

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический  
университет»

**Организация технологического процесса производства  
стальных отливок для машиностроения методом точного  
литья с годовым выпуском 1500 тонн**

Пояснительная записка к дипломной работе  
44.03.04 163 ПЗ

Екатеринбург  
2016

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический  
университет»  
Институт инженерно-педагогического образования  
Кафедра металлургии, сварочного производства и методики  
профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:  
Заведующий кафедрой МСП  
\_\_\_\_\_ Б.Н. Гузанов  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016г.

**Организация технологического процесса производства  
стальных отливок для машиностроения методом точного  
литья с годовым выпуском 1500 тонн**

Выпускная квалификационная работа бакалавра  
по направлению 44.03.04 Металлургия

Идентификационный код ВКР: 163

Исполнитель:

студент группы МП–401

(подпись)

Д.А. Аккузин

Руководитель:

канд.техн.наук, доцент  
кафедры МСП

(подпись)

В.П. Строшков

Нормоконтролер:

доцент кафедры МСП,  
канд.техн.наук, доцент

(подпись)

Ю. И. Категоренко

Екатеринбург, 2016

## СОДЕРЖАНИЕ

РЕФЕРАТ .....	6
ВВЕДЕНИЕ.....	7
1. ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ.....	8
1.1. Обоснование и расчет производственной программы.....	8
1.2 Классификация цеха .....	11
1.3 Выбор режима работы цеха .....	11
1.4 Расчет количества оборудования. Выбор марок.....	12
1.4.1 Плавильное отделение.....	12
1.4.2 Модельное отделение .....	15
1.4.3 Отделение изготовления оболочки форм.....	17
1.4.3.1 Гидролизер для приготовления связующего раствора на этилсиликате .....	18
1.4.3.2 Оборудование для формирования огнеупорных оболочек .....	20
1.4.4 Оборудование для выплавки модельного состава.....	22
1.4.5 Прокально – заливочное отделение .....	24
1.4.6 Термо – обрубное отделение .....	25
1.5 Расчет шихты.....	31
1. 6 Баланс материалов .....	36
1.7 Внутрицеховой транспорт.....	37
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	38
2.1 Разработка литейной технологии .....	38
2.2 Характеристика отливки .....	38
2.3 Выбор припусков на механическую обработку.....	39
2.4 Выбор и расчет литниково питающей системы.....	39
2.5 Изготовление модели и блока.....	41
2.6 Изготовление оболочки блока .....	42
2.7Выплавка, обжиг, формовка и заливка .....	46
2.8 Отделение керамической оболочки .....	47

					<b>ДП 44.03.04.163 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>			3

2.9	Термо-механическая обработка блока отливок .....	49
2.10	Доводка отливок.....	50
2.11	Анализ возможных видов брака и меры его предупреждения.....	51
3.	<b>ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ</b> .....	52
3.1	Расчет численности рабочих.....	52
3.2	Организация и планирование заработной платы .....	57
3.3	Определение тарифного фонда заработной платы .....	58
3.4	Отчисления на социальные нужды.....	64
3.5	Расчет стоимости основных фондов, амортизационных отчислений и нормативов загрузки оборудования .....	65
3.6	Определение затрат и планирование себестоимости продукции.....	69
3.7	Ценообразование .....	77
3.8	Анализ коммерческой эффективности проекта .....	77
3.9	Показатели эффективности.....	86
4	<b>ЭКОЛОГИЧНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОЕКТА</b> .....	87
4.1	Глобальные экологические проблемы современности .....	87
4.2	Анализ связей технологического процесса с экологическими системами.....	88
4.3	Основные требования экологизации проекта .....	90
4.4	Рекомендуемые мероприятия по экологизации производства.....	91
4.5	Безопасность труда.....	93
4.6	Характер трудового процесса .....	94
4.7	Условия труда.....	96
4.7.1	Микроклимат .....	96
4.7.2	Освещенность.....	98
4.7.3	Шум .....	99
4.7.4	Вибрации.....	99
4.7.5	Электробезопасность .....	100
4.7.6	Пожарная безопасность .....	101
4.8	Безопасность при ЧС.....	102

ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	105
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	106

					<b>ДП 44.03.04.163 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
						5
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>			

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 107 листов машинописного текста, 2 рисунка, 45 таблиц, 25 источников литературы, графическую часть на пяти листах формата А1.

В дипломном проекте разработана система организации технологического процесса изготовления отливок из сталей методом литья по выплавляемым моделям с годовым выпуском 1500 тонн.

Произведен расчет основных отделений литейного цеха и выбор технологического оборудования для производства отливок.

В экономической части произведены расчеты по организации труда и заработной платы, себестоимость одной тонны годных отливок, коммерческая эффективность проекта.

Рассмотрены вопросы безопасности труда производственных рабочих и охраны окружающей среды.

Ключевые слова: ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦЕХА, ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ МОЩНОСТЬ, ЛИТЬЕ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ, ЭТИЛСИЛИКАТ, ПРЕСС-ФОРМА, ИНДУКЦИОННАЯ ПЕЧЬ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ОТЛИВКА, СЕБЕСТОИМОСТЬ, ОХРАНА ПРИРОДЫ, ОХРАНА ТРУДА, ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЕКТА.

					<b>ДП 44.03.04.163 ПЗ</b>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>	Аккузин				Организация технологического процесса производства стальных отливок для машиностроения методом точного литья с годовым выпуском 1500 тонн	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>	Строшков						6	107
<i>Реценз</i>						ФГАОУ ВО РГППУ, ИиПО, Каф МСП группа МП-401		
<i>Н. Контр.</i>	Категоренко							
<i>Утверд.</i>	Гузанов							

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время работает немало цехов и участков фасонного литья.

Анализируя объемы производства можно сказать, что за последние 10 лет они сократились почти в два раза. В данный момент на рынке заказов стало гораздо больше. Однако если раньше заказчика устраивало качество отливок, то теперь его требования возросли, а именно: наличие внутренних дефектов, засоров, раковин и т.п. стараются строго регламентировать. Особое внимание стали уделять внешнему виду отливок, т.е. наличию поверхностных дефектов и шероховатости отливки.

Чтобы предприятие было конкурентоспособным, его продукция должна соответствовать требованиям качества при относительно невысокой стоимости продукции, при данном виде производства.

Заготовки, получаемые точным литьём, имеют высокую точность размеров, их коэффициент весовой точности приближается к 0,7-0,9, а чистота поверхности соответствует 4—6-му классу. Способ обеспечивает получение сложных по форме отливок, получение которых возможно только сваркой.

Но существуют проблемы, которые требуют проведения дальнейших исследований с целью снижения себестоимости продукции точного литья.

В связи с большой номенклатурой производимых отливок высокая степень автоматизации этого производства нецелесообразна, поэтому снижение себестоимости продукции возможно с введением удешевленной комбинированной технологии. Данная технология позволяет получать высокое качество поверхности, со снижением затрат приходящихся на материалы используемые в производстве.

					<b>ДП 44.03.04.163 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>			7

# 1. ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ

## 1.1. Обоснование и расчет производственной программы

Литейное, как и любое другое современное производство, в наше время представляет собой совокупность слаженного работающего оборудования и рабочего персонала. В литейном участке осуществляется технологический процесс изготовления отливок.

На основании портфеля заказов составляется производственная программа – краткосрочный план работы литейного цеха на определенный период времени.

Производственная программа составляется методом прямых расчетов по каждому виду отливок, выпускаемыми структурными подразделениями цеха. Для расчета производственной программы, необходимо следующие данные:

1. Наименование отливки.
2. Группа отливок
3. Марка сплава.
4. Заданный объем производства.

Рассмотрим производственную программу изготовления отливок методом точного литья. Расчет ведется по каждой отливке и представлен в таблице 1.1.

					<b>ДП 44.03.04.163 ПЗ</b>	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			



Таблица 1.1 – Производственная программа на год

№ п/п	наименование	группа отличия	Сплав	масса без лпс, кг	масса с лпс, кг	количество моделей в пресс-форме	количество запрессовок	число в модельном блоке	Кол-во слоёв оболочки	число блоков на программу, шт.	масса модельного состава, кг			масса суспензии на программу, кг	масса песка на программу	количество отличия на программу	масса без лпс на программу, кг	масса с лпс на программу
											на 1 модель	на 1 блок	на программу					
1	кронштейн	1,5>	35Л	2,44	4,603774	4	7172	4	4	7172	0,277344	0,3904	2800	28840	70000	28689	70000	132075,5
2	башмак	1,5 >	35Л	3,3	5,789474	1	22727	6	5	3788	0,375096	0,792	3000	35625	75000	22727	75000	131578,9
3	башмак	1,5 >	35Л	2,95	5,175439	1	28814	6	5	4802	0,335313	0,708	3400	40375	85000	28814	85000	149122,8
4	звено левое_2	1,5 >	35Л	2,2	3,859649	1	29545	6	5	4924	0,250064	0,528	2600	30875	65000	29545	65000	114035,1
5	ролик	1,5 >	35Л	4,5	7,894737	1	11111	6	6	1852	0,511494	1,08	2000	28500	50000	11111	50000	87719,3
6	щека цепи правая/левая	0,6-1,5	35Л	0,85	1,491228	2	10588	6	4	3529	0,096616	0,204	720	6840	18000	21176	18000	31578,95
7	корпус стойки фиксатора	0,6-1,5	35Л	1,44	2,526316	1	57639	6	4	9606	0,163678	0,3456	3320	31540	83000	57639	83000	145614
8	корпус удлиненной стойки фиксатора	1,5 >	35Л	2,32	4,070175	1	15086	6	5	2514	0,263704	0,5568	1400	16625	35000	15086	35000	61403,51
9	плашка ветровой струны	0,2-0,6	35Л	0,44	0,830189	4	51136	10	4	20455	0,050013	0,198	4050	37080	90000	204545	90000	169811,3
10	плашка струнового узла	0,6-1,5	35Л	0,85	1,491228	2	52941	6	4	17647	0,096616	0,204	3600	34200	90000	105882	90000	157894,7
11	ушко переходное	0,6-1,5	35Л	0,65	1,140351	2	61538	6	4	20513	0,073883	0,156	3200	30400	80000	123077	80000	140350,9
12	приемник коллектора	0,6-1,5	35Л	1,35	2,368421	1	33333	6	5	5556	0,153448	0,324	1800	21375	45000	33333	45000	78947,37
13	стойка	0,06-0,1	35Л	0,08	0,181818	6	229167	60	4	22917	0,009093	0,288	6600	68200	143000	1375000	110000	250000
14	втулка центрирующая	1,5>	35Л	4,68	8,210526	1	5128	6	6	855	0,531954	1,1232	960	13680	24000	5128	24000	42105,26

## Окончание таблицы 1.1

15	звено I	0,2-0,6	35Л	0,3	0,56 6038	4	37500	20	4	7500	0,03 41	0,2 7	2025	18540	45000	15000 0	45000	84905, 66
16	звено левое узкое	0,6-1,5	35Л	0,7 6	1,33 3333	2	52632	6	4	17544	0,08 6386	0,1 824	3200	30400	80000	10526 3	80000	14035 0,9
17	звено правое узкое	0,6-1,5	35Л	0,7 6	1,33 3333	2	29605	6	4	9868	0,08 6386	0,1 824	1800	17100	45000	59211	45000	78947, 37
18	блок Ø100	1,5 >	35Л	2,4	4,21 0526	1	6250	6	5	1042	0,27 2797	0,5 76	600	7125	15000	6250	15000	26315, 79
19	вилка	0,1-0,2	35Л	0,9	1,87 5	2	47222	6	4	15741	0,10 2299	0,2 7	4250	42840	85000	94444	85000	17708 3,3
20	гайка М30	0,2-0,6	35Л	0,2 8	0,52 8302	4	75893	20	4	15179	0,03 1826	0,2 52	3825	35020	85000	30357 1	85000	16037 7,4
21	гайка накидная 16	0,1-0,2	35Л	0,1 8	0,37 5	4	69444	20	4	13889	0,02 046	0,1 8	2500	25200	50000	27777 8	50000	10416 6,7
22	гайка накидная 20	0,1-0,2	35Л	0,1 9	0,39 5833	4	78947	20	4	15789	0,02 1596	0,1 9	3000	30240	60000	31578 9	60000	12500 0
23	гайка накидная 25	0,2-0,6	35Л	0,3 5	0,66 0377	4	32143	20	4	6429	0,03 9783	0,3 15	2025	18540	45000	12857 1	45000	84905, 66
24	муфта 20	0,1-0,2	35Л	0,1 5	0,31 25	6	50000	20	4	15000	0,01 705	0,1 5	2250	22680	45000	30000 0	45000	93750
25	муфта 25	0,2-0,6	35Л	0,2 2	0,41 5094	4	28409	20	4	5682	0,02 5006	0,1 98	1125	10300	25000	11363 6	25000	47169, 81
			Итого :	34, 54	61,6 3866	Итого:	11239 73		Итого:	24979 2	3,92 6003	9,6 638	6605 0	68214 0	15330 00	39162 68	15000 00	28152 10

## 1.2 Классификация цеха

Проектируемый литейный цех относится к производству большой мощности, производительностью 1500 тонн литья в год.

Проектируемый цех является массовым производством, имеет большую номенклатуру отливок массой от 80 грамм до 4,7 кг.

Согласно классификации литейных цехов по виду производства, данный цех относится к цехам массового производства.

## 1.3 Выбор режима работы цеха

В данном литейном цехе будет применен параллельный двухсменный режим работы, т.к. при таком режиме наиболее эффективно используются производственные помещения и оборудования. При параллельном режиме работы цеха, количество рабочих смен в день определяется стоимостью используемого оборудования.

В соответствии с выбранным режимом работы и количеством смен рассчитываем фонды времени.

$$\text{Календарный фонд времени } \Phi_K = 366 \cdot 24 = 8784 \text{ ч;}$$

Номинальный фонд времени  $\Phi_H$ ,

$$\Phi_H = (K - (B + П)) \cdot C \cdot Ч ,$$

где К-количество дней в году;

В – выходных дней в году;

П – праздничных дней в году;

С – количество рабочих смен в сутки;

Ч – длительность рабочей смены.

$$\Phi_H = (366 - 119) \cdot 2 \cdot 8 = 3952 \text{ ч.}$$

Действительный фонд времени оборудования рассчитываем с учетом коэффициента потерь рабочего времени

$$\Phi_D = \Phi_H \cdot (1 - K_n),$$

					<b>ДП 44.03.04.163 ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			11

где  $K_n$  – коэффициент потерь

$K_n$  – для индукционной печи 6%;

$K_n$  – для механизированного оборудования 5%;

$\Phi_{\partial} = 3952 \cdot (1 - 0,06) = 3714,88$  ч – для индукционной печи;

$\Phi_{\partial} = 3952 \cdot (1 - 0,05) = 3754,4$  ч – для механизированного оборудования

## 1.4 Расчет количества оборудования. Выбор марок

### 1.4.1 Плавильное отделение

В нашем плавильном отделении будут установлены индукционно тигельные печи ИСТ – 0,06. [1]

Рассчитаем количество печей:

$$q = \frac{V \cdot 1,2}{\Phi_{\partial} \cdot n} = \frac{2986660 \cdot 1,2}{3754,4 \cdot 65} = 12,7 \text{ шт.},$$

где  $V$  – масса производственной программы, кг;

1,2 – коэффициент учитывающий неравномерность потребления сплава;

$\Phi_{\partial}$  – действительный фонд времени, ч;

$n$  – емкость печи, кг.

Принимаем для выполнения производственной программы цеха тринадцать индукционно тигельных печей марки ИСТ – 0,06.

Таблица 1.2 - Технические характеристики печи ИСТ – 0,06[1]

Параметры	Величина
Емкость номинальная, кг	60
Мощность потребляемая, кВт	100
Температура перегрева металла °С	1600
Номинальное напряжение питающей сети, В	380
Частота тока питающей сети, Гц	50
Частота тока контурной цепи, Гц	2400
Скорость расплавления и перегрева, т/ч	0,075
Удельный расход электроэнергии на расплавление и перегрев, кВт·ч/т	717

Число фаз питающей сети	3
Число фаз контурной цепи	1

Мы выбираем индукционные тигельные печи, так как они обладают рядом преимуществ:

- Исключает загрязнение металла за счет передачи энергии с помощью электромагнитного поля;
- Малая скорость поглощения металлом азота и водорода из атмосферы, а также незначительный угар элементов из – за отсутствия концентрированного источника тепла над металлом;
- Естественное перемешивание жидкого металла под действием электромагнитных сил способствует выравниванию температуры и химического состава металла;
- Возможность регулирования температурного режима;
- Высокая производительность индукционных печей позволяет производить плавки через короткое время и сравнительно маленькими порциями;
- Небольшие габариты печи;
- Низкий уровень шума, меньше выделения дыма, меньше теплового излучения;

Однако, помимо преимуществ, свойственны и недостатки индукционно тигельных печей;

- Нагрев шлака происходит за счет тепла металла, поэтому температура шлака ниже;
- Температура металла и холодные вязкие шлаки затрудняют удаление из металла фосфора и серы;
- Рассеивание магнитного потока в зазоре между индуктором и металлом вынуждает уменьшать толщину футеровки тигля;
- Повышенное требование к шихте;

Рассчитаем коэффициент загрузки данного оборудования по формуле:

					ДП 44.03.04.163 ПЗ	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			

$$K_3 = \frac{N_{\text{рассч}}}{N_{\text{факт}}} \cdot 100\%,$$

где  $N_{\text{рассч}}$  – количество рассчитанного оборудования;

$N_{\text{факт}}$  – количество фактического оборудования;

$$K_3 = \frac{12,7}{13} \cdot 100\% = 97\% .$$

Рассчитаем количества ковшей емкостью 60 кг.

Произведем расчет количества ковшей по формуле:

$$N = \frac{q \cdot N_p \cdot t_u}{60 \cdot m},$$

где  $q$  – производительность плавильной печи, т/ч;

$N_p$  – число одновременно работающих печей, шт.;

$m$  – емкость ковша, т;

$t_u$  – время оборота ковша, мин.

$$N = \frac{0,15 \cdot 13 \cdot 8}{60 \cdot 0,06} = 4,3 \text{ шт.}$$

Исходя из полученных данных, принимаем 5 одновременно работающих ковша.

Произведем расчет числа ковшей, находящихся в ремонте, находим путем логических рассуждений. Так как одновременно работающих пять ковшей время работы ковша ( $T_k$ )=3 часа, длительность ремонта ( $T_p$ )=8 часов. Начав работу с начала первой смены, пять ковшей через три часа должны быть переданы на ремонт, на смену им должны прийти новые пять ковшей, которые будут работать до конца первой смены, после чего будут переданы на ремонт. Так как первые пять ковшей к этому моменту из ремонта еще не выйдут, то нужно еще пять ковшей. Эти ковши должны будут переданы через три часа на ремонт. К этому моменту выйдут из ремонта первые пять ковшей, которые будут работать до конца второй смены, после чего будут переданы на ремонт. К началу следующего рабочего дня все пятнадцать ковшей выйдут из ремонта. Таким образом

					<b>ДП 44.03.04.163 ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			14

одновременно работают пять ковшей и десять находятся в ремонте. С учетом 20%-ного запаса получаем округленно – семнадцать ковшей.

#### 1.4.2 Модельное отделение

Годовое потребление модельного состава составляет: 66050 кг.

Плотность модельного состава 890кг/м<sup>3</sup>.

Рассчитываем объем модельного состава:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{66050}{900} = 73.39 \text{ м}^3,$$

где V – объем модельного состава, м<sup>3</sup>;

m – масса модельного состава, кг;

ρ – плотность модельного состава, кг/м<sup>3</sup>.

В нашем модельном отделении будут установлены следующие оборудования для литья по выплавляемым моделям:

- автомат для приготовления модельной пасты модели 61701[2];
- шприц-машина модели 6И141[3].

Рассчитаем необходимое оборудование для приготовления модельного состава:

$$q = \frac{V}{\Phi_{\text{д}} \cdot n} = \frac{73,39}{3754.4 \cdot 0,025} = 0,78 \text{ шт.},$$

где V – объем модельного состава, м<sup>3</sup>;

Φ<sub>д</sub> – действительный фонд времени;

n – производительность, запрессовок/час.

Рассчитаем коэффициент загрузки данного оборудования по формуле:

$$K_z = \frac{N_{\text{рассч}}}{N_{\text{факт}}} \cdot 100\%,$$

где N<sub>рассч</sub> – количество рассчитанного оборудования;

N<sub>факт</sub> – количество фактического оборудования;

					ДП 44.03.04.163 ПЗ	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			

$$K_3 = \frac{0,78}{1} \cdot 100\% = 78\% .$$

Рассчитаем количество шприц-машин для запрессовки модельного состава:

$$q = \frac{V}{\Phi_d \cdot n} = \frac{1123973}{3754.4 \cdot 165} = 1,8 \text{ шт.},$$

где Q – количество запрессовок на программу;

$\Phi_d$  – действительный фонд времени;

n – производительность, запрессовок/час.

Рассчитаем коэффициент загрузки данного оборудования по формуле:

$$K_3 = \frac{N_{\text{рассч}}}{N_{\text{факт}}} \cdot 100\% ,$$

где  $N_{\text{рассч}}$  – количество рассчитанного оборудования;

$N_{\text{факт}}$  – количество фактического оборудования;

$$K_3 = \frac{1,8}{2} \cdot 100\% = 90\% .$$

Исходя из расчетов, принимаем одну установку для приготовления модельной пасты «61701» и две шприц-машины «БИ141».

Автомат 61701 предназначен для приготовления модельной пасты с температурой плавления не выше 363К (90°C).

Таблица 1.3 – Техническая характеристика автомата для приготовления модельной пасты[2]

№ п/п	Наименование параметров и характеристик	Значения
1	Производительность при непрерывном режиме работы, мЗ/ч: - двух шестеренчатых мешалок	0,025
2	Температура расплава модельного состава, К (Цел), не более	363 (90)
3	Давление в пастопроводе, развиваемое насосом пневматическим при давлении сжатого воздуха 0,25 МПа, МПа, не менее	1
4	Температура модельной пасты на выходе из мешалки шестеренчатой, К (Цел), не более	333 (60)



5	Температура воды, подаваемой насосно-нагревательными станциями К (Цел), не более	368 (95)
6	Расход воды на технологические цели, при температуре 281 - 285 К (8 - 12 Цел), м <sup>3</sup> /ч, не более	2
7	Расход сжатого воздуха на технологические цели при давлении 0,4 МПа, м <sup>3</sup> /ч, не более	0,5
8	Расход пара на технологические цели, при давлении 0,2 МПа, кг/ч, не более	25
9	Установленная мощность, кВт	37,3
10	Габаритные размеры, мм, не более длина ширина высота	5500 4000 2800
11	Масса, кг, не более	5550

Таблица 1.4- основные характеристики шприц-машины 6И141[3]

№ п/п	Наименование параметров и характеристик	Значения
1	Наибольшая производительность, запрессовок в час	165
2	Максимальный объём одной запрессовки, л	1
3	Давление запрессовки, МПа	0,340
4	Наибольшие габаритные размеры пресс-формы, мм длина ширина высота	400 400 400
5	Наименьшая высота пресс-формы, мм	150
6	Расход сжатого воздуха при давлении 0,5 МПа, м <sup>3</sup> /ч	1,2
7	Габаритные размеры, мм длина ширина высота	750 650 1710
8	Масса, кг	500

### 1.4.3 Отделение изготовления оболочки форм

В этом отделении будут изготавливаться оболочки из специальной суспензии для обмазки собранных модельных блоков в модельном отделении.

Мы выбрали следующее оборудование, необходимое для слаженной работы данного отделения:

- агрегат модели 662А предназначенный для непрерывного приготовления огнеупорного покрытия (суспензии) [4];
- роботизированный комплекс модели 7713 предназначенный для формирования оболочек. [4]

В состав комплекса входят:

- робот промышленный;
- две ванны с суспензией;
- два расходных бака с системой поддержания уровня;
- пескосып «кипящего» слоя;
- барабанный пескосып;
- камера сушки;
- конвейеры камеры сушки, модельных блоков и готовых форм.

#### 1.4.3.1 Гидролизер для приготовления связующего раствора на этил-силикате

Масса суспензии на этилсиликате равна 682,140 т.

Произведем расчет объема суспензии плотность этилсиликата – 40 равна 1060 кг/м<sup>3</sup>

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{682140}{1060} = 643,5 \text{ м}^3,$$

где m – масса модельного состава, кг;

$\rho$  – плотность этилсиликата, кг/м<sup>3</sup>.

Рассчитаем количество данного оборудования:

$$q = \frac{V}{\Phi_{\text{д}} \cdot n} = \frac{643,5}{3754,4 \cdot 0,125} = 1,4 \text{ шт.},$$

где V – объем суспензии этилсиликата – 40 на готовую программу;

$\Phi_{\text{д}}$  – действительный фонд времени;

n – производительность, м<sup>3</sup>/час.

Исходя из полученных расчетов, принимаем два агрегата модели 662А «Агрегат приготовления огнеупорного покрытия на основе этилсиликата» [4].

Рассчитаем коэффициент загрузки данного оборудования по формуле:

$$K_3 = \frac{N_{\text{рассч}}}{N_{\text{факт}}} \cdot 100\%,$$

где  $N_{\text{рассч}}$  – количество рассчитанного оборудования;

$N_{\text{факт}}$  – количество фактического оборудования;

$$K_3 = \frac{1,4}{2} \cdot 100\% = 70\% .$$

Агрегат может использоваться в непрерывном или циклическом (для приготовления отдельных порций огнеупорного покрытия) режимах работы. Непрерывное приготовление огнеупорного покрытия на основе этилсиликата для изготовления форм при литье по выплавляемым моделям.

Таблица – 1.5 Техническая характеристика мод. 662А [4]

№ п/п	Наименование параметров и характеристик	Значения
1	Наибольшая производительность при способе приготовления, м <sup>3</sup> /ч: - непрерывном - циклическом	0,125 0,08
2	Время дозирования жидких составляющих при циклическом способе, мин	До 60
3	Время перемешивания, мин	30-60
4	Общий объем смесителя, м <sup>3</sup>	0,18
5	Объем промежуточного бака, л	9,5
6	Наибольшие пределы регулирования дозаторов: маршалита, кг/ч ацетона, л/ч этилсиликата, л/ч воды подкисленной, л/ч	До 200 До 35 До 35 До 3
7	Объем бункера маршалита, м <sup>3</sup>	0,06
8	Установленная мощность, кВт	16,35
9	Расход воздуха м <sup>3</sup> /ч	до 5
10	Расход воды на промывку, м <sup>3</sup> /ч	до 5

### 1.4.3.2 Оборудование для формирования огнеупорных оболочек

Определим количество роботизированных комплексов для нанесения огнеупорного покрытия модельного блока:

$$q = \frac{V}{\Phi_{\text{д}} \cdot n} = \frac{249792}{3754.4 \cdot 37} = 1,8 \text{ шт.},$$

где Q – число блоков на программу, шт.;

$\Phi_{\text{д}}$  – действительный фонд времени;

n – количество загружаемых блоков.

Исходя из расчетов, выбираем два «Роботизированных комплекса мод. 7713» предназначенные для нанесения огнеупорного покрытия модельного блока[4].

Рассчитаем коэффициент загрузки данного оборудования по формуле:

$$K_z = \frac{N_{\text{рассч}}}{N_{\text{факт}}} \cdot 100\%,$$

где  $N_{\text{рассч}}$  – количество рассчитанного оборудования;

$N_{\text{факт}}$  – количество фактического оборудования;

$$K_z = \frac{1,8}{2} \cdot 100\% = 90\% .$$

В состав комплекса входят:

- робот промышленный;
- две ванны с суспензией;
- два расходный бака с системой поддержания уровня;
- пескосып «кипящего слоя»;
- барабанный пескосып;
- камера воздушно аммиачной сушки;
- конвейеры камеры сушки модельных блоков.
- Применение комплекса обеспечивает:
- комплексную автоматизацию тяжелых и вредных операций изготовления форм;

- возможность изготовления форм любой сложности;
- получение высокого и стабильного качества форм;
- снижение трудоемкости;
- улучшений условий труда.

					<i>ДП 44.03.04.163 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>			21

Таблица 1.6 – Технические характеристики роботизированного комплекса[4]

Параметры	Величина
Количество нанесенных модельных блоков в час, шт.	37
Максимальные размеры блока моделей, мм	Диаметр – 300, высота – 500
Количество степеней свободы робота	6
Количество программ робота	16
Установленная мощность, кВт	38
Расход воздуха, м <sup>3</sup> /час	2,1
Расход воды, м <sup>3</sup> /час	0,5
Габаритные размеры, мм	20000 × 19000 × 3080
Масса, кг	9200

#### 1.4.4 Оборудование для выплавки модельного состава

Мы выбрали оборудование для выплавки модельного состава модели 64531[6].

Рассчитаем количество оборудования для выплавки модельного состава:

$$q = \frac{Q}{\Phi_{\text{д}} \cdot n} = \frac{249792}{3754.4 \cdot 90} = 0,74 \text{ шт.},$$

где Q – число блоков на программу, шт.;

$\Phi_{\text{д}}$  – действительный фонд времени;

n – количество загружаемых блоков.

Принимаем одну установку для выплавки модельного состава модели 64531[6].

Рассчитаем коэффициент загрузки данного оборудования по формуле:

$$K_z = \frac{N_{\text{рассч}}}{N_{\text{факт}}} \cdot 100\%,$$

где  $N_{\text{рассч}}$  – количество рассчитанного оборудования;

$N_{\text{факт}}$  – количество фактического оборудования;

$$K_z = \frac{0,74}{1} \cdot 100\% = 74\% .$$

Установка предназначена для выплавки модельного состава из форм. Работает автономно. Карусельного типа.

Установка обеспечивает выполнение следующих операций:

- нагрев выплавляющей среды;
- выплавку модельного состава при непрерывном движении модельно – керамических блоков;
- отделение выплавленного состава от воды;

Таблица 1.7 – Основные параметры и размеры установки 64531[6]

Наименование параметров и размеров	Значения
Наибольшая производительность для блоков диаметром 250мм и длиной 500мм, блоков/ч	90
Размер площадки для размещения блоков, мм	1350 430
Рабочий объем ванны, м <sup>3</sup>	3
Рабочая среда для выплавки модельного состава: Температура воды в ванне выплавки, °С, не более;	98
Температура расплава модельного состава в ванне выплавки, °С, не более	120
Расход воды, м <sup>3</sup> /ч, не более	0,5
Габаритные размеры, мм, не более	
Длина	4020
Ширина	3700
Высота	2370
Масса, кг, не более	3150

Таблица 1.8 – Технические характеристики электрооборудования[6]

Наименование характеристик	Значение
Ток питающей сети	
Род	Переменный
Частота, Гц	50
Напряжение, В	380
Ток цепи управления	
Род	Переменный
Напряжение, В	110
Частота, Гц	50
Общее количество электродвигателей, шт.	
В том числе:	
Привод карусели	4
Центробежный насос насосно – нагревательной станции	1
Электронасос сборника	2
	1
Установленная мощность, кВт, не менее, в том числе	
Электродвигателей	104,35
Электронагревателей	3,85
	100,5
Расход электроэнергии, кВт·ч/ч	70

### 1.4.5 Прокально – заливочное отделение

В этом отделении будет проходить прокалка и заливка оболочковых форм. Мы выбрали следующее оборудование, которое понадобится нам для всех технологических операций характерных для данного отделения:

- агрегат модели 675А предназначенный для обжига, формовки, заливки и выбивки[4].

Рассчитаем количество данного оборудования:

$$q = \frac{V}{\Phi_{\text{д}} \cdot n} = \frac{249792}{3754.4 \cdot 85} = 0,78 \text{ шт.},$$

где Q – число блоков на программу, шт.;

$\Phi_{\text{д}}$  – действительный фонд времени;

n– количество загружаемых блоков.

Рассчитаем коэффициент загрузки данного оборудования по формуле:

$$K_3 = \frac{N_{\text{рассч}}}{N_{\text{факт}}} \cdot 100\%,$$

где  $N_{\text{рассч}}$  – количество рассчитанного оборудования;

$N_{\text{факт}}$  – количество фактического оборудования;

$$K_3 = \frac{0,78}{1} \cdot 100\% = 78\% .$$

Исходя из полученных данных, принимаем один агрегат обжига, формовки, закалки, охлаждения модели 675А. Он предназначен для формовки керамических блоков, выбивки и охлаждения отливок. Технические характеристики укажем в таблице 1,9. [4]

Таблица 1.9 – Технические характеристики агрегата 675А[4]

Параметры	Величина
Наибольшие размеры блока, мм	диаметр 250, длина 500
Наибольшая масса металла в блоке, кг	20
Производительность при непрерывной работе, блоков/час	85
Режим обжига: Температура, °С Время, мин	950 23



Температура блока при заливке, °С	800
Конвейер:	
Скорость, м/мин	0,6
Шаг подвесок, мм	400
Число подвесок	85
Мощность электропривода, кВт	2,2
Средний диаметр заливочной карусели мм;	4170
Наибольший радиус закругления заливочной площадки, мм	3475
Время охлаждения, мин:	
Предварительно	2
Окончательно	10
Температура охлаждения отливки, °С	140 – 200
Расход, м <sup>3</sup> /час:	
Природного газа	280
Воды на охлаждения	3,4
Скребковый конвейер:	
Скорость, м/мин	4,1
Ширина скребков, мм	440
Установленная мощность, кВт	3,2
Габаритные размеры, мм	20945×6185×5345
Масса, кг	91000

#### 1.4.6 Термо – обрубное отделение

В данном отделении проходят завершающие операции по обработке блоков отливок, а именно: удаление керамической оболочки, отделение отливок от стояков и литников, термическая обработка отливок.

В данном отделении происходит удаление керамики и ее выщелачивания на специальных установках.

Мы выбрали следующее оборудование:

- установка для отделения керамики 6А92[4];
- установка для выщелачивания керамики 6Б95[4];
- пресс гидравлический для отделения отливок от стояка модели 6А93[4];
- печь закалочная шахтного типа «ПШЗ 5.10/12»[7];
- печь для осуществления отпуска шахтного типа ПШО 5.10/7[7].

Установка для отделения керамики 6А92 предназначена для разрушения остатков керамической оболочки и частичного удаления их с поверхности стального блока отливок.

					<b>ДП 44.03.04.163 ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			25

$$q = \frac{V}{\Phi_{\partial} \cdot n} = \frac{249792}{3754.4 \cdot 100} = 0,67 \text{ шт.},$$

где Q – число блоков на программу, шт.;

$\Phi_{\partial}$  – действительный фонд времени;

n – количество загружаемых блоков.

Исходя из полученных результатов, выбираем одну установку для предварительной очистки блоков отливок от оболочки формы мод. 6A92[4]. В табл. 1.10 укажем технические характеристики данного оборудования.

Рассчитаем коэффициент загрузки данного оборудования по формуле:

$$K_z = \frac{N_{\text{рассч}}}{N_{\text{факт}}} \cdot 100\%,$$

где  $N_{\text{рассч}}$  – количество рассчитанного оборудования;

$N_{\text{факт}}$  – количество фактического оборудования;

$$K_z = \frac{0,67}{1} \cdot 100\% = 67\%.$$

Таблица 1.10 – Технические характеристики установки для отделения керамики мод.6A92[4]

№ п/п	Наименование параметров и характеристик	Значения
1	Наибольшие размеры обрабатываемых блоков, мм: - диаметр - длина	400 500
2	Наибольшая производительность при отделении керамики, блоков/ час	100
3	Цилиндр зажима, мм: - диаметр - рабочий ход	160 100
4	Наибольший расход воздуха, м <sup>3</sup> /мин	1,8
5	Габаритные размеры, мм:	835×950×2500
6	Масса, кг	1355

Установка для выщелачивания керамики 6Б95 предназначена для окончательной очистки отливок от остатков керамической оболочки в крупносерийном и массовом производстве[4].

В табл. 1.11 укажем технические характеристики данного оборудования.

Рассчитаем количество данного оборудования:

$$q = \frac{m}{\Phi_{\text{д}} \cdot n} = \frac{1500000}{3754.4 \cdot 250} = 1,6 \text{ шт.},$$

где  $m$  – масса без литниково питающей системы на программу, кг,

$\Phi_{\text{д}}$  – действительный фонд времени;

$n$  – производительность; кг/час.

Исходя из расчетов, принимаем две установки «Для выщелачивания керамики мод.6Б95» [4].

Рассчитаем коэффициент загрузки данного оборудования по формуле:

$$K_3 = \frac{N_{\text{рассч}}}{N_{\text{факт}}} \cdot 100\%,$$

где  $N_{\text{рассч}}$  – количество рассчитанного оборудования;

$N_{\text{факт}}$  – количество фактического оборудования;

$$K_3 = \frac{1,6}{2} \cdot 100\% = 80\% .$$

Таблица 1.11 – Технические требования установки для выщелачивания керамики модели 6Б95[4]

№ п/п	Наименование параметров и характеристик	Значения
1	Наибольшая производительность при массе партии отливок 80 кг и времени нахождения в щелочи 2 ч, кг/ч	250
2	Средняя масса обрабатываемых отливок, кг	140
3	Частота вращения барабаны, об/мин	0,7
4	Температура, °С - щелочи	150
5	Время, мин: - обработки в щелочи - обработки полное	120-180 150-300

6	Расход: - газа, м3/ч - воды, м3/ч - щелочи на 1 т литья, кг	27 2 140
7	Рабочий объем отсека, м3 - щелочного - водного	1,5 0,25
8	Установленная мощность, кВт	2,7
9	Габаритные размеры, мм: - длина - ширина - высота	6285 2520 2800
10	Масса, кг	10550

Рассчитаем количество гидравлического пресса мод.6А93:

$$q = \frac{m}{\Phi_{\text{д}} \cdot n} = \frac{249792}{3754.4 \cdot 100} = 0,67 \text{ шт.},$$

где Q – число блоков на программу, шт.;

$\Phi_{\text{д}}$  – действительный фонд времени;

n – количество загружаемых блоков.

Исходя из полученных результатов, выбираем один «Пресс гидравлический для отделения отливок от стояка модели 6А93». В табл.1.12 укажем технические характеристики данного оборудования.[4]

Рассчитаем коэффициент загрузки данного оборудования по формуле:

$$K_{\text{з}} = \frac{N_{\text{рассч}}}{N_{\text{факт}}} \cdot 100\%,$$

где  $N_{\text{рассч}}$  – количество рассчитанного оборудования;

$N_{\text{факт}}$  – количество фактического оборудования;

$$K_{\text{з}} = \frac{0,67}{1} \cdot 100\% = 67\% .$$

Таблица 1.12 – Технические характеристики пресса гидравлического для отделения отливок от стояка модели 6А93[4]

№ п/п	Наименование параметров и характеристик	Значения
-------	---	----------

1	Наибольшие размеры обрабатываемых блоков, мм: - диаметр - длина	400 500
2	Наибольшая производительность блоков/час	100
3	Наибольшее усилие, развиваемое цилиндрами, кН: - верхним - подпора	500 400
4	Ход штоков цилиндра, мм: - верхнего - подпора	500 440
5	Наибольшая скорость перемещения блока, мм/с: - вниз (срез отливок) - вверх (выталкивание стояка)	40 80
6	Установленная мощность, кВт	30
7	Габаритные размеры, мм	2150×1000×3350
8	Масса, кг	5200

Закалку отливок будем производить в печи шахтного типа «ПШЗ 5.10/12». В табл. 1.13 укажем технические характеристики печи ПШЗ 5.10/12[7].

Таблица 1.13 – Технические характеристики ПШЗ 5.10/12 [7]

№ п/п	Наименование параметров и характеристик	Значения
1	Внутренние размеры, мм,: диаметр высота	– 500 – 1000;
2	Температура максимальная, °С	1200
3	Мощность, кВт	35
4	Производительность печи, кг/ч	150
5	Габаритные размеры, мм: - диаметр 1000; - высота 1500	1000 1500
6	Масса, кг	1000

Рассчитаем количество однотипных печей:

$$n = \frac{M}{T_{\partial} \cdot Q},$$

где  $M$  – масса отливок на годовую программу, т;

$T_d$  – действительный фонд времени, ч;

$Q$  – производительность печи, т/ч;

$$n = \frac{1500}{3754,4 \cdot 0,15} = 2,66 \text{ шт.},$$

Принимаем три печи шахтного типа «ПШЗ 5.10/12».

Рассчитаем коэффициент загрузки данного оборудования по формуле:

$$K_z = \frac{N_{\text{рассч}}}{N_{\text{факт}}} \cdot 100\%,$$

где  $N_{\text{рассч}}$  – количество рассчитанного оборудования;

$N_{\text{факт}}$  – количество фактического оборудования;

$$K_z = \frac{2,66}{3} \cdot 100\% = 89\% .$$

Отпуск будем производить в печи шахтного типа ПШО 5.10/7. В табл.1.14 укажем технические характеристики печи шахтного типа ПШО 5.10/7[7].

Таблица 1.14 – Технические характеристики печи шахтного типа ПШО 5.10/7[7]

№ п/п	Наименование параметров и характеристик	Значение
1	Размер рабочей камеры, мм: - диаметр - высота	500 1000
2	Максимальная температура, °С	700
3	Производительность печи, кг/ч	150
4	Мощность, кВт.	35
5	Габаритный размер, мм: - диаметр - высота	1000 1500

Рассчитаем количество однотипных печей:

$$n = \frac{M}{T_d \cdot Q},$$

где  $M$  – масса отливок на годовую программу, т;

$T_d$  – действительный фонд времени, ч;

$Q$  – производительность печи, т/ч.

$$n = \frac{1500}{3754,4 \cdot 0,15} = 2,66 \text{ шт.}$$

Принимаем три печи шахтного типа для процесса отпуска модели ПШО 5.10/7.

Рассчитаем коэффициент загрузки данного оборудования по формуле:

$$K_z = \frac{N_{\text{рассч}}}{N_{\text{факт}}} \cdot 100\%,$$

где  $N_{\text{рассч}}$  – количество рассчитанного оборудования;

$N_{\text{факт}}$  – количество фактического оборудования;

$$K_z = \frac{2,66}{3} \cdot 100\% = 89\% .$$

### 1.5 Расчет шихты

Произведем расчет шихты при выплавке среднеуглеродистой стали 35Л содержащей:

Таблица 1.15 - Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 977-88[8]

C	Si	Mn	S	P
0,32-0,4	0,20 – 0,52	0,45 – 0,90	0,045	0,040

Температура перегрева стали 1600 °С.

Расчет ведем на 100 кг сплава.

Определим содержание элементов в шихте:

$$C_{\text{ш}} = \frac{0,36 \cdot 100}{100 - 3} = 0,37 \text{ кг};$$

$$Si_{\text{ш}} = \frac{0,36 \cdot 100}{100 - 3} = 0,37 \text{ кг};$$

$$Mn_{\text{ш}} = \frac{0,7 \cdot 100}{100 - 3} = 0,72 \text{ кг};$$

$$S_{и} = 0,045 \text{ кг};$$

$$P_{и} = 0,04 \text{ кг};$$

Определим угар компонентов:

$$Y_c = 0,37 - 0,36 = 0,01 \text{ кг};$$

$$Y_{Si} = 0,37 - 0,36 = 0,01 \text{ кг};$$

$$Y_{Mn} = 0,72 - 0,7 = 0,02 \text{ кг};$$

$$Y_S = 0 \text{ кг};$$

$$Y_P = 0 \text{ кг};$$

$$Y_{Fe} = \frac{(100 - 0,36 - 0,36 - 0,7 - 0,06 - 0,06) \cdot 0,25}{100} = 0,25 \text{ кг}.$$

Возврат носит:

$$C = \frac{0,36 \cdot 47}{100,29} = 0,17 \text{ кг};$$

$$S = \frac{0,36 \cdot 47}{100,29} = 0,17 \text{ кг};$$

$$Mn = \frac{0,7 \cdot 47}{100,29} = 0,33 \text{ кг};$$

$$S = \frac{0,5 \cdot 47}{100,29} = 0,02 \text{ кг};$$

$$P = \frac{0,04 \cdot 47}{100,29} = 0,02 \text{ кг}.$$

Стальной лом вносит:

$$C = \frac{0,3 \cdot 53,29}{100,29} = 0,16 \text{ кг};$$

$$Si = \frac{0,4 \cdot 53,29}{100,29} = 0,21 \text{ кг};$$

$$Mn = \frac{0,7 \cdot 53,29}{100,29} = 0,37 \text{ кг};$$



$$S = \frac{0,03 \cdot 53,29}{100,29} = 0,02 \text{ кг};$$

$$P = \frac{0,03 \cdot 53,29}{100,29} = 0,02 \text{ кг}.$$

Внесено возвратом и стальным ломом:

$$C = 0,16 + 0,17 = 0,33 \text{ кг};$$

$$Si = 0,17 + 0,21 = 0,38 \text{ кг};$$

$$Mn = 0,37 + 0,33 = 0,70 \text{ кг};$$

$$S = 0,02 + 0,02 = 0,04 \text{ кг};$$

$$P = 0,02 + 0,02 = 0,04 \text{ кг};$$

Необходимо внести:

$$C = 0,37 - 0,33 = 0,04 \text{ кг};$$

$$Si = 0,37 - 0,38 = -0,01 \text{ кг};$$

$$Mn = 0,72 - 0,7 = 0,02 \text{ кг};$$

Для доводки химического состава стали по углероду введем в расплав передельный чугуи марки ПЛ11А1 по ГОСТ 809-95. Определим необходимое количество передельного чугуна:

$$\frac{0,05 \cdot (100 - 3)}{3,6} = 1,16 \text{ кг}.$$

Передельный чугуи внесет:

$$C = \frac{3,6 \cdot 1,16}{100,29} = 0,04 \text{ кг};$$

$$C = \frac{3,6 \cdot 1,16}{100} = 0,04 \text{ кг};$$

$$Si = \frac{1 \cdot 1,16}{100} = 0,01 \text{ кг};$$

$$Mn = \frac{0,03 \cdot 1,16}{100} = 0,003 \text{ кг};$$

$$S = \frac{0,01 \cdot 1,16}{100} = 0 \text{ кг};$$

					ДП 44.03.04.163 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			33

$$P = \frac{0,08 \cdot 1,16}{100} = 0,001 \text{ кг.}$$

Для доводки химического состава по марганцу введем в расплав ферро-марганец ФМн90(РБ) по ГОСТ 4755-91. Определим необходимое количество ферромарганца:

$$\frac{0,02 \cdot (100 - 3)}{90} = 0,02 \text{ кг.}$$

Ферромарганец внесет:

$$C = \frac{0,5 \cdot 0,02}{100} = 0 \text{ кг;}$$

$$Si = \frac{1,8 \cdot 0,02}{100} = 0 \text{ кг;}$$

$$Mn = \frac{90 \cdot 0,02}{100} = 0,02 \text{ кг;}$$

$$S = \frac{0,5 \cdot 0,02}{100} = 0 \text{ кг;}$$

$$P = \frac{0,3 \cdot 0,02}{100} = 0 \text{ кг.}$$

Все расчеты сводим в таблицу 1.16

					<b>ДП 44.03.04.163 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>			34

Таблица 1.16 – Расчет шихты

Наименование	Количество, кг	Содержание элементов									
		C		Si		Mn		S		P	
		%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг
Жидкая сталь	100	0,36	0,36	0,36	0,36	0,7	0,7	0,045	0,045	0,04	0,04
Угар	0,29	3,00	0,01	3,00	0,01	3,00	0,02	0	0,00	0,00	0,00
Шихта	100,29	0,37	0,37	0,37	0,37	0,72	0,72	0,045	0,045	0,040	0,040
Возврат	47	0,36	0,17	0,36	0,17	0,70	0,33	0,05	0,02	0,04	0,02
Стальной лом	53,29	0,3	0,16	0,40	0,21	0,70	0,37	0,03	0,02	0,03	0,02
Внесено возвратом и ломом	100,29		0,33		0,38		0,70		0,04		0,04
Необходимо внести			0,04		-0,01		0,02		0		0
Чугун передельный	1,16	3,6	0,04	1,00	0,01	0,30	0,003	0,010	0,000	0,080	0,001
Ферромарганец	0,02	0,5	0,00	1,80	0,00	90,00	0,02	0,03	0,00	0,30	0,00
Итого	101,47	0,36	0,37	0,39	0,39	0,71	0,72	0,04	0,04	0,04	0,04

## 1.6 Баланс материалов

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

Масса металлозавалки в тоннах рассчитывается по формуле:

$$M_m = \frac{M_{Г.О.} + M_{Л.П.}}{100 - Y - C_K},$$

где  $M_{Г.О.}$  – годные отливки, т;

$M_{Л.П.}$  – литники и прибыли, т;

$Y$  – угар и безвозвратные потери, %;

$C_K$  – скрап, %.

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

$$M_c = \frac{M_m \cdot C_K}{100};$$

$$M_y = \frac{M_m \cdot Y}{100}.$$

Таблица 1.17 – Баланс материалов

Наименование статьи баланса	Ст35	
	т	%
Годные отливки	1500,00	50
Лпс	1315,21	44
Скрап	84,46	3
Итог жидкого сплава	2899,67	97
Угар и безвозвратные потери	86,99	3
Итого металлозавалки	2986,66	100

## 1.7 Внутрицеховой транспорт

Подача сырья в цех и вывоз готовой продукции осуществляется автомобильным транспортом.

Цех оборудован шестью мостовыми кранами грузоподъемностью 1 т, которые предназначены для транспортировки, выгрузки и складирования материалов. Также в зоне склада имеется консольный кран. Краны необходимы для складирования и погрузки готовой продукции, а так же проведения ремонтных работ.

В цеху присутствуют рельсовые тележки, которые предназначены для транспортировки груза из пролета в пролет.

					<b>ДП 44.03.04.163 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>			37

## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Разработка литейной технологии

В данном дипломном проекте мы разрабатываем литейную технологию для выбранной нами отливки «Кронштейн», изготовляемая методом литья по выплавляемым моделям. Производство крупносерийное, частично автоматизированное.

Литьем по выплавляемым моделям, изготавливают отливки весом от нескольких граммов до десятков килограммов. Этим способом достигается чистота поверхности 4 – 6-го класса и точность большинства деталей 5-7-го класса, а в некоторых случаях 3-го класса.

Сущность процесса литья по выплавляемым моделям состоит в следующем. Из легкоплавких модельных составов в специальных пресс – формах изготавливают модели деталей и литниковой системы. Их собирают и получают «блок модели», на которой в несколько слоев (от 5-8) наносят суспензию - жидкое облицовочное покрытие, состоящей из огнеупорной основы и связующего раствора. Каждый слой суспензии обсыпают песком и просушивают, вследствие чего на модели образуется керамическая оболочка формы. Следующим этапом служит прокаливание формы и заливка ее металлом.

### 2.2 Характеристика отливки

Взятая на проект деталь «Кронштейн» изготавливается из стали 35Л с дальнейшей термообработкой, в виде закалки и отпуска.

Наименьшая толщина стенки 10мм.

Имеет габаритные размеры - 130×88×80 мм.

Отливка изготавливается из стали 35Л. Данный сплав применяется для изготовления: зубчатых колес, тяг, бегунков, задвижек, диафрагм, катков, валков, кронштейн и другие детали, работающие под действием средних статистических и динамических нагрузок.

					<b>ДП 44.03.04.163 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
						38
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>			

### 2.3 Выбор припусков на механическую обработку

Для достижения заданных чертежом размеров детали и необходимого качества поверхности на обрабатываемых частях отливки, назначим припуски на механическую обработку. Величину припусков определим в зависимости от класса точности отливки, и ее номинальных и габаритных размеров, способа литья и вида сплава.

Припуски и допуски назначим по ГОСТ Р53464 – 2009[9].

По данному ГОСТу мы определили основные показатели для нашей отливки:

- класс размерной точности 8;
- степень коробления 5;
- степень точности поверхностей отливки 8;
- класс точности массы 6;
- ряд припуска 3.

### 2.4 Выбор и расчет литниково питающей системы

При выборе конструкции литниково питающей системы (ЛПС) необходимо стремиться к соблюдению следующих положений:

- 1) обеспечить принцип направленного затвердевания;
- 2) наиболее протяженные и тонкие части отливки ориентировать в форме вертикально;
- 3) создавать условия для экономического и механизированного производства отливок, в том числе: унификацию типоразмеров ЛПС и их элементов с учетом эффективного использования оснастки, имеющегося технологического оборудования, печей. Возможность применения модельных блоков и форм с металлическими каркасами; удобство выполнения и минимальный объем механической обработки при отрезки отливок и последующем изготовлении из них деталей.

					<b>ДП 44.03.04.163 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>			39

Для нашей отливки тип ЛПС был выбран в виде центрального стояка, таким образом, ЛПС первого типа.

Количество отливок, при длине стояка 500мм, в блоке установим 4 отливки.

Расчет ЛПС начинается с вычисления объема отливки и площади охлаждения ее поверхности. Для облегчения выполнения этой задачи, с помощью программного продукта была построена 3D модель отливки с припусками, где программа вычисляет объем отливки и площадь охлаждаемой поверхности:

$$V = 312428,21 \text{ мм}^3;$$

$$S_y = 60849,5 \text{ мм}^2;$$

Рассчитаем приведенную толщину узла отливки по формуле:[10]

$$R_y = \frac{V_y}{S_y},$$

где  $V_y$  - объем теплового узла отливки,  $\text{мм}^3$ ;

$S_y$  - площадь теплового узла отливки,  $\text{мм}^2$ ;

$$R_y = \frac{312428,21}{60849,5} = 2,567 \text{ мм.}$$

Принимаем длину питателя  $l_n = 10$  мм и размеры стояка  $a = 50$  мм,  $b = 30$  мм. Находим приведенную толщину сечения стояка;

$$R_c = \frac{F_c}{P_c} = 9,37 \text{ мм.}$$

Далее рассчитываем приведенную толщину сечения питателя:

$$R_n = 114 \sqrt{R_y^3 \cdot m_{\text{отл}}} \cdot \frac{\sqrt[3]{l_n}}{R_c},$$

где  $R_y$  - толщина теплового узла, мм;

11 – коэффициент пропорциональности, который определен эмпирически;

					<b>ДП 44.03.04.163 ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			40



$m_{\text{отл}}$  - масса отливки, кг;

$l_{\text{п}}$  - длина питателя, мм;

$R_{\text{с}}$  - толщина сечения стояка, мм.

$$R_n = 114 \sqrt{2,567^3 \cdot 2,44 \cdot \frac{\sqrt[3]{10}}{9,37}} = 6,41 \text{ мм.}$$

Принимая прямоугольное сечение питателя толщиной  $a_{\text{п}}=25$ , находим ширину  $b_{\text{п}}$ ,

$$b_n = \frac{2 \cdot a_n R_n}{a_n - 2R_n} = \frac{2 \cdot 25 \cdot 6,41}{25 - 2 \cdot 6,41} = 26,31 \text{ мм.}$$

где  $a_{\text{п}}$  – толщина прямоугольного сечения питателя, мм;

$R_{\text{п}}$  – приведенная толщина сечения питателя, мм.

Питатель будет иметь прямоугольное сечение.

## 2.5 Изготовление модели и блока

Прежде чем изготовить модель, проектируют пресс – форму на основании чертежа отливки, делают ее из алюминиевого сплава на станке с ЧПУ, в размер которой закладывают усадку модельного состава и сплава при его затвердевании.

При сборке пресс-форм внимательно следят за правильной установкой стержней и всех съемных частей, обеспечивая совпадения рабочих полостей, а также соотношения размеров отверстий и штырей. Не допускают больших усилий и ударов.

Материалом для выплавляемых моделей служит легкоплавкая смесь близких – по физико-химическим свойствам веществ. Для изготовления моделей применяется модельный состав марки ПС 50:50, состоящий из 40-50% парафина и 50-60 стеарина. Состав имеет достаточную прочность, теплоустойчивость, имеет небольшую линейную усадку.

					<b>ДП 44.03.04.163 ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			41

Технологический процесс начинается с приготовления модельного состава на автомате модели 61701[2]. Данный автомат имеет два шестеренчатых смесителя, с помощью которых происходит перемешивание состава. После расплавления модельный состав доводится до заданного химического состава, замешивают модельную пасту с воздухом и через специальные обогреваемые пастопроводы, состав подается к шприц-машине модели 61И141[3].

В шприц-машине происходит запрессовка модельного состава с определенным усилием в многогнездную пресс-форму. После окончания запрессовки, полученные модели остывают и затем их извлекают. Модели литниковой системы, питатели, стояки, воронки изготавливают отдельно.

Перед сборкой моделей (звеньев) в блоки, их проверяют на наличие дефектов и если присутствуют, то их устраняют или отправляют на переплав.

После охлаждения выплавляемые модели подвергаются доводке, которая сводится к очистке заусенцев, отделке и подготовке к сборке в модельные комплекты. Сборка моделей в комплекты производится напайкой моделей на литниковую систему. Напайка выполняется электрическими паяльниками. В зависимости от размера моделей количество их в комплекте различно.

Для комплектования блоков используют боковой вид комплектования. Для него широкое распространение получили литниковые системы типа стояков. Стояк изготавливается из дерева. Для того чтобы напаять на стояк детали, его погружают в модельный состав. Погружают до тех пор, пока не образуется 2-3 слоя, для напайки моделей.

Звенья моделей спаивают с элементами литниковой системы. Сборка производится вручную.

## **2.6 Изготовление оболочки блока**

Процесс изготовления оболочки складывается из подготовки материалов, формирования оболочки на поверхности модели, удаление модели из оболочки, заформовывания оболочки в наполнитель и прокаливание формы.

Для создания огнеупорной оболочки требуются:

					<b>ДП 44.03.04.163 ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			42

- связующие материалы – этилсиликат, жидкое стекло, глиноземистый цемент;
- материалы основы – пылевидный кварц, кварцевый песок, плавленный кварц, молотый шамот, пылевидный тальк, магнезит, циркон;
- растворители и прочие материалы – этиловый спирт, ацетон, соляная кислота, дистиллированная вода.

Связующие представляют собой раствор этилсиликата в органических растворителях (спирт, ацетон). Сущность гидролиза этилсиликата состоит в переводе эфиров этилсиликата в неустойчивые кремниевые кислоты, которые переходят в коллоидное состояние. При гидролизе должен быть получен гель кремневой кислоты заданных состава свойств.

Этилсиликат и вода не растворяются друг в друге при смешивании, но этилсиликат и вода хорошо растворяются в спирте, ацетоне. Поэтому гидролиз этилсиликата проводят в предварительно приготовленных водно – спиртовом или водно – ацетоновом растворе. Для ускорения реакции – применяют катализатор – соляную кислоту.

В зависимости от количественного соотношения взятых гидролиза материалов, а также их состава можно получить различные по составу и свойствам коллоиды.

Рассчитаем необходимого количества спирта, воды и соляной кислоты для приготовления этилсиликата – 40. Расчет произведем на 1 литр этилсиликата.

Плотность этилсиликата – 40 при 20°С – 1,054 г/см<sup>3</sup> (г/мл);

Содержание SiO<sub>2</sub> в этилсиликате – 40,9% ;

Содержание HCl– 0,034%.

Кислота соляная техническая:

Плотность 1,16 г/см<sup>3</sup>, концентрация при таком удельном весе 51,52%.

Спирт гидролизный – 0,8 г/см<sup>3</sup>.

Необходимо получить раствор с содержанием:

					<b>ДП 44.03.04.163 ПЗ</b>	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			

SiO<sub>2</sub> в гидролизованном растворе – 18%.

HCl – 0,25%.

Рассчитаем количество связующего раствора 1 кг(л) этилсиликата:

$$\Gamma = \frac{e \cdot A}{a},$$

где  $\Gamma$  – количество связующего раствора;

$e$  – вес этилсиликата;

$A$  – среднее содержание SiO<sub>2</sub>

$a$  – содержание SiO<sub>2</sub> в гидролизованном растворе, %;

$$\Gamma = \frac{1 \cdot 40,9}{18} = 2,27 \text{ кг.}$$

Рассчитаем необходимое количество воды для гидролиза этилсиликата – 40 на 1 л по формуле:

$$B = \frac{A \cdot 18}{60},$$

где  $B$  – количество воды;

$A$  – среднее содержание SiO<sub>2</sub>;

18 и 60 – соотношение молекулярных весов воды и этилсиликата;

$$B = \frac{40,9 \cdot 18}{60} = 12,27 \text{ мл.}$$

Рассчитаем количество спирта:

$$C = \frac{A}{a} \cdot 100 - (B + 100),$$

где  $C$  – количество спирта, мл;

$a$  – содержание SiO<sub>2</sub> в гидролизованном растворе, %;

$A$  – среднее содержание SiO<sub>2</sub>;

$B$  – количество воды;

$$C = \frac{40,9}{18} \cdot 100 - (12,27 + 100) = 114,73 \text{ мл.}$$

Рассчитаем количество соляной кислоты:

					<b>ДП 44.03.04.163 ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			44

$$K = \frac{g \cdot p - v}{D \cdot 1000},$$

где  $g$  – количество связующего раствора;

$p$  – необходимое содержание HCl в гидролизованном растворе;

$v$  – содержание HCl в этилсиликате – 40;

$D$  – концентрация при удельном весе технической соляной кислоты

$$K = \frac{2,27 \cdot 0,25 - 0,034}{51,52 \cdot 1000} = 10,35 \text{ г},$$

или

$$K = \frac{10,35}{1,16} = 8,9 \text{ см}^3 = 8,9 \text{ мл}.$$

Исходя из полученных расчетов для получения 1 литра этилсиликата – 40 необходимо: связующего – 2,27кг, 12,27 мл – воды, 114,73 мл – спирта, 8,9 мл – соляной кислоты.

Приготавливают суспензию на агрегате 662А. Агрегат состоит из бункера для загрузки пылевидного материала, дозатора, смесителя и панели дозирования жидких составляющих, размещенных в корпусе, а также четырех расходных бачков, электро- и пневмооборудования.

Расходные баки установлены на подставке на такой высоте, чтобы жидкие составляющие могли поступать к панели дозирования самотеком. Расход жидкостей устанавливается по ротаметрам с помощью игольчатых кранов. Жидкие составляющие непрерывно поступают в промежуточный бак, где перемешиваются мешалкой с целью увеличения интенсивности реакции гидролиза этилсиликата, после чего поступают в смеситель. Одновременно из бункера в смеситель через дозатор подается пылевидный материал (маршалит), количество которого регулируется оператором вручную с помощью шибера с лимбом. Смесь пылевидного материала с жидкостью интенсивно перемешивается в смесителе двумя мешалками и непрерывно поступает по трубопроводу в бак хранения суспензии[4].

Формируются оболочки на роботизированном комплексе модели 7713 для обмазки модельных блоков, на поверхностях моделей наносится суспензия, обсыпаются сухим песком. На каждый модельный блок наносится несколько слоев упрочняющей смеси, в зависимости от конфигурации и развеса отливок. В дальнейшем блоки переходят в камеру сушки. Сушка воздушно – аммиачная, осуществляется достаточно быстро[4].

## **2.7 Выплавка, обжиг, формовка и заливка**

Выплавка состава производится на установке 64531, карусельного типа. Используется при массовом и крупносерийном производстве литья. Установка 64531 обеспечивает выполнение следующих операций:

- нагрев выплавляющей среды;
- выплавку модельного состава при непрерывном движении модельно-керамических блоков;
- отделение выплавленного состава от воды.

После выплавки моделей оболочки направляют в следующий агрегат для обжига, формовки, заливки и выбивки[6].

Агрегат 675А состоит из проходной газовой печи обжига, заливочной карусели, камеры охлаждения, объединенных цепным конвейером, камеры сгорания, двух лифтов, скребкового конвейера, скрапоуловителя, металлоконструкций, электро – и пневмооборудования. Керамические оболочки устанавливают вручную на подвески конвейера; литниковые чаши оболочек закрывают колпачком от засоров при формовке. Цепной конвейер транспортирует оболочки через газовую печь, где происходит обжиг; обожженные оболочки из печи пневматическим лифтом погружаются в желоб заливочной карусели, заполненный горячим песком, приводимым в кипящий слой продувкой горячими газами снизу. Подача газа производится через неподвижный коллектор из камеры сгорания. В дальнейшем движения конвейер с оболочками выходят из кипящего

					<b>ДП 44.03.04.163 ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			46

слоя заформованными, колпачки с оболочек снимаются и происходит заливка[4].

Плавка осуществляется в индукционной печи ИСТ – 0,06 с кислой футеровкой. Шихта должна быть чистой и сухой, то есть без влаги, масла и эмульсий[1].

После расплавления шихты и набор нужной температуры расплава печь отключают, поверхность металла очищают от окислов, убирают шлак и отливают пробу.

После этого с помощью тельфера печь наклоняют, сплав сливают в ковш и осуществляют заливку.

При дальнейшем движении к камере охлаждения блоки отдают тепло опорному слою песка. В дальнейшем у входа в камеру подвески пневматическим лифтом производится извлечение из песка залитых оболочек. Песок с подвески и блок отливок сыпается в желоб карусели, а подвеска с отливками перемещается в камеру охлаждения, при выходе из которых отливки снимаются с подвесок[4].

Потери песка возмещаются досыпанием его в желоб карусели из бункера. Удаление сыпанного с блоков отливок песка и остатков керамики производится скребковым конвейером, расположенным внизу вдоль камеры охлаждения.

## **2.8 Отделение керамической оболочки**

Отделение керамической оболочки от отливок происходит на двух установках: 6А92, 6Б95.

Установка 6А92 состоит из сварной звукоизолирующей станины, внутри которой на двух штангах закреплен механизм, имеющий пневмоцилиндр с направляющими траверсами, грязесборник, отбойный механизм, регулируемый упор, плиту со сменными вставками. В качестве отбойника использованы: молоток отбойный или лом пневматический.

Блок отливок устанавливается литниковой воронкой на плиту со вставкой между опорным кулаком и ударником виброударного устройства, и зажимают

					<b>ДП 44.03.04.163 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>			47

его. После закрытие двери виброударное устройство автоматически включается. За счет ударной вибрации происходит разрушение и отделение керамической оболочки. Образующаяся керамическая крошка ссыпается через отверстие в основание корпуса на цеховой транспортер. Пылевидные частицы керамики удаляются через специальное окно в цеховую вытяжную вентиляционную систему. За процессом отделения керамики наблюдает оператор через смотровое окно в загрузочной двери. По окончании операции отделения оператор открывает дверь, при этом автоматически прекращается работа механизма отделения, поворотом ручки управления оператор освобождает стояк и удаляет его из рабочей зоны[4].

В установке регулируются сила зажима блока и удар отбойного механизма.

В режиме работы установка обязательно должна быть присоединена к вытяжной цеховой вентиляции.

Окончательное удаление остатков керамики производится выщелачиванием на установке 6Б95.

Основные узлы установки: рама, барабан, привод, узел загрузки, узел выгрузки, кожух, электро- и газооборудование.

Основной узел установки - барабан выполнен сварным, установлен на раме на две пары роликовых катков, два из которых являются ведущими, приводимыми во вращение электродвигателем через редуктор. Барабан разделен на три отсека; выщелачивания, промывки и окончательной промывки. На внутренней поверхности барабана во всех его отсеках имеются винтовые спирали, с помощью которых отливки перемещаются вдоль всей длины барабана. Из отсека в отсек отливки передаются с помощью передающихся устройств. Для подогрева раствора щелочи барабан помещен в теплоизоляционную камеру, внутри которой имеются газовые горелки. На входе в барабан размещено загрузочное устройство в виде воронки, на выходе - лоток, по которому отливки выходят за пределы установки[4].

					<b>ДП 44.03.04.163 ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			48



Шламосборник установки 6Б95 находится между отсеками выщелачивания и промывочным. В барабане установки 6Б95 партии разных плавок не перемешиваются; по усмотрению оператора можно регулировать время выщелачивания, выключение вращения барабана, оставив покачивание и избежав галтовки, и, наоборот, интенсифицировать галтовку[4].

Газовая система установок имеет четыре горелки с регулированием инжектируемого воздуха дроссельными шайбами. Тепловой поток горелки 28 050 Вт, расход газа 3,3 нм<sup>3</sup>/ч, давление газа 1,3 Па; пределы регулирования расхода газа 0,64-3,87 нм<sup>3</sup>/ч, давления газа 0,05-1,8 Па. Подвод газа к установкам должен быть самостоятельным с возможностью регулирования давления в пределах, предусмотренных характеристикой горелок. К каждой горелке должен предусматриваться индивидуальный подвод газа[4].

## **2.9 Термо-механическая обработка блока отливок**

Отделение отливок от стояка производится на специальных гидравлических прессах модели 6А93. Пресс состоит из С-образной станины, верхнего рабочего цилиндра и нижнего цилиндра подпора, гидрооборудования и механизма управления. На станине имеется фильера для среза отливок и склиз, примыкающий к лотку для удаления срезанных отливок[4].

Блок отливок устанавливается нижней частью стояка в фильеру, после чего зажимается между штоками верхнего и нижнего цилиндров. Верхним цилиндром блок продавливается через фильеру, режущие кромки которой отделяют отливки, после чего нижний цилиндр возвращает стояк и шток верхнего цилиндра в исходные положения, где стояк разжимается и удаляется[4].

Наибольшее давление, обеспечиваемое гидравлической системой, в верхнем цилиндре 32 МПа, в цилиндре подпора 6,5 МПа. Цилиндр подпора - одностороннего действия, зажим осуществляется при давлении 1 МПа, которое поддерживается отдельным напорным золотником. Это давление подается во все полости цилиндров, после чего блок зажимается за счет разности площадей

					<b>ДП 44.03.04.163 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>			49

поршневой и штоковой полостей верхнего цилиндра. Электродвигатель насосной станции - типа А02-72-4-62 (30 кВт, 1500 об/мин) [4].

Далее, уже отделенные отливки от ЛПС переводят в электропечь шахтного типа ПШЗ 5.10/12[7]. Данная печь применяется для нагрева под закалку. Стальные отливки погружаются в печь и отливки нагревают до 880°C и происходит выдержка при этой температуре до полных структурных превращений (растворение карбидов, гомогенизации аустенита) и полного прогрева деталей. После этого отливку охлаждают в циркулирующей воде для того, чтобы скорость охлаждения не уменьшалась, т.к. образуется паровая рубашка.

После закалки отливки подвергают отпуску для снятия внутренних напряжений. Отпуск является окончательной операцией термической обработки, в результате которой сталь получает требуемые механические свойства. Отливки погружаются в печь шахтного типа ПШО 5.10/7[7]. Нагревают до температуры 620°C и выдерживают при данной температуре в течении трех часов. При такой выдержке внутренние напряжения снижаются до минимальной величины. После этого отливки охлаждают в течении часа до 500°C в печи, а затем уже на воздухе до комнатной температуры.

## 2.10 Доводка отливок

Доводка отливок нужна для придания отливкам кондиционного товарного вида.

Очищенные и отделённые от литников и прибылей отливки контролируют на наличие дефектов. Литые заготовки с исправимыми дефектами направляют на доводку, а окончательно забракованные отправляют на переплав.

Отливки, имеющие литейные пороки в виде грубой поверхности, пригара, нароста, залива, просечки, ужимины, плены, складчатости, доводят наждачным и слесарными инструментами до устранения дефектов и получения кондиционной продукции.

Отливки с газовыми, усадочными, песчаными и шлаковыми раковинами, с утяжинами и усадочными пористостями, расположенными на ответствен-

					<b>ДП 44.03.04.163 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
						50
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>			

ных местах и превышающие допустимые по техническим условиям размеры, заваривают электродами. При необходимости проводят финальную зачистку.

## 2.11 Анализ возможных видов брака и меры его предупреждения

Контроль качества отливки осуществляем следующими методами:

- 1) Испытание образцов на механические свойства.
- 2) Визуальный осмотр

Отливки, прошедшие контроль и не имеющие дефектов, сдаются на склад готовой продукции.

Таблица 2.1 – Виды дефектов и их способы устранения

Дефект	Причины	Способы исправления
Засор	Механические повреждения оболочек на всех операциях	Предохранять оболочки и формы от механических повреждений на всех технологических операциях
	Попадание инородных частиц с модельной пастой	Модельную пасту фильтровать и отстаивать
Значительная шероховатость поверхности	Образование в полости формы налета кремнезема вследствие неполного гидролиза ЭТС в связующем облицовочного слоя	Строго соблюдать рецептуру и режим приготовления связующего и суспензии
	«Пробой» первого облицовочного слоя суспензии крупными зернами при обсыпке модельных блоков	Не применять крупнозернистый песок. Консистенцию и состав суспензии подбирать так, чтобы он был равномерным и достаточным по толщине на всех поверхностях модели
Шлаковые и газовые раковины	Повышенная насыщенность металла газами и окислами	Тщательно раскислять сплав перед заливкой
	Попадание шлака вместе с жидким металлом	Использовать другие типы ЛПС. Тщательней задерживать шлак скребком при заливке.
	Недостаточная газопроницаемость оболочки	Промывать и прокалывать огнеупорные материалы.
Коробление	Изменение размеров оболочки под давлением массы при нагреве-охлаждении	Поддерживать постоянную температуру в помещении сушки и хранения модельных блоков; дольше выдерживать модельную массу в пресс-форме.

### 3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1 Расчет численности рабочих

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

Расчет явочной численности рабочих выполним по формуле[11]:

$$N_{я.i} = N_i \cdot A_i \cdot C_i,$$

где  $N_i$  - норма обслуживания оборудования в смену, чел;

$A_i$  - количество одновременно работающих однотипных агрегатов, шт.;

$C_i$  - число смен в сутки.

Списочное число рабочих определим по формуле:

$$N_{сп.i} = N_{я.i} \cdot K_{сп},$$

где  $K_{сп}$  - коэффициент списочного состава;

$N_{я.i}$  - явочная численность рабочих.

Коэффициент списочного состава определяется по формуле:

$$K_{сп} = \frac{T_n}{T_{\partial}},$$

где  $T_n$  - номинальный фонд времени, сут.;

$T_{\partial}$  - действительный фонд времени, сут.

Величины  $T_n$  и  $T_{\partial}$  определяются на основе баланса рабочего времени одного трудящегося:

$$T_n = (365 - B - П - П_n) \cdot 8 + П_n \cdot 7,$$

где B – 119 дней;

П – 14 дней;

					ДП 44.03.04.163 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			52

$P_n - 2$  дня.

$$T_n = (366 - 119 - 14 - 2) \cdot 8 + 2 \cdot 7 = 1862 \text{ ч.}$$

Действительный фонд рабочего времени определяется по формуле:

$$T_d = T_n - H,$$

где  $T_n$  - номинальный фонд времени, сут.;

$H$  - планируемые невыходы на работу.

$$T_d = (233 - 39) \cdot 8 = 1552 \text{ ч.}$$

Таблица 3.1 – Баланс рабочего времени рабочего на год

Статьи баланса	Фонд времени	
	сутки	часы
1. Календарное время, дни	366	2928
2. Нерабочее время, дни		
а) выходные	103	-
б) праздничные	14	-
в) предпраздничные дни	2	-
3. Номинальный фонд рабочего времени	233	1862
4. Невыходы на работу	39	-
в том числе:		
а) основной и дополнительный отпуска, дни	28	-
б) по болезни	8	-
в) выполнение государственных и общественных обязанностей	1	-
г) отпуска по учебе	2	-
5. Действительный годовой фонд	194	1552
6. Коэффициент списочного состава	1,2	-

Все расчеты сводим в таблицу 3.2.

Расчет списочного состава вспомогательных рабочих приведён в таблице 3.3. В таблице 3.4 представлено штатное расписание ИТР, служащих и МОП. Принятое количество управленческого и обслуживающего персонала приведено в таблице 3.5.



## Окончание таблицы 3.2

3.1.	Агрегат 675А				1				
	Оператор	3	2	1		1	2	2	1,2
3.1.	ИСТ - 0,06				13				
	Плавильщик	5	2	0,5		7	13	16	1,2
	Шихтовщик	3	2	1		13	26	31	1,2
	Завальщик	2	2	1		13	26	31	1,2
	Заливщик	3	2	0,5		7	13	16	1,2
			8		Итого	41	80	96	
4	Термо - обрубное отделение								
4.1.	Установка 6А92				1				
	Оператор	3	2	1		1	2	3	1,2
4.2.	Установка 6Б95				1				
	Оператор	3	2	1		1	2	3	1,2
4.3.	Пресс гидравлический 6А93				1				
	Оператор	3	2	1		1	2	3	1,2
4.4.	Печь ПШЗ 5.10/12				1				
	Термист	3	2	1		4	2	3	1,2
4.5.	Печь ПШО 5.10/7				1				
	Термист	3	2	1		1	2	3	1,2
					Итого	8	10	15	
Всего производственных рабочих							126	155	

Таблица 3.3 – Расчет списочного состава вспомогательных рабочих

Профессия	Разряд	Количество рабочих, чел.			Ксп
		явочное		списочное	
		в сме- ну	в сутки		
Комплектовщик пресс-форм	4	2	4	5	1,2
Ковшевой	3	2	4	5	1,2
Маркировщик литья	1	1	2	3	1,2
Контролер	3	2	4	5	1,2
Лаборант	3	2	4	5	1,2
Весовщик	2	2	4	5	1,2
Водитель внутрицехового транспорта	2	2	4	5	1,2
Крановщик	4	3	6	8	1,2
стропальщик	2	3	6	7	1,2
Кладовщик	2	1	2	3	1,2
Слесарь	3	2	4	5	1,2
Станочник	3	6	12	14	1,2
Электрик	5	2	4	5	1,2
Работник по подготовке шихты и формовочных материалов	3	2	4	5	1,2
Печник - футеровщик	4	2	4	5	1,2
Всего		34	68	85	

Таблица 3.4 – Штатное расписание ИТР, служащих и МОП

Должность	Количество, чел	Должностной оклад, тыс.руб.	Сумма оклада с учетом районного коэф., тыс.руб.	
			месячный	годовой
ИТР				
1. Начальник цеха	1	49	56,35	676,2
2. Заместитель начальника	2	30	69	828
3. Начальник техбюро	1	34	39,1	469,2
4. Старший мастер	1	28	32,2	386,4
5. Сменный мастер	2	22	50,6	607,2
6. Мастер	5	22	126,5	1518
7. Энергетик цеха	1	23	26,45	317,4
8. Механик цеха	1	21	24,15	289,8
9. Инженер - экономист	1	25	28,75	345
10. Инженер - технолог	5	23	132,25	1587
Итого	20	277	585,35	7024,2
Служащие				
Специалист по кадрам	1	21	24,15	289,8



## Окончание таблицы 3.4

Нормировщик	1	19	21,85	262,2
Бухгалтер по расчетам	1	20	23	276
Секретарь	1	17	19,55	234,6
Диспетчер	1	17	19,55	234,6
Табельщик	1	16	18,4	220,8
Завхоз	1	15	17,25	207
Итого	7	125	143,75	1725
МОП				
Курьер	1	11	12,65	151,8
Охранник	1	12	13,8	165,6
Уборщик	1	9	10,35	124,2
Итого	3	32	36,8	441,6
Всего	30	434	765,9	9190,8

Принятое количество персонала занесем в таблицу 3.5 , с указанием удельного веса в общей численности.

Таблица 3.5 – Структура трудящихся в цехе

Категория персонала	Количество чел.	Удельный вес в общей численности, %
Рабочие, всего	240	88,9
в том числе:		
основные	155	57,4
вспомогательные	85	31,5
ИТР	20	7,4
Служащие	7	2,6
МОП	3	1,1
Итого	270	100,0

### 3.2 Организация и планирование заработной платы

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

При сдельной системе оплаты труда учитывается как степень сложности труда (квалификация рабочего, оцениваемая его квалификационным разрядом и тарифной ставкой), так и производительностью, достигнутой в течение рабочего времени[11].

Порядок расчёта планового фонда заработной платы основных и вспомогательных рабочих следующий:

1. Определение тарифного фонда заработной платы;
2. Установление выплат и доплат (часового, месячного, годового фондов);
3. Расчёт общего фонда заработной платы;
4. Определение средней заработной платы рабочих.

### 3.3 Определение тарифного фонда заработной платы

Расчёт фонда заработной платы осуществляется, укрупнено (по средней тарифной ставке) по всем отделениям цеха.

$$T_{cp} = \sum_{i=1}^n T_{ст.i} \cdot \frac{N_i}{N_{я}}$$

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

$N_i$  – явочное число рабочих соответствующего разряда;

$N_{я}$  – явочное число рабочих данной группы.

Средняя тарифная ставка для плавильного отделения:

$$T_{cp} = \frac{26 \cdot 59 + 39 \cdot 65 + 13 \cdot 80 + 2 \cdot 65}{80} = 65,49 \text{ руб.};$$

Средняя тарифная ставка для модельного отделения:

$$T_{cp} = \frac{6 \cdot 59 + 20 \cdot 75}{26} = 71,31 \text{ руб.};$$

Средняя тарифная ставка для отделения изготовления оболочки:

$$T_{cp} = \frac{10 \cdot 75}{10} = 75 \text{ руб.};$$

Средняя тарифная ставка для термо-обрубного отделения:

$$T_{cp} = \frac{10 \cdot 65}{10} = 65 \text{ руб.}$$

Количество отработанных человеко-часов определяется умножением списочного количества рабочих на действительный фонд рабочего времени одного рабочего в год.

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

Приработок сдельщика рассчитывается умножением заработной платы на планируемый коэффициент перевыполнения норм выработки  $K=1,5$ .

Премии рабочим за выполнение плана вычисляются от суммы заработка по тарифу и составляет 30%.

Основная заработная плата с учётом местонахождения предприятия рассчитывается умножением суммы составляющих основной заработной платы на районный коэффициент.

Фонд основной заработной платы рабочих рассчитываем по формуле[11]:

$$Z_{oc} = Z_{т.ф.с.} (1 + K_{пр} + K_{ст} + K_{ком}) \cdot K_{рн},$$

где  $Z_{т.ф.с.}$  - заплата сдельщиков;

$K_{пр}$  - коэффициент премиальных доплат (30%);

$K_{ст}$  - коэффициент стимулирующих доплат (15%);

$K_{ком}$  - коэффициент компенсационных доплат (10%);

$K_{рн}$  - районный коэффициент(1,15).

Дополнительная заработная плата вычисляется по формуле:

$$Z_{дон} = \frac{Z_{oc} \cdot K_{дон}}{100},$$

где  $K_{дон}$  - коэффициент дополнительной зарплаты;

$Z_{oc}$  - основная заработная плата.

$$K_{\text{доп}} = \frac{T_{\text{отп}} \cdot 100}{T_{\text{д}}} + \frac{T_{\text{г.о.}} \cdot 100}{T_{\text{д}}} + \frac{T_{\text{у.о.}} \cdot 100}{T_{\text{д}}} + 0,5$$

где  $T_{\text{отп}}$  - длительность отпуска рабочего, сут;

$T_{\text{д}}$  - действительный фонд времени, сут;

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

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

0,5 – размер прочих составляющих дополнительной зарплаты.

Годовой фонд зарплаты основных и вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{г.ф.}} = Z_{\text{ос}} + Z_{\text{доп}},$$

где  $Z_{\text{ос}}$  - основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$  - дополнительная заработная плата.

Все расчеты сведем в таблицу 3.6.

Таблица 3.6 – Расчет фонда заработной платы основных и вспомогательных рабочих

Участок	количество рабочих , чел	средняя часовая ставка, руб	затраты времени на программу, чел.ч	заплата за отработанное время, тыс.руб							Зарплата, тыс.руб			
				по тарифу	приработок сдельщика	премии	стимулирующие доплаты	компенсационные доплаты	итоги	с учетом районного коэффициента	за неотработанное время	годовой фонд	среднемесячная по цеху	среднемесячное на одного рабочего
1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1.Модельное отделение														
Модельщик по ВМ	7	57,94	10864,00	629,46	314,73	283,26	141,63	94,42	1463,49	1683,02	42,03	1725,05	143,75	20,54
Модельщик по ВМ	24	57,94	37248,00	2158,15	1079,07	971,17	485,58	323,72	5017,70	5770,35	144,11	5914,46	492,87	20,54
Итого	31											7639,51	636,63	41,07
2.Отделение изготовления формы														
оператор	12	75,00	18624,00	1396,80	698,40	628,56	314,28	209,52	3247,56	3734,69	93,27	3827,97	319,00	26,58
Итого	12											3827,97	319,00	26,58
3. Прокально - заливочное отделение														
оператор	2	68,04	3104,00	211,20	105,60	95,04	47,52	31,68	491,03	564,69	14,10	578,79	48,23	24,12
плавильщик	16	68,04	24832,00	1689,57	844,78	760,31	380,15	253,44	3928,25	4517,49	112,82	4630,31	385,86	24,12
Шихтовщик	31	68,04	48112,00	3273,54	1636,77	1473,09	736,55	491,03	7610,98	8752,63	218,59	8971,22	747,60	24,12
Завальщик	31	68,04	48112,00	3273,54	1636,77	1473,09	736,55	491,03	7610,98	8752,63	218,59	8971,22	747,60	24,12

Продолжение таблицы 3.6

Заливщик	16	68,04	24832,00	1689,57	844,78	760,31	380,15	253,44	3928,25	4517,49	112,82	4630,31	385,86	24,12
Итого	96											27781,84	2315,15	120,58
4.Термо - обрубное отделение														
Оператор	9	65,00	13968,00	907,92	453,96	408,56	204,28	136,19	2110,91	2427,55	60,63	2488,18	207,35	23,04
Термист	6	65,00	9312,00	605,28	302,64	272,38	136,19	90,79	1407,28	1618,37	40,42	1658,78	138,23	23,04
Итого	15											4146,96	345,58	46,08
Всего основные рабочие	154											43396,28	3616,36	234,31
Вспомогательные рабочие														
Комплектовщик пресс-форм	5	58	7760	450,08	225,04	202,54	101,27	67,51	1046,44	1203,40	30,05	1233,46	102,79	20,56
Ковшевой	5	51	7760	395,76	197,88	178,09	89,05	59,36	920,14	1058,16	26,43	1084,59	90,38	18,08
Маркировщик литья	3	39	4656	181,584	90,792	81,71	40,86	27,24	422,18	485,51	12,13	497,64	41,47	13,82
Контролер	5	51	7760	395,76	197,88	178,09	89,05	59,36	920,14	1058,16	26,43	1084,59	90,38	18,08
Лаборант	5	51	7760	395,76	197,88	178,09	89,05	59,36	920,14	1058,16	26,43	1084,59	90,38	18,08
Весовщик	5	45	7760	349,2	174,6	157,14	78,57	52,38	811,89	933,67	23,32	956,99	79,75	15,95
Водитель внут-рицевого транспорта	5	45	7760	349,2	174,6	157,14	78,57	52,38	811,89	933,67	23,32	956,99	79,75	15,95
Крановщик	8	58	12416	720,128	360,064	324,06	162,03	108,02	1674,30	1925,44	48,09	1973,53	164,46	20,56
стропальщик	7	45	10864	488,88	244,44	220,00	110,00	73,33	1136,65	1307,14	32,64	1339,79	111,65	15,95
Кладовщик	3	45	4656	209,52	104,76	94,28	47,14	31,43	487,13	560,20	13,99	574,19	47,85	15,95
Слесарь	5	51	7760	395,76	197,88	178,09	89,05	59,36	920,14	1058,16	26,43	1084,59	90,38	18,08
Станочник	14	51	21728	1108,128	554,064	498,66	249,33	166,22	2576,40	2962,86	74,00	3036,85	253,07	18,08
Электрик	5	65	7760	504,4	252,2	226,98	113,49	75,66	1172,73	1348,64	33,68	1382,32	115,19	23,04

Окончание таблицы 3.6

Работник по подготовке шихты и формовочных материалов	5	51	7760	395,76	197,88	178,09	89,05	59,36	920,14	1058,16	26,43	1084,59	90,38	18,08
Печник - футеровщик	5	58	7760	450,08	225,04	202,54	101,27	67,51	1046,44	1203,40	30,05	1233,46	102,79	20,56
всего вспомогательных рабочих	85											18608,16	1550,68	270,79
итого основных и вспомогательных рабочих	239											62004,44	5167,04	505,11

### 3.4 Отчисления на социальные нужды

В соответствии с законодательством в этот раздел себестоимости включаются:

- отчисления в фонд социального страхования (2,9% от фонда заработной платы);
- отчисления в пенсионный фонд (22% от фонда заработной платы);
- отчисления в фонд медицинского страхования (5,1% от фонда заработной платы).

Расчеты сведем в таблицу 3.7

Таблица 3.7 – Отчисления на социальные нужды

Фонд заработной платы	Отчисления в фонд, тыс.руб.			отчисления в социальные фонды, тыс.руб.
	Пенсионный (22%)	Медицинского страхования (5,1%)	Социального страхования (2,9%)	
Основные рабочие по цеху	9547,18	2213,21	1258,49	13018,88
Вспомогательные рабочие по цеху	4093,80	949,02	539,64	5582,45
Управленческий и обслуживающий персонал	2021,976	468,7308	266,5332	2757,24

Таблица 3.8 – Общий фонд заработной платы

	Фонд заработной платы	Виды доплат из фонда потребления						Общий фонд заработной платы, тыс.руб.
		Единовременные премии (5%)	Вознаграждения за выслугу лет (4,5%)	Материальная помощь (3%)	Доплаты к отпуску (2%)	Оплата жилья (5%)	Другие доплаты (1%)	
Основных рабочих	43396,28	2169,814	1952,833	1301,888	867,9256	2169,814	433,9628	52292,52
Вспомогательных рабочих	18608,16	930,4082	837,3674	558,2449	372,1633	930,4082	186,0816	22422,84



## Окончание таблицы 3.8

ИТР, служащих и МОП,	9190,8	459,54	413,586	275,72 4	183,81 6	459,54	91,908	11074,9 1
Итого	71195,24	3559,76	3203,79	2135,86	1423,90	3559,76	711,95	85790,27

### 3.5 Расчет стоимости основных фондов, амортизационных отчислений и нормативов загрузки оборудования

В проектируемом цехе выпускаются стальные отливки различных массовых групп методом литья по выплавляемым моделям.

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

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

Перечень технологического оборудования определяется на основе выбранного технологического процесса, а количество единиц - исходя из технологической трудоемкости производственной программы выпуска, эффективного фонда времени работы оборудования, сменности работы.

Данные по расчёту капитальных затрат и амортизационных отчислений показаны в таблице 3.9.

Затраты на приобретение и монтаж подъёмно-транспортного оборудования принимаем в размере 60% от стоимости технологического оборудования.

Затраты на прочее, вспомогательное оборудование принимаем в размере 25% от стоимости технологического оборудования.

Затраты на инструмент и приспособления принимаем 50 руб. на 1 тонну годных отливок.

Стоимость хозяйственного инвентаря можно принять из расчёта 2000 рублей на одного работающего.

Результаты расчетов сведем в таблицу 3.9.

Таблица 3.10. Смета расходов на ремонт и содержание оборудования.

Наименование статьи и затрат	Сумма, тыс.руб.	Примечание
Эксплуатация оборудования	425,3	1 % от стоимости оборудования
Текущий ремонт оборудования	2126,5	5 % от стоимости оборудования
Внутрипроизводственное перемещение груза	7500	5 р. На 1 т годного литья
Износ малоценного и быстроизнашивающегося оборудования	22500	15 р. На 1 т годного литья
Прочие расходы	9530,96	10 % от общей суммы расходов
Итого	42082,76	

Таблица 3.9 - Расчет капитальных затрат и амортизационных отчислений

Наименование	Общая площадь м3	Марка (модель) оборудования	Количество, шт.	Стоимость единицы оборудования			Общая стоимость, тыс.р.	Амортизационный отчисления		
				цена, тыс.р	монтаж			Норма,%	Сумма, тыс.р.	
					%	тыс.р.				
1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0
Здания и сооружения	30909,6			1,0				30909,6	2,0	618,2
Бытовые помещения	14580,0			1,5				21870,0	2,0	437,4
Итого	45489,6							52779,6		1055,6
Основное оборудование										
1. Индукционная печь		ИСТ - 0,06	13,0	350,0	10,0	35,0	385,0	5005,0	7,0	350,4
2.Автомат для приготовления мод.пасты		61701,0	1,0	150,0	10,0	15,0	165,0	165,0	9,0	14,9
3. Шприц-машина		6И141	2,0	100,0	10,0	10,0	110,0	220,0	9,0	19,8
4.Приготовление огнеупорного покрытия		662А	2,0	300,0	10,0	30,0	330,0	660,0	9,0	59,4
5. Роботизированный комплекс для формирования оболочек		7713,0	2,0	3500,0	10,0	350,0	3850,0	7700,0	9,0	693,0
6. Выплавка модельного состава		64531,0	1,0	250,0	10,0	25,0	275,0	275,0	9,0	24,8
7.Обжиг, формовка, заливка, выбивка		675А	1,0	1500,0	10,0	150,0	1650,0	1650,0	9,0	148,5
8. Отделение керамики		6А92	1,0	300,0	10,0	30,0	330,0	330,0	9,0	29,7
9. Выщелачивания		6Б95	2,0	300,0	10,0	30,0	330,0	660,0	9,0	59,4
10. Пресс гидравлический		6А93	1,0	200,0	10,0	20,0	220,0	220,0	9,0	19,8

Окончание таблицы 3.9

11.Печь закалочная		ПШЗ 5.10/12	3,0	450,0	10,0	45,0	495,0	1485,0	9,0	133,7
12. Печь для отпуска		ПШО 5.10/7	3,0	400,0	10,0	40,0	440,0	1320,0	9,0	118,8
Итого			32,0	7800,0		780,0	8580,0	19690,0		1672,0
Подъемно-транспортное оборудование										
Кран мостовой			6,0	2000,0	60,0	1200,0	3200,0	19200,0	10,0	1920,0
кран консольный			1,0	1000,0	60,0	600,0	1600,0	1600,0	10,0	160,0
Итого			7,0	3000,0		1800,0	4800,0	20800,0		2080,0
Инструмент и оснастка								1500,0	50,0	750,0
Хозяйственный инвентарь								540,0		540,0
Итого								2040,0		1290,0
Итого								95309,6		6097,6

### 3.6 Определение затрат и планирование себестоимости продукции

Количество основных и вспомогательных материалов и затраты на их приобретение на годовую программу произведем в таблицу 3.11.

Таблица 3.11 – Количество основных и вспомогательных материалов и затраты на приобретение

Наименование материала	Расход, т		Затраты		
	На годовую программу	На 1т годного литья	Цена, руб./т	На годовую программу, тыс.руб.	На 1т годного литья, тыс.руб.
1	2	3	4	5	6
1. Стальной лом	1591,591114	1,0611	4800	8106,119277	5,093092
2. Чугун передельный ПЛ1А1	34,6153894	0,0231	6500,000	5,192309128	0,15
3. Ферромарганец	0,597332	0,0004	70000,000	0,016650924	0,027875
4. Модельный состав ПС 50-50	66,05	0,044033	50000	3302,5	2,201667
5. Кварцевый песок	1533000	1022	300	459900	306,6
6. Этилсиликат	682140	454,76	230	156892,2	104,5948
Итого				620094,7	418,6674

Таблица 3.12 – Запасы основных и вспомогательных материалов на цеховом складе

Материал	Запас на складе Q, т	Суточный расход, т	Периодичность поставок, т/сут	Критический уровень запасов Qкр, т	Цена руб./т	Стоимость запаса, тыс.руб.
1. Стальной лом	19,33106616	6,443688721	3	19,33106616	5,093091565	98,45489001
2. Чугун передельный ПЛ1А1	0,420429831	0,140143277	3	0,420429831	0,150	0,063064483
3. Ферромарганец	0,007255045	0,002418348	3	0,007255045	0,028	0,000202238
4. Модельный состав ПС 50-50	0,802226721	0,267408907	3	0,802226721	50000	40,11133603
5. Кварцевый песок	18619,4332	6206,477733	3	18619,4332	300	5585,82996
6. Раствор этилсиликата	8285,101215	2761,700405	3	8285,101215	230	1905,573279
7. Возврат	17,04935466	5,683118219	3	17,04935466		

Себестоимость продукции представляет собой затраты данного предприятия денежном выражении на производство и сбыт продукции в объеме производственной программы.

Расчёт затрат на изготовление единицы продукции (1 тонну литья) или выполнение объёма работ называется калькуляцией. Определим калькуляцию себестоимости 1 т годных отливок, таблица 3.13.

					<i>ДП 44.03.04.163 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						70
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>			

Таблица 3.13 – Калькуляция себестоимости 1 т годных отливок

Статья затрат	Ед. измерения	На 1 т литья			На программу	
		Кол-во	Цена,р.	Сумма,тыс.руб.	Кол-во	Сумма, тыс.р
1. Сырье и основные материалы						
Стальной лом	т	1,0611	4800,000	5,0931	1591,5911	8106,1193
Чугун передельный ПЛ1А1	т	0,0231	6500,000	0,1500	34,6154	5,1923
ферромарганец	т	0,0004	70000,000	0,0279	0,5973	0,0167
Возврат собственного производства	т	0,9358			1403,7302	
Итого	т	2,020		5,2710	3030,5340	8111,3282
2. Возвраты (литники и прибыля)	т	0,94			1403,7280	
Угар и безвозвратные потери	т	0,06			86,9900	
Итого за вычетом угара и возврата	т	1		5,2710	1539,8160	8111,3282
3. Оплата труда основных рабочих	тыс.руб.			34,8617		52292,5165
4. Отчисления на социальные нужды	тыс.руб.			8,6793		13018,8838
5. Технологическая электроэнергия	кВт*ч	4530	4,8000	21,7448	6795235,7500	32617,1316
6. Технологическое топливо	м3		4,7500	3,9715	1254170,0000	5957,3075
7. Энергия на технические нужды:						
вода	м3		4,4200	0,2313	78479,5000	346,8794
воздух	м3		2,3600	0,7089	450600,0000	1063,4160

Окончание таблицы 3.13

8. Расходы на подготовку и освоение производства				180,7486		271122,8685
9. Расходы на ремонт и эксплуатацию оборудования				28,0552		42082,7600
10. Отчисление на амортизацию				4,0651		6097,5920
Основная себестоимость				288,3372		432710,6834
Цеховые расходы				172,6346		258951,9734
Цеховая себестоимость				461,1084		691662,6568
Общезаводские расходы				50,3335		75500,2212
Производственная себестоимость				947,5492		1421323,8000
Непроизводственные расходы				14,2132		21319,8570
Полная себестоимость				962,1374		1442643,6570

Таблица 3.14 Смета цеховых расходов

Статья затрат	Цена 1 т литья		Сумма на всю программу, тыс.руб.
	Количество	Сумма, тыс.руб.	
1. Затраты на оплату вспомогательных рабочих, управленческого и обслуживающего персонала	22,3318341	22,33183414	33497,75
2. Отчисления на социальные нужды		8,679255846	13018,88377



Окончание таблицы 3.14

3. Амортизация здания и инвентаря		4,065061333	6097,592
4. Затраты на НИОКР, рационализаторство и изобретательство (8% от основной заработной платы производственных рабочих)		3,30690362	4960,36
5. Расходы на охрану труда (10% от основной заработной платы производственных рабочих)		4,133629526	6200,44
6. Стоимость вспомогательных материалов		107,1030667	160654,6
Итого		149,6197511	224429,63
7. Транспортный налог (1% от цехового фонда заработной платы)		0,571935118	857,90
8. Прочие расходы (15% от суммы всех предыдущих расходов)		22,44296267	33664,444
Итого цеховых расходов		172,6346489	258951,9734

Цеховая себестоимость охватывает затраты только данного цеха на производство продукции. В производственную себестоимость включаются, кроме цеховых, также общезаводские расходы (содержание аппарата заводоуправления, общезаводских зданий и сооружений), расходы на подготовку и освоение производства, а также прочие производственные расходы.

В полную себестоимость включается производственная (заводская) себестоимость и внепроизводственные расходы. К последним относятся транспортные расходы на реализацию продукции, отчисления сбытовым организациям и прочие расходы по сбыту.

При формировании сметы затраты целесообразно группировать по статьям калькуляции ориентируясь на типовые калькуляционные статьи затрат.

Переменные статьи затрат:

- прямые материальные затраты: сырье и основные материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные полуфабрикаты и комплектующие, топливо и электроэнергия для технологических целей, вода промышленная;
- прямые затраты на оплату труда производственных рабочих: заработная плата (основная и дополнительная) с отчислениями на социальные нужды (единый социальный налог)

Рассчитываются прямым счетом на основании норм и нормативов расхода материальных, топливно-энергетических и других аналогичных по экономическому назначению ресурсов в расчете на единицу продукции, цен приобретения (оптовых цен) в расчете на единицу материальных, топливно-энергетических и других ресурсов; сдельных расценок с учетом физических объемов производства продукции в расчетном периоде[11].

Постоянные статьи затрат: расходы на содержание и эксплуатацию оборудования (РСЭО); цеховые, общезаводские и внепроизводственные расходы не зависят от объемов производства в расчетном календарном периоде и являются комплексными, поскольку включают разнородные по экономическому содержанию элементы затрат.

					ДП 44.03.04.163 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			74

Для определения общей величины постоянных расходов на расчетный период по статьям затрат рекомендуются расчетно-аналитические методы расчета, в основе которых - анализ данных бухгалтерского учета о величине накладных расходов, прямые укрупненные расчеты элементов затрат из числа образующих комплексную статью за расчетный (планируемый) период.

Для определения суммарной величины постоянных расходов по статьям затрат в расчете на единицу продукции, услуг рекомендуется общую за расчетный период величину постоянных расходов относить на единицу продукции.

#### 1. Расчёт постоянных затрат.

Постоянные затраты складываются из следующих составляющих[11]:

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

где  $FC_1$  - отчисления на амортизацию оборудования, зданий и сооружений;

$FC_2$ - отчисления на эксплуатацию и ремонт оборудования;

$FC_3$  - расходы на подготовку и освоение производства;

$FC_4$  - затраты на оплату вспомогательных рабочих, управленческого и обслуживающего персонала, плюс отчисления на социальные нужды;

$FC_5$  - затраты на НИОКР, рационализаторство и изобретательство;

$FC_6$  - расходы на охрану труда;

$FC_7$ - прочие цеховые расходы;

$FC_8$  - общезаводские расходы;

$FC_9$  - непроизводственные расходы.

$$FC = (1672 + 1055,6) + 42082,76 + 271122,8685 + 32225,38 + 4960,36 + 6200,44 + 35375,57451 + 75500,2212 + 21328,1691 = 450643,3733 \text{ тыс.руб.}$$

Средние удельные переменные расходы (на 1 т годного литья) равны:

$$AFC = \frac{FC}{M},$$

где  $FC$  – общие переменные затраты;

$M$  – годовой выпуск годного литья по программе цеха.

$$AFC = \frac{450643,3733}{1500} = 300,429 \text{ тыс.руб./т.}$$

					ДП 44.03.04.163 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			75

## 2. Расчет переменных затрат.

Расчёт переменных затрат производится по формуле[11]:

$$VC = VC_1 + VC_2 + VC_3 + VC_4 + VC_5 + VC_6 + VC_7$$

где  $VC_1$  - суммарные затраты на сырьё и основные материалы, тыс.р.;

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

$VC_3$  - затраты на технологическую энергию;

$VC_4$  - затраты на технологическое топливо;

$VC_5$  - затраты на техническое использование воды и сжатого воздуха;

$VC_6$  - затраты на вспомогательные материалы;

$VC_7$  - транспортный налог.

$$VC = 8111,3282 + 65311,4002 + 32617,1316 + 5957,3075 + 1410,2954 + 620094,7 + 857,9 = 734360,0629 \text{ тыс. руб.}$$

Средние удельные переменные расходы (на 1 т годного литья) равны:

$$AVC = \frac{VC}{M},$$

где  $VC$  – общие переменные затраты;

$M$  – годовой выпуск годного литья по программе цеха.

$$AVC = \frac{734360,0629}{1500} = 489,57 \text{ тыс. руб./т.}$$

Общие годовые затраты равны:

$$TC = FC + VC,$$

$$TC = 450643,3733 + 734360,0629 = 1185003,4362 \text{ тыс. руб.}$$

Общие средние удельные затраты равны полной себестоимости литья:

$$ATC = AVC + AFC,$$

$$ATC = 489,57 + 300,429 = 789,999 \text{ тыс. руб./т.}$$

### 3.7 Ценообразование

При установлении цен на продукцию используют следующие методы ценообразования:

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

Рассчитаем цену по формуле:

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

где  $S$  – себестоимость тонны годного литья, руб.;

$$P = 1,9 \cdot 962,1374 = 1828,061 \text{ тыс. р.}$$

Примем цену на тонну годного литья из сплава 35Л, равную 1828,061 тыс. руб.

Доход от продаж определим по формуле:

$$D = P \cdot Q,$$

где  $D$  – доход от продаж, тыс. руб.;

$P$  – цена продукции, тыс. руб.;

$Q$  – объем производства, т.

$$D = 1828,061 \cdot 1500 = 2742091,59 \text{ тыс. руб.}$$

### 3.8 Анализ коммерческой эффективности проекта

Расчетный срок реализации проекта составляет – 3 года, т.е. 12 кварталов.

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

					<b>ДП 44.03.04.163 ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			77

Выпуск литья начинается в четвертом квартале, принятую мощность  $M_{пр.кв}$  начинают достигать с шестого квартала. В четвертом квартале выпуск литья будет составлять  $M_{пр.кв} \cdot 0,5$ ; в пятом -  $M_{пр.кв} \cdot 0,75$ ; в шестом и последующих кварталах -  $M_{пр.кв}$ .

Для начала реализации проекта требуется прирост оборотных фондов на создание в третьем квартале необходимых запасов основных и вспомогательных материалов, а также складских запасов литья.

Суммарные инвестиционные издержки на проект показаны в таблице 3.15.

Таблица 3.15. Распределение необходимых инвестиций в основные и оборотные средства.

Адрес инвестиций	Инвестиции по кварталам, млн руб.						Всего
	1	2	3	4	5	6	
1.Строительство здания	15,83388	15,83388	21,11184				52,7796
2.Приобретение и монтаж оборудования			8,506	25,518	8,506		42,53
3.Прирост оборотных фондов			2				2
Итого	15,83388	15,83388	31,6178	25,518	8,506		97,3096

Источники финансирования можно разделить на собственные, привлеченные и заемные. Примем объем собственных средств ИФС =  $0,6 \cdot \text{ИОК}$ . Остальные средства в объеме  $0,4 \cdot \text{ИОК}$  распределяются между привлеченными и заемными средствами, т.е.  $\text{ИОК} = \text{ИФС} + \text{ИФП}_p + \text{ИФ}_z$  [11].

$$\text{ИФС} = 0,6 \cdot 31,6178 = 18,97068 \text{ млн руб.}$$

Использование привлеченных средств, например, за счет выпуска обычных акций имеет следующие преимущества:

- 1) на первых этапах освоения проекта можно не платить дивиденды;
- 2) деньги, полученные по акциям можно не возвращать.

Примем ставку на кредит – 100 % годовых (25 % в квартал) с поквартальной выплатой,  $ИФП_p = 0,25 \cdot ИОК$  и  $ИФ_3 = 0,15 \cdot ИОК$ .

$$ИФП_p = 0,25 \cdot 31,6178 = 7,90445 \text{ млн руб.}$$

$$ИФ_3 = 0,15 \cdot 31,6178 = 4,74267 \text{ млн руб.}$$

$$ИОК = 18,97068 + 7,90445 + 4,74267 = 31,6178 \text{ млн руб.}$$

Составим оперативный план производства (таблица 3.16) с учетом данных из таблицы 3.15. При этом следует в первую очередь расходовать собственный капитал, затем – привлеченный и в последнюю очередь – заемный. План привлечения и погашения кредитных средств приведен в таблице 3.18.

Срок погашения кредита 9-12-й кварталы. Погашение кредита начинается со следующего после привлечения кредита квартала. Выплаты дивидендов начинаются в четвертого квартала в следующих размерах: четвертый квартал – 5 % от чистой прибыли, пятый – 8 %, 6-8-й кварталы – по 10 %, 9-12-й кварталы – по 15 % от чистой прибыли.

При реализации проекта осуществляются три вида деятельности: инвестиционная, операционная и финансовая. В каждом из этих видов деятельности можно выделить притоки и оттоки денежных средств. Источники финансирования показаны в таблице 3.17.

Данные по операционной, инвестиционной и финансовой деятельности приведены в таблицах 3.19, 3.20, 3.21.

В таблице 3.22 приведен расчет денежных потоков (план доходов и расходов). В таблице 3.23 приведен расчет дисконтированного эффекта.

В таблице 3.24 дисконтированные данные по инвестициям.

Таблица 3.16 – Оперативный план производства

Показатель	Кварталы						
	1-3	4	5	6	7	8	9-15
1. Рыночный потенциал цеха, тыс. т.		187,5	281,25	375	375	375	375
2. Цена 1 т годного литья, тыс. т		1828,061	1828,061	1828,061	1828,061	1828,061	1828,061
3. Объем продаж, тыс. т.		187,5	281,25	375	375	375	375
4. Доля предприятия в отраслевом рынке	0	0,5	0,75	1	1	1	1
5. Объем производства, тыс. т.		187,5	281,25	375	375	375	375
6. Запасы литья на складе на конец квартала, тыс. т.							

Таблица 3.17 – Источники финансирования

Наименования источника средств	Распределение вложений по кварталам, млн руб.						Всего
	1	2	3	4	5	6	
1. Собственные средства	15,83388	15,83388	21,11184	5,60616			58,38576
2. Привлеченные средства				24,3274			24,3274
3. Заемные средства			10,506	2	2,0904		14,59644
Итого	15,83388	15,83388	31,61784	31,93356	2,0904	0	97,3096



Таблица 3.18 – План привлечения и погашения кредитных средств

Наименование операции	Распределение вложений по кварталам, млн.р.						
	3	4	5	6	7	8	9-12.
1. Привлечение кредита	8,5964	2	4				
2. Погашение кредита							14,5964
3. Финансовые издержки (%за кредит)		2,18946	2,18946	2,18946	2,18946	2,18946	
Итого	8,5964	4,18946	6,18946	2,18946	2,18946	2,18946	14,5964

Таблица 3.19 – Данные по операционной деятельности

Показатель	Распределение по кварталам						
	1-3.	4	5	6	7	8	9-12.
1. Объем производства, т		187,5	281,25	375	375	375	375
2. Цена продукции, тыс. руб/т		1828,0611	1828,061	1828,061	1828,061	1828,061	1828,061
3. Доход от продажи, млн руб.		342,7614563	514,1422	685,5229	685,5229	685,5229	685,5229
4. Налоги на добавленную стоимость, млн руб.		68,55229125	102,8284	137,1046	137,1046	137,1046	137,1046

Продолжение таблицы 3.19

5.Налоги и сборы, млн руб.		41,13137385	41,13137	41,13137	41,13137	41,13137	41,13137
6. Валовые затраты с учетом отчислений по % ставке на кредит, млн руб.		180,4007625	270,6011	360,8015	360,8015	360,8015	360,8015
7.Валовая прибыль, млн руб.		93,8084025	140,7126	187,6168	187,6168	187,6168	187,6168
8. Резервный фонд		5,202669496	9,762866	14,29126	13,95099	13,95099	13,78686
9.Фонд развития (часть фонда накопления, направляемая в проект), млн руб.		44,22269072	80,0555	114,3301	97,65695	97,65695	96,50805
10. Налогооблагаемая прибыль, млн руб.		3,251668435	9,762866	17,86408	34,87748	34,87748	36,19052
11.Налог на прибыль, млн руб.		0,650333687	1,952573	3,572815	6,975497	6,975497	7,238104
12. Чистая прибыль, млн руб.		52,02669496	97,62866	142,9126	139,5099	139,5099	137,8686
13. Резервный фонд нарастающим итогом, млн руб.		5,202669496	14,96554	29,2568	43,20779	57,15878	70,94565

## Окончание таблицы 3.19

4.Фонд потребления, млн руб.					13,95099	13,95099	13,78686
15. Фонд накопления, млн руб.	44,22269072	80,0555	114,3301	97,65695	97,65695	96,50805	
16.Фонд накопления нарастающим итогом, млн руб.	44,22269072	124,2782	238,6083	336,2652	433,9222	530,4302	
17.Дивиденды, млн руб.	2,601334748	7,810293	14,29126	13,95099	13,95099	20,6803	

Таблица 3.20 – Данные по инвестиционной деятельности

Наименование показателя	Распределение по кварталам, млн руб.								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9-12.
1.Поступления от продажи активов				24,3274					
2. Затраты на приобретение активов									
Итого				24,3274					

Таблица 3.21 – Данные по финансовой деятельности

Наименование показателя	Распределение по кварталам, млн руб.								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9-12.
1. Собственный капитал	15,83388	15,83388	21,11184	5,60616					
2. Заемные средства			8,5964	2	4				
3. Излишек средств	15,83388	15,83388	29,70824	7,60616	4				

Таблица 3.22 – Расчет чистых денежных потоков (план доходов и расходов)

Наименование денежных потоков	Денежные потоки в кварталы инвестиционного периода, млн руб.								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9-12.
1. Приток наличности				44,22269	124,2782	238,6083	336,2652	433,9222	530,4302
2. Отток наличности									
3. Расходы на основные и оборотные средства	-15,8339	-15,8339	-31,6178	-25,518	-8,506				
4. Погашение задолженностей за кредит									-148,825
5. Чистый денежный поток	-15,8339	-15,8339	-31,6178	18,70469	115,7722	238,6083	336,2652	433,9222	381,6049
Приток									
6. Собственный капитал	15,83388	15,83388	21,11184	5,60616					
7. Заемные средства			10,506	2	2,0904				
8. Чистый денежный поток	15,83388	15,83388	31,61784	7,60616	2,0904				
Приток									
9. Поступления от продаж активов					58,589	45,853	25,896	18,48728	
10. Чистый денежный поток					58,589	45,853	25,896	18,48728	
11. Излишек средств	0	0	0	26,31085	176,4516	284,4613	362,1612	452,4095	381,6049
12. Суммарная потребность в средствах	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13. Сальдо на конец квартала	0	0	0	26,31085	202,7624	487,2237	849,385	1301,794	1683,399

Таблица 3.23 – Расчет чистого дисконтированного эффекта

Наименование показателя	Кварталы								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9-12.
1. Чистый денежный поток, млн руб.				26,3109	176,452	284,461	362,161	452,409	381,605

## Окончание таблицы 3.23

2. Коэффициент дисконта <i>at</i>	1	0,855	0,731	0,624	0,534	0,456	0,390	0,333	0,178
3. Чистый дисконтированный поток, млн руб.	0	0	0	16,428	94,163	129,746	141,184	150,741	67,853
4. Чистый дисконтированный поток нарастающим итогом, млн руб.	0	0	0	16,428	110,591	240,337	381,522	532,262	600,115

Таблица 3.24 – Дисконтированные данные по инвестициям

Показатель	кварталы				
	1	2	3	4	5
1. Суммарные инвестиции, млн руб.	15,8339	15,8339	31,6178	25,518	8,506
2. Коэффициент дисконта <i>at</i>	1	0,855	0,731	0,624	0,533
3. Дисконтированные инвестиции, млн руб.	15,8339	13,538	23,1126	15,9232	4,5337
4. Дисконтированное значение капитала нарастающим итогом, млн руб.	15,8339	29,3718	52,4845	68,4077	72,9414

### 3.9 Показатели эффективности

Показателями эффективности являются:

1. Чистый дисконтированный доход:

$$ЧДД = 600,115 - 72,9414 = 527,1736 \text{ млн руб.}$$

Это разность значений из таблицы 3.23 последнего пункта 9-12 кварталы таблицы 3. 24 пункта 5 за пятый квартал;

2. Индекс доходности  $ИД = \frac{S}{K}$ , где  $K$  – суммарный поток дисконтированных инвестиций.

$$ИД = \frac{600,115}{72,9414} = 8,227 \text{ млн руб.}$$

3. Срок окупаемости проекта определяем по графику

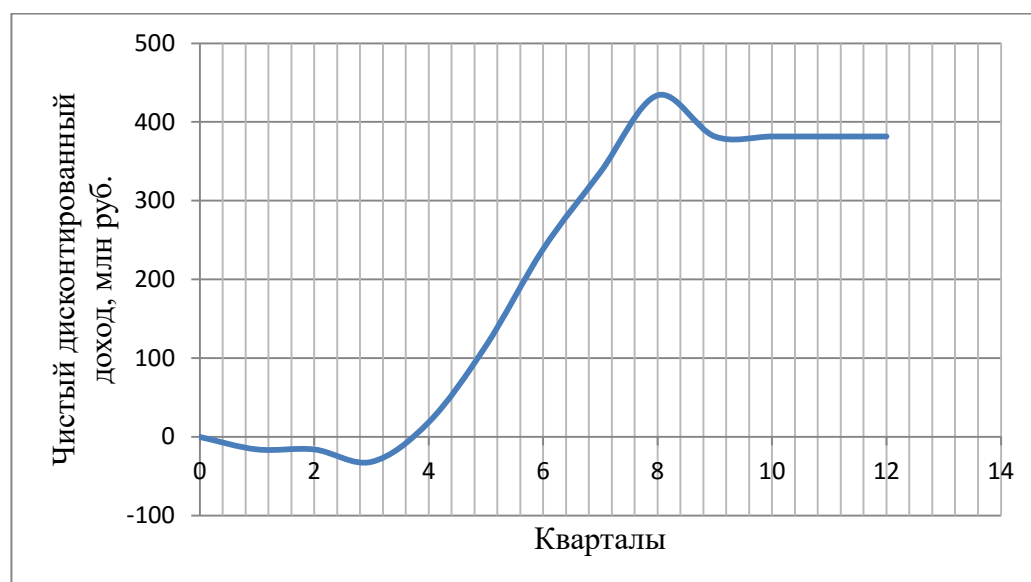


Рисунок 1 – Финансовый профиль проекта

Исходя из графика проект окупается примерно за 4 квартала, то есть за один год.

4. Доля собственных средств: 0,6 %;

5. Точка безубыточности:

$$6. Q_{кр} = \frac{FC}{(P - AVC)} = \frac{450643,3733}{1828,061 - 489,57} = 336,68 \text{ т} < 1500 \text{ т.}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	

## 4 ЭКОЛОГИЧНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОЕКТА

### 4.1 Глобальные экологические проблемы современности

Когда мы говорим об экологических глобальных проблемах, мы имеем в виду загрязнение озер и рек, воздуха которым дышим, все это наносит непоправимый вред мировой экономике и водной экосистеме; загрязнение уничтожает лесные зоны, богатые животными и растениями.

Загрязнение атмосферы выбросами автотранспорта и промышленными предприятиями становится все интенсивнее, так как за несколько десятилетий автомобили стали неотъемлемой частью жизни каждого человека. Впоследствии этого образуются кислотные дожди, которые были уже отмечены в западной Европе и Северной Америке в 1950-х годах, распространение кислотных дождей по всему миру связано с возросшими техногенными выбросами оксидов и серы, и азота. Промышленные предприятия и заводы также являются серьезными источниками загрязнений[12].

В частности металлургическая промышленность вызывает серьезные экологические проблемы. Все известные технологические процессы, связанные с металлургическим производством чугуна, стали, алюминия и их использования для изготовления каких-либо деталей или изделий, всегда сопровождалось образованием большого количества отходов в виде пыли и вредных газов, шлаков, шламов, сточных вод, скрапа, окалины, мусора и других выбросов, загрязняющих атмосферу, воду и поверхность земли.

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

					<b>ДП 44.03.04.163 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>			87

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

На атмосферный воздух приходится более 70% всех вредных воздействий литейного производства.

Таким образом, можно сказать, что в формировании глобальных экологических проблем металлургия и литейное производство занимает чуть ли не первое место в мире, выше находятся только воздействие парникового эффекта и угроза ядерной войны[13].

#### **4.2 Анализ связей технологического процесса с экологическими системами**

В дипломном проекте разрабатывается технологический процесс изготовления отливки «Кронштейн» из стального сплава 35Л. Отливка изготавливается методом литья по выплавляемым моделям. Во время технологического процесса изготовления отливки образуются различные виды отходов, которые представлены в виде связей с внешней средой на рисунке 2.

Исходным сырьем для технологического процесса изготовления отливки «Кронштейн» являются:

1. Стальной лом .
2. Передельный чугун ПЛ1А1.
3. Ферромарганец ФМн90.
4. Отходы в виде литниково-питающих систем.
5. Модельный состав марки ПС 50-50.
6. Кварцевый, формовочный песок.

Раствор этилсиликата для приготовления суспензии



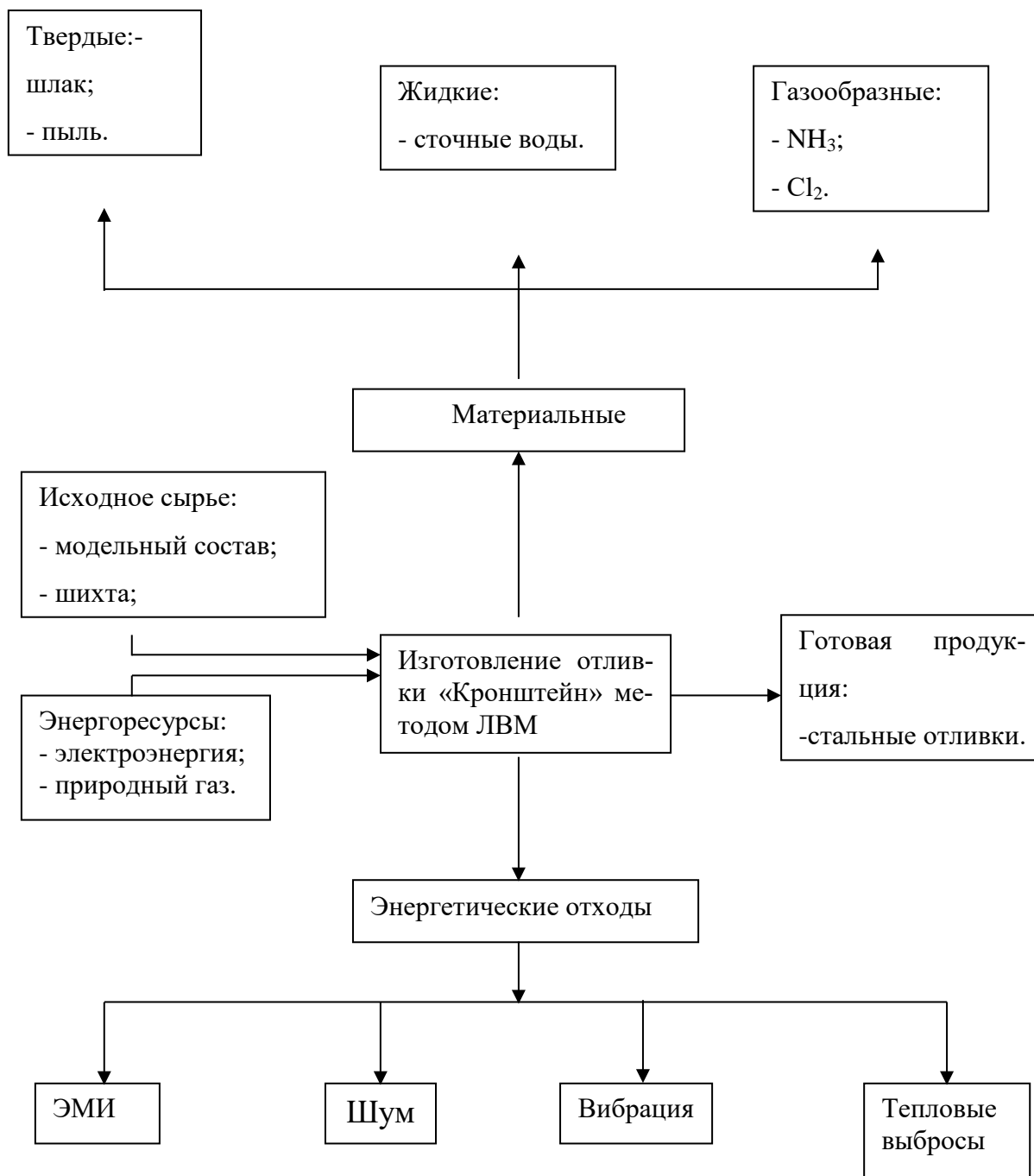


Рисунок 2. Связь технологического процесса с внешней средой

Энергоресурсом служит природный газ и электроэнергия.

В ходе технологического процесса образуются следующие виды отходов:

1. материальные:

- твердые – пыль нетоксичная, шлак;
- жидкие – сточные воды, содержащие взвешенные вещества, хлориды;
- газообразные – аммиак, хлор.

2. энергетические:

- шум;
- вибрация;
- тепловые выбросы;
- электромагнитное излучение.

Твердые отходы, в виде пыли образуется при приготовлении суспензии, обсыпке модельных блоков, формовке на вибрационном столе, выбивке и отбивании керамической оболочки. Шлак образуется при плавке стали в индукционных печах.

Жидкие отходы образуются в результате охлаждения оборудования, приготовления формовочной массы, а так же очистки отливок.

Газообразные отходы образуются при изготовлении оболочек, изготовлении смеси, а так же плавке, заливки и охлаждении металла.

Энергетические отходы образуются в виде тепловых выбросов (высокие температуры при сливе металла из печи, заливке металла в форме и ее остывании), электромагнитных излучений при работе индукционных печей, шума и вибрации при работе оборудования по сушке оболочек, формовке и выбивке, отбивании керамической оболочки от блоков отливок, обрезке отливок на гидравлическом прессе.

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

### **4.3 Основные требования экологизации проекта**

Основными требованиями экологизации проекта являются – соблюдение предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ выбрасываемых цехом, а так же предельно допустимых уровней (ПДУ) вредных воздействий (таблица 4.1) (ПДК согласно ГН 2.2.5.1313-03[14], ПДУ согласно СН 2.2.4/2.1.8.566-96[15], СанПиН 2.2.4.1191-03[16]).

					<b>ДП 44.03.04.163 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>			90

Таблица 4.1. ПДК и ПДУ вредных веществ и воздействий.

Вещество	Ед. измерения	Нормируемое значение, в числителе максимально суточное, в знаменателе средне-суточное
В атмосфере:		
Хлор	мг/м <sup>3</sup>	0,1/0,03
Аммиак	мг/м <sup>3</sup>	0,20/0,20
Пыль нетоксичная	мг/м <sup>3</sup>	0,5/0,15
В воде водоемов:		
взвешенные вещества	мг/дм <sup>3</sup>	20
Хлориды	мг/дм <sup>3</sup>	350
Энергетические:		
Шум	дБА	110
Вибрация	дБА	100
Тепловые выбросы	кДж/м <sup>3</sup>	35
Напряженность электрического поля	В/м	500
Напряженность магнитного поля	А/м	10

#### 4.4 Рекомендуемые мероприятия по экологизации производства

Технология литья по выплавляемым моделям сама по себе является более чистой и экологичной в сравнении с традиционными видами литья.

Оборудование (производство Россия), которое было выбрано для цеха, является достаточно производительным, но при этом очень энергоемким и образует достаточное количество отходов. Для снижения энергопотребления на 25-30 % и количества отходов, предусматриваются следующие мероприятия:

- установка современного полностью автоматизированного оборудования, имеющего более высокую производительность, и при этом потребляющего меньше электроэнергии. Например, оборудование производства Австрии, Германии, Италии закрытого типа, то есть снабженное специальными отводами для локализации и организованного сбора различных вы-

бросов. Установка такого оборудования позволит уменьшить количество выбрасываемой нетоксичной пыли;

- возврат обрезков литниково-питающих систем обратно в переплав;
- для снижения уровня выброса аммиака от воздушно-аммиачной сушки модельных блоков, предусматривается использование очистителя воздуха - биофильтра «ОПВС» кассетного типа. Основным элементом биофильтра для очистки воздуха, как и водоочистного биофильтра, является фильтрующий слой, который сорбирует токсические вещества из воздуха. Далее эти вещества в растворенном виде диффундируют к микробным клеткам, включаются в них и подвергаются деструкции. В качестве носителя для фильтрующего слоя используются природные материалы;
- для очистки воздуха от газообразного хлора в плавильном отделении рекомендуется использовать механический фильтр «CODN» кассетного типа, который предусматривает трехступенчатую очистку воздуха:
- предфильтр, для улавливания частиц более 30 мкм (КПД = 85%)
- керамический фильтр для абсорбции газа с КПД более чем 99,7%
- активированный уголь;
- для очистки сточных вод от хлоридов предусматривается применение метода коагуляции после удаления грубодисперсных примесей – для удаления коллоидных частиц. Один из видов коагуляции – флокуляция, при которой мелкие взвешенные частицы под влиянием специально добавляемых веществ (флокулянтов) образуют интенсивно оседающие хлопьевидные образования. Очищенные воды от взвешенных частиц и хлоридов возвращаются обратно в технологический процесс.
- тепловые выбросы от индукционных печей, недавно залитых форм рекомендуется использовать для подогрева шихты, таким образом ускорить процессы плавки (интенсификация);
- для снижения электромагнитное излучение от индукционных печей предусматривается использование пультов дистанционного управления,

					ДП 44.03.04.163 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			92

предназначенных для удаленного управления тиристорным преобразователем частоты, входящего в состав установки индукционной плавильной, а также для визуального наблюдения за параметрами работы вспомогательного оборудования;

- для снижения вибрации предусматривается установка машин и оборудования с низкой вибрационной активностью (уменьшение вредного воздействия шума, вибрации).

Таким образом, рекомендуемые мероприятия позволят сделать данный технологический процесс экологичным и ресурсосберегающим, снизить расход основных материалов, минимизировать выбросы вредных веществ, обезопасить окружающий мир от вредных факторов за счет:

1. применения автоматизированного оборудования позволяющего уменьшить вредное воздействие шума, вибрации и теплового излучения до их ПДУ;
2. введения замкнутого технологического процесса, который позволит уменьшить потребность в пополнении запасов нового сырья, основных и вспомогательных материалов, а так же пресной воды;
3. внедрения многоступенчатых фильтров в систему вентиляции на каждом участке;
4. использования пультов дистанционного управления для плавильных печей.

#### **4.5 Безопасность труда**

Любое литейное производство характеризуется наличием большого количества вредных и опасных производственных факторов, имеющих на всех участках производственного процесса. Для создания нормальных условий труда, предотвращения несчастных случаев и профессиональных заболеваний, большое значение имеет устройство участков цеха по выплавляемым моделям. Внедрение в производство автоматизации на наиболее вредных и опасных для здоровья людей участках (плавления и литья) позволяет отказаться от приме-

					<b>ДП 44.03.04.163 ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			93

ния ручного труда. Большинство помещений участков изолированы друг от друга, что обеспечивает отсутствие воздействия факторов технологического процесса одного участка на рабочих другого участка.

При изготовлении отливок методом ЛВМ возникают опасные и вредные производственные факторы, такие как:

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

#### **4.6 Характер трудового процесса**

В проектируемом цехе литья по выплавляемым моделям имеются следующие вредные производственные факторы по ГОСТ 12.0.003-74[17].

1. Повышенная загазованность воздуха рабочей зоны.

Присутствует на участках:

- Плавления металла – выделение легко испаряемых элементов;
- Смесеприготовления (приготовление суспензии);
- Воздушно-аммиачной сушки – выделение аммиака.

2. Повышенная запылённость воздуха проявляется на участках:

- Подготовки шихтовых и формовочных материалов;
- Смесеприготовления (приготовление суспензии);
- Обмазки и обсыпки слоев форм;
- Заливки форм;
- Выбивки отливок;
- Обрезки отливок.

3. Повышенная температура воздуха рабочей зоны имеется на участках:

- Плавки (от индукционных тигельных плавильных печей и заливочных ковшей);

					<b>ДП 44.03.04.163 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
						94
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>			

- Термообработки отливок (от термических печей);
4. Повышенный уровень шума наиболее характерен для участков:
- Формовки блоков;
  - Выбивки отливок;
  - Обрезки и зачистки отливок.

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

5. Повышенный уровень вибрации характерен для участков:
- Формовки блоков;
  - Выбивки отливок;
  - Обрезки и зачистки отливок.

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

Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха соответствует требованиям СНиП 41-01-03 [18]

Предельно-допустимые концентрации вредных веществ (ПДК) в воздухе рабочей зоны регламентируется ГН 2.2.5.1313-03[14]. Предельно-допустимые концентрации вредных веществ (ПДК) в воздухе рабочей зоны приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2. ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны

Наименование вещества	ПДК, мг/м <sup>3</sup>
Аммиак	20
Пыль нетоксичная	10
Оксид кремния	4
Хлор	1

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

В проектируемом цехе проводятся следующие мероприятия по оздоровлению воздушной среды:

- участок оснащен вытяжными аппаратами, так как он характеризуется большим выделением пыли;
- Плавильная печь размещается с подветренной стороны здания,
- чтобы предотвратить попадания дымовых газов и нагретого воздуха в другие отделения, кроме того, печь оборудована эффективным газофильтром для очистки отходящих газов;
- Участок охлаждения форм оборудован сплошным вентиляционным кожухом с торцевыми проемами и патрубками для удаления газов;
- обмазочная смесь для модельных блоков готовится в локализованном смесителе;
- отделение обрубки отливок снабжено местными отсосами и укрытиями;
- предусмотрена изолированная комната отдыха для рабочих;
- рабочие обеспечены спецодеждой, обувью и средствами индивидуальной защиты в соответствии с нормами по ГОСТ 12.4.011-89[19]

#### **4.7 Условия труда**

##### **4.7.1 Микроклимат**

Одним из основных условий труда на предприятии является обеспечение необходимого микроклимата для рабочих. В проектируемом цехе существует множество источников тепловыделения. К ним относятся: плавка стали в индукционных печах, заливка форм расплавленным металлом, их остывание, термические печи.

					<b>ДП 44.03.04.163 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>			96



Параметры метеорологических условий (температура воздуха, относительная влажность и скорость движения воздуха) регламентируются СанПиН 2.2.4.548-96[20]. В помещениях цехов по выплавляемым моделям должны поддерживаться следующие условия, обеспечивающие требуемые температуру, влажность и скорость движения воздуха:

- температура воздуха зимой должна быть не ниже 12 °С, а летом – не выше 28 °С;
- температура поверхностей оборудования и печей не должна превышать 45 °С;
- относительная влажность воздуха 40 ÷ 60 %;
- скорость движения воздуха в рабочей зоне – не более 0,3 м/с.

Такие условия обеспечиваются в совокупности конструкциями оборудования и печей, системой отопления, естественной аэрацией или искусственной вентиляцией.

Допустимая величина показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений приведена в таблице 4.3 .

Таблица 4.3 - Допустимая величина показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений[20]

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

Данные условия микроклимата в цехе обеспечивают следующие мероприятия:

- автоматизация и дистанционные управления процессами через установку современного высокотехнологичного оборудования с программируемым контролем температурных режимов нагрева
- для рабочих предусмотрены комнаты отдыха и обеспечение средствами защиты в соответствии с ГОСТ 12.4.011-89[19];
- в цехе предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция и воздушное отопление, совмещенное с ней.

Предельно допустимые величины показателей микроклимата в рабочих местах регламентируются по СанПиН 2.2.4.548-96[20].

#### **4.7.2 Освещенность**

Цех по выплавляемым моделям нуждается в хорошо освещенных помещениях естественным светом. Также помещения должны быть просторными и желательно с отделанными в светлый цвет стенами помещений, что улучшает не только естественную освещенность, но благоприятно влияет на рабочих.

В цехе предусматривается естественное и искусственное освещение в соответствии с СНиП 23-05-95[21].

В соответствие с обозначенным выше документом, по условиям гигиены труда необходимо как можно больше использовать естественное освещение. В проектируемом цехе это осуществляется через большие оконные проемы и световые фонари.

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

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

					<b>ДП 44.03.04.163 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
						98
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>			

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

#### 4.7.3 Шум

В проектируемом цехе наибольший уровень шума наблюдается на участках, заформовки оболочек (вибро-стол), выбивки и в отделении обрубки отливок на гидравлическом прессе.

Допустимая величина шума в цехе согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 – 75 80дБ[22].

Для снижения уровня шума в цехе предусматриваются следующие мероприятия:

- применение автоматизированного современного оборудования зарубежного производства с низким уровнем шума;
- применение систем вентиляций и фильтров совместно с шумопоглощающими устройствами;
- применение средств индивидуальной защиты от шума (противошумные заглушки «беруши», наушники противошумные (ВЦНИИОТ-1) по ГОСТ 12.4.011-89[19].

#### 4.7.4 Вибрации

Большая часть вибрации приходится на индукционную печь, вибро-столы формовки и выбивки и обрубки отливок на прессе. Остальная часть вибраций приходится на системы вентиляции и фильтрации. К остальным источникам вибраций можно отнести транспорт цеха с двигателями внутреннего сгорания.

Допускаемая величина общей вибрации согласно СН 2.2.4/2.1.8.566-96[20].

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

					<b>ДП 44.03.04.163 ПЗ</b>	Лист
						99
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			

- использование современного вибро- и шумопоглощающего оборудования с локализирующими камерами;
- использование креплений типа «металл-резина-металл» на системах вентиляции;
- использование в качестве внутреннего транспорта цеха специальных электрокаров – альтернатива ДВС.

#### 4.7.5 Электробезопасность

Наличие в цехе высоковольтного, электрического оборудования предусматривает выполнение правил электробезопасности, несоблюдение которых может привести к поражению электрическим током и короткому замыканию.

Примем следующие мероприятия по обеспечению безопасности труда:

- все токоведущие части электрических устройств и оборудования имеют изоляцию, а так же специальные ограждения;
- все корпуса электродвигателей, а также металлические части, которые могут оказаться под воздействием тока, заземлены в соответствии с ГОСТ 12.1.030-96.
- организован периодический контроль состояния электрооборудования и изоляции;
- электроустановки снабжены автоматической блокировкой, которая исключает включение оборудования при его неисправности, а также сигнализацией о его включении/выключении.
- оборудование снабжается предохранительными устройствами, которые обесточивают его защиту при коротком замыкании.

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

					<b>ДП 44.03.04.163 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
						100
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>			

#### 4.7.6 Пожарная безопасность

Цех литья по выплавляемым моделям, как и любые другие виды цехов литья, отличается повышенной пожарной опасностью, которая обусловлена в большей степени применением металлических материалов в расплавленном виде. Основные причины возникновения пожара: нарушение правил обращения с легковоспламеняющимися жидкостями и другими материалами; неисправность электропроводки; несоблюдение правил работы с газопламенными аппаратами и электронагревательными приборами. Общие требования пожарной безопасности предусматривает ГОСТ 12.1.004-91[23].

Для предупреждения возникновения пожаров необходимо соблюдать следующие правила:

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

В цехе проводятся следующие мероприятия по пожарной профилактике:

- правильная эксплуатация оборудования;
- правильное содержание зданий и территорий;
- инструктаж по пожарной безопасности;
- профилактические осмотры технологического оборудования;
- использование систем вентиляции;
- правильное размещение противопожарного оборудования (ящики с песком, пожарный кран с рукавом, огнетушители типа ОП-4) и его содержание;
- в мастерской предусмотрена пожарная сигнализация;
- обеспечена безопасная эвакуация людей при пожаре.

					<b>ДП 44.03.04.163 ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			101

Проектируемый цех имеет следующие противопожарные приспособления:

- для тушения электрооборудования – углекислотные огнетушители, асбестовые и войлочные полотна;
- на плавильном участке имеется песок для тушения металлов;
- для тушения возгорания газа применяют углекислый газ и порошковые огнетушители;
- в пожароопасных местах имеются таблички, запрещающие использование открытого огня.
- в мастерской имеется пожарная сигнализация;
- для вызова пожарной команды служит кнопочная и автоматическая сигнализация. На видных местах вывешены планы эвакуации людей.

#### **4.8 Безопасность при ЧС**

Каким бы не было производство безопасным и отвечающее всем современным стандартам, оно не застраховано от возникновения чрезвычайных ситуаций. Причиной возникновения ЧС может стать природная стихия, техногенные катастрофы и аварии, а также антропогенные катастрофы.

Любая ЧС, в своем развитии проходит четыре характерные стадии: зарождение, инициирование, кульминация и затухание.

На стадии зарождения создаются предпосылки будущей ЧС: активизируются неблагоприятные природные процессы, накапливаются технологические неполадки и проектно-производственные дефекты, происходят сбои в эксплуатации оборудования, работе инженерно-технического персонала и т.д.

На стадии инициирования ЧС возникают технологические нарушения, связанные с выходом параметров процесса (давления, температуры, концентрации, скорости реакции, расхода вещества и т.д.) за критические значения. Происходят спонтанные реакции. Наиболее существенным является человеческий фактор, поскольку более 60% аварий происходит из-за ошибок при проектиро-

вании, в процессе строительства и эксплуатации, при техническом обслуживании.

На стадии кульминации высвобождаются большие количества энергии и массы, причем даже небольшое инициирующее событие может привести в действие цепной механизм аварий с многократным увеличением мощности и масштабов. На этой стадии очень важно предсказать сценарий развития аварии, что позволит принять действенные меры защиты, избежать человеческих жертв или уменьшить их число, а также сократить наносимый ущерб.

Стадия затухания ЧС продолжается от момента устранения источника опасности до полной ликвидации последствий аварии, что может продолжаться годы и даже десятилетия (например, чернобыльская катастрофа). Знание причинно-следственной цепи формирования ЧС в конкретных условиях уменьшит риск возникновения такой ситуации в будущем и, следовательно, повысит безопасность в ЧС.

В проектируемом цехе есть вероятность возникновения ЧС. Например, часто возникает ситуация при плавке металла в индукционной печи с уже отработавшим свое тиглем. Тигель от расплавленного металла прогорает, и металл прорывается наружу, тем самым прожигая индуктор, тоководы и создавая ЧС. В такой ситуации рабочие должны сразу обесточить печь и начать тушить огонь углекислотным огнетушителем, при этом обязательно надеть специальные фильтры для дыхания.

В каждом отделении должна находиться, аптечка со всеми необходимыми медицинскими препаратами для оказания первой помощи в соответствии со статьей 223 Трудового Кодекса Российской Федерации.

Таким образом, проект выполнен в соответствии с требованиями нормативных документов, и внедрение его позволит снизить функциональную нагрузку на организм работающих за смену за счет:

- поддержания в цехе благоприятной температуры, как для рабочего процесса, так и для отдыха;

- уменьшения количества шума и вибраций вследствие использования современного автоматизированного оборудования;
- правильной планировки, расстановки оборудования и освещенности.

					<i>ДП 44.03.04.163 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>			104



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе был разработан цех точного литья производительностью 1500 тонн в год.

Производство отливок в спроектированном цехе ограничивается одним технологическим процессом, т.е. данный цех имеет технологическую специализацию. При этом номенклатура отливок ограничивается только массой (от 80 грамм до 4,7 килограмм).

Такая специализация очень эффективна. По моему мнению, цех будет иметь стабильный заказ от машиностроительных предприятий, ремонтных цехов и индивидуальных заказчиков - за счет высокого качества продукции, и её не высокой рыночной стоимости, что очень важно в условиях конкуренции. Срок окупаемости проекта меньше одного года.

С точки зрения экологии цех не окажет большого воздействия на окружающую среду, так как используемые индукционные печи имеют низкие показатели выбросов вредных веществ, все установки имеют очистные сооружения.

					<b>ДП 44.03.04.163 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>			105

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Новозыбковский машиностроительный завод URL: <http://www.nvzm.ru/index.php/plavilnye-induktsionnye-pechi> (дата обращения: 17.05.2016).
2. ЛИТМАШ URL: <http://www.litmash.com/?q=en/node/53> (дата обращения: 17.05.2016).
3. ВЛИКОН URL: [http://www.vlikon.com/LitObr/OLBM\\_pr\\_modsost.html](http://www.vlikon.com/LitObr/OLBM_pr_modsost.html) (дата обращения: 17.05.2016).
4. Сафронов В. Я. Справочник по литейному оборудованию. - М.: Машиностроение, 1985. - 320 с.
5. Российская ассоциация литейщиков URL: <http://www.ruscastings.ru/work/168/170/427/7141> (дата обращения: 18.05.2016).
6. СпецТехСнаб URL: <http://spectechsnab.ru/ustanovka-dlya-vyplavki-modelnogo-sostava-modeli-64531> (дата обращения: 18.05.2016).
7. НАКАЛ URL: <http://www.nakal.ru/catalog/elektropechi/termoobrabotka-chernykh-metallov/dlya-zakalki/shakhtnogo-tipa/> (дата обращения: 18.05.2016).
8. ГОСТ 977-88 Отливки стальные .Общие технические условия [Текст].
9. ГОСТ Р 53464-2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку.
- 10.Б.С. Чуркин, А.Б. Чуркин, Ю.И. Категоренко Специальные способы литья. - Екатеринбург: Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2012. - 189 с.
- 11.Б.С. Чуркин Экономика и управление производством. - Екатеринбург: Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 1999. - 91 с.
- 12.Надо5 URL: <http://www.nado5.ru/e-book/globalnye-problemy-chelovechestva> (дата обращения: 24.05.16).
- 13.Исследовательский центр Модификатор URL: [http://www.modificator.ru/articles/ecology\\_problems.html](http://www.modificator.ru/articles/ecology_problems.html) (дата обращения: 24.05.16).

- 14.ГН 2.2.5.1313-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
- 15.СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий.
- 16.СанПиН 2.2.4.1191-03. Электромагнитные поля в производственных условиях.
- 17.ГОСТ 12.0.003-74. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
- 18.СНиП 41-01-03. Отопление, вентиляция и кондиционирование.
- 19.ГОСТ 12.4.011-89. Средства защиты работающих.
- 20.СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
- 21.СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение.
- 22.СН 2.2.4/2.1.8.562-96 – 75. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
- 23.ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность.
- 24.Б.В. Кнорре Основы проектирования литейных цехов. – М.: Машиностроение, 1979. - 370 с.
- 25.Першин П. С. Технология точно литья. - М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1955. - 136 с.

					<b>ДП 44.03.04.163 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>			107