

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ОБЩЕЕ ПОЛОЖЕНИЕ.....	7
1.1. Расчет производственной программы.....	8
1.2. Расчет фондов времени работы литейного цеха.....	10
1.3. Шихтовые материалы плавки.....	12
2. ТЕХНОЛОГИЯ ЛИТЬЯ ПО ГАЗИФИЦИРУЕМЫМ МОДЕЛЯМ .....	16
2.1. Подготовка материала для изготовления газифицируемых моделей.....	16
2.2. Технология изготовления моделей.....	17
2.3. Сборка моделей.....	18
2.4. Подготовка моделей к формовке.....	20
2.5. Формовка моделей.....	23
2.6. Заливка металла.....	23
2.7. Финишные операции.....	24
2.7.1 Расчет литниковой системы.....	24
3. РАСЧЕТ ОБОРУДОВАНИЯ ЦЕХА.....	28
3.1. Расчет оборудование белого цеха.....	29
3.1.1. Предспениватель EPS-JF с сушильной камерой.....	29
3.1.2. Автоклав WS-400 YDA.....	30
3.2. Расчет оборудования черного цеха.....	32
3.2.1. Индукционная плавильная печь ИЧТ-1/0,4.....	32
3.2.2. Расчет ковшей.....	34
3.2.3. Вибростол XYZ.....	35
3.2.4. Сито вибрационное.....	36
3.2.5. Порционный классификатор-охладитель тип СНКС-2000.....	38
3.2.6. Термическая печь GL-2000.....	39
3.2.7. Краскомешалка DF-1000.....	41
3.2.8. Отрезной станок LS-350.....	41
3.2.9. Дробеметная камера DL-400.....	42
4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	43
4.1. Управление персоналом.....	43
4.2. Проектирование численного и квалификационного состава работающих.....	44
4.2.1. Баланс рабочего времени одного трудящегося на год....	45
4.2.2. Расчёт списочного состава основных рабочих.....	45
4.3. Организация и планирование заработной платы.....	48
4.3.1. Отчисления на социальные нужды.....	50

4.4.	Планирование мощностей и основных фондов.....	53
4.5.	Определение себестоимости продукции.....	55
4.6.	Методы оценки экономической эффективности конструкторско-технологических разработок.....	61
5.	БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА.....	66
5.1.	Безопасность труда.....	66
5.1.1.	Характеристики продукции.....	67
5.1.2.	Вентиляция.....	68
5.1.3.	Промышленный микроклимат.....	70
5.1.4.	Промышленное освещение.....	71
5.1.5.	Производственный шум.....	72
5.1.6.	Вибрация производства.....	73
5.1.7.	Электрическая безопасность.....	73
5.1.8.	Пожарная безопасность.....	74
5.1.9.	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	76
5.2.	Экологичность проекта.....	78
5.2.1.	Глобальные экологические проблемы нашего времени	78
5.2.2.	Взаимодействие технологического процесса производства отливок из чугуна с экологическими системами.....	82
5.2.3.	Основные требования к экологизации проекта.....	84
5.2.4.	Способы экологизации производства.....	84
5.2.5.	Предложения по экологизации технологического процесса.....	85
6.	МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	88
6.1.	Особенности обязанностей и трудовых функций модельщика 3 разряда.....	88
6.1.1.	Требования к результатам освоения программы подготовки квалифицированных рабочих, служащих.....	88
6.2.	Профессиональная подготовка профессии сталеплавильщик.....	90
6.2.1.	Сроки получения профессии.....	90
6.3.	Учебный план подготовки по профессии модельщик.....	91
6.4.	Разработка средства обучения по теме урока “ выплавка стали в электропечи ” по МДК 01.02. Общая технология производства.....	93
6.5.	ВЫВОД.....	95
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	96
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	97
	ПРИЛОЖЕНИЕ А. СПЕЦИФИКАЦИЯ ОСНАСТКИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ.....	101
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ПЛАН ЦЕХА.....	102

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время существует множество способов изготовления отливок. Наиболее известным из них является способ литья по газифицируемым моделям (ЛГМ-процесс). Способ литья по газифицируемым моделям был запатентован в 1958 г. Американским архитектором Г. Шроер и сразу же литейщики многих стран проявили к нему повышенный интерес и начали испытывать в производстве отливок. Он получил в разных странах такие наименования: Lost Foam Process, ЛГМ-процесс «Policast», «ГАМОЛИВ» и т.д. Первые исследования теоретических вопросов литья по газифицируемым моделям проводились, начиная с 1964 г., в МВТУ им. Баумана под руководством Г.Ф. Баландина и Ю.А. Степанова (г. Москва).

В СССР впервые работы по применению моделей из пенополистирола были начаты А.Р. Чудновским в Черноморском ЦПКБ (г. Одесса), а в 1965 г. Процесс литья по газифицируемым моделям внедрен на Горьковском автомобильном заводе для изготовления литых заготовок деталей штампа-инструментальной оснастки. Затем процесс был успешно освоен и внедрен на Волжском автомобильном заводе при производстве штампов.

Серийное производство отливок по газифицируемым моделям налажено на фирмах: HARTMAN (Германия), Ferrie Fonderie di Dongo (Италия), заводе MEZ (Чехия), выпускающий чугунное литье; заводе Stenton PLC (Великобритания) - серый и высокопрочный чугун; завод Alexcon (Индия) - алюминий и чугун; завод Logink (Голландия) - чугун и др. Мощное производство отливок для автомобилестроения организовано на заводе компании BMW (Германия).

Метод ЛГМ перспективный, так как он имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционными методами литья:

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		5



## 1 ОБЩЕЕ ПОЛОЖЕНИЕ

Литейных цех должен быть оснащен современным оборудованием. На плавильном участке установлены среднечастотные индукционные печи. Заливка форм металлом производится на технологической линии. Модельный цех для изготовления газифицируемых моделей из пенополистирола оснащен автоматами и автоклавами.

Действующее производство ЛГМ в формах из кварцевого песка включает:

- Склад формовочных и шихтовых материалов;
- Плавильное отделение;
- Формовочное отделение (автоматизированная линия формовки, заливки и выбивки форм с системой вакуумирования форм при их заливке металлов и охлаждении отливок и системой регенерации оборотного кварцевого песка);
- Модельное отделение;
- Очистное отделение
- Ремонтно-механическое отделение.

В разработанном мною проекте выполнены задачи:

- Расчет производственной программы;
- Расчет фондов времени работы оборудования;
- Расчет количества оборудования;
- Расчет экономической части производства;
- Разработан процесс изготовления отливки;
- Безопасность труда;
- Рассмотрены экологичность производства;

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		7

## 1.1 Расчет производственной программы

В разработке проекта важной частью является расчет производственной программы.

Планом цеха чугунного литья является, изготовление отливок из износостойких сплавов с годовым выпуском с годовым выпуском 5000 тонн. Используемый литейный сплав ЧХ9Н5 ГОСТ 7769-82 Чугун легированный для отливок со специальными свойствами.

Химический состав для ЧХ9Н5 приведен в таблице 1.

Таблица 1 - Химический состав в % материала ЧХ9Н5 [10]

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo
2.8 - 3.6	1.2 - 2	0.5 - 1.5	4 - 6	до 0.1	до 0.06	8 - 9.5	до 0.4

Механические свойства ЧХ9Н5 представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Механические свойства чугуна [10]

Марка чугуна	Временное сопротивление, МПа, не менее		Относительное удлинение $\delta$ , %	Твердость НВ
	Растяжению $\sigma_b$	Изгибу $\sigma_{изг.}$		
ЧХ9Н5	350	700	-	490-610

Производство является массовым.

Массовые группы отливок разделяются на 3 группы:

- Отливки массой 0,1-1 кг;
- Отливки массой 1-5 кг;
- Отливки массой 5-15;

Производственная программа цеха представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Производственная программа цеха

№	Наименование или номер отливки	Сплав для детали	Масса отливки, кг	Количество деталей	Масса отливки с литниками и припусками, кг	Количество деталей на годovou программу, шт	Масса кустика на годovou программу, кг	Количество кустика на годovou программу, шт	Расход пены, кг	Масса деталей на годovou программу, кг	Масса жидкого металла на годovou программу, кг	Масса формовочного песка, кг		
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Распредкамера	ЧХ9Н5	2,7	15	5,40	11111	81,00	7407	1	142857	300000	600000	100000	
2	Распредкамера	ЧХ9Н5	3,2	12	6,40	78125	76,80	6510	1	119048	250000	500000	83333	
3	Распредкамера	ЧХ9Н5	4	12	8,00	95000	96,00	7917	1	180952	380000	760000	126667	
4	Импеллер	ЧХ9Н5	0,6	24	1,20	300000	28,80	12500	1	85714	180000	360000	60000	
5	Импеллер	ЧХ9Н5	0,85	24	1,70	223529	40,80	9314	1	90476	190000	380000	63333	
6	Импеллер	ЧХ9Н5	0,95	24	1,90	221053	45,60	9211	1	100000	210000	420000	70000	
7	Лопасть	ЧХ9Н5	1,2	60	2,40	291667	144,00	4861	10	166667	350000	700000	116667	
8	Лопасть	ЧХ9Н5	1,4	50	2,80	142857	140,00	2857	10	95238	200000	400000	66667	
9	Лопасть	ЧХ9Н5	1,6	45	3,20	125000	144,00	2778	10	95238	200000	400000	66667	
10	Лопасть	ЧХ9Н5	1,8	40	3,60	100000	144,00	2500	10	85714	180000	360000	60000	
11	Лопасть	ЧХ9Н5	2	40	4,00	80000	160,00	2000	10	76190	160000	320000	53333	
12	Боковая броня гурбины	ЧХ9Н5	5,2	14	10,40	28846	145,60	2060	5	71429	150000	300000	50000	
13	Боковая броня гурбины	ЧХ9Н5	6	12	12,00	25000	144,00	2083	5	71429	150000	300000	50000	
14	Боковая броня гурбины	ЧХ9Н5	6,2	10	12,40	30645	124,00	3065	5	90476	190000	380000	63333	
15	Боковая броня гурбины	ЧХ9Н5	7,8	9	15,60	23077	140,40	2564	5	85714	180000	360000	60000	
16	Торцевая броня гурбины	ЧХ9Н5	15	5	30,00	15333	150,00	3067	1	109524	230000	460000	76667	
17	Торцевая броня гурбины	ЧХ9Н5	18	4	36,00	31667	144,00	7917	1	271429	570000	1140000	190000	
18	Торцевая броня гурбины	ЧХ9Н5	21	3	42,00	20476	126,00	6825	1	204762	430000	860000	143333	
19	Верхняя броня гурбины	ЧХ9Н5	6	11	12,00	41667	132,00	3788	4	119048	250000	500000	83333	
20	Верхняя броня гурбины	ЧХ9Н5	7,5	10	15,00	33333	150,00	3333	4	119048	250000	500000	83333	
21	Итого					2018386		102557		2380952	5000000	10000000	1666667	

## 1.2 Расчет фондов времени работы литейного цеха

В литейных цехах применяются два основных режима работы:

- Ступенчатый (последовательный) с разделением операций во времени в изолированном общем помещении;
- Параллельный, режим при котором все технологические операции выполняются одновременно на различных производственных участках.

В данной выпускной квалификационной работе применяется параллельный режим работы цеха.

Фонды времени рассчитываются, исходя из существующих законоположений о рабочих и выходных днях и продолжительности рабочего дня и количества смен. В расчетах режимов работы используют номинальный и действительный фонды времени.

Номинальный фонд времени рассчитывается по формуле:

$$T_H = (365 - P) \cdot C \cdot Ч,$$

где  $T_H$  – номинальный фонд времени, ч;

$P$  – число выходных и праздничных дней в году ( $52 \cdot 2 + 9$ );

$C$  – количество смен (2);

$Ч$  – продолжительность рабочей смены (8ч).

Номинальный фонд рабочего времени равен 4032 ч.

Действительный фонд времени работы оборудования и рабочих определяется по формуле:

$$T_D = T_H - П,$$

где  $T_D$  – действительный фонд времени, ч;

$П$  – потери рабочего времени, ч.

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		10



Потеря рабочего времени во время эксплуатации оборудования вызвана его ремонтом и отсутствием работника по уважительной причине (болезнь, отпуск, декретный отпуск и т. п.). Время, затраченное на ремонт оборудования, время простоя из-за нехватки работников по уважительной причине зависит от продолжительности ремонта, болезни, отпуска и независимо от его сложности и продолжительности в отношении номинального временного фонда в размерах: 3,5% при работе в одну смену 4,5% - в две смены, 5,8-6,5% при работе в три смены. Простой печи допускается только для их ремонта.

Действительный фонд времени рабочих зависит от продолжительности отпуска, болезни вредности производства и определяется по формуле:

$$T_{д} = T_{н} \cdot K,$$

где K- коэффициент потерь: K = 0,885 – для вредных работ;

K= 0,895 – для формовочного отделения;

K = 0,925 – для других отделений.

Действительный фонд времени для вредных работ равен 3568 часов.

Действительный фонд времени для формовочного отделения равен 3608 часов.

Действительный фонд времени для других отделений 3730 часов.

### 1.3 Шихтовые материалы плавки

Смесью материалов, предназначенных для плавки в плавильных агрегатах с целью получения металла требуемого состава и качества, называется шихтой. При выплавке чугуна в качестве сырья используют отходы собственного производства, металлолом и чугунный лом. Для

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		11

приготовления расплава с требуемыми свойствами и, следовательно, качественной отливки выполняют контроль шихтовых материалов на соответствии их требованиям стандартов и технических условий.

Расчет шихты ведется на 100 кг жидкого чугуна марки ЧХ9Н5 предназначенного для изготовления отливок для машиностроения.

Химический состав шихтового материала - в таблице 4.

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Таблица 4 – Химический состав чугуна

№ Шихтовые материалы	Кол-во		Содержание Элементов															
	%	кг	C		Si		Mn		Ni		S		P		Cr		Mo	
			%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг
1 Жидкий чугун		100	3,2	3,2	1,4	1,4	0,7	0,7	5	5	0,05	0,05	0,03	0,03	9	9	0,2	0,2
2 Угар		0,575	4,9	0,1568	4,6	0,0644	1,4	0,0098	1	0,05	-	-	-	-	1	0,09	1	0,002
3 Шихта	100	100,58	3,341	3,36	1,46	1,47	0,696	0,7	5,022	5,051	0,0497	0,05	0,0298	0,03	9,04	9,09	0,201	0,202
4 Отходы производства	49,71	50	3,2	1,6	1,4	0,7	0,7	0,35	5	2,5	0,05	0,025	0,03	0,015	9	4,5	0,2	0,1
5 Стальной лом	19,89	20	0,3	0,06	0,4	0,08	0,7	0,14	-	-	0,05	0,01	0,05	0,01	-	-	-	-
6 ПЛ 1	19,89	20	3,8	0,76	0,8	0,16	0,3	0,06	-	-	0,02	0,004	0,08	0,016	-	-	-	-
7 Всего	89,49	90		2,42		0,94		0,55		2,5		0,039		0,041		4,5		0,1
8 Необходимо внести	10,51	10,575		0,94		0,53		0,15		2,551		0,011		-0,011		4,59		0,102
9 Феромолибден ФМ 1	0,175	0,1759	0,1	0,0002	0,8	0,0014	-	-	-	-	0,1	0,0002	0,05	9E-05	-	-	58	0,102
10 НЗ	2,52	2,535	0,01	0,00025	0,002	0,0001	-	-	98,6	2,5	0,001	0,00003	-	-	-	-	-	-
11 Ферохром	6,52	6,557	8,5	0,557	2	0,131	-	-	-	-	0,03	0,0020	0,03	0,0020	70	4,59	-	-
12 Феросилиций	0,88	0,883	0,2	0,002	45	0,40	1	0,009	-	-	-	-	0,05	-	0,2	0,002	-	-
13 Элеутродны бой 2	0,41	0,410	92,8	0,380	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14 Итого	100	100,58	3,341	3,36	0,01	1,47	0,006	0,7	0,044	5,051	0,0004	0,05	0,0003	0,03	0,08	9,09	0,002	0,202

## 2 ТЕХНОЛОГИЯ ЛИТЬЯ ПО ГАЗИФИЦИРУЕМЫМ МОДЕЛЯМ

### 2.1 Подготовка материала для изготовления газифицируемых моделей

Процесс LGM начинается с получения полистирола, исходного материала, из которого будут изготовлены модели. Модели изготавливаются в два этапа. На первом этапе гранулы исходного полистирола вспенивают в предспенивателе при температуре 130 °С до заданной плотности. На второй стадии вспененные гранулы нагревают в пресс-формы, что приводит к образованию модели с указанными технологическими и механическими свойствами. Вспенивание гранул можно осуществлять различными способами:

- в горячей воде;
- в паровой ванне;

Вспенивание в горячей воде осуществляется при температуре 90-100 °С. Вспенивание в горячей воде осуществляется при температуре 90-100 °С. Гранулы полистирола покрыты тонким слоем в ящике, который закрыт крышкой. Дно коробки и крышки выполнены из нейлоновой ткани или медной сетки. Коробку гранул погружают в кипящую воду на такой глубине, что верхняя часть ящика блокируется кипящей водой. После замачивания в воде в течение заданного времени коробку удаляют и помещают в сушилку, температура которой составляет 25-30 °С. Сушку можно также проводить при комнатной температуре.

Гранулы полистирола покрыты тонким слоем в ящике, который закрыт крышкой. Дно коробки и крышки выполнены из нейлоновой ткани или медной сетки. Коробку гранул погружают в кипящую воду на такой глубине, что верхняя часть ящика блокируется кипящей водой. После замачивания в

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		14

воде в течение заданного времени коробку удаляют и помещают в сушилку, температура которой составляет 25-30 ° С. Сушку можно также проводить при комнатной температуре.

Вспенивание гранул полистирола проводят при температуре 95-105 ° С. Гранулы покрывают однородным слоем в противень с колпачком из капрона или медной сетки, который помещают в бак над кипящей водой. Бак закрывается крышкой, так что температура пара над кипящей водой стабилизируется в пределах 96-98 оС. Плита для выпечки хранится в паровой бане в течение установленного времени, которая рассчитывается после закрытия ванны крышкой. Вспенивание гранул в паровой бане требует больше времени, чем в кипящей воде, но из-за значительного сокращения времени высыхания общий цикл обработки полистирола значительно снижается.

## 2.2 Технология изготовление моделей

Производство моделей основано на процессе вторичной тепловой обработки гранул в замкнутом объеме пресс-формы. Технологический процесс изготовления моделей состоит из следующих операций:

1. Заполнение пресс-формы гранулами пенополистирола;
2. Тепловая обработка пресс-формы;
3. Охлаждение пресс-формы;
4. Извлечение модели из пресс-формы;

Форма заполняется специальным пневматическим пистолетом. Задувной пистолет закрепляется на подставке с помощью кабеля и противовеса, что позволяет ему плавно вернуться в исходное положение и не мешать работнику работать с формой. Под столом находится воздушная педаль, с которой воздух подается в эжектор. Пистолет имеет рычаг при нажатии, из которого материал из бака входит в эжектор.

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		15

Тепловая обработка осуществляется в автоклаве, путем помещения заполненной пресс-формы в рабочее пространство устройства. Далее подается пар температура которого варьируется от 135-143 °С, время запекания зависит от габаритов и толщины стенки пресс-формы, а так же от давления, температуры воды в автоклаве [17, с. 54].

После термообработки форму удаляют из автоклава и помещают в воду при комнатной температуре, время выдержки в бане составляет 2-3 минуты. Кроме того, после извлечения формы из воды, выдувают, сушат, и готовая модель извлекается из формы.

### 2.3 Сборка моделей

Сложные модели изготавливают из нескольких частей в пресс-формах с одним разъемом, а затем из них собирают цельную модель при помощи клея или сварки в кондукторе. В массовом производстве, когда это экономически целесообразно, применяются специальные модельные автоматы, обеспечивающие разъем модели в двух и более плоскостях.

Наиболее распространенный способ сборки моделей состоит из соединения ее частей при помощи клея, к которому предъявляются следующие требования: клей не должен растворять пенополистирол, при нанесении тонкого слоя на разъем модели он должен обеспечивать прочное соединение, сравнительно быстро затвердевать и не оставлять коксового остатка после термодеструкции пенополистирола. Клеи для пенополистироловых моделей применяются двух видов: жидкие при нормальной температуре и твердые, которые предварительно расплавляются при температурах 110-140 °С и быстро затвердевают при охлаждении. Типичные термоплавкие клеи изготавливаются на основе полимеров, они содержат крепители, модификаторы и стабилизаторы. В качестве полимерной основы обычно применяют полипропилен, полиэтилен, синтетический каучук



Допустимо применение клея как простого высыхающего клея. После горячей полимеризации создаёт малоэластичный шов с термостойкостью до 180°С.

Клей БФ 2 применяется для склеивания металла с цветными металлами, с нержавеющей сталью, с неметаллами: клей БФ 2 склеивает пластмассы, дерево, стекло, керамику, кожу. Отличаются хорошими электроизоляционными свойствами, влаго- и теплостойкостью клеевого шва. Клей БФ-2 устойчив в кислых средах даже при нагревании до 60-80°С.

Технология соединения частей моделей при помощи клея включает следующие операции:

- Подготовка поверхностей соединяемых частей моделей;
- Нанесение тонкого слоя клея на подготовленные поверхности;
- Выдержку на воздухе смазанной поверхности для удаления растворителя;
- Соединение частей модели при незначительном их сжатии.

Следует учитывать при работе с клеем влажность и температуру воздуха в помещении, которые должны соответствовать нормальным условиям.

При машинной сборке модели устанавливаются в кондуктор, затем на соединительную поверхность, валиком или копиром наносится расплавленный клей, и половинки моделей быстро соединяются при некотором внешнем давлении. После кратковременной выдержки готовая модель извлекается из кондуктора [17, с. 66].

## 2.4 Подготовка моделей к формовке

Конечной операцией перед формированием модели или поддельного блока является применение противопопригарного покрытия, на которое накладываются особые требования, возникающие в результате технологии

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		18



производства отливок, процессов, происходящих в пресс-формах при разливе в них металлов. Противопригарное покрытие наносят на поверхность модели с низкой шероховатостью, поэтому покрытие должно хорошо смачивать материал модели, образуя прочную адгезионную связь с поверхностью. При формировании моделей и пресс-формах формовочный материал наносится на антипригарное покрытие, поэтому он должен иметь высокую стойкость к истиранию и достаточную прочность сцепления. При заливке металла модель разрушается с образованием парогазовой фазы, которую необходимо свободно транспортировать из зоны взаимодействия моделей с металлами через противопригарное покрытие, поэтому покрытие должно обладать достаточной газопроницаемостью. Однако необходимо, чтобы пористость покрытия не уменьшала его технологическую прочность и, сохраняя требуемую газопроницаемость, обеспечивает производство отливок без пригара.

Для чугунных отливок предлагается покрытие с высокой газопроницаемостью, когезионной и адгезионной прочностью на основе органических термостойких смол.

В качестве огнеупорного наполнителя для чугунных отливок используется – дистен-силлиманит, графит (скрытокристаллический 80% и кристаллический 20%), перлит вспученный. Газопроницаемость покрытия увеличивается с увеличением зернистости огнеупорного наполнителя в краске.

Для неотвественных мелких отливок можно применять водные покрытия на основе паст ГП-1, ГП-2 для чугунных отливок ТП-1, ТП-2.

Нанесение противопригарного покрытия на модель осуществляется следующими способами:

- Окунанием;
- Обливом;
- Пульверизатором и кистью.

Выбор способа нанесения покрытия определяется конструктивными параметрами модели, ее габаритными размерами, жесткостью, прочностью и серийностью производства.

Сушка противопригарного покрытия является заключительной операцией перед формовкой модели или модельного блока. Применяются три способа сушки противопригарного покрытия:

- Естественная;
- Принудительная тепловая;
- Комбинированная.

При естественной сушке модель после покраски помещается под вытяжной зонт, где и выдерживается до удаления растворителя. Естественная сушка применяется главным образом при нанесении на модель быстросохнущих покрытий на спиртовом или бензиновом растворителе. Время сушки зависит от плотности краски, толщины ее слоя и составляет для однократного покрытия 2-2,5 ч. Необходимо так же учитывать, что на продолжительность процесса сушки существенное влияние оказывают влажность и температура воздуха в помещении [17, с.92].

Тепловая сушка применяется для водных покрытий. Она производится в тупиковых или проходных сушилах в потоке горячего воздуха при температуре 55-60 °С. Время сушки составляет 1-10 ч. И зависит от толщины слоя покрытия и его состава.

Комбинированные методы используются в серийном производстве. Для сокращения времени удаления влаги при применении водных пригарных покрытий. Данным способом окрашенная модель сначала подвергается сушке в воздушном потоке при температуре 50-60 °С в течение 30-90 мин, при этом удаляется 60-80% влаги. После чего модель помещается в микроволновую печь на 6-15 минут для удаления оставшейся воды.

## 2.5 Формовка моделей

Формовка ЛГМ заключается в засыпке моделей в опоках кварцевым песком с использованием вибростола. Под воздействием горизонтальной и вертикальной вибрации песок становится текучим и заполняет собой все каналы и полости модели.

Формовка является важнейшей операцией для обеспечения качества будущей отливки. Важно, чтобы песком были заполнены все каналы и полости будущих отливок, иначе расплав прорвет антипригарное покрытие и уйдёт в песок. После вакуумирования опоки песок приобретает необходимую прочность и позволяет приступать к заливке.

## 2.6 Заливка металла

Заформованные опоки подаются на заливочный участок. Опоки подсоединяются к вакуумной системе. Наверх формы укладывается полиэтиленовая пленка. После включения вакуумного насоса и системы очистки газов, формовочный песок приобретает необходимую прочность [23].

Плавка металла проводят в индукционной печи ИЧТ-1/0,4. Заливка металла производится прямо в полистирольные стояки. Горячий металл выливают в опоки с помощью разливных ковшей, тем самым выжигая полистирол, занимая свое место в форме. Металл повторяет форму полистирольного куста с моделями. Выхлопные газы же всасываются через слой краски в песке вакуумной системой.

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		21

## 2.7 Финишные операции

Залитые блоки моделей остывают в песке от 5 минут до нескольких часов в зависимости от толщины стенки отливки и массы детали. После отливки извлекаются из опоки.

Проводится дополнительная термообработка. Первый этап термообработки - отжиг, состоящий из нагревания до 963-1023 ° С, и выдерживания от 1,5 до 2,0 часа. В результате карбид каркаса разрушается, вторичные карбиды растворяются, первичные карбиды измельчаются и происходит частичное округление острых краев. Тем не менее, даже при этой термообработке перлит не образуется. Механическая обрабатываемость затруднена, поэтому второй этап термообработки выполняется для уменьшения твердости металла. Это достигается путем получения зернистого перлита с высокой температурой, который осуществляется в соответствии с режимом: нагрев до 680-700 ° С, выдерживание в течение 1,5-2,0 ч и охлаждение со скоростью 20-30 с / ч до 5500С. Дальнейшее охлаждение осуществляется на воздухе.

В конце обрезают литниковую систему и отправляют готовые детали на очистку от пригара и антипригарного покрытия.

### 2.7.1 Расчет литниковой системы

При ЛГМ к литниковым системам наряду с общепринятыми требованиями при изготовлении отливок традиционными способами литья предъявляются дополнительные требования, которые обусловлены особенностями данной технологии. Одним из основных правил заливки формы металлом при ЛГМ является условие создания плоского фронта взаимодействия металла с моделью, способствующего постепенному замещению ее расплавом. Эти условия можно выполнить только при сифонном рассредоточенном подводе металла в полость формы [17, с.98].

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		22

Для чугунных отливок при литье в песчано-глинистые формы по извлекаемым моделям рекомендуются следующие минимально допустимые скорости подъема металла в полости литейной формы при номинальных температурах его заливки (таблица 6).

Таблица 6 – Минимально допустимые скорости подъема металла для чугунных отливок [17, с.102]

Толщина стенки отливки, мм	10-40	4-10	1,5-4
Минимальное допустимое значение скорости металла, мм/с	22-10	30-20	100-30

Исходя из оптимальной скорости заливки  $V_{opt}$ , определяется время заливки формы металлом по формуле:

$$\tau_z = \frac{H}{V_{opt}},$$

где  $H$  – высота отливки по положению ее в форме при заливке.

$$\tau_z = \frac{350}{40} = 8,75c .$$

Время заливки составляет 8,75 с.

Расположение отливки в опоке определяется по формуле:

$$H_p = H - \frac{P^2}{2C},$$

где  $H$ -высота стояка выше места подвода металла к отливке;

$C$  – высота отливки;

$P$  – высота отливки выше месте подвода металла.

Гидростатический напор металла равен 255,5мм.

Площадь узкого сечения литниковой системы для любого сплава определяется по формуле с учетом коэффициента потерь расхода металла, обусловленных наличием газифицируемой модели в форме:

$$\sum F_n = \frac{1000 \cdot G}{\mu \cdot \tau_3 \cdot \gamma_{мет} \cdot \mu_2 \sqrt{2 \cdot G \cdot H_p}},$$

где  $\gamma_{мет}$  - плотность металла;

$\tau_3$  - время заливки формы металлом;

G – масса металла;

$H_p$  – гидростатический напор металла;

$\mu$  - коэффициент сопротивления течению металла в литниковой системе.

Коэффициент потерь расхода  $\mu_2$  зависит от температуры перегрева металла при его заливке в форму  $\Theta_3$  и газопроницаемость покрытия  $K_n$ .

Для железоуглеродистых сплавов коэффициент  $\mu_2$  определяется по формуле:

При температуре перегрева металла  $1,05 \leq \Theta_3 \leq 1,15$ ,  $K_n = 40$  ед.

$$\mu_2 = -0,8 + 1,3\theta_3 + (0,03\theta_3 - 0,03)K_n.$$

$$\mu_2 = 0,75.$$

$$\sum F_n = \frac{1000 \cdot 70}{0,41 \cdot 8,75 \cdot 7,8 \cdot 0,75 \sqrt{2 \cdot 981 \cdot 25,6}} = 15 \text{ см}^2.$$

Площадь сечения всех питателей равна  $15 \text{ см}^2$ .

Далее находим сечение одного питателя по формуле:

$$F_n = \frac{\sum S}{n},$$

где  $\sum S$  - суммарная площадь всех питателей,  $\text{см}^2$ ;

n – количество отливок на кусте, шт.

										Лист
										24
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата						

$$F_n = \frac{15}{30} = 0,5 \text{ см}^2.$$

Сечение одного питателя составляет  $0,5 \text{ см}^2$ .

Остальные элементы литниковой системы определяются из соотношения их площадей поперечного сечения:

Для чугунных отливок

$$F_{cm} : F_{lx} : F_n = 1,0 : 1,3 : 1,5.$$

Находим сторону питателя:

$$a_{пит} = \sqrt{\frac{15 \cdot 1,5}{30}} = 0,75 \text{ см}^2.$$

Находим сторону стояка:

$$a_{cm} = \sqrt{15} = 3,87 \text{ см}^2.$$

Сечение стояка:

$$F_{lx} = \sqrt{15 \cdot 1,3} = 4,4 \text{ см}^2.$$

Расчет модельного куста закончен.

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		25





### 3.1 Расчет оборудование белого цеха

#### 3.1.1 Предспениватель EPS-JF с сушильной камерой

В условиях массового производства предварительное вспенивание и сушка полистирола и сушка модельных блоков осуществляется предспенивателем EPS-JF. Вспенивание гранул полистирола производится в закрытой камере автоматического предспенивания. В качестве источника пара используется парогенератор [21].

Управление предспенивателем осуществляется PLD- контроллером, регулируются такие параметры:

- Количество подаваемого водяного пара;
- Количество подачи материала;
- Давление;
- Время вспенивания сырья.

Технология преспенивания происходит путем подачи пара 90-110 °С. Под действием пара гранулы увеличиваются в объеме до нужной плотности. Время вспенивания составляет не более 90 сек.

Технические характеристики предспенивателя EPS-JF с сушильной камерой представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Технические характеристики предспенивателя EPS-JF

Наименование показателей	Ед. изм.	Значение
1	2	3
Объем камеры вспенивания	м <sup>3</sup>	0,12
Производительность предспенивателя	кг/час	135
Необходимое давление пара	атм	2-3
Время цикла	мин	1,5
Габаритные размеры предспенивателя (ДхШхВ)	мм	1100x800x150
Производительность сушилки	кг/час	400
Габаритные размеры сушилки (ДхВхШ)	мм	4400x1600x1100

Рассчитаем количество предспенивателей EPS-JF по формуле:

$$N = \frac{Q}{T_d \cdot q},$$

где N – количество единиц оборудования, шт;

Q – масса полистирола на годовую программу, кг;

T<sub>д</sub> - действительный фонд времени, ч;

q – производительность оборудования, кг.

$$N = \frac{2380952}{3730 \cdot 200} = 3,19 \approx 4шт .$$

Количество предспенивателей EPS-JF равно 4. Принятое количество оборудования должно удовлетворять неравенству  $0,7 \leq K_3 \leq 0,9$ , где K<sub>3</sub> – это коэффициент загрузки оборудования, который находится по формуле:

$$K_3 = \frac{N_{расч}}{N_{ф}},$$

где N<sub>расч</sub> – расчетное количество оборудования, шт;

N<sub>ф</sub> – принятое количество оборудования, шт.

$$K_3 = \frac{7,09}{8} = 0,88 .$$

### 3.1.2 Автоклав WS-400 YDA

Автоклавы служат для изготовления моделей из полистерола. Изготовление моделей производится путем задува предспененного полистирола в оснастку и подачи пара под давлением.

Извлечение моделей, пресс-форм производится вручную. Автоклав оборудован собственным парогенератором. Внутренние основные элементы рабочей камеры автоклава изготавливаются из нержавеющей стали [21].

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		28

Технические характеристики автоклава WS-400 YDA приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Технические характеристика автоклава WS-400 YDA

Наименование показателей	Ед. изм.	Значение
Производительность	кг	400
Объем камеры	л	600
Габаритные размеры (ДхВхШ)	мм	700х1000х1000
Мощность	кВт	18

Рассчитаем количество автоклавов WS-400 YDA по формуле:

$$N = \frac{Q}{T_d \cdot q},$$

где N – количество единиц оборудования, шт;

Q – масса полистирола на годовую программу, кг;

T<sub>д</sub> – действительный фонд времени, ч;

q – производительность оборудования, кг.

$$N = \frac{2380952}{3730 \cdot 250} = 2,55 \approx 3 \text{ шт.}$$

Количество автоклавов WS-400 YDA равно 3. Принятое количество оборудования должно удовлетворять неравенству  $0,7 \leq K_3 \leq 0,9$ , где K<sub>3</sub> – это коэффициент загрузки оборудования, который находится по формуле:

$$K_3 = \frac{N_{\text{расч}}}{N_{\text{ф}}},$$

где N<sub>расч</sub> – расчетное количество оборудования, шт;

N<sub>ф</sub> – принятое количество оборудования, шт.

$$K_3 = \frac{2,4}{3} = 0,8.$$

### 3.2 Расчет оборудования черного цеха

#### 3.2.1 Индукционная плавильная печь ИЧТ-1/0,4

Индукционная печь типа ИЧТ-1/0,4 С2 предназначена для индукционной плавки и перегрева чугуна. Печь предназначена для работы в следующих условиях:

- закрытое помещение;
- температура окружающей среды - от + 5 до + 40 °С;
- относительная влажность окружающей среды при температуре +20°С – до 90% и при +40°С – до 50% ;
- окружающая среда - невзрывоопасная, не содержащая агрессивных газов и примесей, разрушающих изоляцию и металлы;
- температура охлаждающей воды от + 5 °С до + 25 °С;
- отсутствие в охлаждаемой воде примесей, образующих осадок;
- температура охлаждающей воды не должна быть ниже температуры окружающего воздуха в помещении более, чем на 15 °С (во избежание появления росы);
- вибрация и удары в месте установки электропечи должны отсутствовать.

Технические характеристики плавильной печи ИЧТ-1/04 в таблице 9.

Таблица 9 – Технические характеристики плавильной печи ИЧТ – 1/04

Наименование показателей	Ед. изм.	Значение
1	2	3
Емкость печи	т	1,5
Производительность печи	т/час	1

1	2	3
Мощность, установленная	кВт	1000
Мощность потребляемая	кВт	900
Расход охлаждающей воды	м <sup>3</sup> /ч	7,5
Габаритные размеры (ДхВхШ)	мм	1500x760x750

Рассчитаем количество плавильных печей ИЧТ- 1/0,4 по формуле:

$$N = \frac{Q}{T_d \cdot q},$$

где N – количество единиц оборудования, шт;

Q – масса металла на годовую программу, кг;

T<sub>д</sub>- действительный фонд времени, ч;

q – производительность оборудования, кг.

$$N = \frac{10000}{3568 \cdot 1,5} = 1,8 \approx 2шт.$$

Количество плавильных печей ИЧТ – 1/0,4 равно 3. Принятое количество оборудования должно удовлетворять неравенству  $0,7 \leq K_z \leq 0,9$ , где K<sub>з</sub> – это коэффициент загрузки оборудования, который находится по формуле:

$$K_z = \frac{N_{расч}}{N_{ф}},$$

где N<sub>расч</sub> – расчетное количество оборудования, шт;

N<sub>ф</sub> – принятое количество оборудования, шт.

$$K_z = \frac{1,8}{2} = 0,9.$$

### 3.2.2 Расчет ковшей

Ковшы предназначены для транспортировки расплавленного металла от печи до разливочного участка. Ковши предназначены для стали, чугуна, а также цветных сплавов. Ковши предназначенные для чугуна имеют более широкую горловину для возможности скачивания шлака с поверхности зеркала металла.

Ковши комплектуются червячным самотормозящимся редуктором с передаточным числом, в зависимости от емкости ковша. Все ковши имеют пояса жесткости, кованные транспортировочные цапфы, поворотные таверы, червячные редукторы.

Расчет количество заливочных ковшей производится с учетом одновременно работающих плавильных печей. Принимаем ковши с емкостью 1,5т.

Рассчитаем необходимое количество одновременно работающих ковшей по формуле:

$$n = \frac{q \cdot N_n \cdot t_0}{M \cdot 60},$$

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

$N_n$  – количество одновременно работающих печей, шт;

$t_0$  - время оборота ковша, мин;

$M$  – емкость ковша, т.

$$n = \frac{1,5 \cdot 2 \cdot 30}{12 \cdot 60} = 0,75 \approx 1шт.$$

Принимаем 2 работающих ковша в смену, 4 ковша находятся в ремонте, 2 в запасе. Общее количество ковшей 10 ед.

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		32

### 3.2.3 Вибростол XYZ

Трехмерный вибростол XYZ предназначен для уплотнения основного объема песка, засыпаемого в вакуумную опоку после установки модельных блоков. Вибростол состоит из рабочей части, арматураторов, стационарной части, пневматических фиксаторов и вибродвигателей. При работе вибрация производится за счет шести асинхронных вибродвигателей, вращающихся в противоположных направлениях. При работе захваты держат опоку на столе. После засыпки включатся вибродвигатели. Вибрация идет по осям X, Y, Z. Технические характеристики вибростола XYZ представлены в таблице 10 [21].

Таблица 10 – Характеристики вибростола XYZ

Наименование показателей	Ед. изм.	Значение
Грузоподъемность	т	5
Размеры вибростола (ДхВхШ)	мм	1200х1200х750
Максимальные размеры опоки (ДхВхШ)	мм	1000х1000х1500
Производительность	т/час	1

Рассчитаем количество вибростолов XYZ по формуле:

$$N = \frac{Q}{T_d \cdot q},$$

где N – количество единиц оборудования, шт;

Q – масса песка на годовую программу, кг;

T<sub>д</sub> – действительный фонд времени, ч;

q – производительность оборудования, кг.

$$N = \frac{1666}{3568 \cdot 0,65} = 0,72 \approx 1шт.$$







### 3.2.5 Порционный классификатор-охладитель тип СНКС-2000

Предназначен для охлаждения горячего песка до приемлемых для формовки температур и обеспыливания формовочного песка. Охлаждение песка происходит в «псевдооживленном слое» путем контакта горячего песка с водоохлаждаемыми трубами. Для создания этого слоя в охладитель подается воздух от вентилятора, и его подача регулируется прибором замера потока воздуха. Выделяющаяся при охлаждении песка пыльная фракция, удаляется через пылеотвод [18].

Технические характеристики указаны в таблице 12.

Таблица 12 – Технические характеристики охладителя песка СНКС-2000

Наименование показателей	Ед. изм.	Значение
Производительность	т/ч	1
Емкость	л	1800
Диаметр	мм	2000
Расход воздуха	м <sup>3</sup> /час	3400
Расход воды	м <sup>3</sup> /час	30
Габаритные размеры (ДхВхШ)	мм	1400x1200 x1300

Рассчитаем количество охладителей по формуле:

$$N = \frac{Q}{T_d \cdot q},$$

где N – количество единиц оборудования, шт.;

Q – масса песка на годовую программу, кг;

T<sub>д</sub> - действительный фонд времени, ч;

q – производительность оборудования, кг.

$$N = \frac{1666}{3730 \cdot 0,65} = 0,72 \approx 1шт.$$

Количество охладителей равно 1. Принятое количество оборудования должно удовлетворять неравенству  $0,7 \leq K_3 \leq 0,9$ , где  $K_3$  – это коэффициент загрузки оборудования, который находится по формуле:

$$K_3 = \frac{N_{расч}}{N_{ф}}$$

где  $N_{расч}$  – расчетное количество оборудования, шт;

$N_{ф}$  – принятое количество оборудования, шт.

$$K_3 = \frac{0,72}{1} = 0,72.$$

### 3.2.6 Термическая печь GL-2000

Термические печи GL-2000 с выдвигным (выкатным) подом предназначены для термической обработки изделий из черных и цветных сплавов. Принцип работы термопечи заключается в следующем: металлические изделия, подлежащие термической обработке размещают на выдвигном поде печи. Максимальная масса изделий, загружаемых в печь (масса садки), ограничена грузоподъемностью пода и мощностью термической печи. Далее загруженный под заводится в камеру печи, после чего дверца печи закрывается. Запуск нагревательных элементов осуществляется только при закрытой дверце. Скорость набора температуры в камере термической печи, выдержка при установленной температуре осуществляется в автоматическом режиме по заданной программе. Контроль температуры в камере осуществляют термопары [18].

Технические характеристики термической печи GL-2000 представлены в таблице 13.

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		37

Таблица 13 – Технические характеристики термической печи GL-2000

Наименование показателей	Ед. изм.	Значение
Установленная мощность	кВт	95
Производительность	т	3
Зоны контроля температуры	шт	1
Габаритные размеры (ШхВхД)	мм	1600х700х700

Рассчитаем количество печей по формуле:

$$N = \frac{Q}{T_d \cdot q},$$

где N – количество единиц оборудования, шт;

Q – масса металла, кг;

T<sub>д</sub>- действительный фонд времени, ч;

q – производительность оборудования, кг.

Т.к. у указанного вида сплава термообработка состоит из двух этапов: отжига и отпуска, принимаем массу металла на годовую программу в два раза больше.

$$N = \frac{2 \cdot 7500}{3568 \cdot 3} = 1,4 \approx 2 \text{шт.}$$

Количество термических печей равно 2. Принятое количество оборудования должно удовлетворять неравенству  $0,7 \leq K_z \leq 0,9$ , где K<sub>з</sub> – это коэффициент загрузки оборудования, который находится по формуле:

$$K_z = \frac{N_{расч}}{N_{ф}},$$

где N<sub>расч</sub> – расчетное количество оборудования, шт;

N<sub>ф</sub> – принятое количество оборудования, шт.

$$K_3 = \frac{0,7}{1} = 0,7.$$

### 3.2.7 Краскомешалка DF-1000

Опыт работы с ЛГМ технологии показывает, что 30% успешного производства зависит от антипригарного покрытия, его свойств. Краскомешалка DF-1000 оснащена нижним активатором, имеет 12 скоростных режимов, что позволят с помощью частотного преобразователя держать антипригарное покрытие в постоянной готовности для использования. Объем краскомешалки составляет 160л и имеет производительность 100 л/час. Количество в цеху – 2 шт.

### 3.2.8 Отрезной станок LS-350

В литейном производстве отрезные станки используются для резки и обрубки готовых отливок от литников и прибылей. Отрезные станки позволяют резать под углом – 90 и 45 градусов, посредством расположения обрабатываемой заготовки. Для такого позиционирования на станине предусмотрен зажим с тисками. Режущим инструментом является абразивный круг или диск. Количество в цеху – 5 шт.

Технические характеристики отрезного станка LS-350 представлены в таблице 14 [18].

Таблица 14 – Технические характеристики отрезного станка LS-350

Наименование показателей	Ед. изм.	Значение
Мощность	кВт	1700
Обороты	Об/мин	84
Габаритные размеры	мм	1000x600x600

### 3.2.9 Дробебетная камера DL-400

Камера дробебетная периодического действия универсальная модели DL-400 предназначена для очистки чугунных и стальных отливок, поковок, штамповок в цехах и участках с единичным, мелкосерийным и серийным производством.

По технологическим возможностям в камере можно очищать тонкостенные, подверженные бою и деформации, изделия.

Камера может быть укомплектована одной или двумя дверями, на которых устанавливаются грузонесущие механизмы в виде подвески, поворотного стола и колокола. При необходимости могут применяться различные комбинации грузонесущих устройств. Эти возможности выгодно реализуются при большом разнообразии номенклатуры изделий, подлежащих очистке [18]. Количество в цеху – 2 шт.

Технические характеристики дробебетной камеры DL-400 представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Технические характеристики дробебетной камеры DL-400

Наименование показателей	Ед. изм.	Значение
Производительность очистки	м <sup>2</sup> /час	80
Количество дробебетных турбин	шт	4
Мощность турбины	кВт	7,5
Расход стальной дроби	т/час	3,8

## 4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 4.1 Управление персоналом

Управление персоналом включает в себя следующие виды деятельности:

- развитие квалификационной структуры персонала;
- распределение работников по участкам и обслуживаемому оборудованию;
- определение количества и состава работающих в соответствии категорий;
- оптимизация трудового режима;
- формирование системы оплаты труда и планирование фонда заработной платы;
- разработка системы стимулирования работы;
- поддержание условий труда, отдыха и жизни;
- персональная оценка персонала;
- подготовка и переподготовка персонала;
- подбор и продвижение персонала, организация маркетинга персонала;
- оценка эффективности труда;
- обеспечение участия работников и служащих в управлении предприятием.

Система управления персоналом и сотрудников управления предприятием включают в себя следующие подсистемы:

- планирование, прогнозирование и маркетинг персонала;
- регистрация и учет персонала;
- развитие персонала;
- трудовые отношения.

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		41

## 4.2 Проектирование численного и квалификационного состава работающих

При планировании мы определяем качественный (квалификационный) и количественный состав основных и вспомогательных работников. При определении квалификации работника необходимо руководствоваться типом анализа и разработкой инструментов стимулирования; сервисным обслуживанием оборудования, сложностью выполнения работ и тарифно-квалификационных справочников.

Различают списочную и явочную численность работников, фактически участвующих в производственном процессе. В число работников входят все постоянные и временные работники, имеющие трудовые договора с предприятием.

Расчёт явочной численности выполняется по формуле:

$$N_{я} = H_i \cdot A_i \cdot C_i,$$

где  $H_i$  - норма обслуживания оборудования в смену, человек;

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

$C_i$  - число смен в сутки.

Списочное число рабочих определяем по формуле:

$$N = N_{я} \cdot K_{сп},$$

где  $K_{сп} = T_n / T_d$  - коэффициент списочного состава.

Величины  $T_n$  и  $T_d$  определяем на основе баланса рабочего времени одного трудящегося.

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		42



## 4.2.1 Баланс рабочего времени одного трудящегося на год

Таблица 16 - Баланс рабочего времени одного трудящегося на год

Статьи баланса	Фонд времени	
	Сутки	Часы
Календарный фонд времени	356	2920
Выходные дни	104	
Праздничные дни	9	
Предпраздничные дни	8	
Номинальный фонд времени	252	2002
Плановые не выходы на работу	34	272
в том числе:		
основной и дополнительный отпуск	30	
по болезни	7	
выполнение государственных обязанностей	1	
отпуск учащихся	1	
Действительный фонд времени	218	1738
Коэффициент списочного состава, $K_{сп}$	1,16	

Далее выполняем расчёт численности основных и вспомогательных рабочих.

## 4.2.2 Расчёт списочного состава основных рабочих

Таблица 17 - Расчет списочного состава основных рабочих

Наименование отделений и профессий	Тарифный разряд	Число смен в сутки	Норма обслуживания	Количество агрегатов	Количество рабочих				
					Явочное		Списочное	$K_{сп}$	
					В смену	В сутки			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
I. Плавильное отделение									
1. Плавильщик	5	2	1	2	2	4	6		
2. Подручный	2	2	1		2	2	6	1,16	
3. Завальщик	3	2	1		1	2	3		
4. Шихтовщик	4	2	1		1	2	3		

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5. Заливщик	3	2	1	2	4	8	12	
ИТОГО:					10	18	30	
II. Формовочное отделение								
1. Формовщик машинной формовки	2	2	1	1	1	2	3	1,16
ИТОГО:					1	2	3	
III. Модельный участок ЛГМ								
1. Оператор	2	2	1	4	4	8	12	
2. Модельщик	2	2	1		2	4	6	1,16
3. Сборщик моделей	3	2			2	4	6	
4. Моляр	2	2	1	2	2	4	6	
ИТОГО:					10	20	30	
IV. Участок термообрубки								
1. Термист	3	2	2	4	8	16	20	
2. Дробеструйщик	3	2	2	2	4	8	10	1,16
3. Обрубщик	3	2	1	3	3	6	9	
ИТОГО:					15	30	39	

Таблица 18 - Расчёт списочного количества вспомогательных рабочих

Наименование профессии	Тарифный разряд	разряд	Число смен в сутки	Количество рабочих		
				Явочное	Списочное	Ксп
1. Уборщик	1		4	4	7	8
2. Контролёр ОТК	2		4	4	6	7
3. Ковшевой	3		2	3	5	6
5. Кладовщик	1		2	1	2	2
6. Слесарь	4		2	3	4	6
7. Станочник	3		3	6	8	10
8. Наладчик	5		3	4	7	8
9. Электрик	5		3	6	6	7
10. Печник-футеровщик	3		3	5	7	7
11. Лаборант	3		2	3	5	6
12. Водитель внутреннего транспорта	1		2	4	6	10
ИТОГО:				43	63	77

Таблица 19 - Штатное расписание ИТР, служащих и МОП

Должность	Количество	Оклад, руб.		
		Месячный	Годовой	С учётом коэффициента
ИТР				
1. Начальник цеха	1	50000	600000	690000
2. Заместитель начальника	2	90000	1080000	1242000
3. Начальник ПДБ 4	1	45000	540000	621000
4. Начальник тех. бюро	1	40000	480000	552000
5. Технолог	3	105000	1260000	1449000
6. Старший мастер	3	150000	1800000	2070000
7. Энергетик	2	60000	720000	828000
8. Механик	4	120000	1440000	1656000
9. Экономист	2	60000	720000	828000
10. Мастер	5	250000	3000000	3450000
ИТОГО:	24	970000	11640000	13386000
СЛУЖАЩИЕ				
1. Табельщик	4	100000	1200000	1380000
2. Секретарь	3	75000	900000	1035000
3. Бухгалтер	4	80000	960000	1104000
4. Завхоз	1	15000	180000	207000
ИТОГО:	12	270000	3240000	3726000
МОП				
1. Курьер	3	45000	540000	621000
2. Уборщик	3	30000	360000	414000
ИТОГО:	6	85000	1020000	1173000
ВСЕГО:	42	1325000	15900000	18285000

Таблица 20 - Структура трудящихся в цехе

Категории персонала	Количество человек	Удельный вес, %
1. Рабочие, всего	179	0,81
в том числе:		
Основные	102	0,46
Вспомогательные	77	0,35
2. ИТР	24	0,11
3. Служащие	12	0,05
4. МОП	6	0,027
ИТОГО:	221	100

### 4.3 Организация и планирование заработной платы

Различают сдельно-премиальную и повременно-премиальную системы оплаты труда. Повременная оплата труда зависит только от степени сложности труда. Он применяется, когда количественный результат труда уже определяется ходом рабочего процесса, когда количественный результат труда может быть измерен (деятельность в сфере управления), когда качество труда более важно, чем его количество, когда работа неоднородна по характеру и нерегулярна по нагрузке.

При использовании системы заработной платы сдельной заработной платы учитывается степень сложности труда (квалификация работника, оцененная его квалификационным рангом и тарифной ставкой), а также производительность, достигаемая в рабочее время.

В соответствии с действующим в Российской Федерации Трудовым кодексом выбор системы оплаты труда и тарифных ставок осуществляется самим предприятием.

При планировании фонда заработной платы его расчет применяется на основе трудоемкости производственной программы, рассчитанной по профессии и категории, с учетом условий труда, то есть определения прямой (тарифной) заработной платы и различных платежей и дополнительных платежей.

Порядок расчета планируемой заработной платы основных и вспомогательных работников следующий:

1. Определение тарифного фонда заработной платы;
2. Установление платежей и дополнительных платежей (часового, месячного, годового фондов);
3. Расчет общего фонда заработной платы;
4. Определение средней заработной платы работников.

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		46

Расчет фонда заработной платы осуществляется, укрупнено (по средней тарифной ставке) для всех отделов цеха.

Средняя тарифная ставка  $T_{cp}$  определяется по формуле:

$$T_{cp} = \sum T_{cti} \cdot \frac{N_i}{N_{я}},$$

где  $T_{cti}$  - тарифная ставка рабочего  $n$  - разряда, руб;

$N_i$  - явочное число рабочих соответствующего разряда;

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

Аналогично определяется средняя тарифная ставка вспомогательных рабочих.

Определяем средние тарифные ставки по отделениям цеха:

1. Плавильное отделение:

$$T_{cp} = \frac{26 \cdot 5 + 20 \cdot 30}{30} = 24,3 \text{ руб / час .}$$

2. Формовочное отделение:

$$T_{cp} = \frac{18 \cdot 2}{2} = 18 \text{ руб / час .}$$

3. Модельный участок ЛГМ:

$$T_{cp} = \frac{25 \cdot 4 + 20 \cdot 30}{30} = 23,3 \text{ руб / час .}$$

4. Участок термообрубки:

$$T_{cp} = \frac{24 \cdot 30}{39} = 18,5 \text{ руб / час .}$$

Количество человеко-часов работы определяется путем умножения числа работников списка на фактический фонд рабочего времени на одного работника в год.

Заработная плата по тарифу определяется путем умножения количества человеко-часов, затраченных на среднюю почасовую ставку.

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		47

Заработок сдельщика рассчитывается путем умножения заработной платы на запланированный уровень перевыполнения норм выработки (50%).

Бонус для работников за выполнение плана рассчитывается от суммы заработка по тарифу в размере 40%.

Базовая заработная плата с учетом местонахождения предприятия рассчитывается путем умножения суммы компонентов основной заработной платы на коэффициент района.

Дополнительная заработная плата вычисляется по формуле:

$$З_{доп} = \frac{З_{осн} \cdot K_{доп}}{100},$$

где  $K_{доп}$  – коэффициент дополнительной зарплаты.

$$K_{доп} = \frac{T_{онт} \cdot 100}{T_d} + \frac{T_{г.о.} \cdot 100}{T_d} + \frac{T_{у.о.} \cdot 100}{T_d} + 0,5,$$

где  $T_{онт}$  – длительность отпуска рабочего, сутки;

$T_d$  – действительный фонд рабочего времени;

$T_{г.о.}$  - время выполнения государственных обязанностей, сутки;

0,5 - размер прочих составляющих дополнительной зарплаты;

$T_{у.о.}$  - время учебного отпуска.

#### 4.3.1 Отчисления на социальные нужды

В соответствии с законодательством в этот раздел себестоимости включается:

- социальные взносы (30% от фонда заработной платы).

Отчисления составляют 11069,25 тыс. руб. (см.таблицу 21)

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		48



					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50



#### 4.4 Планирование мощностей и основных фондов

Необходимо определить балансовую стоимость основных средств, которая включает:

- расходы на возведение зданий и сооружений;
- затраты на приобретение, поставку и установку оборудования;
- затраты на приобретение технологического оборудования;
- Затраты на приобретение инструментов и оборудования.

Данные по расчету капитальных затрат и амортизационных отчислений приведены в таблице 24.

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

Расходы на другое вспомогательное оборудование берут в размере 25% от стоимости технологического оборудования.

Стоимость инструментов и приспособлений составляет 50 рублей для 1 тонны подходящих отливок.

Стоимость бытового инвентаря может быть взята из расчета 2000 рублей на одного работника.

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		51

## 4.5 Определение себестоимости продукции

Стоимость производства - это затраты данного предприятия в денежном выражении на производство и сбыт продукции в объеме производственной программы.

Расчет стоимости изготовления единицы продукции (1 тонна литья) или выполнение объема работ называется сметной стоимостью.

Цеховая себестоимость включает затраты данного цеха только на производство продукции. Себестоимость включает в себя помимо цеховых затрат также общие производственные затраты (техническое обслуживание оборудования администрации завода, общие заводские знания и мощности), затраты на подготовку и разработку продукции и другие издержки производства.

Полная себестоимость включает затраты на производство (заводские) и непромышленные затраты. К последним относятся транспортные расходы на реализацию продукции, отчисления маркетинговым организациям и другие затраты на продажу.

При расчете сметы расходов целесообразно группировать затраты согласно статьям расчета с использованием типичных статей затрат.

Переменные затраты включают в себя:

- Прямые материальные затраты: сырье и основные материалы (за исключением возвратных отходов), закупленные полуфабрикаты и комплектующие, топливо и электричество для технологических целей, промышленные воды;
- Прямые затраты на рабочую силу для работников производства: заработная плата (базовая и дополнительная) с учетом социальных потребностей (единый социальный налог).

Рассчитать прямой учет на основе норм и стандартов для расходования материальных, топливно-энергетических и других ресурсов, аналогичных по

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		52

экономическим показателям, на единицу продукции, закупочных цен (оптовых цен) на единицу материальных, топливно-энергетических и других ресурсов; сделанные котировки с учетом физических объемов производства в отчетном периоде.

Статьи постоянных затрат: расходы на содержание и эксплуатацию оборудования (РСЭО); цеховые, общие заводские и непроизводственные расходы не зависят от объемов производства в календарный период расчета и являются комплексными, поскольку включают разнородные по экономическому содержанию элементы затрат.

Чтобы определить общую сумму постоянных затрат ( $C_{\text{пост}}$ ) за отчетный период, по статьям затрат рекомендуют расчетно-аналитические методы расчета, которые основаны на анализе данных учета по накладным расходам, прямым совокупным расчетам элементов затрат из числа образующих комплексную статью за расчетный (планируемый) период.

Для определения общей стоимости постоянных затрат по статьям расходов на единицу продукции, услуг рекомендуется направить общую сумму фиксированных затрат на единицу продукции за отчетный период.

#### 1. Расчёт постоянных затрат.

Постоянные затраты складываются из следующих составляющих:

$$FC = FC_1 + FC_2 + FC_3 + FC_4 + FC_5 + FC_6 + FC_7 + FC_8 + FC_9,$$

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

$FC_2$  - отчисления на эксплуатацию и ремонт оборудования, руб.;

$FC_3$  - расходы на подготовку и освоение производства, руб.;

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

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

$FC_6$  - расходы на охрану труда, руб.;

$FC_7$  - прочие цеховые расходы, руб.;

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		53

FC<sub>8</sub> - общезаводские расходы, руб.;

FC<sub>9</sub> - непроизводственные расходы, руб..

Затраты на ремонт и содержание оборудования приводим в таблице 25.

Таблица 25 - Смета расходов на ремонт и содержание оборудования

Наименование статьи затрат	Сумма, тыс. руб.	Примечание
Эксплуатация оборудования	1643,89	1% от стоимости оборудования
Текущий ремонт оборудования	8219,45	5% от стоимости оборудования
Внутрипроизводственные перемещения груза	25	5 руб. на 1 т годного литья
Износ малоценного и быстроизнашивающегося оборудования	75	15 руб. на 1 т годного литья
Прочие расходы	24883,74	10 % от общей суммы расходов
ИТОГО:	34847,08	

Затраты на материалы в составе конечного продукта сведены в таблицу 26.

Таблица 26 - Количество основных и вспомогательных материалов и затраты на их приобретение на годовую программу

Наименование материала	Расход, т		Затраты, тыс. руб.		
	На годовую программу	На 1т годного литья	Цена, тыс. руб./т	На годовую программу	На 1т годного литья
1. Чугун передельный	100	0,15	20	2000	0,4
2. Феромалибден	8,25	0,00165	900	7425	1,485
3. Ферохром	33	0,0066	100	3960	0,792
4. Ферросилиций	51	0,0102	70	4080	0,816
5. Отходы производства	250	0,5	0	0	0
6. Стальной лом	30	0,006	1,3	39	0,0078
7.Электродный бой	20,5	0,0041	22	451	0,0902
8. Песок	15000	3	25	375000	75
9. Пенополистирол ПСБ 24	21	0,0042	75	1575	0,315
10. Пленка полиэтиленовая	0,05	0,00001	0,01	0,0005	0,0000001
11. Стержни клеевые	0,045	0,000007	100	4,5	0,0009

12. Краска противопригарная ППУ-1	50	0,01	50	2500	0,5
13. Никель	12,5	0,0025	250	3125	0,625
ИТОГО:				325662	65,1324

$$FC = 6229,91 + 34847,08 + 201286,5 + 59032 + 10649 + 12640 + 10620 + 1100 = 336804,49 \text{ тыс. руб.}$$

Средние удельные постоянные расходы равны:

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

где М - годовой выпуск годного литья по программе цеха, т.

$$AFC = \frac{336804,49}{5000} = 67,4 \text{ тыс. руб.}$$

Цеховые расходы определяются путем составления соответствующей сметы, которая представлена в таблице 27.

Таблица 27 – Смета расходов цеха

Статьи затрат	Затраты на 1т литья, тыс. руб.	Затраты на всю программу, тыс. руб.
1. Затраты на оплату вспомогательных рабочих, управленческого и обслуживающего персонала	52,5	262480,3
2. Отчисления на социальные нужды	2,21	11069,25
3. Амортизация зданий и инвентаря	1,25	6229,91
4. Затраты на НИОКР, рационализаторство и изобретательство (8% от основной зарплаты производственных рабочих)	2,12	10649
5. Расходы на охрану труда (10% от основной зарплаты производственных рабочих)	2,53	12640
6. Стоимость вспомогательных материалов	0,00013	0,6518001
ИТОГО:	60,20013	301078,1

7. Транспортный налог (1% от цехового фонда заработной платы)	0,04	186,125
8. Прочие расходы (15% от суммы всех предыдущих расходов)	0,31	1554,94
ИТОГО цеховых расходов	60,55013	302819,2

Расчёт переменных затрат производится по формуле:

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

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

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

$VC_3$  - затраты на технологическую энергию, руб.;

$VC_4$  - затраты на технологическое топливо, руб.;

$VC_5$  - затраты на техническое использование воды, руб.;

$VC_6$  - затраты на вспомогательные материалы, руб.;

$VC_7$  - транспортный налог, руб..

$$VC = 31488,61 + 29910,4 + 5581,05 + 1166,24 + 10500 + 768 = 79414,3 \text{ тыс. руб.}$$

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

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

$$AVC = \frac{79414,3}{7500} = 10,6 \text{ тыс. руб. / т.}$$

Общие годовые затраты равны:

$$TC = FC + VC.$$

$$TC = 422247,4 + 79414,3 = 501661,7 \text{ тыс.руб.}$$

Общие средние удельные затраты равны полной себестоимости литья:

$$ATC = AVC + AFC.$$

$$ATC = 10,6 + 56,3 = 66,9 \text{ тыс.руб. / т.}$$

Таблица 28 - Калькуляция себестоимости 1 т годных отливок

Статья затрат	Единица измерения	На 1 т литья			На программу	
		Норм. расх.	Цена, руб.	Сумма, руб.	Кол-во, т	Сумма, тыс. руб.
1	2	3	4	5	6	7
1.Стальной лом	т	0,006	1,1	0,0066	100	110
2.Передельный чугун	т	0,15	2	0,3	8,25	16,5
3.Феромолибден	т	0,00165	1,52	0,002508	33	50,16
4.Никель		0,0025	0,75	0,75	51	38,25
5.Ферохром	т	0,00643	0,4698	0,4698	250	117,45
6. Ферросилиций	т	0,01016	0,914	0,914	30	27,42
7. Электродный бой	т	0,0462	1,1155	1,1155	20,5	22,86775
Итого:					492,75	382,6478
2.Возвраты (литники и прибыли)		0,5	0	0	37,5	0
Угар и безвозвратные потери		0,00575	30	30	5,75	172,5
Итого за вычетом возврата и угара					461,955	937,7955
3.Оплата труда основных рабочих	Руб.			2,13		10697
4.Отчисления на соц. нужды	Руб.			2,31		11542
5.Технологическая электроэнергия	тыс.кВт*ч	1,136	1,45	1,86	3849	5581,05
7.Энергия на технические нужды:						
- вода	тыс.м <sup>3</sup>	0,058	7,21	3,46	144	987,24
8.Расходы на подготовку и освоение производства				28		1400000,4
9.Расходы на ремонт и эксплуатацию оборудования				7		34847

10.Отчисления на амортизацию оборудования				0,88		6209,2
Основная себестоимость (сумма)				35,96		269728,5
Цеховые расходы				17,8		89227,05
Цеховая себестоимость				53,76		569766,3
Общезаводские расходы				3,35		39883,64
Производственная себестоимость				57,11		609649,9
Непроизводственные расходы				1,537		18289,5
Полная себестоимость				58,647		627939,4

#### 4.6 Методы оценки экономической эффективности конструкторско-технологических разработок

Для ВКР (дипломных проектов), содержание которых заключается в выборе наиболее эффективного варианта технологического усовершенствования, возможно применение следующих направлений экономического обоснования, в основе которых положен единый принципиальный подход - оценка сравнительной экономической эффективности базового и проектируемого варианта конструктивного, технологического или организационного решения.

											44.03.04.150 ПЗ	Лист
												58
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата								



Оценка экономической эффективности конструкторско-технологических решений, обеспечивающих экономию затрат на производство продукции, экономию эксплуатационных затрат у потребителя.

Для оценки локальных проектно-конструкторских, технологических усовершенствований производства используются статические методы оценки эффективности, основанные на определении приведенных затрат по базовому и проектируемому вариантам. При этом не учитываются долгосрочные результаты от реализации проектного решения.

Показатели эффективности определяются в расчете на год и соответственно не корректируются на коэффициент дисконтирования.

Не учитывается в расчетах фактор риска и неопределенности, что является обязательным элементом расчетов при использовании динамических методов экономического обоснования инвестиционных проектов с учетом длительности его жизненного цикла.

В процессе сравнения вариантов используются следующие показатели:

- Капитальные вложения по вариантам  $K_1$  и  $K_2$ ;
- Себестоимость годового выпуска изделий  $C_1$  и  $C_2$ ;
- Приведенные затраты ( $Z_{пр}$ ) по вариантам.

Единовременные капитальные вложения могут включать в себя капитальные вложения в технологическое оборудование, затраты на проектно-конструкторскую разработку технического, технологического усовершенствования. Объем единовременных денежных затрат должен определяться на основании информации, характеризующей технические параметры элементов объектов капитальных вложений.

Условно-годовая экономия ( $\mathcal{E}_y$ ) рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_y = C_2 - C_1,$$

где  $C_1, C_2$  - технологическая себестоимость годового объема выпуска детали по сравниваемым вариантам (1 - базовый вариант; 2 - проектируемый вариант).

Дополнительные капитальные вложения ( $K_d$ ), руб.

$$K_d = K_2 - K_1.$$

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений ( $T_{ок}$ ), лет

$$T_{ок} = \frac{K_d}{\Xi_y}.$$

Приведенные затраты по вариантам ( $Z_{пр}$ ), руб.:

$$Z_{пр1} = C_1 - E_n K_1,$$

$$Z_{пр2} = C_2 - E_n K_2.$$

где  $E_n$  - нормативный коэффициент эффективности (принимается на уровне ключевой ставки Центробанка (0,17)).

Годовой экономический эффект ( $\Xi$ ), руб.

$$\Xi = Z_{пр1} - Z_{пр2}.$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений ( $E$ ):

$$E = \frac{C_1 - C_2}{K_2 - K_1}.$$

Коэффициент коммерческой эффективности ( $K_{кэ}$ ):

$$K_{кэ} = P_{пр}/P_б.$$

где  $P_{пр}, P_б$  – рентабельность проектируемых и базовых изделий, работ, услуг.

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		60

Если вопрос о программе выпуска изделий при постановке задачи обоснования варианта технологии не решается однозначно, то необходимо определить границу экономической целесообразности вариантов. Для этого определяется критическая программа ( $A_{кр}$ ).

Для определения этого значения в общей величине затрат за расчетный период выделяют переменные, т.е. зависящие от объема производства продукции (оказанных услуг) затраты -  $C_{пер}(q \cdot A)$  и постоянные -  $C_{пост}$ .

1. Расчет показателя критического объема производства (определение точки безубыточности) В основе лежит графическое определение точки безубыточности (рисунок 1):

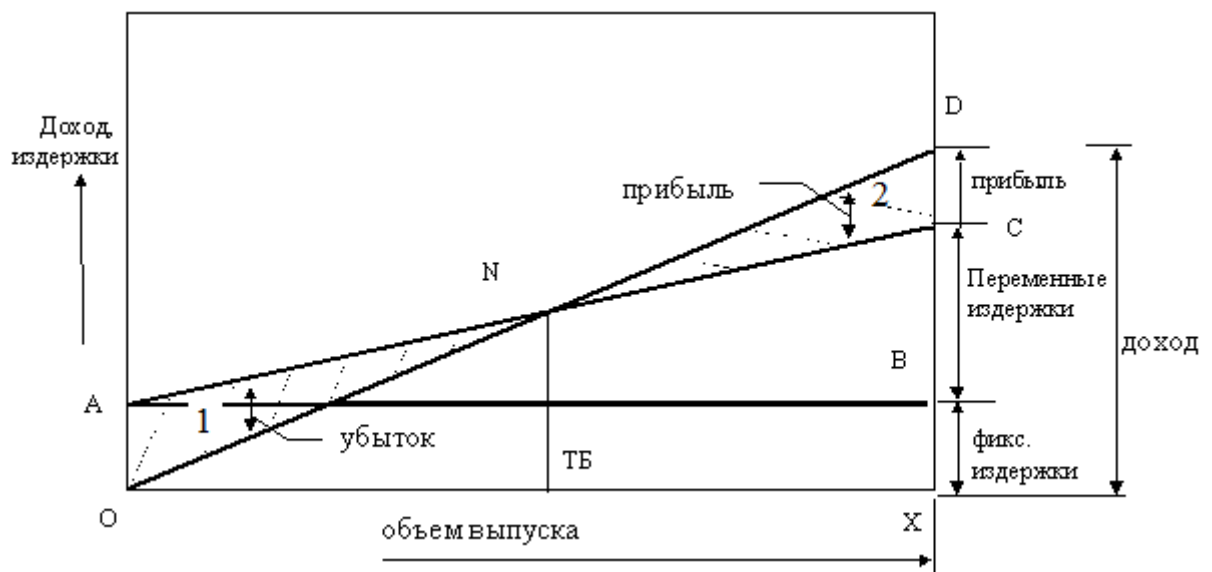


Рисунок 1 - График точек безубыточности  
область 1 – убытки предприятия;  
область 2 – прибыль предприятия.

$$A^1_{кр} = \frac{C}{z-q},$$

где  $A_{кр}$  - критический объем выпуска продукции, металлоизделий в расчете на год;

$C$  - постоянные затраты (цеховые расходы плюс общехозяйственные, руб. (в расчете на год));

$z$  - отпускная цена металлоконструкции, руб./изделие;

$q$  - удельные переменные затраты (технологическая себестоимость единицы изделия - материальные затраты и заработная плата производственных рабочих с начислениями, руб./изделие);

$T$  – точка безубыточности: в данной точке (соответствует критическому объему выпуска металлоизделий -  $A_{кр}$ ) стоимостной объем выпуска продукции лишь покрывает текущие затраты, связанные с производством литейных работ в объемах  $A_{кр}$ .

При объеме выпуска продукции в объеме  $A_{кр}$  предприятие не несет убытков и не имеет прибыли, при снижении объемов работ ниже  $A_{кр}$  (область 1) предприятие несет убытки, а при объемах, превышающих  $A_{кр}$  (область 2) - получает прибыль.

*Примечание<sup>1</sup>*: В точке безубыточности (что соответствует критическому объему выпуска  $A_{кр}$ ) прибыль не обеспечивается и поэтому в этой точке достигается равенство:  $z$  (отпускная цена, руб./изделие) =  $Z_{уд}$  (полная себестоимость производства литья в расчете на 1 тонну литья руб./тн). Соответственно,  $z - q$  (числитель вышеприведенной формулы определения  $A_{кр}$ ) представляет удельные постоянные затраты. Поэтому экономический смысл расчета в том, что отношение постоянных затрат в расчете на годовой объем выпуска литья к удельным постоянным затратам (руб. /тн) имеет результатом критический объем выпуска -  $A_{кр}$ .

Таблица 29 – Техничко-экономические показатели работы

Показатель	Единицы измерения	Проектируемый вариант
1. Годовой объём выпуска литья	тонна	5000
2. Балансовая стоимость основных производственных фондов:		
в т.ч. активной части	тыс. руб.	469919,1
3. Численность рабочих,		294
в т.ч. всех производственных	человек	148
4. Себестоимость производственной программы выпуска	тыс. руб.	395657,5
5. Чистая прибыль	тыс. руб.	197858,75
6. Дополнительные капитальные вложения	тыс. руб.	73478,4
7. Выпуск продукции		
- на 1 работающего	т/г	25,51

- на 1 производственного рабочего	т/г	50,68
8. Фондоотдача (на тыс. руб.осн. произ. фондов):		
- на тыс. руб. активной части осн.произ. фондов	тыс. руб.	1,28
9.Затраты на 1 рубль произведённой продукции	руб.	0,66
10.Рентабельность продукции	%	50
11.Окупаемость капитальных вложений	год	2,38
12.Критический объём выпуска (точка безубыточности)	т	2230

## 5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

### 5.1 Безопасность труда

Литейное производство характеризуется наличием большого количества вредных и опасных производственных факторов, которые имеются во всех частях производственного процесса. Неудовлетворительное состояние охраны труда влияет не только на работников, непосредственно работающих на этом предприятии, но и на окружающую среду. Для создания нормальных условий труда, предотвращения несчастных случаев и профессиональных заболеваний большое значение имеет общая организация предприятия. Внедрение автоматизации в производстве наиболее опасных и опасных для здоровья людей секторов позволяет отказаться от использования ручного труда. Строгая демаркация производственных площадок исключает влияние факторов технологического процесса одного участка на работников другого участка, поскольку помещения участков изолированы друг от друга.

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

- повышенное содержание пыли и газообразного воздуха в рабочей зоне;
- электричество;
- шум;
- вибрация;
- тепловая радиация.

При разработке этого цеха необходимо учитывать эти факторы и принимать меры для улучшения условий труда и защиты работников от травм. Это возможно путем следующих изменений:

- создание автоматических формовочных линий;
- ограждения механизмов и рабочих мест;

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		64

- повысить уровень пожарной безопасности производства, разработка методов оценки пожарной безопасности оборудования, материалов, технологий и комплексных мер по усилению противопожарной безопасности;
- звукоизоляция отработавших и приточно-вытяжных агрегатов и другое оборудование, создающее шум.

### 5.1.1 Характеристики продукции

В проектируемом цехе имеются следующие вредные производственные факторы в соответствии по ГОСТ 12.0.003-74 [2]:

1) Повышенное газосодержание воздуха в рабочей зоне на участках:

- Плавление - выпуск плавких и легко испаряющихся элементов;
- Формовка - производится в специальные опоки на вибростоле постепенной засыпкой песком, либо послойно;

2) Повышенная температура воздуха рабочей зоны присутствует на участках:

- Плавление (из индукционных тиглей плавильных печей и наливные ковшы);
- Термическая обработка отливок (из термопечей).

3) Повышенный уровень шума наиболее типичен для областей:

- Выбивка отливок;
- Резка и зачистка отливок.

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

4) Повышенный уровень вибрации типичен для областей:

- Выбивка отливок;
- Резка и зачистка отливок.

5) Повышенная подвижность воздуха. Доступна по всей территории

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		65

мастерской, обеспечивается естественная вентиляция и работа искусственной вентиляции.

### 5.1.2 Вентиляция

Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха соответствуют требованиям СНиП 41-01-03 [16].

Воздух, удаляемый из здания цеха системами местной и общей вытяжной вентиляции, содержащей вредные вещества, очищается мокрыми пылесборниками и рукавными фильтрами. Максимально допустимая концентрация вредных веществ (ПДК) в воздухе рабочей зоны регулируется ГН 2.2.5.1313-03 [1]. Максимально допустимая концентрация вредных веществ (ПДК) в воздухе рабочей зоны приведена в таблице 30.

Таблица 30 - Максимально допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны

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

В планируемом цехе проводятся следующие мероприятия по улучшению воздушной среды:

- Склад из формовочных материалов оснащен вытяжными аппаратами, потому что он характеризуется большим выбросом пыли;
- плавильный отсек расположен на подветренной стороне здания, для предотвращения попадания дымовых газов и нагретого воздуха в другие секции цеха, кроме того, печи оснащены эффективными устройствами для



очистки отходящих газов;

- на участках ремонта и сушки ковша установлена местная вытяжная вентиляция с эффективной очисткой отработанного воздуха;
- заливочная платформа литейной линии оснащена верхними боковыми отсосами на всю длину рабочей площадки до начала охладительного кожуха;
- секция охлаждения пресс-формы оснащена непрерывной вентиляцией, корпусом с торцевыми отверстиями и соплами для удаления газов;
- зона выбивки оборудована укрытием;
- отделение отделочных операций обеспечивается местным отсосом и укрытиями;
- в цехе имеются отдельные комнаты отдыха для работников;
- работникам предоставляются спецодежда, обувь и инструменты, индивидуальная защита в соответствии со стандартами в соответствии с ГОСТ 12.4.011-89 [2]:

1) Средства защиты органов дыхания - противогазы; респираторы; самоспасатели;

2) Одежда специальная защитная - комбинезоны, полукombинезоны; фартуки;

3) Средства защиты ног: сапоги; сапоги с удлиненным голенищем; сапоги с укороченным голенищем;

4) Средства защиты рук: рукавицы; перчатки; полуперчатки;

5) Средства защиты головы: каски защитные; шлемы, подшлемники;

6) Средства защиты глаз: очки защитные.

7) Средства защиты лица: щитки защитные лицевые.

8) Средства защиты органа слуха: противошумные шлемы; противошумные вкладыши; противошумные наушники.

9) Средства дерматологические защитные: защитные; очистители кожи; репаративные средства.

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		67

### 5.1.3 Промышленный микроклимат

Одним из основных условий труда на предприятии является обеспечение необходимого микроклимата для рабочих. На проектируемом предприятии существует много источников выработки тепла. К ним относятся: индукционные тигельные печи, расплавленный металл во время литья в формы, отливки во время охлаждения, термопечи и охлаждающие ковш.

Конструкторский цех по производству тепловой энергии относится к горячему, поскольку теплоотдача превышает  $23,26 \text{ Вт/м}^2$ . Параметры метеорологических условий (температура воздуха, относительная влажность и скорость воздуха) регулируются СанПиН 2.2.4.548-96 [13].

Допустимая величина показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений приведена в таблице 31.

Таблица 31 - Допустимая величина показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат	Величина энергозатрат	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	14,0-23,0	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

Цех проводит следующие мероприятия по созданию необходимого

микроклимата:

- автоматизация и дистанционное управление технологическими процессами;
- теплоизоляция нагретых поверхностей оборудования, установка экранов возле печей;
- для рабочих имеются комнаты отдыха и обеспечиваются средства защиты по ГОСТ 12.1.011-89 [4];
- в цехе есть приточно-вытяжная вентиляция и воздушное отопление, совмещенное с ней.

Максимально допустимые значения показателей микроклимата на рабочих местах регулируются СанПиН 2.2.4.548-96 [13].

#### **5.1.4 Промышленное освещение**

Большое значение в проектируемом цехе - обеспечить надлежащее освещение.

Разработанный цех обеспечивается естественное и искусственное освещение в соответствии с СНиП 23-05-95 \*, что необходимо для создания благоприятных условий для выполнения работы, прохода людей и движения [15].

В условиях профессионального здоровья следует использовать как можно больше естественного света. В спроектированном цехе это делается через оконные проемы и световые огни.

В местах выхода металла из печи, в зонах заливки и формования аварийное освещение обеспечивается с использованием люминесцентных ламп с минимальным освещением 10 люкс.

В цехе предусмотрено переносное освещение, так как невозможно создать нормируемый уровень освещения при помощи стационарного освещения.

Мостовые краны оснащены крановым освещением, выполненным с

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		69

лампами накаливания.

Для общего освещения производственных помещений газоразрядные источники света используются для люминесцентных ламп типа ЛХБ.

Для местного освещения используются лампы ПВЛП. Наличие двух ламп, которые позволят уменьшить пульсацию всего светового потока светильника.

Рассчитаем необходимое количество ламп по формуле:

$$N = E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z / n \cdot \Phi_{\text{л}} \cdot \eta,$$

где E - нормализованное освещение, нк;

K<sub>3</sub> - коэффициент безопасности;

S-освещенная площадь, м<sup>2</sup>;

Z-коэффициент неравномерного освещения;

n-количество ламп в светильнике, шт;

Φ<sub>л</sub>-световой поток выбранной лампы, мл;

η - коэффициент использования светового потока.

$$N = 200 \cdot 1,8 \cdot 15000 \cdot 1,2 / 2 \cdot 19000 \cdot 0,48 = 355 \text{ шт.}$$

Для освещения цеха необходимо установить 355 лампы высокого давления типа ДРЛ.

### 5.1.5 Производственный шум

В спроектированном цехе самый высокий уровень шума наблюдается на участках выбивки и в финишных операциях.

Допустимый уровень шума в цехе в соответствии с СН 2.2.4 / 2.1.8.562-96 составляет 80 дБА [14].

Чтобы снизить уровень шума в мастерской, можно предложить следующие меры:

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		70

- применение автоматизированных линий с низким уровнем шума;
- вентиляция и местные вытяжные системы оснастить шумопоглощающими устройствами;
- на корпусе выбивной решетки предусмотреть внутреннюю облицовку звукопоглощающими материалами;
- сделать звукоизоляцию стен камеры дробеструйной обработки;
- применять средства индивидуальной защиты от шума (протирочные пробки «ушные пробки», наушники antinoise VCNШОТ-1) по ГОСТ 12.4.011-89 [7].

### 5.1.6 Вибрация производства

В проектируемом цехе источником общей вибрации является встряхивание пола и других структурных элементов здания из-за воздействия выбивных решеток.

Допустимое значение общей вибрации в цехе в соответствии с СН 2.2.4 / 2.1.8.566-96 [11]. Мы принимаем следующие меры для устранения вибрации и снижения ее вредного воздействия:

- исключая ручной пневматический транспорт;
- уменьшить вредное воздействие местной вибрации;
- используйте специальные перчатки с прокладкой в соответствии с ГОСТ 12.4.002-97 [6];
- уменьшить вредное воздействие общей вибрации;
- специальная виброустойчивая обувь используется в соответствии с ГОСТ 12.4.024-76 [8].

### 5.1.7 Электрическая безопасность

Наличие электрооборудования в цехе обеспечивает соблюдение правил электробезопасности, несоблюдение которых может привести к поражению

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		71

электрическим током.

Руководство цеха приняло следующие меры для обеспечения безопасности труда:

- все токоведущие части электрических устройств и оборудование имеет изоляцию, а также специальное ограждение;
- все корпуса двигателей, а также металлические детали, которые могут находиться под воздействием тока, заземлены в соответствии с ГОСТ 12.1.030-96 [5].
- проводится контроль периодического состояния электрооборудования и изоляции;
- электроустановки оснащены автоматической блокировкой, которые исключает включение оборудования в случае его неисправности, а также сигнализацию о его включении / выключении.
- оборудование снабжено предохранительными устройствами, которые обесточивают его защиту в случае короткого замыкания.

Защита персонала цеха от воздействия электрического тока обеспечивается в соответствии с ГОСТ 12.1.019-96 [4].

### **5.1.8 Пожарная безопасность**

Литейное производство характеризуется повышенной пожароопасностью, что в большей степени связано с использованием металлических материалов в расплавленной форме.

Общие требования к пожарной безопасности - ГОСТ 12.1.004-91 [3].

Для предотвращения пожаров необходимо соблюдать следующие правила:

- Не оставляйте клеенки и другие материалы, которые могут самовоспламеняться;
- Курить можно только в специально предназначенных для этого цели мест;

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		72

• Убедитесь, что электрическая изоляция и переносные лампы не были повреждены.

Для профилактики применять следующие меры по предупреждению пожаров:

- правильная эксплуатация оборудования и транспорта;
- правильное обслуживание зданий и территорий;
- инструктаж по пожарной безопасности;
- профилактические осмотры технологического оборудования;
- использование систем вентиляции;
- правильное размещение противопожарного оборудования (коробки с песком, пожарный кран с рукавом, огнетушители, такие как ОП-4) и его содержание;
- пожарная сигнализация;
- безопасная эвакуация людей в случае пожара.

В разработанном цехе имеется следующее противопожарное оборудование:

- для тушения электрооборудования - огнетушители с диоксидом углерода, асбест и войлочная ткань;
- песок на плавильном участке для тушения металлов;
- угарный газ используется для тушения загорания газа, порошковые огнетушители;
- в пожароопасных зонах есть знаки, запрещающие использование открытого огня.
- в цехе имеется пожарная сигнализация;
- для вызова пожарной команды служит кнопочная и автоматическая сигнализация. Планы эвакуации людей опубликованы и размещены в известных местах.

В заключение можно сказать, что проектируемый цех изготовления отливок по газифицируемым моделям с годовым выпуском 7500 тонн

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		73

полностью отвечает всем требованиям для организации и обеспечения безопасной работы, а именно:

- производственные процессы, сопровождающиеся шумом, вибрация, а также выброс пыли и вредных газов изолированы друг от друга, размещены в разных пролетах и отделены стенкой.

- производство пресс-форм происходит на автоматических линиях, исключаяющих ручной труд, защиту работников от травм и улучшение условий труда;

- секция для выбивания отливок из пресс-форм на автоматической линии оснащена устройствами для деления опок, что значительно снижает шум и вибрацию

- Организационные и профилактические мероприятия - все сотрудники инструктируются: вводные, первичные, внеочередные на рабочем месте и повторяющиеся, а также регулярные медицинские осмотры;

- Межучрежденческие меры по защите рабочего труда позволяют сократить число несчастных случаев и профессиональных заболеваний. В цехе есть комнаты для отдыха рабочих во всех производственных отделах.

Таким образом, реализация этого проекта позволит снизить функциональные издержки работников за счет улучшения характера и условий труда.

### **5.1.9 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Оценка устойчивости прогнозируемого объекта во время взрыва.

Стабильность объекта в чрезвычайных ситуациях определяется его способностью выполнять свои функции в этих условиях, а также возможностью восстановления в случае повреждения.

Критерии оценки физической устойчивости:

- когда происходит ударная волна, избыточное давление, при которой



элементы производственного здания не разрушены (не повреждены) или повреждены таким образом, что их можно восстановить за короткое время;

- при воздействии света или теплового излучения - максимальные значения световых (тепловых) импульсов, которые не вызывают возгорания материалов, сырья, оборудования, зданий и сооружений;

- под влиянием вторичных факторов повреждения – избыток давления, в котором продолжающееся разрушение и повреждение не приводят к несчастным случаям, пожарам, взрывам, наводнениям, гибели людей, выходу из строя средств производства.

Оценка физической устойчивости объекта осуществляется последовательно на воздействии каждого поражающего фактора, а также на факторы вторичного повреждения.

Эта оценка включает:

- влияние ударной волны на элементы объекта;
- возможность пожаров;
- влияние вторичных повреждающих факторов.

Пример оценки устойчивости элементов объекта к удару ударной волны показан в таблице 32.

Таблица 32 - Оценка устойчивости объекта к воздействию ударной волны

Наименование элементов объекта	Степень разрушения и избыточное давление					
	сильное		среднее		слабое	
	кПа	кгс/см <sup>2</sup>	кПа	кгс/см <sup>2</sup>	кПа	кгс/см <sup>2</sup>
Здание промышленное железобетонным каркасом	60-50	0,6-0,5	50-40	0,5-0,4	40-20	0,4-0,2
Крановое оборудование	70-50	0,7-0,5	50-30	0,5-0,3	30-20	0,3-0,2
Трубопроводы подземные стальные	2000	20-15	1500-1000	15-10	1000-600	10-6
Смотровые колодцы	1000	10	300	3	200	2
Наземные	130	1,3	50	0,5	20	0,2
Открытые склады	200	2	-	-	-	-

Рассмотрим пути улучшения стабильности важнейших технических систем объекта.

1) Системы водоснабжения. В чрезвычайных ситуациях существует правило, все элементы этой системы не могут быть отключены одновременно. При проектировании системы водоснабжения необходимо обеспечить их защиту в чрезвычайных ситуациях. Ответственные элементы системы водоснабжения должны располагаться ниже поверхности земли, что повысит их устойчивость.

2) Системы электропитания. Для повышения устойчивости этих систем целесообразно заменить воздушные линии электропередач кабельными сетями для обеспечения автономных резервных источников питания объекта.

Основным средством повышения устойчивости структуры от воздействия ударной волны является увеличение прочности и жесткости конструкций.

Особенное внимание следует уделить защите работников, для которых на территории объекта построены убежища и укрытия, предназначенные для защиты персонала; создается и поддерживается в системе постоянной готовности для оповещения рабочих и служащих объекта, а также проживающих вблизи людей о возникновении чрезвычайных ситуаций.

Этот проект предусматривает автоматизацию и механизацию технологического процесса, соответствие нормативным требованиям для шума, вибрации, пыли, микроклимата, освещения и т. д. Известно, что здоровье и безопасные условия труда благотворно влияют на благосостояние людей и работоспособность, способствуют повышению производительности труда.

## **5.2 Экологичность проекта**

### **5.2.1 Глобальные экологические проблемы нашего времени**

Главной особенностью современного экологического кризиса является

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		76

его глобальный характер. Он распространяется и угрожает охватить всю планету. Среди глобальных экологических проблем:

- Увеличение парникового эффекта;
- Тысячи видов животных растений были уничтожены и продолжают уничтожаться;
- Лесной покров в значительной степени разрушен;
- Доступный запас полезных ископаемых быстро уменьшается;
- Мировой океан не только исчерпан в результате разрушения жизни организмов, но также перестает быть регулятором естественных процессов;
- Атмосфера во многих местах загрязнена до максимума и чистый воздух становятся скудными;
- Частично нарушен озоновый слой, защищающий от пагубных космических излучений все живое;
- Загрязнение поверхности и обезображивание природных ландшафтов.

Сегодня человек привлекает к производству и потреблению количество материи и энергии, которое в сотни раз больше, чем его биологические потребности. Ежедневно добывается и перерабатывается 300 миллионов тонн материалов, сжигается 30 миллионов тонн топлива, из рек и других источников выбрасывается около 2 миллиардов кубометров воды, потребляется более 65 миллиардов кубических метров кислорода.

Экология Урала и его столицы находится в плачевном состоянии. По данным общероссийской общественной организации «Зеленый патруль», летом 2017 года Свердловская область была признана самым грязным регионом России [20]. С 2009 по 2017 год она регулярно занимает последние позиции в экологическом рейтинге субъектов РФ, периодически деля антилидерство с соседней Челябинской областью. Плохие экологические показатели связаны с тем, что в УрФО сосредоточено в 4 раза больше промышленных предприятий, чем в среднем по России. Особенно вредными производствами считаются черная и цветная металлургия, топливная и

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		77

химическая промышленность. Самый значительный вклад в загрязнение окружающей среды региона вносят ЕВРАЗ НТМК, Высокогорский ГОК, Уралхимпласт, Уральский асбестовый ГОК, Качканарский ГОК, Рефтинская ГРЭС. Поэтому Нижний Тагил и Асбест оказались в числе лидеров рейтинга самых грязных городов России. Недалеко от них ушел и Екатеринбург.

Главной экологической проблемой Екатеринбурга является загрязнение воздуха. Согласно данным Росстата, годовой объем выбросов в атмосферу уральской столицы составляет 203,5 тыс. тонн, что соответствует 15 месту в рейтинге городов с самым сильным загрязнением атмосферы. Причем из общего количества выбросов около 80% приходится на автотранспорт и лишь оставшаяся часть – на стационарные источники. На некоторых перекрестках зафиксировано превышение допустимого порога загрязнения выхлопными газами почти на 40%. Среди предприятий наибольший вред атмосфере наносят ОАО «Уралмашзавод», Ново-Свердловская ТЭЦ, ПО «Вторчермет НЛМК», ЗАО «Энергомаш (Екатеринбург) — Уралэлектротяжмаш», ОАО «Уральский завод транспортного машиностроения». В материалах госдоклада о состоянии и охране окружающей среды области 2014 года основными отравляющими веществами воздуха были названы бензапирен, формальдегид, диоксид азота, этилбензол, оксид углерода, аммиак и взвешенные вещества. Все они крайне негативно влияют на состояние органов дыхания, кровообращения, глаз и кожи, часть из них пагубно воздействует на центральную нервную систему, печень и способствует возникновению злокачественных опухолей.

Согласно докладу о состоянии окружающей среды, опубликованному на сайте минприроды в 2016 году, Исеть – одна из самых грязных рек России. Критического уровня загрязненности воды достигали аммонийный и нитритный азот, фосфаты, соединения меди, марганца, легкоокисляемые органические вещества. Периодически в акватории реки происходит массовая

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		78

гибель рыбы, последнее такое событие произошло в августе 2017 года, до этого в сентябре 2013 и 2011 годов.

У нас в области есть 30 предприятий, которые являются основными загрязнителями. Вред окружающей среде от них составляет порядка 90% от общего негативного воздействия [22].

Сложность нынешней экологической ситуации также связана с тем, что человечество не может отказаться от достижений технического прогресса и от использования природных ресурсов.

С позиции экологии литейное производство является одним из самых опасных. Отходы и выбросы в атмосферу негативно влияют на экологический баланс. На атмосферный воздух приходится более 70% всех вредных воздействий литейного производства. Около 60 кг пыли, от 70 до 250 кг оксидов углерода, 1,5-2 кг оксидов серы и азота и до 1,5 кг других вредных веществ (фенол, формальдегид, ароматические углеводороды) производятся при производстве одного тонны отливок из стали и чугуна, аммиака, цианидов). Водоохранилище получает до 3000 м<sup>3</sup> сточных вод и транспортируется на отвалы до 6 тонн отработанных формовочных смесей. В то же время, без литейного производства, невозможно представить современную промышленность. Однако целью модернизации литейных цехов должно быть, прежде всего, не извлечение выгод, а максимально возможное сокращение вредного влияния литейных предприятий на окружающую среду.

Цель нашего проекта - разработать мероприятия, в которых природные ресурсы будут использоваться наиболее эффективно с наименьшими затратами и потерями для окружающей среды и самого человека, а современные методы будут использоваться для сокращения выбросов вредных веществ, которые влияют на природную среду, то есть следует соблюдать общую экологическую безопасность проекта.

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		79

## 5.2.2 Взаимодействие технологического процесса производства отливок из чугуна с экологическими системами

Проектируемый цех ориентирован на изготовления отливок по газифицируемым моделям с годовым выпуском 7500 тонн.

Анализ взаимодействия технологического процесса производства отливок с экологическими системами представлен в виде схемы (рисунок 2).



Рисунок 2 – Схема технологического процесса изготовления отливок

Готовой продукцией является изготовление отливок по газифицируемым моделям с годовым выпуском 7500 тонн. Материалы отливок:

- практически все марки чугунов от СЧ15 до ВЧ50, износостойкие
- стали, от простых углеродистых ст. 20-45 до высоколегированных, теплостойких и жаропрочных

- практически все литейные марки бронз, латунь, алюминий

Электричество - это энергетический ресурс. Шихта, вода и ЛГМ используются в качестве материальных ресурсов. В состав шихты для СЧ25 входит: стальной и чугунный лом, ферросилиций ФС20, ферромарганец ФМн78.

Во время технологического процесса изготовления отливок образуются следующие виды отходов:

Материал разделен на:

- твердые - скрап, сжигание, ворота и прибыль, пыль, отработанная смесь;
- жидкость - сточные воды;
- газообразный -  $CO_2$ ,  $SO_2$ ,  $NO_2$ ,  $C_6H_5OH$ ,  $HCOH$ ,  $NH_3$ ,  $CN$ .

Энергетические отходы включают в себя: шум, вибрацию, тепловые выбросы и электромагнитное излучение.

Источниками энергетических отходов являются все оборудование, используемое в проектируемом литейном цехе.

Основное распределение твердых отходов связано с транспортными операциями, смесями, изготовлением пресс-форм, а также выбиванием, измельчением и чисткой отливок.

Жидкие отходы образуются в результате охлаждения оборудования, подготовки и увлажнения формовочной и основной смеси, а также для очистки отливок.

Газообразные отходы образуются при изготовлении пресс-форм, производстве смеси, а также плавлении, разливке и охлаждении металла.

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

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		81

### 5.2.3 Основные требования к экологизации проекта

Основными требованиями для экологизации проекта являются соблюдение максимально допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ, выделяемых цехом (таблица 33), а также максимально допустимых уровней (ПДУ) вредных воздействий (таблица 34).

Таблица 33 – ПДК вредных веществ, выбрасываемых цехом

Вещество	ПДК
В атмосферном воздухе, мг/м <sup>3</sup> (максимально разовая/среднесуточная)	
Пыль нетоксичная	0,5/0,15
Оксид углерода	3/1
Диоксид серы	0,5/0,05
Фенол	0,012/0,008
Формаотленид	0,035/0,03
Аммиак	0,02/0,04
Цианид	0,01/0,005
В воде водоемов, г/м <sup>3</sup>	
Взвешенные вещества	20
Сульфаты	500
Хлориды	350
Фенол	20
Цианид	35

Таблица 34 – ПДУ вредных воздействий

Показатели технологического процесса (параметрические загрязнения)	Ед. измерения	Нормируемое значение
Электромагнитное излучение,	Гц	50
Напряженность электрического поля	кВ/м	5
Напряженность магнитного поля	А/м	8
Вибрация	дБ	85
Шум	дБ	75
Тепловое излучение	Вт/м <sup>2</sup>	70

### 5.2.4 Способы экологизации производства

Сравнивая основные материальные и энергетические показатели процесса с ПДК вредных веществ и с ПДУ вредного воздействия некоторых



показателей технологического процесса, можно сделать вывод, что необходимо принять меры для экологизации производства.

Для обеспечения безопасности экологии производства необходимо:

1) Применить эффективное пылеулавливающее оборудование для улавливания выбросов нетоксичной пыли.

2) Применить всасывание газа для удаления вредных газообразных веществ. А также применяйте эффективные установки для улавливания газообразных веществ, выбрасываемых цехом.

3) Создавать закрытый технологический процесс, который не будет выбрасывать в атмосферу отходы, образующиеся на промежуточных стадиях производства. Применить установки для регенерации отработанной формовочной смеси.

### **5.2.5 Предложения по экологизации технологического процесса**

Для создания малоотходного производства предусматриваются следующие меры:

- Улавливание пыли с помощью мешочного фильтра;
- Улавливание газообразных вредных веществ газовыми отсосами и очистка вентиляционного воздуха абсорбционно-биохимическими установками;
- Создание замкнутого технологического процесса;
- Очистка воды в установках «Альфа 8М».

Установка современных автоматических и формовочных линий уменьшит вредное воздействие шума, вибрации и тепла на пульт дистанционного управления, а также уменьшит общее потребление энергии.

Использование устройства с мешочным фильтром увеличит сбор пыли до 99,5%. Таким образом, выброс пыли уменьшится до 0,49 мг / м<sup>3</sup>, что соответствует нормам ПДК.

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		83

Установка газовых насосов облегчит сбор газообразных веществ. Использование абсорбционно-биохимических установок позволит очистить вентиляционный воздух от вредных веществ до 99,8%. Количество вредных газообразных выбросов будет составлять: оксида углерода до 1,14 мг/м<sup>3</sup>, диоксида серы до 0,02 мг/м<sup>3</sup>, диоксида азота до 0,02 мг/м<sup>3</sup>, фенола до 0,007 мг/м<sup>3</sup>, формальдегида до 0,0074 мг/м<sup>3</sup>, аммиака до 0,01 мг/м<sup>3</sup>, цианида до 0,005 мг/м<sup>3</sup>, что значительно ниже их норм ПДК.

Создание замкнутого технологического процесса, при котором скрап, брак и другой возврат собственного производства (литники и прибыли) будут отправляться на переплавку, что позволит сократить потребность в пополнении запасов сырья и основных материалов на 26%, то есть на 8422,5 тонны в год.

Отработанная формовочная и основная смесь с замкнутым технологическим процессом будет отправлена для регенерации. В этом случае безвозвратные потери смеси будут составлять около 15% в год от общей массы смеси, то есть 13096,4 тонны в год. Это уменьшит потребность в пополнении запасов песка примерно на 85% или 74212,9 тонн в год.

Использование закрытого водооборота, в котором используемая вода не выбрасывается в водоем, но очищается физико-химическим методом и отправляется обратно в цех. При этом безвозвратные потери воды составляют 8% в год от общего оборота воды, что составляет 43 200 м<sup>3</sup> в год. Это уменьшит необходимость извлечения пресной воды из рек и водохранилищ на 92% или 496 800 м<sup>3</sup> в год. Использование установки «Альфа 8М» позволит очищать воду от вредных веществ до 99,9%. Таким образом, количество выбросов будет: взвешенные твердые вещества до 0,429 г / м<sup>3</sup>, сульфаты до 1,229 г / м<sup>3</sup>, хлориды до 0,629 г / м<sup>3</sup>, фенол до 0,1 г / м<sup>3</sup> и цианид до 0,1 г / м<sup>3</sup>, это значительно ниже нормы ПДК.

Планируемые выбросы вредных веществ представлены в таблице 35.

									44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата						84

Таблица 35 - Планируемые выбросы вредных веществ

Вещество	Образующееся	Улавливаемое	Выбрасываемое
<b>Выбросы в атмосферу, мг/м<sup>3</sup></b>			
Пыль нетоксичная	86,4	85,97	0,43
Оксид углерода	571,5	570,36	1,14
Диоксид серы	5,31	5,29	0,02
Диоксид азота	6,82	6,80	0,02
Фенол	3,63	3,623	0,007
Формальдегид	3,7	3,6926	0,0074
Аммиак	5,05	5,04	0,01
Цианид	2,445	2,44	0,005
<b>Выбросы в водоемы, г/м<sup>3</sup></b>			
Взвешенные вещества	429	428,571	0,429
Сульфаты	1229	1227,771	1,229
Хлориды	629	628,371	0,629
Фенол	100	99,9	0,1
<b>Энергетические выбросы</b>			
Шум, дБ	70-80	5	65-75
Вибрация, дБ	80-90	75	75-85
Тепловое излучение, Вт/м <sup>2</sup>	23,26	3,26	20
Электромагнитное излучение, Гц	50	0	50
Напряженность электрического поля, кВ/м	380	0	380
Напряженность магнитного поля, А/м	3,26	0	3,26

Рекомендуемые мероприятия позволят сделать данный технологический процесс экологичным, энерго- и ресурсосберегающим за счет внедрения современного оборудования и создания замкнутого технологического процесса.

## 6 МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 6.1 Особенности обязанностей и трудовых функций сталеплавильщика 3 разряда

Область профессиональной деятельности сталеплавильщика: управление и контроль за работой производственного оборудования при производстве стали.

4.2. Объектами профессиональной деятельности сталеплавильщика являются:

технологические процессы производства стали;

машины, механизмы и инструменты;

сырье и готовая продукция;

техническая, технологическая и нормативная документация.

Ведение технологического процесса производства стали.

Эксплуатация и ремонтно-профилактическое обслуживание машин и механизмов на производстве стали.

#### 6.1.1 Требования к результатам освоения программы подготовки квалифицированных рабочих, служащих

5.1. Выпускник, освоивший ППКРС, должен обладать общими компетенциями, включающими в себя способность:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.

ОК 3. Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы.

ОК 4. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		86

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, клиентами.

ОК 7. Исполнять воинскую обязанность, в том числе с применением полученных профессиональных знаний (для юношей)\* (2).

5.2. Выпускник, освоивший ППКРС, должен обладать профессиональными компетенциями, соответствующими видам деятельности:

5.2.1. Ведение технологического процесса производства стали.

ПК 1.1. Осуществлять подготовку материалов и технологического инструмента, необходимых для производства стали.

ПК 1.2. Выполнять технологические операции по ведению процесса производства стали.

ПК 1.3. Вести учет показаний контрольно-измерительных приборов (КИП) в процессе производства стали.

ПК 1.4. Оформлять техническую, технологическую и нормативную документацию.

5.2.2. Эксплуатация и ремонтно-профилактическое обслуживание машин и механизмов на производстве стали.

ПК 2.1. Управлять технологическим оборудованием и механизмами агрегатов по производству стали.

ПК 2.2. Выполнять профилактические осмотры и текущие ремонты обслуживаемого оборудования.

ПК 2.3. Выполнять требования нормативных актов по охране труда, промышленной безопасности и защите окружающей среды.

## **6.2 Профессиональная подготовка профессии сталеплавильщик**

Сроки получения СПО по профессии 150401.02 Сталеплавильщик (по типам производства) в очной форме обучения и соответствующие квалификации приводятся в Таблице 1.

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		87

Таблица 36 – сроки получения профессии сталеплавильщик

Уровень образования, необходимый для приема на обучение по ППКРС	Наименование квалификации (профессий по Общероссийскому классификатору профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов) (ОК 016-94) "1"	Срок получения СПО по ППКРС в очной форме обучения "2"
Среднее общее образование	Оператор машины непрерывного литья заготовок	10 мес.
Основное общее образование	Подручный сталевара конвертера Подручный сталевара мартеновской печи Подручный сталевара установки внепечной обработки стали Подручный сталевара установки электрошлакового переплава Подручный сталевара электропечи	2 года 10 мес. "3"
	Разливщик стали	

"1" ФГОС СПО в части требований к результатам освоения ППКРС ориентирован на присвоение выпускнику квалификации выше средней квалификации для данной профессии.

"2" Независимо от применяемых образовательных технологий.

"3" Образовательные организации, осуществляющие подготовку квалифицированных рабочих, служащих на базе основного общего образования, реализуют федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования в пределах ППКРС, в том числе с учетом получаемой профессии СПО.

### **6.3 Разработка средства обучения по теме урока “выплавка стали в электропечи” по МДК 01.02. Общая технология производства**

Плавка в электропечах имеет ряд преимуществ перед плавкой в конверторах и мартеновских печах. Высокая температура позволяет применять сильноосновные шлаки, вводить большое количество флюсов и достигать максимального удаления из стали серы и фосфора. Для плавки в электропечи не требуется воздуха; окисляющая способность печи невысока, поэтому количество FeO в ванне незначительно, сталь получается достаточно раскисленная и плотная.

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		89

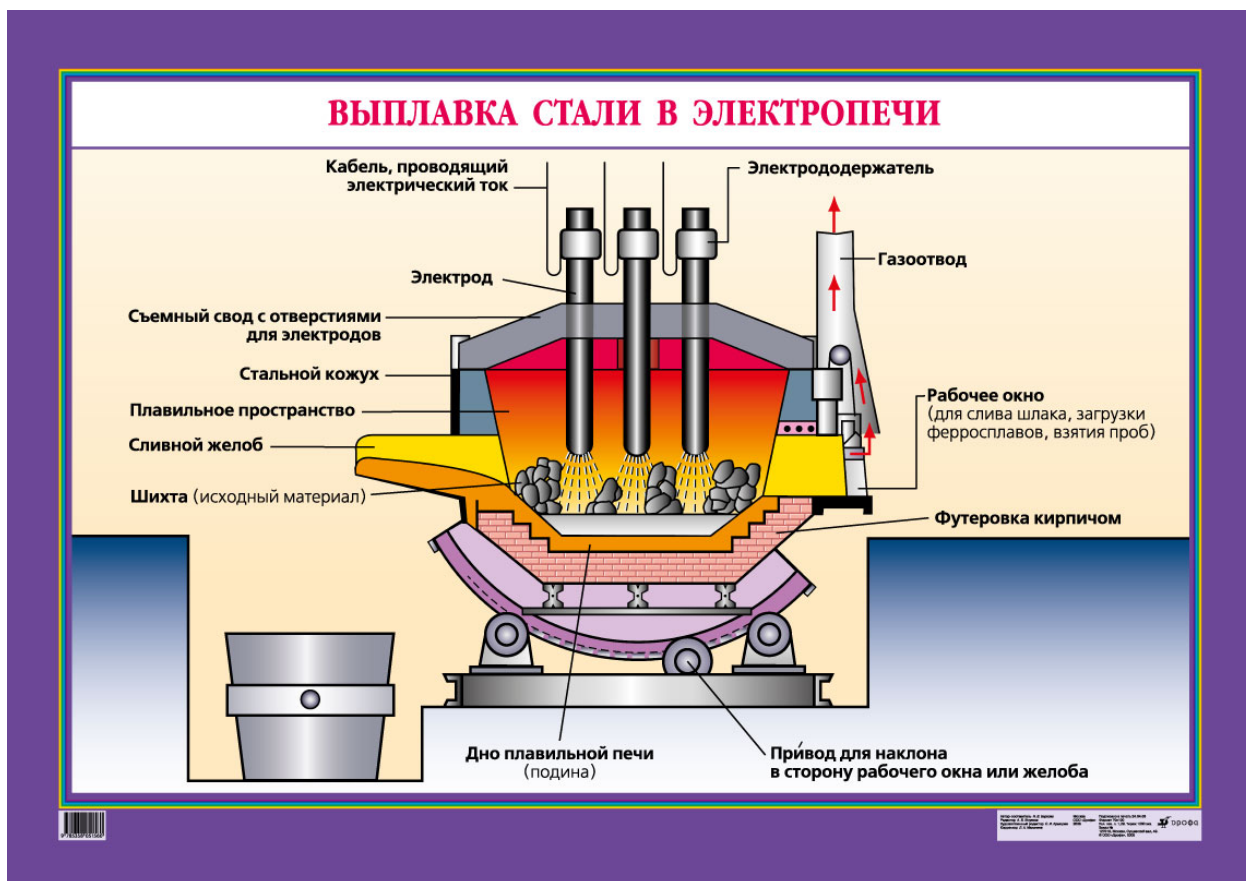


Рис 1 – Выплавка стали в электропечи

## 6.4 Вывод

В методической части было разработано наглядное средство обучения (плакат “выплавка стали в электропечи”), для использования в учебном процессе для подготовки по профессии сталеплавильщик. Плакат был разработан с учетом дидактических принципов.

Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата

44.03.04.150 ПЗ

Лист

90



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе был разработан цех чугунного литья производительностью 5 тыс. тонн в год. Был выполнен расчет рабочих фондов времени, оборудования и шихты. По расчетным данным было выбрано нужное количество оборудования и технологических материалов. Современное оборудование и технологии позволили увеличить производительность, повысить качество, снизить затраты на ремонт, улучшить условие труда и сократить срок окупаемости.

Так же был выполнен расчет экономики производства, а именно:

- \* Расчет численных рабочих (основные и вспомогательные);
- \* Расчет заработной платы;
- \* Отчисление на социальные нужды;
- \* Производственные фонды;
- \* Расчет себестоимости 1 тонны годных отливок.

Также были рассмотрены вопросы безопасности труда и экологии. В результате снижения расхода основных материалов, минимизирования выбросов вредных веществ получилось обезопасить окружающий мир от вредных факторов и сделать данный проект безопасным для окружающей среды. Были внедрены современные средства техники безопасности, которые обезопасят трудящихся от влияния на них вредных факторов, что приводит к снижению профессиональных заболеваний и получения травм.

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		91

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Введен в действие Министерством здравоохранения Российской Федерации, главный государственный санитарный врач Российской Федерации от 30 апреля 2003 г. № 76.

2. ГОСТ 12.0.003-74 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Введен в действие постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 18 ноября 1974 г. № 2551.

3. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 14.06.91 № 875.

4. ГОСТ 12.1.019-79 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. Введен в действие постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 17 июля 1979 г. № 2582.

5. ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Защитное заземление. Введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 15.05.81 № 2404.

6. ГОСТ 12.4.002-97 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты рук от вибрации. Разработан техническим комитетом по стандартизации ТК 320 "Средства индивидуальной защиты", Научным центром социально-производственных проблем охраны труда (МИОТ). Внесен техническим секретариатом Межгосударственного Совета по стандартизации, метрологии и сертификации. Принят Межгосударственным

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		92

Советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 11 от 25 апреля 1997 г.).

7. ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты работающих. Общие требования и классификация. Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 27.10.89. № 3222.

8. ГОСТ 12.4.024-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Обувь специальная виброзащитная. Введен в действие постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 26 января 1976 г. № 207.

9. ГОСТ 12172-74\* Клеи фенолополивинилацетальные. Технические условия. Разработан: Министерство химической промышленности СССР. Утвержден: Госстандарт СССР (12.07.1974).

10. ГОСТ 7769-82 Чугун легированный для отливок со специальными свойствами. Марки (с Изменением N 1) Постановление Госстандарта СССР от 17.02.1982 N 706 ГОСТ от 17.02.1982 N 7769-82. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 17.02.82 N 706.

11. ГОСТ СН 2.2.4/2.1.8.566-96 Производственная вибрация. Утвержден и введен в действие Постановлением Госкомсанэпиднадзора России от 31 октября 1996 г. № 40.

12. Приказ Министерства образования и науки РФ от 2 августа 2013 г. N 814 "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по профессии 150406.01 Модельщик"

13. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы. Утверждены и введены в Постановление Госкомсанэпиднадзора России от 1 октября 1996 г., № 21.

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		93

14. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы. Утверждены и введены в действие Постановлением Госкомсанэпиднадзора России от 31 октября 1996 г. № 36.

15. СНиП 23-05-95\* Естественное и искусственное освещение. Приняты и введены в действие постановлением Минстроя России от 2 августа 1995 г. № 18-78.

16. СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование. Принят и введен в действие с 01.01.2004 г. Постановлением Госстроя России от 26 июня 2003 г. № 115.

17. Шуляк В.С. Литье по газифицируемым моделям. – СПб.: НПО “профессионал”, 2007. – 408с.

#### **ИНТЕРНЕТ ИСТОЧНИКИ**

18. Автоматизированная формовочно-заливочная линия ЛГМ. ООО "Симбирские печи" г.Ульяновск РФ и Андерсон В.А. [Электронный ресурс] <http://simbirsk-furnace.ru>.

19. Акопян Г. В., Зурабян Н. Ж., Оганесян К. Д. База патентов СССР. Номер патента 1781273. [Электронный ресурс] // Научно-производственное объединение "ПОЛИМЕРКЛЕЙ". <http://patents.su>. Опубликовано: 15.12.1992.

20. Информационное агентство «Европейско-азиатские новости». 15 самых грязных городов России по оценкам экологов. [Электронный ресурс] <http://eanews.ru>.

21. Компания «MAGMATEX» г. Новосибирск. [Электронный ресурс] // Литье по газифицируемым моделям (предвспениватели полистирола, модельные автоматы ЛГМ, вибростолы и формовочные линии под ключ). <https://magmatex.ru>.

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		94

22. Кузнецов А. Интервью Министра природных ресурсов и экологии Свердловской области. [Электронный ресурс] // Комерсант.ru/  
<https://www.kommersant.ru>. Опубликовано 22 июня 2017 года.

23. Литьё по газифицируемым моделям. [Электронный ресурс] // ООО «Великоустюгский механический завод». <http://www.vurmz.rul>.

					44.03.04.150 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ доквм.	Подпись	Дата		95