего времени одного работника представлен в таблице 37.

Таблица 37 – Баланс рабочего времени одного рабочего на год

Статьи баланса	Фонд времени		
	Годовой, дней	Смена, ч	Сутки, ч
Календарный фонд	365	2920	8760
Выходные дни	117	-	-
Праздничные дни	13	-	-
Номинальный фонд времени	248	1984	5952
Действительный фонд времени	-	1667	5001
Коэффициент списочного состава	1,19	-	-

При определении численности основных и вспомогательных рабочих необходимо определить квалификационный состав работающих по цеху (по разрядам). Квалификация рабочего зависит от сложности выполняемых работ и вида обслуживаемого оборудования. Для этого при проектировании литейного цеха используются тарифно-квалификационные справочники.

Расчеты численности основных, вспомогательных рабочих, ИТР, служащих и МОП указаны в таблицах 38, 39, 40.



Таблица 38 – Расчет списочного состава основных рабочих

Наименование отделений	Тарифный разряд	Число смен, в сутки	Норма обслуж обор чел.	Кол-во агрегатов, шт.	Кол-во рабочих		К <sub>сп</sub>	
					Явочное		Спис	К сп
					В сутки	В см		
Плавильное отделение								
Сталевар	5	3	1	2	6	2	8	1,19
Подручный сталеваара	5	3	1	2	6	2	8	1,19
Выбивщик	4	3	1	2	6	2	8	1,19
Шихтовщик	3	3	1	2	6	2	8	1,19
Огнеупорщик	3	3	1	2	6	2	8	1,19
Итого:	-	-	-	-	30	10	40	1,19
Формовочное отделение								
Сборщик форм	3	3	2	1	6	2	8	1,19
Формовщик	4	3	1	1	3	1	5	1,19
Формовщик	5	3	1	1	3	1	5	1,19
Итого:	-	-	-	-	12	4	18	1,19
Стержневое отделение								
Стерженщик	5	3	2	1	6	4	8	1,19
Стерженщик	4	3	2	2	12	4	14	1,19
Итого:	-	-	-	-	18	8	22	1,19
Смесеприготовительное отделение								
Земледел	4	3	2	2	12	4	14	1,19
Земледел	3	3	2	1	6	2	8	1,19
Итого:	-	-	-	-	18	6	22	1,19
Термообрубное отделение								
Выбивщик	3	3	2	1	6	2	8	1,19
Газорезчик	4	3	2	2	12	4	14	1,19
Обрубщик	3	3	2	4	24	8	26	1,19
Итого:	-	-	-	-	42	14	48	1,19
Всего:	-	-	-	-	120	42	150	1,19

Таблица 39 – Расчет списочного состава вспомогательных рабочих

Наименование профессий	Тарифный разряд	Число смен в сутки	Кол-во рабочих			К <sub>сп</sub>
			Явочное		Спис	
			В сутки	В см		
Крановщик	3	3	9	3	11	1,19
Слесарь по ремонту оборудования	3	3	6	2	8	1,19
Электрик по ремонту оборудования	4	3	6	2	8	1,19
Кладовщик	2	3	3	1	5	1,19
Лаборант экспресс- лаборатории	4	3	9	3	11	1,19
Водитель транспорта	2	3	6	2	8	1,19
Слесарь- сантехник	3	3	6	2	8	1,19
Контролер ОТК	5	3	12	4	14	1,19
Сварщик	4	3	12	4	14	1,19
Итого:	-	-	69	23	87	1,19

Таблица 40 – Штатное расписание ИТР, служащих, МОП

Должность, профессия	Количество работающих, чел	Должностной оклад, руб./месяц	Сумма окладов с учетом районного коэффициента, руб.	
			В месяц	В год
<b>ИТР</b>				
Начальник цеха	1	42000	48300	579600
Зам.начальника	3	37000	42550	1531800
Зам нач по кадрам	1	35000	40250	483000
Зам нач по сбыту продукции	1	35000	40250	483000
Начальник техбюро	1	26000	29900	358800
Технолог	4	16000	18400	883200
Старший мастер	6	18000	20700	1490400
Экономист	3	11000	12650	455400
Механик	1	22000	25300	303600
Энергетик	1	22000	25300	303600
Итого:	22	-	303600	6872400
<b>Служащие</b>				
Нормировщик	2	8900	10235	245640
Бухгалтер	2	10400	8510	204240
Табельщик	3	8100	4485	161460
Секретарь	1	7500	4715	56580
Итого:	8	-	27945	667920
<b>МОП</b>				
Уборщица	6	4800	5520	397440
Сатураторщик	4	3800	4370	209760
Итого:	10	-	9890	607200
Итого по цеху:	40	-	341435	8147520

Таблица 41 – Структура трудящихся цеха

Категория персонала	Количество, чел.	Количество работающих от общей численности,
Рабочих основных	150	54,15
Рабочих вспомогательных	87	31,41
Рабочих всего	237	85,56
ИТР	22	7,94
Служащие	8	2,89
МОП	10	3,61
Итого	277	100

Таблица 42 – Штатное расписание рабочих

Профессия	Кол-во рабочих	В том числе по разрядам				
		1	2	3	4	5
Сталевар	8					8
Подручный сталевара	8					8
Выбивщик	8				8	
Шихтовщик	8			8		
Огнеупорщик	8			8		
Сборщик форм	8			8		
Формовщик линии изготовления форм	10				5	5
Оператор -стерженщик	22				14	8
Земледел	22			8	14	
Чистильщик	8			8		
Газорезчик	14				14	
Обрубщик	26			26		
Крановщик	11			11		
Слесарь по ремонту оборудования	8			8		
Электрик по ремонту оборудования	8				8	
Кладовщик	5		5			
Лаборант экспресс- лаборатории	11				11	
Водитель внутрицехового транспорта	8		8			
Слесарь - сантехник	8			8		
Контролер ОТК	14					14
Сварщик	14				14	
ИТОГО	237	0	13	93	88	43

## 6.2 Организация и планирование заработной платы

Заработная плата отражает количество затраченного труда на производство продукции и условия выполнения работы. В данном проекте используется система повременно – премиальной оплаты труда. Повременная оплата труда ориентирована только на степень сложности труда и применяется в случае, когда количественный результат труда уже определен. При сдельной оплате труда учитывается и степень сложности труда и его производительность. При этом часовая оплата может быть определена двумя способами:

- умножения производственных единиц в час на оплату труда одной единицы;
- произведение произведенных в час единиц на норму времени на одну единицу продукции и тарифную ставку.

На данный момент выбор системы оплаты труда и тарифных ставок осуществляется предприятием самостоятельно. Расчет фонда заработной платы осуществляется укрупнено по средней тарифной ставке по всем отделениям цеха.

$$T_{cp} = \sum_{i=1}^n T_{cmi} \cdot N_i / N_{яв}, \quad (36)$$

где  $T_{cp}$  – тарифная ставка рабочего  $i$  –го разряда.

Среднюю тарифную ставку вспомогательных рабочих определим аналогично. Исходные данные для расчетов берем в таблице 43.

Таблица 43 – Часовые тарифные ставки

Условия труда	Разряд			
	2	3	4	5
Тяжелые и вредные	20,1	21,6	22,7	22,9
Среднемесячная тарифная ставка, руб.	3417	3672	3859	3893
Особо тяжелые и вредные	22,9	23,1	23,6	24,1
Среднемесячная тарифная ставка, руб.	3893	3927	4012	4097

Средняя тарифная ставка основных рабочих по отделениям:

Плавильное отделение:

$$T_{cp} = (24,1 \cdot 16 + 23,6 \cdot 8 + 23,1 \cdot 16) / 40 = 23,6 \text{ руб.}$$

Формовочное отделение:

$$T_{cp} = (22,9 \cdot 5 + 22,7 \cdot 5 + 21,6 \cdot 8) / 18 = 22,4 \text{ руб.}$$

Стержневое отделение:

$$T_{cp} = (22,9 \cdot 8 + 22,7 \cdot 14) / 22 = 22,3 \text{ руб.}$$

Смесеприготовительное отделение:

$$T_{cp} = (22,7 \cdot 14 + 21,6 \cdot 8) / 22 = 22,8 \text{ руб.}$$

Термообрубное отделение:

$$T_{cp} = (23,6 \cdot 14 + 23,1 \cdot 34) / 48 = 23,2 \text{ руб.}$$

Средняя тарифная ставка вспомогательных рабочих

$$T_{cp} = (20,1 \cdot 14 + 21,6 \cdot 33 + 22,7 \cdot 27 + 22,9 \cdot 13) / 87 = 18,6 \text{ руб.}$$

Фонд основной заработной платы рабочих каждой группы рассчитаем по формуле:

$$Z_{тф} = T_{cp} \cdot H_{ч}, \quad (37)$$

где  $Z_{тф}$  – зарплата по тарифу, руб;

$H_{ч}$  – годовые затраты времени данных рабочих на программу.

$$H_{ч} = N_{сп} \cdot F_{\phi}, \quad (38)$$

где  $N_{сп}$  – списочное число работающих данной группы, чел.

Фонд основной заработной платы рабочих каждой группы рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{тф}} \cdot (1 + K_{\text{пр}} + K_{\text{ком}} + K_{\text{оп}}) \cdot K_{\text{рн}}, \quad (39)$$

где  $K_{\text{пр}}$  – коэффициент премиальных доплат;

$K_{\text{ком}}$  – коэффициент компенсационных доплат (доплаты, связанные с режимом работы (работа в ночное время, выходные и праздничные дни, сверхурочная работа);

$K_{\text{оп}}$  – коэффициент прочих доплат;

$K_{\text{рн}}$  – районный коэффициент (1,15).

Значение вышеуказанных коэффициентов устанавливается в соответствии с коллективным договором. В проектируемом цехе принято:

- для основных рабочих премия за выполнение плана составляет 50% от тарифа; для вспомогательных рабочих – 25%;

- для основных рабочих коэффициент прочих доплат составляет 20% от тарифа; для вспомогательных рабочих – 10%;

- доплата за работу в ночное и вечернее время – 20% от тарифа.

Фонд основной заработной платы:

Плавильное отделение:

$$Z_{\text{осн}} = 23,6 \cdot 40 \cdot 5001 \cdot (1 + 0,5 + 0,2 + 0,2) \cdot 1,15 = 8\,969\,793,6 \text{ руб.}$$

Формовочное отделение:

$$Z_{\text{осн}} = 22,4 \cdot 18 \cdot 5001 \cdot (1 + 0,5 + 0,2 + 0,2) \cdot 1,15 = 3\,808\,361,52 \text{ руб.}$$

Стержневое отделение:

$$Z_{\text{осн}} = 22,3 \cdot 22 \cdot 5001 \cdot (1 + 0,5 + 0,2 + 0,2) \cdot 1,15 = 4\,760\,451,9 \text{ руб.}$$

Смесепприготовительное отделение

$$Z_{\text{осн}} = 22,8 \cdot 22 \cdot 5001 \cdot (1 + 0,5 + 0,2 + 0,2) \cdot 1,15 = 4\,661\,632,14 \text{ руб.}$$

Термообрубное отделение:

$$Z_{\text{осн}} = 23,2 \cdot 48 \cdot 5001 \cdot (1 + 0,5 + 0,2 + 0,2) \cdot 1,15 = 10\,602\,220,02 \text{ руб.}$$

Вспомогательные рабочие:

$$Z_{\text{осн}} = 18,6 \cdot 87 \cdot 5001 \cdot (1 + 0,25 + 0,1 + 0,2) \cdot 1,15 = 13\,011\,401,76 \text{ руб.}$$

Таблица 44 – Годовой ФЗП основных и вспомогательных рабочих

Категории работающих	Сумма, руб.
Плавильное отделение	8969793,6
Формовочное отделение	3808361,52
Смесепприготовительное отделение	4661632,14
Стержневое отделение	4760451,9
Термообрубное отделение	10602220,02
Вспомогательные рабочие	13011401,76
Итого:	45813860,94

Дополнительная заработная плата составляет 11% от заработной платы основных рабочих и используется на оплату очередных,

дополнительных и учебных отпусков, выполнение государственных обязанностей и т.д.

Годовой фонд зарплаты основных и вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$\text{ФЗП} = \text{З}_{\text{осн}} + \text{З}_{\text{доп}} \quad (40)$$

Расчет годового фонда заработной платы приведен в таблице 45.

Таблица 45 – Годовой фонд заработной платы по цеху

Категории работающих	Сумма, руб.
Основные рабочие	36 410 729,69
Вспомогательные рабочие	14 442 655,95
ИТР	7 628 364,00
Служащие	741 391,20
МОП	673 992,00
Итого:	59 897 132,84

### 6.3 Разработка системы стимулирования трудовой деятельности

Качество продукции и эффективность производства во многом зависят от достижения высокой производительности, экономии энергоресурсов и материалов. Поэтому большую роль играет материальное стимулирование.

На базовом предприятии введена система стимулирования труда.

Фонд материального поощрения (ФМП) образуется за счет отчисления от прибыли.

ФМП составляет 10% от фонда заработной платы.

$$\text{ФМП} = \text{З}_{\text{год}} \cdot 0,1 = 59\,897\,132,84 \cdot 0,1 = 5\,989\,713,284 \text{ руб.}$$

ФМП<sub>ИТР</sub> = 20% от годового фонда зарплаты ИТР

$$\text{ФМП}_{\text{ИТР}} = 7\,628\,364,00 \cdot 0,2 = 1\,525\,672,80 \text{ руб.}$$

ФМП<sub>сл</sub> = 20% от годового фонда зарплаты служащих:

$$\text{ФМП}_{\text{сл}} = 741\,391,20 \cdot 0,2 = 148\,278,24 \text{ руб.}$$

$$\text{ФМП}_{\text{раб и МОП}} = \text{ФМП} - \text{ФМП}_{\text{ИТР}} - \text{ФМП}_{\text{сл}}$$

$$\text{ФМП}_{\text{раб и МОП}} = 59\,897\,132,84 - 1\,525\,672,80 - 148\,278,24 = 43\,157\,622,24 \text{ руб.}$$

На 1 рубль фонда заработной платы МОП и основных и вспомогательных рабочих приходится ФМП:

$$36\,410\,729,69 / 59\,897\,132,84 = 0,607 \text{ руб.}$$

$$\text{ФМП}_{\text{осн}} = 36\,410\,729,69 \cdot 0,607 = 22\,133\,634,34 \text{ руб.}$$

$$\text{ФМП}_{\text{всп}} = 14\,442\,655,95 \cdot 0,607 = 8\,779\,512,757 \text{ руб.}$$

$$\text{ФМП}_{\text{МОП}} = 673\,992,00 \cdot 0,607 = 409\,711,4396 \text{ руб.}$$

Среднемесячная зарплата с премиями из ФМП составит:

$$ЗП_{\text{ср/м}} = (З_{\text{год}} + \text{ФМП}) / 12 \cdot N_{\text{сп}}, \quad (41)$$

где  $N_{\text{сп}}$  – списочное количество рабочих

$$ЗП_{\text{ср/м осн}} = (36\,410\,729,69 + 22\,133\,634,34) / 12 \cdot 150 = 32524,6467 \text{ руб.}$$

$$ЗП_{\text{ср/м всп}} = (14\,442\,655,95 + 8\,779\,512,757) / 12 \cdot 87 = 22243,4566 \text{ руб.}$$

$$ЗП_{\text{ср/м ИТР}} = (7\,628\,364,00 + 1\,525\,672,80) / 12 \cdot 22 = 34674,38 \text{ руб.}$$

$$ЗП_{\text{ср/м сл}} = (741\,391,20 + 148\,278,24) / 12 \cdot 8 = 9267,39 \text{ руб.}$$

$$ЗП_{\text{ср/мМОП}} = (673992,00 \cdot ((1 + 0,25 + 0,1 + 0,2) \cdot 1,15) + 409711,43) / 12 \cdot 10 = 12400,822 \text{ руб.}$$

Сводный план по труду и заработной плате представлен в таблице 46.

Таблица 46 – Сводный план по труду и заработной плате

Наименование показателей	Единицы измерения	Значения
Объем производства	т	11000
Численность: основных рабочих	чел.	150
вспомогательных рабочих	чел.	87
служащих	чел	8
ИТР	чел.	22
МОП	чел.	10
Выработка продукции на одного работающего	т/чел	46,41
Фонд заработной платы:		
основные рабочие	руб.	36 410 729,69
вспомогательные рабочие	руб.	14 442 655,95
ИТР	руб.	7 628 364,00
служащие	руб.	741 391,20
МОП	руб.	673 992,00
Среднемесячная зарплата с учетом премий ФМП:		
основные рабочие	руб.	32524,6467
вспомогательные рабочие	руб.	22243,4566
ИТР	руб.	34674,3818
Служащие	руб.	9267,39
МОП	руб.	12400,822

#### 6.4 Отчисления единого социального налога

В единый социальный налог (ЕСН, 30,2%; от ФЗП) входят:

- отчисления в пенсионный фонд (ПФ 22% от ФЗП);
- социальное страхование ( СоцСтрах 2,9 % от ФЗП);
- обязательное медицинское страхование (ОМС 5,1% от ФЗП);
- травматизм (0,2 % от ФЗП).

Таблица 47 – Отчисления по ЕСН по фонду оплаты труда

Категория работающих	ФЗП, руб.	Отчисления, руб.				Отчисления ЕСН, руб.
		ПФ	Фонд соцстраха	ОМС	Травматизм	
Основные рабочие	58544364,03	12879760,1	1697786,6	2985762,57	117088,73	17680397,94
Вспомогательные рабочие	23222168,71	5108877,12	673442,89	1184330,6	46444,337	7013094,951
ИТР	9154036,8	2013888,1	265467,07	466855,877	18308,074	2764519,114
Служащие	889669,44	195727,277	25800,414	45373,1414	1779,3389	268680,1709
МОП	1690296,24	371865,173	49018,591	86205,1082	3380,5925	510469,4644
Итого	93 500 535,22	20570117,7	2711515,52	4768527,296	187001,07	28237161,64

### 6.5 Расчет стоимости основных фондов, амортизационных отчислений

Стоимость основных фондов включают:

- затраты на строительство зданий и сооружений;
- затраты на приобретение, транспортировку и монтаж оборудования;
- затраты на заказ и приобретение технологической оснастки;
- затраты на приобретение инструментов.

Ориентировочно стоимость здания литейного цеха принимается 2500 руб/м<sup>3</sup>.

Затраты на бытовые помещения вычисляются по формуле:

$$C_{зд} = V_{зд} \cdot C_{зд/м}, \quad (42)$$

$$C_{бп} = V_{бп} \cdot C_{бп/м}, \quad (43)$$

где  $C_{зд/м}$ ,  $C_{бп/м}$  – удельная цена здания и бытового помещения, руб/м<sup>3</sup>.

Расчеты капитальных затрат и амортизационных отчислений представлены в таблице 51.

Затраты на приобретение и монтаж подъемно – транспортного оборудования закладываем в размере 60% от стоимости технологического оборудования. Затраты на прочее вспомогательное оборудование принимаем в размере 25% от стоимости технологического оборудования. Стоимость инструментов принимаем из расчета 170 руб на одного работника.

Амортизационные отчисления определяем на стоимость основных материалов. Принимаем следующие значения норм амортизации:

- здания и сооружения – 2 %;
- плавильные печи – 7 %;



- подъемно – транспортное оборудование – 10 %;
- инструмент и оснастка – 50 %;
- прочее оборудование – 10 %.

Расходы на содержание и ремонт оборудования берутся в процентах от стоимости основных материалов.

Таблица 48 – Смета расходов на ремонт и содержание оборудования

Наименование статей затрат	Сумма, тыс. руб.	Примечание
Эксплуатация оборудования	2 315 000,00	1 % от стоимости оборудования
Текущий ремонт оборудования	11 575 000,00	5 % от стоимости оборудования
Внутрицеховое перемещение грузов	506,00	46 руб. за одну тонну годного литья
Износ оборудования	506,00	46 руб. за одну тонну годного литья
Прочие расходы	42 828 616,03	10 % от общей суммы расходов
Итого:	56 719 628,03	-

#### 6.6 Определение затрат и расчет себестоимости продукции

Себестоимость продукции играет большую роль в системе планирования и экономического стимулирования предприятия. С понижением себестоимости продукции увеличивается прибыль предприятия, повышается рентабельность производства.

Это достигается внедрением передовых технологий, использование автоматизации и механизации производства, применением новых видов материалов, топлива, энергии, рациональной организации труда.

В соответствии с законодательством РФ в себестоимость продукции включаются следующие группы затрат:

- материальные затраты;
- затраты на оплату труда;
- отчисления на социальные нужды;
- амортизация основных фондов;
- прочие расходы.

В таблице 50 представлена смета цеховых расходов.

Таблица 48 – Расчет капитальных затрат и амортизационных отчислений

Наименование	Марка оборудования	Кол-во, шт	Стоимость единицы оборудования			Общая стоим. руб.	Амортизационные отчисления		
			Цена, руб.	Монтаж			Норма, %	руб.	
				%	Σ, руб.				
Здание и сооружения (общая площадь 20000 м <sup>2</sup> )	20000	-	2500	-	-	50000000	50000000	2	1000000
Сталеплавильная печь	ДСП-5	2	20 000 000	10	2000000	22000000	44000000	7	3080000
Формовочная линия	АФА-30	1	15 000 000	10	1500000	16500000	16500000	10	1650000
Смеситель	115М	2	13 000 000	10	1300000	14300000	28600000	10	2860000
Смеситель	АМК2000-Н	1	8 000 000	10	800000	8800000	8800000	10	880000
Стержневая машина	2865	2	9 000 000	10	900000	9900000	19800000	10	1980000
Выбивная решетка	31242	1	8 000 000	10	800000	8800000	8800000	10	880000
Галтовочный барабан	41212	2	12 000 000	10	1200000	13200000	26400000	10	2640000
Дробеметная камера	М42185	2	13 000 000	10	1300000	14300000	28600000	10	2860000
Итого:	-	-	-	-	-	-	231500000	-	17830000
Подъемно – транспортное оборудование	-	-	-	-	-	-	138900000	10	13890000
Оснастка	-	-	-	-	-	-	11160,33	50	5580,165
Прочее оборудование	-	-	-	-	-	-	57875000	10	5787500
Итого	-	-	-	-	-	-	196786160	-	19683080,17
Всего	-	-	-	-	-	-	428286160	-	37513080,17

Таблица 50 – Смета цеховых расходов

Статьи затрат	Затраты 1 т литья, руб.	Сумма затрат на всю программу, руб.
1. Затраты на оплату труда	8500,04	93 500 535,22
2. Отчисления ЕСН	2567,01	28237161,64
3. Амортизация здания, инвентаря	3410,28	37513080,17
4. Затраты на научную работу, рационализаторство, (8 % от п.1)	680,01	7480042,818
5. Расходы на охрану труда (10% от п.1)	850,01	9350053,522
6. Стоимость вспомогательных материалов	1529,431	16823810,97
Итого:	17536,79	192 904 684,33
Прочие расходы (10% от общих расходов)	1753,679	19290468,43
Цеховые расходы:	19290,47	212 195 152,77

## 6.7 Техничко-экономические показатели

Таблица 51 – Калькуляция себестоимости 1 тонны годного литья проектируемого цеха

Статьи затрат	На 1 т литья			На программу
	Кол-во, т	Цена, руб.	Сумма, руб.	Сумма, руб.
Основные материалы	1,53	3900	5987,73	65865055,76
ВСП	0,44	3450	1536,34	16899741,64
Угар	0,09	-	-	-
Итого: за вычетом угара	1	-	7524,07	82764797,4
Оплата труда основных рабочих	-	-	8500,05	93500535,22
ЕСН	-	-	2567,015	28237161,64
Электроэнергия, кВт·ч	12,9	2,6	33,54	368940
Природный газ, м <sup>3</sup>	63	3,25	204,75	2252250
Вода, м <sup>3</sup>	41,2	2,5	103	1133000
Сжатый воздух, м <sup>3</sup>	15	1,44	21,6	237600
Расходы на подготовку производства	-	-	2045,7	22502700
Расходы на ремонт и эксплуатацию оборудования	-	-	5156,33	56 719 628,03
Отчисления на амортизацию оборудования	-	-	3410,28	37513080,17
Основная себестоимость	-	-	37090,41	407994489,9
Цеховые расходы	-	-	20091,03	221001343,8
Цеховая себестоимость	-	-	57181,44	628995833,7
Общезаводские расходы	-	-	1107,2	12179200
Производственная себестоимость	-	-	11195,1	123146100
Непроизводственные расходы	-	-	267,45	2941950
Полная себестоимость	-	-	69 751,19	767 263 083,7

Фондоотдачу  $FO$  находим по формуле:

$$\Phi O = \frac{N}{\Phi o \phi}, \quad (44)$$

где N – годовой объем продукции, руб.;

Φоф – стоимость основных фондов, руб.

$$\Phi o = \frac{767\,263\,083,7}{428286160} = 1,79 \text{ руб} / \text{руб}.$$

Фондоёмкость находим по формуле

$$\Phi E = \frac{1}{\Phi O}, \quad (45)$$

$$\Phi o = \frac{1}{1,79} = 0,56 \text{ руб} / \text{руб}.$$

При установлении цен на продукцию используют следующие методы ценообразования:

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

Рассчитаем цену 1 т литья по формуле при учете доходов 30%

$$Ц = 1,3 \cdot C, \quad (46)$$

$$Ц = 1,3 \cdot 69751,19 = 90676,55 \text{ руб}.$$

Примем цену за 1 т. годного литья 100 000 руб. При объеме производства 11 000 т литья в год доход от продаж составит 1 100 000 000 руб. Прибыль найдем по формуле:

$$П = Д - C, \quad (47)$$

где Д – доход, руб.

$$П = 1\,100\,000\,000 - 767\,263\,083,7 = 277\,736\,916,3 \text{ руб}.$$

Срок окупаемости капитальных затрат определяем по формуле

$$\text{Ток} = \frac{Кз}{\text{Эф}}, \quad (48)$$

$$\text{Ток} = \frac{428286160}{277736916} = 1,542 \text{ г}.$$

Определим рентабельность проекта:

$$P = \frac{П}{C} \cdot 100\%, \quad (49)$$

$$P = \frac{277736916,3}{767263083,7} \cdot 100\% = 36,2\%$$

Технико-экономические показатели цеха представлены в таблице 52.

Таблица 52 – Техничко-экономические показатели работы цеха

Показатели	Величина показателя
Годовой выпуск продукции, т	11000
Численность работающих всего, чел	277
в том числе: основных	150
вспомогательных	87
ИТР	22
служащих	8
МОП	10
Фонд основной заработной платы, тыс. руб.	59 897,132
Капитальные вложения, тыс. руб.	428 286,16
Себестоимость, руб.	69 751,2
Рентабельность, %	36,2
Прибыль, тыс. руб.	277 736,9
Срок окупаемости, г	1,542

**Вывод:**

Вложенные в проектирование и строительство цеха мелкого и среднего стального литья с производительностью 11000 тонн капитальные средства в размере 428 286,16 тыс. руб. окупятся за короткий срок в течении 1,54 года и позволят получать прибыль от реализации продукции в размере 277 736,9 тыс. руб.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном дипломном проекте предусмотрено внедрение автоматизированного и механизированного оборудования с применением прогрессивных технологических процессов, что позволяет повысить качество литья, точность отливок, практически исключить ручной труд, уменьшить расход металла, электроэнергии, снизить затраты труда, повысить производительность и минимизировать вредное воздействие на окружающую среду. Применяя прогрессивную современную технологию изготовления отливок путем литья в сырые песчаные формы, предусмотрено использование наиболее современного и производительного оборудования, которое улучшает санитарно-гигиенические условия труда, повышает качество отливок. Максимально автоматизирован и механизирован производственный процесс, что влияет на рост производительности труда, снижает трудоемкость работ, приводит к экономии фонда заработной платы. Широко используются возвраты собственного производства.

Но на сколько бы не был данный проект эффективным, необходимо постоянно совершенствовать технологический процесс, модернизировать и устанавливать новое оборудование в цехе, улучшать условия труда, т.к. в литейном цехе они очень тяжелые. Необходимо находить применение в цехах роботов, это несомненно приведет к повышению эффективности.

Проект цеха был разработан с учётом всех предъявляемых к нему требований. Производство отливок с использованием формовочной автоматической линии является экономичным и высокопроизводительным. Экономический раздел рассматривает затраты на создание цеха и организации производства.

В разделе «Безопасность и экологичность проекта» рассмотрены факторы, влияющие на работающих в цехе и предложены меры защиты.

В разделе «Экологическая часть» была проведена оценка экологической безопасности данного литейного цеха.

Проектируемый литейный цех производительностью 11000 тонн отливок в год отвечает предъявленным к нему требованиям.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 977-88. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. Введ. 01.07.1988. – М.: Изд-во стандартов 1990. 63с.
2. ГОСТ 1583-93. Сплавы алюминиевые литейные. Введ. 01.01.1997. – М.: Изд-во стандартов 1993. 45с.
3. ГОСТ 1412-85. Чугун с пластинчатым графитом для отливок. Введ. 01.01.1987. – М.: Изд-во стандартов 1990. 5с.
4. ГОСТ 3212-92 Комплекты модельные. Уклоны формовочные, стержневые знаки, допуски размеров. Введ. 01.07.1993. – М.: Изд-во стандартов 1992. 15с.
5. Могилев В. К., Лев О. И. Справочник литейщика: Справочник для профессионального обучения рабочих на производстве. М.: Машиностроение, 1988. 272 с.
6. ГОСТ Р 53464-2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. Введ. 09.12.2009. – М.: Изд-во стандартов 1990. 45с.
7. Кукуй Д.М., Скворцов В.А., Эктова В.Н. Теория и технология литейного производства. Минск: изд. Дизайн ПРО, 2000. 416 с.
8. Технология литейного производства. Учебник. Под редакцией Б.С. Чуркина, Э.Б. Гофман и др. Екатеринбург. Урал. гос. проф. – пед. Ун-т . 2000. 662с.
9. Михайлов А.М., Бауман Б.В., Благов Б.Н.. Литейное производство. М.: Машиностроение, 1987. 480с.
10. СТО-07518941-78-2008.. Исходные формовочные материалы. Изд-во ОАО НПК УВЗ 2008.76 с.
11. Сафронов В.Я. Справочник по литейному оборудованию. - М.: Машиностроение, 1985. 320с.
12. Основы проектирования литейных цехов и заводов. Учебник для Вузов. Под редакцией Кнорре Б.В. 2 изд.- М.: Машиностроение, 1979. 376с.
13. Чураев В.М., Ермаков Ю.А., Зуев М.П., Нечиперович Л.Б. Создание и промышленное освоение серии универсальных автоматических формовочных линий, журнал «Литейное производство», 2000, №9.
14. СТП АДК 155-2001. Формовочные и стержневые смеси. Противопригарные краски, разделительные покрытия. Изд-во ОАО НПК УВЗ 2001.35 с.

15. Отчет отдела охраны труда по фактическим замерам показателей микроклимата в литейных цехах металлургического производства. 2010 г.
16. ГОСТ 12.1.005–88\* Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. Введ. 01.01.1988. –М.: Изд-во стандартов 1989. 49с.
17. ПБ 11-493-02 Общие правила безопасности для металлургических и коксохимических предприятий и производств. М.: ГУП «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России» 2002. 103с.
18. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М.: Минздрав России, 1997 г. 7с.
19. СНиП 23-05-95\* Естественное и искусственное освещение. Москва 1995. 69с. (СП 52.13330.2011).
20. Отчет отдела охраны труда ОАО НПК Уралвагонзавод 2009 г. 113с.
21. Ссылка <http://turboreferat.ru/life-safety/organizaciya-rabochego-mesta/19056-98255-page4.html>.
22. ГОСТ 12.1.012 – 90 Вибрационная безопасность. Общие требования. Введ. 01.07.1991. –М.: Изд-во стандартов 1990. 29с.
23. ГОСТ 12.1.003-83 «Шум общие требования безопасности». Введ. 01.07.1984. –М.: ИПК Изд-во стандартов 2001. 11с.
24. СН 2.2.4 / 21.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. 1996. 120с.
25. ПОТ РМ-016-2001 Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок ». Введ. 01.07.2001. М.: Министерство энергетики Российской Федерации 2000. 611с.
26. ГОСТ Р 12.4.026-2001 Цвета сигнальные и знаки безопасности. Введ. 19.09.2001. –М.: Изд-во стандартов 2001. 72с.
27. ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования. Введ. 01.07.1992. М.: Изд-во стандартов 1992. 66с.
28. ГОСТ 12.4.009-83 Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание. Введ. 01.01.1985. –М.: Изд-во стандартов 1983. 21с.
29. Шаприцкий В.М. Защита атмосферы в металлургии. М.: Металлургия, 1984. 216 с.
30. Шицкова А.П. Охрана окружающей среды от загрязнений предприятиями черной металлургии. М.: Металлургия, 1982. 245 с.
31. Юдашкин М.Я. Пылеулавливание и очистка газов в черной металлургии. изд. 2-е перераб. и доп. М.: Металлургия, 1984. 386 с.
32. Ядыганов Я.Я. Экономика природопользования. Екатеринбург: Урал. Гос. Эконом. Универ., 1997, 438 с.



33. Ссылка [http://othod-v-dohod.ru/ekologija\\_sverdlovskaja\\_oblast](http://othod-v-dohod.ru/ekologija_sverdlovskaja_oblast)
34. Чуркин Б.С. Экономика и управление производством. Учебное пособие, Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф. - пед. ун-та, 1999.-91с.
35. Единый тарифно-квалификационный справочник. - М.: Экономика, 1989. 526с.
36. ГОСТ 3.1125-88 «Единая система технологической документации. Правила графического выполнения элементов литейных форм и отливок». М.: ИПК Издательство стандартов. 13с.
37. Методические указания по дипломному проектированию для студентов: В4 ч. Свердл. инж. - пед. инс-т. Свердловск, 41. 1989. 88с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.	Справ. №	Подп. и дата	Инд. № дубл.	Взам. инд. №	Подп. и дата	Инд. № подл.	Изм.				Лит.	Лист	Листов		
														Изм.	Лист	№ докум.	Подп.				Дата	
A1		1	Трансформатор для печи		3																	
A1		2	Барабанное сушило	БН-12НУ-03	1																	
A1		3	Передаточная телега		1																	
A1		4	Электродуговая печь	ДСП-5	2																	
A1		5	Стержневая машина	28Б5	2																	
A1		6	Заливочный конвейер		2																	
A1		7	Смеситель	115М	2																	
A1		8	Смеситель	АМК2000-Н	1																	
A1		9	Сушило для стержней	4 ТК-5,3	1																	
A1		10	Галтовочный барабан	4 1212	3																	
A1		11	Стенд сушки ковшей		2																	
A1		12	Дробебетонная камера	М42825	2																	
A1		13	Мостовой кран		8																	
A1		14	Формовочная линия	АФА-30	1																	
A1		15	Выдвигная решетка	31242	1																	
													ДП.22.03.02.917									
																	Лит. Лист Листов					
																	ФГАОУ ВПО РГГПУ Кафедра АТ/ЛП Группа НТ-сМП					
																	Формат А4					
																	Копировал					
																	Формат А4					