

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Российский государственный профессионально-педагогический  
университет»

Институт инженерно-педагогического образования  
Кафедра металлургии, сварочного производства и методики  
профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:  
Заведующий кафедрой МСП  
\_\_\_\_\_ Б.Н. Гузанов  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г.

**ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВОК ИЗ СТАЛИ ДЛЯ НУЖД СЕВЕРСКОГО  
ТРУБНОГО ЗАВОДА С ГОДОВЫМ ВЫПУСКОМ 15000 ТОНН**

Выпускная квалификационная работа бакалавра по направлению 44.03.04  
Профессиональное обучение

Идентификационный код ВКР: 816

Исполнитель:

Студент группы ЗМП-403С

А.С. Зиновьев

Руководитель:

Доцент кафедры МСП,  
канд. пед. наук, доцент

Ю.А. Бекетова

Нормоконтролер:  
профессор кафедры МСП,  
канд. техн. наук, доцент

Ю.И. Категоренко

Екатеринбург  
2017

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 120 листов машинописного текста, 71 таблиц, 2 рисунка, 30 источников литературы, графическую часть на 6 листах формата А1:

1. План цеха;
2. Чертеж детали с модельно-литейными указаниями;
3. Форма в сборе;
4. Модельно-литейная оснастка;
5. Калькуляция себестоимости продукции;

В дипломном проекте разработана система технологического процесса изготовления отливок из машиностроения с годовым выпуском 15 тыс. тонн. Произведен расчет основных отделений литейного цеха и выбор технологического оборудования для производства отливок. Разработана новая технология изготовления «Диск».

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

Рассмотрены вопросы безопасности труда производственных рабочих и охраны окружающей среды.

организации стали для

Разработан тематический план производственного обучения машинист машинной формовки.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ОТЛИВКА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ, КВАЛИФИКАЦИИ, ОХРАНА ТРУДА, СЕБЕСТОИМОСТЬ, ОХРАНА ПРИРОДЫ.

Подп. и дата						ДП 44.03.04.816. ПЗ			
Взам. инв. №									
Инв. № дубл.									
Подп. и дата									
Инв. № подл.									
	Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата	Организация технологического процесса изготовления отливок из стали для нужд Северского трубного завода с годовым выпуском 15000 тонн	Лист	Лист	Листов
	Разраб.	Зиновьев А.С.							
	Пров.	Бекетова Ю.А.						2	120
	Т. контр.						ФГАОУ ВО РГППУ ИИПО, каф. МСП, пр.ЗМП-403 С		
	Н. контр.	Категоренко							
	Утв.	Гузанов Б.Н.							

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1. ОБОСНОВАНИЕ И РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ	8
2. РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОТДЕЛЕНИЙ ЛИТЕЙНОГО ЦЕХА	12
2.1. Режим работы цеха	12
2.2. Фонды времени работы цеха	13
2.3. Плавильное отделение	14
2.3.1. Выбор плавильного агрегата	15
2.3.2. Расчет шихты для стали марки 25Л	16
2.3.3. Технология плавки стали в электродуговой печи	34
2.3.4. Расчет количества плавильных агрегатов	35
2.3.5. Выбор и расчет парка ковшей	35
2.3.6. Формовочное отделение	36
2.3.7. Оборудование для формовочного отделения	36
2.3.8. Выбор оборудования для изготовления стержней	40
2.3.9. Процесс изготовления стержней.	42
2.3.10. Смесеприготовительное отделение	43
2.3.11. Проектирование отделения очистки, обрубки, термообработки и сдачи литья.	47
3. АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ ДЕТАЛИ И ТРЕБОВАНИЯ К НЕЙ	51
3.1 Характеристика детали, ее назначение и условие эксплуатации	51
3.2. Характеристика стали 25Л	52
3.3. Обоснование положения детали в форме при заливке	52
3.4. Расчет литниковой системы	52

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		3

3.4.1. Расчет прибылей	52
4. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА	
57	
4.1. Расчет численности состава рабочих	57
4.2 Организация и планирование заработной платы	62
4.3.Отчисления на социальные нужды	66
4.4. Расчет капитальных затрат и амортизированных отчислений.	67
4.5. Определение затрат и планирование себестоимости продукции	71
4.6. Расчет переменных затрат производится по выражению:	75
4.7. Ценообразование	76
4.8 Организация маркетинга	76
4.9. Расчет коммерческой эффективности	77
4.10. Показатели эффективности	86
5. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА	88
5.1. Безопасность труда	88
5.1.1. Характер трудового процесса	88
5.1.2. Условия труда	88
5.2. Безопасность при ЧС	97
5.3. Экологическая безопасность	101
5.3.1. Глобальные экологические проблемы современности	101
5.3.2. Анализ связей технологического процесса с экологическими системами.	102
5.3.3. Основные характеристики технологического процесса	103
5.3.4. Основные требования экологизации проекта	104
5.3.5. Рекомендуемые мероприятия по экологизации проекта	105

6. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗРАБОТАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТАВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СРЕДСТВ НАГЛЯДНОСТИ НА ТЕМУ: «ИГОТОВЛЕНИЕ ФОРМ МАШИНОЙ ФОРМОВКОЙ»	108
6.1. Анализ квалификационной характеристики для разных разрядов выбранной профессии.	108
6.2. Разработка фрагмента рабочего учебного плана	111
6.3. Выбор урока, на котором будут использованы результаты дипломного проектирования.	112
6.4. Разработка средств наглядности для выбранного урока	112
6.5. Применение разработанных средств наглядности на уроке	116
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	117
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	118

## ВВЕДЕНИЕ

Литейное производство - отрасль машиностроения, занимающаяся изготовлением фасонных деталей и заготовок путем заливки расплавленного металла в форму, полость которой имеет конфигурацию требуемой детали. Литье является наиболее распространенным способом производства заготовок для деталей и машин. Так 50% деталей к механизмам и машинам и 80% к станкам изготавливаются методом литья. Широкое распространение литейного производства объясняется большим преимуществом по сравнению с другими способами производства заготовок (ковкой, штамповкой). Литьем можно получить заготовки практически любой сложности с минимальными припусками на обработку. Это важное преимущество, так как сокращение затрат на обработку резаньем снижает себестоимость изделия и уменьшает расход металла. Кроме того, производство литых заготовок значительно дешевле, чем, например, производство поковок.

Литье является самым универсальным способом получения заготовок для деталей машин. Литьем можно получать отливки массой от нескольких граммов до 600 тонн и более. Методом литья получают отливки из черных сплавов (чугун и сталь), цветных сплавов.

В настоящее время известно более 100 различных способов литья. Наиболее широкое применение нашли такие способы производства отливок, как в разовые песчано-глинистые формы, кокильное литье, литье по выплавляемым моделям, литье под давлением, центробежное литье, электрошлаковое литье, литье под регулируемым давлением и т.д.

В последние годы основным направлением развития технологии изготовления литейных форм и стержней стали разработка и освоение смесей, затвердевающих без нагрева.

В разрабатываемом проекте отливки будут изготавливаться методом литья в опочные формы, затвердевающих без нагрева. Основное преимущество заключается в минимальной работе по уплотнению, отверждению при температуре окружающей среды, а также высокой.

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		6

прочности формы, в широкой возможности по управлению технологическими свойствами применительно к различной серийности производства, возможности повышения качества отливок.

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		7

# 1. ОБОСНОВАНИЕ И РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ

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

Проектировка любого литейного цеха начинается с составления производственной программы, которая является основой для решения ниже перечисленных вопросов.

В нашем дипломном проекте освещаются следующие вопросы:

- взаимодействие участков;
- расчет фонда времени работы оборудования и его количество;
- обоснование технологического процесса изготовления отливки;
- расчет технико-экономических показателей;
- вопросы безопасности и жизнедеятельности;
- вопросы экологии.

Исходными данными служат заданный объём производства, номенклатура деталей, масса деталей и т.д. Производственная программа представлена в таблице 1 для разработки технологической части проекта.

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		8

Таблица 1 - Производственная программа

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Массовая группа, кг	Наименование или номер отливки	Сплав для отливки	Масса отливки без литников и прибылей, кг	Масса отливки с литниками и прибылями, кг	Количество отливок в одной форме, шт.	Общее количество отливок на программу, шт.	Масса отливок без литников и прибылей на годовую программу,	Масса отливок с литниками и прибылями на годовую программу,	Количество форм на годовую программу, шт.	Размер опок, мм	Количество стержневых ящиков,
	1 Маховик	25Л	17	55	2	9212	313208	506660	4606	1000×80 0×150	
	2 Поршень	25Л	19	61	2	9112	346256	555832	4556	1000×80 0×150	
	3 Патрубок	25Л	23	69	2	9212	423752	635628	4606	1000×80 0×150	
	4 Барабан	25Л	24	76	2	9212	442176	700112	4606	1000×80 0×150	
	5 Кронштейн шкива	25Л	27	86	2	9280	501120	798080	4640	1000×80 0×150	

Продолжение Таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1) 10-100	6 Рычаг	25Л	28	87	2	6216	348096	540792	3108	1000×800×150
	7 Стакан	25Л	31	99	2	6216	385392	615384	3108	1000×800×150
	8 Фланец	25Л	33	101	2	6250	412500	631250	3125	1000×800×150
	9 Втулка	25Л	36	108	2	6184	420512	667872	3092	1000×800×150
	10 Крышка буксы	25Л	37	125	2	5216	459984	652000	2608	1000×800×250
	11 Крышка	25Л	38×2	120	2	6454	490504	774480	3227	1000×800×250
	12 Кронштейн	25Л	43	132	2	6456	147122	852192	3228	1000×800×250
	13 Крышка корпуса	25Л	71	140	1	6450	457950	903000	6450	1000×800×250
	14 Корпус редуктора	25Л	81	148	1	6454	522774	955192	6454	1000×800×250
15 Балка наружная	25Л	180	257	1	6000	1080000	1542000	6000	1600×2000×450	
2) 100 - 300	16 Картер	25Л	210	285	1	5000	1000000	1425000	5000	1600×2000×450
	17 Корпус подшипник а	25Л	222	289	1	3000	666000	867000	3000	1600×2000×500
	18 Крышка люка	25Л	243	312	1	2000	486000	624000	2000	1600×2000×500
	19 Сцепка СА-3	25Л	253	332	1	4000	1012000	1328000	4000	1600×2000×500
	20 Опора	25Л	274	345	1	3500	959000	1207500	3500	1600×2000×500
	21 Корпус	25Л	285	381	1	4000	1140000	1524000	4000	1600×2000×500
	22 Корпус подвес	25Л	300	396	1	3000	900000	1188000	3000	1600×2000×500

Окончание Таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3) 300-500	23 Стойка 080	25Л	315	412	1	4500	1417500	1854000	4500	1600×1200×500	1
	24 Опора 010	25Л	348	458	1	5000	1520000	1888000	4000	1600×1200×500	1
	25 Диск	25Л	468	730	1	4000	1740000	2290000	5000	1600×1200×500	1
Итого		-	-	-	-	101414	15000000	26237170	101414	-	32

## 2. РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОТДЕЛЕНИЙ ЛИТЕЙНОГО ЦЕХА

### 2.1. Режим работы цеха

Данный цех состоит из следующих отделений: плавильного отделения, формовочное отделение, смесеприготовительное отделение, стержневое отделение, отделение очистки, обрубки, термообработки и сдачи литья.

В литейных цехах применяют три вида режимов работы: параллельный, ступенчатый и комбинированный. При параллельном режиме отделения цеха, имеющие вредные выбросы, локализируют в отдельные помещения с определенной герметизацией. При ступенчатом режиме происходит разделение операций по времени, то есть все операции проходят в одном помещении, но в различное время. Комбинированный режим включает в себя особенности двух предыдущих режимов, отделения с вредными выбросами, могут быть также локализованы и возможно разделение по времени операций.

В нашем цехе будет применяться параллельный двухсменный режим работы, так как производство поточное.

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		12

## 2.2. Фонды времени работы цеха

При проектировании применяют три вида годовых фондов времени работы оборудования:

- 1) календарный  $\Phi_k = 365 \times 24 = 8760$ ч;
- 2) номинальный  $\Phi_n$ , являющийся временем (в часах), в течении которого может выполняться работа по принятому режиму, без учета неизбежных потерь;
- 3) действительный фонд времени  $\Phi_d$ , определяемый путем исключения из номинального фонда неизбежных потерь времени для нормального организованного производства. При 40 часовой рабочей недели  $\Phi_n$  составляет 3942 ч при работе в 2 смены.  $\Phi_d$  работы оборудования приведем в таб. 1.

$\Phi_k$  использует при расчетах складских помещений.

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 фонд времени.

Номинальный фонд времени рассчитывается по формуле:

$$T_n = ((365 - B - П - П_п) \times 8 + П_п \times 7) \times C,$$

где  $B = 52 \times 2 = 104$  - число выходных дней;

$П = 14$  - число праздничных дней;

$П_п = 5$  - число предпраздничных дней;

$C = 2$  - число смен.

$$T_n = ((365 - 104 - 14 - 5) \times 8 + 5 \times 7) \times 2 = 3942 \text{ ч.}$$

Для определения  $T_d$  работы оборудования из  $T_n$  условно исключают время пребывания оборудования в плановых ремонтах, установленная нормами системы планово-предупредительных ремонтов (ППР). Простои оборудования, вызванные недостатками в организации производства по

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		13

внешним причинам, при определении  $T_D$  не учитывают.

$$T_D = T_H(1 - K_{II}) = 3942(1 - 0,06) = 3706 \text{ ч} - \text{ для электродуговой печи};$$

$T_D = T_H(1 - K_{II}) = 3942(1 - 0,08) = 3626 \text{ ч} - \text{ для автоматизированного оборудования};$

$T_D = T_H(1 - K_{II}) = 3942(1 - 0,04) = 3784 \text{ ч} - \text{ для механизированного оборудования}.$

Коэффициент потерь времени работы оборудования в основном обусловлен его простоями из-за поломок и, следовательно, зависит от интенсивности эксплуатации. Для электродуговой печи, работающей в 2 - х сменном режиме  $K_{II} = 0,06$ , для технологического оборудования,  $K_{II} = 0,08$ , для автоматизированного оборудования,  $K_{II} = 0,04$ , для механизированного оборудования.

### 1 2.3. Плавильное отделение

Расчет плавильного отделения заключается: в состоянии баланса по выплавляемым маркам; в выборе типа и определений числа плавильных агрегатов; расчета парка ковшей; расхода шихтовых материалов на годовой выпуск отливок.

Подбор типа и конструкции плавильного агрегата зависит: объема производства, массы отливок, режим работы цеха, от рода металла.

Данные по годным отливкам заносим из производственной программы цеха.

Расчет массы металлозавалки  $M_M$  электродуговой печей в тоннах следует проводить по формуле:

$$M_M = \frac{M_{Г.о} + M_{Л.с}}{100 - Y - C_K} = \frac{15000 + 6138,174}{100 - 4 - 4} \times 100 = 22976 \text{ т}$$

Находим массу скрапа:

$$M_C = M_M \times C_K / 100 = 22976 \times 4 / 100 = 919 \text{ т};$$

Определяем массу, потерянную при угаре:

$$M_Y = M_M \times Y / 100 = 22976 \times 4 / 100 = 919 \text{ т};$$

Проценты масс годных отливок и литников с прибылями:

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		14

$$M_{Г.о} \times 100\% / M_M = 15000 \times 100 / 22976 = 65,3\%;$$

$$M_{л.с} \times 100\% / M_M = 6138,174 \times 100 / 22976 = 26,7\%;$$

Полученные данные вносим в таблицу 2.

Таблица 2 - Баланс металла по цеху для ДСП

Наименование статьи баланса	Марка сплава сталь 25Л	
	т	%
1. Годные отливки, $M_{Г.о}$	15000	65,3
2. Литники и прибыли, $M_{л.с}$	6138,174	26,7
3. Скрап, $C_k$	919	4
4. Угар и безвозвратные потери	919	4
5. Итого металл завалка, $M_M$	22976	100

### 2.3.1. Выбор плавильного агрегата

В качестве плавильного агрегата, для плавки стали, выбрана электродуговая печь ДСП-4

Особенности выплавки стали в электродуговых печах является то что в плавильном пространстве можно получить нейтральную или восстановительную атмосферу и различные давления. Кроме того, в атмосфере печи отсутствует кислород, что позволяет вести окислительные процессы только за счет газообразного кислорода, вдуваемую в ванну. При этом значительно уменьшаются потери плавления на угар и дает возможность увеличить температуру плавления и перегрева, что облегчает процесс осуществления десульфурации.

Преимущества сталеплавильных электродуговых печей связаны с использованием для нагрева металла электрической энергии. Расход тепла и температуры металла легко контролируются и регулируются. При переплавке высоколегированных отходов потери легированных элементов минимальны. Эффективно управлять химической активностью шлаков, что

является необходимым для дефорфоризации, расселения расплава.

Недостатки: высокий местный перегрев под электродами, трудность перемешивания и усреднения химического состава, значительное количество продуктов горения и шума во время работы.

### 2.3.2. Расчет шихты для стали марки 25Л

Расчет шихты для выплавки стали 25Л, выплавляемой в дуговой печи с кислой футеровкой.

Состав шихты:

Состав стали 25Л согласно ГОСТ 977-88[9] представлен в таблице 6.

В составе шихты используют следующие материалы:

отходы литейного цеха - 30%;

стальной лом - 60%;

стружка в брикетах - 10%;

чугун предельный.

Таблица 3 - Химический состав стали 25Л

Массовая доля элементов, %					Группа отливок
C	Mп	Si	P	S	
0,22-0,30	0,45-0,90	0,20-0,52	<0,060	<0,060	I
			<0,060	<0,060	II
			<0,050	<0,050	III

Данные о химическом составе шихтовых материалов приведены в таблице 7, а составе шлакообразующих материалов - в таблице 8.

Соотношение между стальными компонентами шихты и чугуном можно определить, используя следующее балансовое по углероду уравнение:

$$100([C]_{ст} + [C]_{изб}) = (100 - x \sum [C]_{сш} \times q_{сш} + [C]_ч \times x$$

где  $[C]_c$  - нижний предел содержания углерода в заданной марке стали, %;

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

$[C]_{изб}$  - превышение содержания углерода к концу периода плавления,

в кислом процессе оно обычно составляет 0,10-0,20%;

$[C]_{сш}$  - содержание углерода в стальной составляющей шихты, %;

$[C]_ч$  - содержание углерода в чугуна, %;

x - содержание в шихте чугуна, %.

Таблица 4 - Содержание шихтовых материалов

Шихтовые материалы	Массовая доля составляющих, %						
	C	Mn	Si	P	S	Al	Зола
Отходы литейного цеха	0,25	0,60	0,35	0,045	0,040	-	-
Стальной лом	0,25	0,50	0,40	0,040	0,040	-	-
Стружка в брикетах	0,25	0,45	0,35	0,045	0,040	-	-
Чугун передельный	4,00	0,70	0,65	0,150	0,030	-	-
Электроды	99,0	-	-	-	-	-	1,0
Ферросилиций	0,20	0,40	45,0	0,040	0,030	-	-
Ферромарганец	6,00	75,00	2,00	0,300	0,030	-	-
Алюминий	-	-	-	-	-	98*	-

\* остальную часть составляет железо.

Таблица 5 - Состав шлакообразующих материалов

Шлакообразующие материалы	Массовая доля составляющих, %				
	CaO	MgO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Известь свежееобожженная	92,0	3,0	3,00	1,00	1,0
Железная руда	0,70	0,3	6,00	3,00	90,0
Песок	-	-	96,00	2,00	2,0
Динас	1,34	-	96,58	0,58	1,5
Зола электродов	11,80	-	56,60	31,70	-

Так как в данном расчете за 100% принята сумма только компонентов, содержащих сталь, то выражение (1) можно записать следующим образом:

										Лист
										17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	ДП 44.03.04.816 ПЗ					

$$100(0,22+0,20) = 1/100 + x(0,25 \times 30 + 0,25 \times 60 + 0,25 \times 10) + 4,0 \times x$$

или  $42(100 + x) = 2500 + 4x(100 + x)$ , и в окончательном виде

$$4x^2 + 358x - 4700 = 0 \text{ откуда } x = 4,52 \text{ кг(\%)}.$$

Пересчитав вновь состав компонентов стали и чугуна исходя из 100%, окончательно получим:

1. Отходы литейного цеха составят:  $300 \times 100 / (100 + 4,52) = 28,7$  кг(%);
2. Расход стального лома составит:  $60 \times 100 / (100 + 4,52) = 57,41$  кг(%);
3. Расход стружки в брикетах: 10;
4. Расход чугуна составит:  $4,52 \times 100 / (100 + 4,52) = 4,32$  кг(%);

С целью получения более точных расчетов следует учитывать, что отходы литейного цеха могут быть загрязнены песком в виде пригара (обычно от 0,5 до 2,0%). Аналогичные загрязнения могут иметь и другие составляющие шихты. Тогда, если принять пригар равным 1%, действительное количество отходов литейного цеха составит:

$$28,7(100-1)/100 = 28,41 \text{ кг. Масса пригара будет равна } 28,70 - 28,41 = 0,29 \text{ кг.}$$

Количество элементов, вносимое металлической шихтой, приведено в таблице 6.

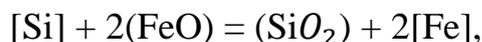
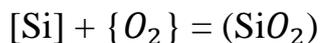
Таблица 6- Количество элементов вносимых шихтовыми материалами

Шихтовые материалы	Масса, кг	Вносимые элементы, кг					
		C	Mn	Si	P	S	Fe
Отходы литейного цеха	28,41	0,071	0,170	0,099	0,013	0,011	28,046
Стальной лом	57,41	0,144	0,287	0,230	0,023	0,023	56,703
Стружка в брикетах	9,57	0,024	0,043	0,033	0,004	0,004	9,462
Чугун передельный	4,32	0,173	0,030	0,028	0,006	0,001	4,082
Итого: кг	99,71	0,412	0,530	0,390	0,046	0,039	98,293
%	100	0,41	0,53	0,39	0,05	0,04	98,58

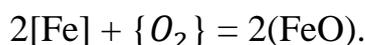
Период плавления шихты

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		18

В период плавления происходит окисление кремния, марганца, углерода и железа. Примем, что окисление этих элементов происходит в основном кислородом атмосферы печи. Окисление элементов металлической ванны, например, кремния, можно представить реакциями:



причем основным процессом является реакция, так как первоначально с кислородом реагирует железо (как избыточный компонент шихты) с образованием (FeO):



Необходимо также учитывать, что часть (FeO) растворяется в металле по реакции  $(\text{FeO}) = [\text{O}] + [\text{Fe}]$ , обогащая тем самым металл растворенным кислородом. Однако в данном расчете мы этот процесс не учитываем, считая, что доля растворившегося в металле кислорода в период плавления невелика. За период плавления угар кремния составляет 70%, марганца 70%. Угар железа составляет 2-3% от массы металла. Причем большая часть этого угара (60-80%) является результатом испарения и окисления железа в зоне действия электрических дуг. Угар углерода в этот период незначителен, можно принять, что его убыль компенсируется переходом углерода из электродов.

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		19

Таблица 7 - Расход кислорода на окисление элементов, кг

Элемент	Поступило	Окислилось	Осталось в металле	Требуется		Образовалось оксида
				FeO	O <sub>2</sub>	
C	0,412	-	0,412	-	-	-
Mn	0,530	$0,53 \times 0,7 = 0,371$	0,159	$0,371 \times 72/55 = 0,486$	0,186	$0,371 + 0,108 = 0,479$
Si	0,390	$0,390 - 0,7 = 0,273$	0,117	$0,273 \times 144/28 = 1,404$	0,312	0,585
P	0,046	-	0,046	-	-	-
S	0,039	-	0,039	-	-	-
Fe	98,293	$98,293 \times 0,03 = 2,949^*$	95,344	-	$2,949 \times 0,24 \times 16/56 = 0,067$ $2,949 \times 0,08 \times 48/112 = 0,101$ $2,949 \times 0,68 \times 16/112 = 0,859$	$2,949 \times 0,24 \times 72/56 = 0,910$ $2,949 \times 0,08 \times 16/112 = 0,337$ $2,949 \times 0,68 \times 16/112 = 2,864$
Итого	99,71	3,593	96,117	1,890	1,582	5,175

\*24% окислившегося железа окисляется до FeO, 8% - до Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (переходит в шлак), 68% - до Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и улетучивается в зоне электрических дуг.

С кислородом печной атмосферы поступит  $1,582 \times 77/23 = 5,296$  азота, где 77 и 23 - массовые проценты соответственно азота и кислорода в воздухе, которые, например, для кислорода можно определить и выражения:

$$\% O_2 = 100/[1 + \mu_{N_2} \times 0,79/\mu_{O_2} \times 0,21]$$

где  $\mu_{N_2}$  - молярная масса азота;

$\mu_{O_2}$  - молярная масса кислорода.

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		20

Таким образом, на образование оксидов требуется воздуха

$$1,582+5,296=6,878 \text{ кг.}$$

Шлак периода плавления.

В шлак периода плавления поступит:

Из металла, кг:

$$\text{MnO} \quad 0,429;$$

$$\text{SiO}_2 \quad 0,585;$$

$$\text{FeO} \quad 0,910;$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 \quad 0,337;$$

$$\text{Итого} \quad 2,311$$

За счет пригара (песка) на отходах литейного цеха, кг:

$$\text{SiO}_2 \quad 0,29 \times 0,96 = 0,278;$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 \quad 0,29 \times 0,02 = 0,006;$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 \quad 0,29 \times 0,02 = 0,006;$$

$$\text{Итого} \quad 0,290$$

Из динасового свода. Расход кирпича на 100кг шихты можно принять равным 0,2кг. Из этого количества в период плавления расходуется 60% динаса, т.е.  $0,2 \times 0,06 = 0,12$ кг, которые внесут в состав шлака, кг:

$$\text{CaO} \quad 0,12 \times 0,013 = 0,0016;$$

$$\text{SiO}_2 \quad 0,12 \times 0,966 = 0,1159;$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 \quad 0,12 \times 0,06 = 0,0007;$$

$$\text{Итого} \quad 0,1200$$

Из подины и откосов. Наварка подины и откосов производится кварцевым песком. Расход песка составляет 1-2 кг на 100 кг шихты (в расчете принимаем 1,5кг). В период плавления в шлак переходит 50% массы наварки

(кварцевого песка), или 0,75кг. Из наварки переходит в шлак, кг:

$$\text{SiO}_2 \quad 0,75 \times 0,96 = 0,720;$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 \quad 0,75 \times 0,02 = 0,015;$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 \quad 0,75 \times 0,02 = 0,015;$$

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		21

*Итого* 0,750

Из золы электродов. Расход электродов на 1т стали составляет 4-6 кг (0,4-0,6кг на 100кг шихты). По периодам плавки расход электродов примерно пропорционален расходу электроэнергии.

Считаем, что в первый период расходуется 60% электродов, т.е.  $0,5 \times 0,6 = 0,30$  кг (если принять расход электродов в среднем 0,5 кг на 100 кг шихты). Примем также, что углерод электродов в этот период окисляется кислородом печной атмосферы, а образовавшаяся зола переходит в шлак. В данном случае окисляется углерода  $0,30 \times 0,99 = 0,297$  кг. При этом образуется золы  $0,30 \times 0,01 = 0,003$  кг. Из золы электродов перейдет в шлак, кг:

CaO  $0,003 \times 0,1180 = 0,0003$ ;

SiO<sub>2</sub>  $0,003 \times 0,565 = 0,0017$ ;

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  $0,003 \times 0,317 = 0,0010$ ;

*Итого* 0,0030

Данные о количестве и составе шлака в период плавления приведены в таблице 8.

Таблица 8 - Состав и количество шлака периода плавления

Источник поступления оксидов	Составляющие, кг						Всего, кг
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	
Металл	0,5850	-	0,910	0,3370	0,479	-	2,311
Пригар(песок)	0,2780	0,0060	-	0,0060	-	-	0,290
Свод	0,1159	0,0007	-	0,0018	-	0,0016	0,120
Подина и откосы	0,7200	0,0150	-	0,0150	-	-	0,750
Зола электродов	0,0017	0,0010	-	-	-	0,0003	0,003
<i>Итого:</i> кг	1,7006	0,0227	0,910	0,3598	0,479	0,0019	3,474
%	48,95	0,65	26,19	10,36	13,79	0,06	100,0

Количество газов периода плавления

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		22

Так как в расчете принято, что в период плавления незначительный угар углерода металлической ванны компенсируется растворением углерода электродов, то образованием газов за счет окисления углерода, растворенного в металле, пренебрегаем.

В течении I периода расходуется 0,30кг графитированных электродов, принимаем, что углерод электродов окисляется кислородом воздуха на 90% до CO и 10% до CO<sub>2</sub>. Тогда с образованием CO сгорает углерода  $0,30 \times 0,99 \times 0,90 = 0,267$  кг, 0,99 - содержание углерода в электродах.

С образованием CO<sub>2</sub> окисляется  $0,30 \times 0,99 \times 0,10 = 0,30$ кг углерода, при этом образуется  $0,30 \times 44/12 = 0,110$ кг CO<sub>2</sub>. Для горения потребуется кислорода воздуха:  $(0,623 - 0,267) + 0,110 - 0,030 = 0,436$  кг, или  $0,436 \times 22,4/32 = 0,305$ м<sup>3</sup>. С кислородом воздуха поступит азота:  $0,436 \times 77/23 = 1,460$ кг, или  $0,305 \times 79/21 = 1,01427$ м<sup>3</sup>.

Итоговые данные о количестве и составе газов периода плавления сведены в таблице 9. Материальный баланс периода плавления шихты приведен в таблице 10.

Таблица 9 - Количество и состав газов периода плавления

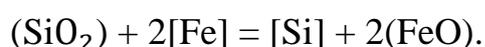
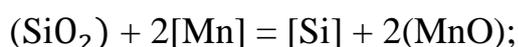
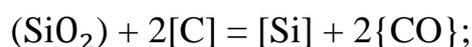
Источник поступления	Поступило, кг	Образовалось, кг			
		CO	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	всего
Углерод электродов	0,267+0,03=0,297	0,623	0,110	1,460	2,193
Азот, поступивший с кислородом	5,296	-	-	5,296	5,296
Воздух	0,436+1,46=1,896	-	-	-	-
<i>Итого</i> , кг	7,489	0,623	0,110	6,756	7,489
%	100,00	8,32	1,47	90,21	100,00

Таблица 10 - Материальный баланс периода плавления, кг

Поступило		Получено	
Железный лом		Металл	96,117
	28,41+57,41+9,57=95,39	Шлак	3,474
Чугун	4,320	Газы	4,489
Динас	0,120	Улет железа в виде Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,864
Пригар (песок)	0,290	Невязка	0,000
Набивка (песок)	0,750		
Электроды	0,300	<i>Итого</i>	109,944
Воздух	6,878+1,896=8,774		
<i>Итого</i>	109,944		

#### Окислительный период

Задачами окислительного периода при кислой плавке являются дегазация металла за счет кипения и нагрев металла. В течение периода окисляется 0,10-0,20% углерода. Для интенсификации кипения в ванну присаживают небольшими порциями (не более 0,2% от массы металла каждая) железную руду. Вызвать интенсивное кипение металла можно небольшими присадками извести вводимый при этом окись кальция вытесняет из содержащихся в шлаке силикатов FeO как более слабый основной оксид, повышая тем самым окислительную способность шлака. Однако необходимо учитывать, что наличие в шлаке свободного оксида кальция вызывает интенсивное разъедание кислой футеровки. Поэтому для кислого процесса оптимальным является содержание в шлаке 6-8% CaO. При высоком содержании в шлаке SiO<sub>2</sub> (56-60%) и высокой температуре происходит восстановление кремнезема по реакциям:



Содержание кремния в металле в конце окислительного периода может достигать 0,2-0,4%.

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		24

В соответствии с приведенными в литературе данными принимаем следующие изменение состава металла в окислительном периоде плавки. Содержание углерода в конце периода должно быть приблизительно 0,22%, или  $96,117 \times 0,22 / 100 = 0,211$  кг, где 96,117 - выход жидкого металла, кг. Следовательно, окислится углерода, в том числе с учетом углерода, пошедшего на восстановление кремния,  $0,412 - 0,211 = 0,201$  кг.

К концу периода в металле остается 0,08-0,12% марганца. Принимаем в расчете 0,10% или  $96,117 \times 0,10 / 100 = 0,096$  кг; окислится марганца (см. таблицу 7.5)  $0,159 - 0,096 = 0,063$  кг.

За счет восстановления содержание кремния в металле в конце окислительного периода можно принять равным 0,25%, что составит  $96,117 \times 0,25 / 100 = 0,240$  кг, тогда восстановится  $0,240 - 0,117 = 0,123$  кг кремния. На восстановление кремния потребуется  $0,123 \times 24 / 28 = 0,105$  кг углерода.

Потребность в железной руде

Принимаем, что окисление углерода и марганца происходит за счет кислорода железной руды. При этом источником кислорода является FeO - оксид железа, который получается при восстановлении Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> руды железом:



Расход железной руды на плавку определим по балансу затрат на окисление элементов и поддержание в шлаке определенных концентраций оксидов железа.

Потребность в FeO покрываем присадкой в шлак железной руды. Для образования 0,658 кг FeO требуется  $0,658 \times 160 / 2016 = 0,487$  кг Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Для восстановления Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> до FeO требуется  $0,658 - 0,487 = 0,171$  кг железа. Если принять, что 10% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> из руды переходит в шлак, а 90% восстанавливается до FeO, то расход железной руды составит  $0,487 / (0,90 \times 0,90) = 0,601$  кг.

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

Таблица 11 - Количество FeO, необходимое для окисления примесей, кг

Элемент	Поступило	Окислилось	Осталось в металле	Требуется FeO	Восстановилось Fe	Образовалось оксида
C	0,412	0,201- 0,105*= 0,096	0,211	$0,096 \times 72 / 12$ = $0,576$	$0,576 \times 56 / 72$ = $0,448$	CO(газ) $0,096 \times 28 / 12$ = $0,224$
Mn	0,159	0,063	0,096	$0,063 \times 72 / 55$ = $0,082$	$0,082 \times 56 / 72$ = $0,064$	Mn(в шлак) $0,063 \times 71 / 55$ = $0,081$
Si	0,117	-0,123**	0,240			CO(в газ) $0,123 \times 56 / 28$ = $0,246$ Восстановилось SiO <sub>2</sub> из шлака - $0,123 \times 60 / 28$ = $0,264$
P	0,046	-	0,046	-	-	-
S***	0,039	-	0,039	-	-	-
Fe	95,344	-	95,34 4	-	-	-
Итого	96,117	0,141	95,97 6	0,658	0,512	0,287

\*Количество углерода, потребовавшиеся для восстановления кремния из (SiO<sub>2</sub>).

\*\*Количество кремния, восстановившееся из (SiO<sub>2</sub>).

\*\*\*Отнесение реакции десульфурации к относительному процессу носит условный характер.

Шлак окислительного периода

В шлак окислительного периода поступит:

Из металла: 0,081кг MnO; 0,264кг (SiO<sub>2</sub>) (итого 0,183кг).

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		26

Из шлака периода плавления: 1,7006кг SiO<sub>2</sub>; 0,0227кг Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 0,91кг FeO; 0,3598кг Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 0,0019кг CaO (итого 3,474кг).

Из железной руды, кг:

CaO  $0,601 \times 0,007 = 0,004$ ;  
MgO  $0,601 \times 0,003 = 0,002$ ;  
SiO<sub>2</sub>  $0,601 \times 0,006 = 0,036$ ;  
Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  $0,601 \times 0,003 = 0,018$ ;  
Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  $0,601 \times 0,090 \times 0,1 = 0,054$ .  
*Итого* 0,114

Из извести. Расход извести в окислительной период плавки принят 0,3кг на 100кг садки. Известь внесет в шлак, кг:

CaO  $0,30 \times 0,92 = 0,276$ ;  
MgO  $0,30 \times 0,03 = 0,009$ ;  
SiO<sub>2</sub>  $0,30 \times 0,03 = 0,009$ ;  
Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  $0,30 \times 0,01 = 0,003$ ;  
Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  $0,30 \times 0,01 = 0,003$ .  
*Итого* 0,300

Из свода. В окислительный период расходуется 20% динасового кирпича, что составляет, кг:

CaO  $0,40 \times 0,0134 = 0,0006$ ;  
SiO<sub>2</sub>  $0,40 \times 0,9658 = 0,0386$ ;  
Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  $0,40 \times 0,0058 = 0,0002$ ;  
Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  $0,40 \times 0,015 = 0,0006$ ;  
*Итого* 0,040

Из подины и откосов. В шлак поступит 25% набивной массы, т.е.  $1,5 \times 0,25 = 0,375$ кг. Из набивной массы в шлак перейдет, кг:

SiO<sub>2</sub>  $0,375 \times 0,96 = 0,0360$   
Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  $0,375 \times 0,02 = 0,008$   
Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  $0,375 \times 0,002 = 0,007$   
*Итого* 0,375

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		27

Из золы электродов. Принимаем, Что в окислительный период расходуется 20% электродов, что составляет  $0,5 \times 0,2 = 0,099$  кг. Содержащийся в электродах углерод сгорает в атмосфере печи, а зольный остаток переходит в шлак. Окисляется углерода электродов, кг:  $0,10 \times 0,99 = 0,099$ . Образуется золы  $0,10 \times 0,01 = 0,0001$  кг.

Составляющие золы внесут в шлак, кг:

CaO  $0,001 \times 0,1184 = 0,0001$

SiO<sub>2</sub>  $0,010 \times 0,565 = 0,0006$

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  $0,010 \times 0,317 = 0,0003$

*Итого* 0,001

Таблица 12 - Количество и состав шлака окислительного периода

Источник поступления оксидов	Составляющие, кг							Всего, кг
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	CaO	MgO	
Шлак периода плавления	1,7006	0,0227	0,910	0,3598	0,479	0,0019	-	3,474
Металл	-	-	-	-	0,081	-	-	-0,183
Железная руда	0,0360	0,0180	-	0,0540	-	0,0040	0,002	0,114
Известь	0,0090	0,0030	-	0,0030	-	0,2760	0,009	0,300
Свод	0,0386	0,0002	-	0,0006	-	0,0006	-	0,040
Подина и откосы	0,3600	0,0080	-	0,0070	-	-	-	0,375
Зола электродов	0,0006	0,0003	-	-	-	0,0001	-	0,001
<i>Итого:</i> кг	1,8808	0,0522	0,910	0,4244	0,5600	0,2826	0,011	4,121
%	45,64	1,27	22,08	10,30	13,59	6,58	0,27	100,0

Количество газов окислительного периода

При окислении углерода металл образуется  $0,201 \times 28/12 = 0,469$  кг монооксида углерода. При окислении углерода электродов кислородом

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		28

атмосферы образуется  $0,099 \times 0,90 \times 28 / 12 = 0,208 \text{ кг}$

СО и  $0,099 \times 0,10 \times 44 / 12 = 0,036 \text{ кг}$  СО<sub>2</sub> (0,90 и 0,10 - доли окисления углерода соответственно до СО и СО<sub>2</sub>). При этом требуется  $0,208 \times 16 / 28 + 0,036 \times 32 / 44 = 0,145 \text{ кг}$ , или  $0,145 \times 22,4 / 32 = 0,102 \text{ м}^3$ , кислорода воздуха. С кислородом поступит азота  $0,145 \times 77 / 23 = 0,485 \text{ кг}$ , или  $0,485 \times 22,4 / 28 = 0,388 \text{ м}^3$ .

Количество и состав газов окислительного периода представлены в таблице 13, материальный баланс окислительного периода - в таблице 14.

Таблица 13 - Количество и состав газов окислительного периода

Источник поступления	Поступило, кг	Образовалось, кг			
		СО	СО <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	всего
Углерод металла	0,201	0,469	-	-	0,469
Углерод электродов	0,099	0,208	0,036	0,485	0,729
Воздух	$0,145 + 0,485 = 0,630$	-	-	-	-
<i>Итого:</i> кг	0,930	0,677	0,036	0,485	1,198
%	100,00	56,51	3,01	40,48	100,00

Таблица 14 - материальный баланс окислительного периода, кг

Поступило		Получено	
Металл I периода	96,117	Металл	$95,976 + 0,512 - 0,171 = 96,317$
Шлак I периода	3,474	Шлак	4,121
Железная руда	0,601	Газы	1,198
Известь	0,300	Невязка	0,001
Динас	0,040	<i>Итого</i>	101,637
Набивная масса	0,375		
Электроды	0,100		
Воздух	0,630		
<i>Итого</i>	101,637		

При выплавки стали для фасонного литья плавку проводят без восстановительного периода. В этом случае раскисление проводят осаждающим методом. Если содержание кремния в металле ниже, чем требуется в выплавляемой стали, то за 7-10 мин до выпуска в печь

присаживают ферросилиций. Ферромарганец вводят либо в печь (за 3-5 мин. до выпуска), либо в ковш. Алюминий для окончательного раскисления вводят в ковш.

#### Раскисление металла

Определим состав металла, полученного к концу окислительного периода плавки, %:

$$C \quad 0,211 \times 100 / 96,317 = 0,219 \approx 0,22;$$

$$Si \quad 0,240 \times 100 / 96,317 = 0,249 \approx 0,25;$$

$$Mn \quad 0,096 \times 100 / 96,317 = 0,0100;$$

$$P \quad 0,046 \times 100 / 96,317 = 0,048;$$

$$S \quad 0,039 \times 100 / 96,317 = 0,040.$$

Расчет необходимого количества раскислителей производится исходя из средне заданного содержания соответствующих элементов в готовой стали с учетом их угара: марганца -  $(0,045 + 0,90) / 2 = 0,68\%$ ; кремния -  $(0,20 + 0,52) / 2 = 0,36\%$ .

Так как содержание кремния в металле выше нижнего предела, определяемого стандартом, то можно его содержание не повышать, оставив на уровне, полученном в процессе кремний восстановительной плавки.

Таким образом, раскисление металла в печи производим ферромарганцем, а в ковше в процессе выпуска - алюминием. Необходимое количество раскислителя можно определить по следующей формуле:

$$q_p = \frac{M_{ст}}{100} \times \frac{[E]_{ст} - [E]_{п.р}}{\frac{[E]_p}{100} \times \frac{100 - U}{100}} ;$$

где  $q_p$  - количество присаживаемого раскислителя, кг;

$M_{ст}$  - выход жидкой стали перед раскислителем, кг;

$[E]_{ст}$  - средне заданное содержание определяемого элемента в готовой стали, %;

$[E]_{п.р}$  - содержание того же элемента в металле перед раскислением, %

$[E]_p$  - содержание соответствующего элемента в раскислителе, %;

$U$  - угар элемента, %

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

Определим расход ферромарганца, принимая угар марганца равным 20%:

$$q_p = \frac{96,317}{100} \times \frac{0,68 - 0,10}{\frac{75}{100} \times \frac{100 - 20}{100}} = 0,931 \text{ кг};$$

Ферромарганец несет, кг:  $0,931 \times 0,06 = 0,056$  углерода;  $0,931 \times 0,75 = 0,698$  марганца;  $0,931 \times 0,02 = 0,019$  кремния;  $0,931 \times 0,003 = 0,003$  фосфора;  $0,931 \times 0,0003 = 0,0003$  серы. Итого 0,7763 кг.

С ферромарганцем поступит  $0,931 - 0,776 = 0,155$  кг железа. При раскислении металла окислится  $0,698 \times 0,20 = 0,140$  кг марганца и образуется  $0,140 \times 71/55 = 0,180$  кг MnO. При этом требуется  $0,140 \times 16/55 = 0,041$  кг кислорода воздуха, с которым поступит  $0,041 \times 77/23 = 0,137$  кг азота.

Количество и состав металла после присадки ферромарганца отражены в таблице 15.

В период раскисления стали принимаем расход огнеупоров, набивной массы и электродов таким же, что и в окислительной период плавки: 0,04 кг динаса; 0,375 кг набивки; 0,10 кг электродов. Количество и состав шлака после раскисления приведены в таблице 20.

Окончательное раскисление металла производим в ковше алюминием. Расход алюминия составит 0,8-1,2 кг на 1 т стали. Угар алюминия составит 75-85%. В расчете принимаем расход алюминия 1 кг/т, т.е. 0,1 кг на 100 кг металла. Тогда фактически требуется  $97,108 \times 0,1/100 = 0,097$  кг алюминия. Алюминий внесет:  $0,097 \times 0,98 = 0,095$  кг алюминия;  $0,097 \times 0,02 = 0,002$  кг железа, что составит в сумме 0,097 кг. Остается алюминия в металле, если принять его усвоением равным 20%,  $0,095 \times 0,20 = 0,019$  кг.

При окислении алюминия образуется  $0,095 \times 0,80 \times 102/54 = 0,144$  кг  $Al_2O_3$ . На окисление алюминия затрачивается  $0,095 \times 0,80 \times 48/54 = 0,068$  кг кислорода воздуха, с которым поступит  $0,068 \times 77/23 = 0,227$  кг азота.

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		31

Таблица 15 - Количество и состав металла после раскисления ферромарганцем

Элемент	Поступило с металлом	Внесено ферромарганцем, кг	Перешло в шлак, кг	Содержится в металле	
				кг	%
Углерод	0,211	0,0560	-	0,2670	0,27
Марганец	0,096	0,698- 0,140=0,5580	0,140	0,6540	0,67
Кремний	0,240	0,0190	-	0,6540	0,67
Фосфор	0,046	0,0030	-	0,0490	0,05
Сера	0,039	0,0003	-	0,0393	0,04
Железо	95,344+0,512- 0,171=95,658	0,1550	-	95,8400	98,70
<i>Итого</i>	96,137	0,791	0,140	97,108	100,00

Таблица 16 - Количество и состав шлака перед выпуском металла

Источник поступления	Составляющие, кг							Всего, кг
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	CaO	MgO	
Шлак окислительного периода	1,8810	0,0520	0,910	0,4240	0,560	0,2830	0,011	4,121
Свод	0,0386	0,0002	-	0,0006	-	0,0006	-	0,040
Набивка	0,3600	0,0080	-	0,0070	-	-	-	0,375
Зола электродов	0,0006	0,0003	-	-	-	0,0001	-	0,001
Ферромарганец	-	-	-	-	0,180	-	-	0,180
<i>Итого: кг</i>	2,2802	0,0605	0,910	0,4316	0,740	0,2837	0,011	4,717
%	48,34	1,28	19,29	9,15	15,69	6,02	0,23	100,00

Количество и состав газа периода раскисления.

Газы этого периода образуются в результате окисления углерода электродов и марганца ферромарганца кислородом атмосферы печи. Количество и состав газов в период раскисления приведено в таблице 17.

Таблица 17 - Количество и состав газов в период раскисления

Источник поступления	Поступило, кг	Образовалось, кг			
		CO	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	всего
Углерод электродов	0,099	0,208	0,036	0,482+0,137=0,622	0,866
Воздух	0,630+0,041+0,137=0,808	-	-	-	-
<i>Итого:</i> кг	0,907	0,208	0,036	0,622	0,866
%	100,00	24,02	4,16	71,82	100,00

Материальный баланс периода раскисления приведен в таблице 18, материальный баланс всей плавки - в таблице 19.

Таблица 18 - Материальный баланс периода раскисления, кг

Поступило		Получено	
Металл окислительного II периода	96,317	Металл	95,976+0,512-0,171=96,317
Шлак II периода	4,121	Шлак	4,717
Ферромарганец	0,931	Газы	0,866+0,227=1,093
Алюминий	0,097	Невязка	0,001
Динас	0,040	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> после окончательного раскисления алюминием	0,144
Набивная масса	0,375	<i>Итого</i>	103,084
Электроды	0,100		
Воздух	1,103		
<i>Итого</i>	103,084		



### 2.3.4. Расчет количества плавильных агрегатов

Таблица 20 - Техническая характеристика электродуговой печи

№ п/п	Наименование параметром и характеристик	Значение
1	Объем (тонн)	4
2	Мощность (кВт)	3000
3	Производительность (т/час)	2,7
4	Удельный расход электроэнергии (кВтч ч/т)	650
5	Время расплавления (мин)	46
6	Максимальная температура расплава, °С	1650
7	Напряжение силовых цепей, В	380
8	Напряжение цепей управления, В	220
9	Число фаз силовых цепей и цепей управления	3
10	Частота тока силовых цепей и цепей управления, Гц	50
11	Род тока	Переменный
12	Установленная мощность печного трансформатора, МВА	2
13	Номинальное первичное напряжение трансформатора, кВ	6
14	Давление охлаждающей воды, МПа	0,4
15	Давление сжатого воздуха	0,6

Расчет количество электродуговых печей:

$$N = M_m \times K_n / (T_d \times q);$$

$$N = 26237 \times 1,2 / (3706 \times 2,7) = 2,7 \approx 3 \text{ печи}$$

Рассчитаем коэффициент загрузки печи:

$$K_3 = \frac{Q \times T}{(T_d \times V \times n)}; \quad K_3 = \frac{N_p}{N_g};$$

где Q - годовая потребность в металле, т;

T - один такт времени работы печи, ч;

n - количество печей, шт;

V - емкость печи, т;

$$K_3 = \frac{26237 \times 1,4}{(3706 \times 4 \times 6)} = 0,8 \quad K_3 = \frac{2,7}{3} = 0,8$$

### 2.3.5. Выбор и расчет парка ковшей

										Лист
										35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат						

Для приема из печи емкость 4 тонны, транспортировке его к месту расположения форм и заливке стали в формы используются чайниковые ковши, емкостью 4 тонн.

$$N = \frac{q \times N_{\eta} \times T}{60 \times m};$$

где q - производительность плавильной печи, т/ч;

T - время оборота ковша, мин;

$N_{\eta}$  - число одновременно работающих печей, шт;

m - емкость ковша, т;

$$N = \frac{2,7 \times 3 \times 130}{60 \times 4} = 4 \text{ шт}$$

Так как смен 2, то  $4 \times 2 = 8$  шт.

Таблица 21 - Количество ковшей

Емкость ковша, т	Число одновременно работающих ковшей, шт	Число ковшей на ремонте, шт	Запас ковшей 20%, шт	Общее количество ковшей, шт
4	8	12	4	24

### 2.3.6. Формовочное отделение

В формовочные отделения выполняются операции формовки, сборки, заливки, охлаждения и выбивки отливок, трудоемкость которых составляет до 60% от общей трудоемкости изготовления отливок. Технико-экономические показатели формовочного отделения, организация работы и выбор оборудования, организации работы и выбор оборудования в первую очередь зависят от способа изготовления форм. Основными факторами, обеспечивающими выбор метода формовки, являются характер производства, масса, габариты и класс точности отливок, род металла, вид производственной программы и мощность проектируемого цеха.

### 2.3.7. Оборудование для формовочного отделения

В этом отделение будет проходить формовка, заливка и выбивка отливок из опок.



$$N = Q/(T_d \times q);$$

где N - количество единиц оборудования, шт;

Q - годовой объем продукции;

$T_d$  - действительный фонд времени;

q - паспортная производительность оборудования, шт.

$$N = (2 \times 57414) / 3626 \times 35 = 0,9$$

Рассчитаем коэффициент загрузки:

$$K_3 = \frac{0,9}{1} = 0,9$$

Установим одну формовочную линию ИФЛ70С

Комплексная автоматическая линия Л653

Предназначена для изготовления стальных отливок в песчано-глинистых формах в условиях серийного производства.

Линия рассчитана на четыре самостоятельных участка: формовки, выбивки, транспортировки на заливку и охлаждении, формовочной установки.

Дистанционное управление линией осуществляется с центрального пульта и вспомогательных пультов, расположенных на участках.

Таблица 23 - Основные параметры и характеристики формовочной линии Л653

№ п/п	Наименование параметров и характеристик	Значения
1	Размер опок, мм в свету высота	1600×1200 500
2	Производительность цикловая. Форм/ч	25
3	Давление прессования, МПа	1,6
4	Установленная мощность, кВт	858
5	Рабочее давление в гидросистеме	
6	Габаритные размеры, м	116×25
7	Масса линии, т	1100

Количество данного оборудования рассчитаем по формуле:

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		38

$$N = Q / (T_d \times q);$$

где N - количество единиц оборудования, шт;

Q - годовой объем продукции;

$T_d$  - действительный фонд времени;

q - паспортная производительность оборудования, шт.

$$N = (2 \times 44000) / 3626 \times 25 = 0,9$$

Рассчитаем коэффициент загрузки:

$$K_3 = \frac{0,9}{1} = 0,9$$

Установим одну формовочную линию Л653

Типовые оборудования системы:

1. Смена модели

Участок смены модели обеспечивает свободный доступ к оснастке для операций очистки и обслуживания.

2. Формовка

Для заполнения формы применяем смесители непрерывного действия производительностью в час.

3. Удаление излишков смеси

На позиции заполнения формы смесь уплотняется с использованием вибрационного стола. Для удаления остатков смеси применяется автоматический нож.

4. Отверждение формы

Формовочный участок включает позиционное отверждение формы. Отверждение происходит различными способами, в зависимости от использования технологического процесса и производительности линии. Полуформы поочередно передаются независимо друг от друга с использованием специального транспортного устройства.

5. Кантовка формы и протяжка модели

Участок извлечения модели полностью автоматизирован, операции производятся при помощи кантующего устройства. После этого форма

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		39

передается на покраску.

6. Окраска формы

Операция окраски упрощена применением станций, на которых форма перемещается манипулятором в положение удобное для покраски.

7. Сушка формы

Сушка производится в горизонтальном сушиле, в которое подается горячий воздух.

8. Постановка стержней

Конвейер простановки стержней обеспечивает свободный доступ к полуформам для простановки стержней.

9. Сборка форм

Для линий высокой производительностью сборка форм производится автоматически.

2.3.8. Выбор оборудования для изготовления стержней

Для изготовления стержней в серийном производстве прогрессивным является метод получения стержней методом холоднотвердеющей смеси, в качестве связующего материала синтетические смолы, которые при комнатной температуре за счет продувки становятся отвердителем. Эти стержни отличаются точностью, прочностью и легко удаляются из отливок при выборе форм.

Для изготовления стержней применяем стержневые линии Л9128Б5 и Л9128Б7

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		40



q - производительность машины.

$$n = \frac{107140 \times 1,2}{3626 \times 50} = 0,7$$

Рассчитаем коэффициент загрузки:

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

Установим одну стержневую машину Л9128Б5

Расчет количества стержневых машин проводят по формуле:

$$n = \frac{Q \times K_H}{T_d \times q};$$

где Q - количество съемов в год;

$K_H$  - коэффициент неравномерности (1,2-1,3);

$T_d$  - фактический фонд времени;

q - производительность машины.

$$n = \frac{44000 \times 1,2}{3626 \times 50} = 0,8$$

Рассчитаем коэффициент загрузки:

$$K_3 = \frac{0,8}{1} = 0,8$$

Установим одну стержневую машину Л9128Б7.

### 2.3.9. Процесс изготовления стержней.

После уплотнения смеси в ящике пескодувным или пескометным способом стержень продувается смесью паров низкокипящей жидкости - третичного амина с воздухом, и стержень приобретает начальную прочность, которая составляет 60% ее конечного значения. Время продувки 2-5с, далее 10-20с стержень продувает воздухом для его очистки от паров амина. Расход катализатора менее 1,5г на 1кг стержневой смеси. В результате взаимодействия компонентов связующего в присутствии катализатора образуется твердый полимер-полиуретан, который и обеспечивает высокую прочность стержня. Для подготовки, дозирования и подачи амина применяют специальные газогенераторы, которые испаряют амин, смешивают его с воздухом и падают в стержневой ящик. Степень очистки воздуха в этой системе близка к 100%. Таким образом, весь тракт подачи амина полностью

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		42

герметизирован, что обеспечивает безопасность процесса. При необходимости готовые стержни окрашивают противопригарной краской.

Для предотвращения пригара стержни окрашивают водной графитной краской. Состав краски: 33% - графит кристаллический; 13,5% - тальк; 2,5% - бентонит; 1% - декстрина; 50% - воды.

На линиях установлены одноходовые сушила конвейерное горизонтальное для подсушки стержней после окраски.

Температура в сушиле 200-250°C. Изделие перемещается через сушило по конвейеру с электроприводом и механизмом натяга. Рециркуляция газов в сушиле осуществляется водоохлаждаемым вентилятором, расположенные вместе с топкой на площадке. Горячие газы, многократно омывая изделия, передают свою теплоту конвекцией.

#### 2.3.10. Смесеприготовительное отделение

Для изготовления форм и стержней применяется холоднотвердеющая смесь на основе смолы. Состав стержневой смеси приведен в таблице 26.

Таблица 26 - Состав и свойства стержневой смеси

Массовая доля связующих, %			Свойства смеси	
Формовочный песок Кварцевый	Связующий материал	Катализатор	Газопроницаемость	Живучесть, мин
	Марка смолы ФФ-1Ф	БСК		
100	1,8-2,5	0,5-0,7	200-250	10-12

Состав стержневой смеси:

- 1) 100% песок;
- 2) 0,4...0,6% полиуретановая смола (жидкое состояние);
- 3) 0,4...0,6% полиизоцианат (жидкое состояние);
- 4) 0,05...0,2% амин (газообразное состояние).

Свойства стержневой смеси:

Прочность характеристики являются функции весовой доли смолы по отношению к массе песка, а также к отношению перемешивания смолы с полиизоцианатом. Классические смеси с 0,4...0,6% смолы при отношении

смолы: полиизонату = 1:1 имеют прочность при сжатии от 3 до 5 мПа, причем прочность при огибании (0ч) не менее 1,5мПа;

Текучесть смеси отличная;

Газотворная способность - во время заполнения формы расплавом возможно выделение фенола, бензола и свободного формальдегида.

Значительное влагопоглощение повышенной осыпаемостью.

Живучесть стержневой смеси (в закрытом состоянии) несколько дней.

Используем следующее оборудование, которое понадобится для проведения всех технологических операций характерных для данного отделения:

Смеситель непрерывного действия двухвальным ЕМ...G

Таблица 27 - Техническая характеристика смесителя ЕМ...G

Наименования	Значение
Производительность, т/час	30
Связующие системы	фурановые, фенольные смолы, жидкое стекло
Мощность привода трубы, кВт	22,0
Мощность привода лотков, кВт	2×7,5
Длина консоли, мм	2500-4500
Длина трубы смесителя, мм	2000

Расчет количества смесителей проводят по формуле:

$$n = \frac{Q}{T_d \times q};$$

где Q - количество стержневой и формовочной смеси;

$T_d$  - фактический фонд времени;

q - производительность машины.

$$n = \frac{97797,205}{3626 \times 30} = 0,89$$

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

Рассчитаем коэффициент загрузки:

$$K_3 = \frac{0,89}{1} = 0,89$$

Установим один смеситель непрерывного действия двухвальный  
ЕМ...Г.

Принцип действия регенерационного оборудования

Термическая регенерация

Газовая установка

Разработанная установка отвечает современным стандартам безопасности и состоит из магнитных и ручных клапанов, редукторов и датчиков потока.

Подогрев псевдокипящего слоя

Смесь газа и воздуха псевдокипящем слое регулирования таким образом, чтобы достичь полного сгорания газа и четкого соблюдения температуры. Газы задерживаются здесь достаточно до полного разрушения.

Охлаждение

Регенерация имеет температуру примерно 600-700°C после выжигания. Поэтому следующая операция - охлаждение в псевдокипящем слое, снабженный катушкой водного охлаждения. Эта процедура понижает избыточную температуру смеси до уровня, позволяющего ее немедленное использование в следующем цикле формовки.

Газоочистка

Смесь газов и пыли проходит через рукавный фильтр, который задерживает твердые частицы. На пути к фильтру смесь проходит через циклон где удаляются крупные включения.

Управление процессом

Датчики температуры, расположенные в псевдокипящем слое, передают контроллер, который дает команду на соответствующие открытие клапана подачи газа.

Таблица 28 - Техническая характеристика газовой термической регенерации

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		45

Параметры	Значения
Оптимальная производительность, т/ч	10
Расход природного газа, м <sup>3</sup> /ч	215
Расход воды, м <sup>3</sup> /ч	45
Габаритные размеры, ширина × высота × длина, мм	3500×800×1700

Расчет оборудования для термической регенерации

$$N = Q / (T_d \times q);$$

где N - количество единиц оборудования, шт;

Q - количество стержневой и формовочной смеси;

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

q - паспортная производительность оборудования, шт;

$$N = 97797,205 / (3626 \times 10) = 2,7$$

Рассчитаем коэффициент загрузки:

$$K_3 = \frac{2,7}{3} = 0,9$$

Механическая реакция

Установка регенерации песка использует трение зерен песка друг от друга удаления пленки связующего, покрывающей их. Процесс включает следующие операции: очистку зерен песка; удаления пыли; конечное просеивание; охлаждение.

Установка регенерации УР-6 используется на любом литейном производстве для регенерации смеси, содержание любое из основных химических связующих. Выбивная решетка разбивает формы. Установки механической регенерации используют принцип оттирки зерен смеси удаления пленки смолы, которая связывает данные зерна.

Преимущества установки: размещение оборудования на нулевой отметке. Механическое удаление металлических включений, большой процент выхода регенерата, высокая производительность, надежность в эксплуатации, простота в обслуживании, компактность установки, эстетический дизайн.

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		46

Таблица 29 - Техническая характеристика установки механической регенерации УР-6

Параметр	Значение
Производительность	до 6 т/ч
Грузоподъемность	до 1 т/ч
Загрузочная высота	670 мм
Габаритные размеры УР6	
Длина	2340 мм
Ширина	1700 мм
Высота	2650 мм

Расчет оборудования для регенерации УР-6

$$N = Q / (T_d \times q);$$

где N - количество единиц оборудования, шт;

Q - количество стержневой и формовочной смеси;

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

q - паспортная производительность оборудования, шт;

$$N = 97797,205 / (3626 \times 6) = 4,5$$

Рассчитаем коэффициент загрузки:

$$K_3 = \frac{4,5}{5} = 0,9$$

2.3.11. Проектирование отделения очистки, обрубки, термообработки и сдачи литья.

Отливки, выбитые из литейных форм, проходят по длительности цикл охлаждения, где, после чего их передают в термообрубное отделение, где улучшают их физико-механические свойства и придают им товарный вид.

Типовой процесс обработки большей части отливок включает операции: отбивку литниковой системы и элементов питания отливок при их выбивке из формы; охлаждение, очистку и удалении из внутренних полостей стержней, обрубку и зачистку; исправление дефектов; термообработку, промывку, грунтовку и сушку, контроль передачи отливок на склад.

Отливка в обрубном отделении цеха проходят в следующем порядке: предварительная очистка, обрезка и отбивка прибылей, выпоров, термическая обработка, очистка поверхности, разметка и исправление дефектов.

Очистка отливки производится галтовочном барабане периодического действия.

В таблице укажем паспортные характеристики агрегата.

Таблица 30 - Основные параметры и характеристики галтовочного барабана

Параметры	Значения
Объем загрузки, м <sup>3</sup>	0,8
Наибольшая масса загрузки, кг	1800
Производительность, т/ч	3
Габаритные размеры, (длина × ширина × высота)	3525×1615×1490

Расчет оборудования для галтовочного барабана

$$N = Q \times K_n / (T_d \times q);$$

где N - количество единиц оборудования, шт;

$K_n$  - коэффициент неравномерности (1,2-1,3);

Q - количество стержневой и формовочной смеси;

$T_d$  - действительный фонд времени;

q - паспортная производительность оборудования, шт;

$$N = 15000 \times 1,2 / (3626 \times 3) = 1,6$$

Рассчитаем коэффициент загрузки:

$$K_3 = \frac{1,6}{2} = 0,8$$

Очистка производится путем взаимного трения и соударения отливок друг от друга при вращении. Отливки загружаются в барабан и соприкасаются вращающейся поверхностью, поднимаются на некоторую высоту и свободно перекатываясь по нижележащим отливкам, друг от друга - галтуются. В барабане происходит отделение литниковой системы от мелких и средних отливок.

Остатки от литников, прибылей и выпоров обрубаются пневматическими молотками с зубилами (модели МР-4, МР-5) или газорезкой типа пропановой (инжекторной) Р1-01

Таблица 31 - Основные параметры и характеристики газорезки Р1-01

Наименование параметров и характеристик	Значения
Толщина разрезаемой стали, мм	3-100
Давление газа, мПа	0,2-0,5
Расход газа	10
Габариты, мм	320×140×75
Масса, кг	1,2

Для зачистки отливок от заусенцев, заливов, перекосов и неровностей, а так же поверхностей отливок (ужилин, пригаров) применяем дробеструйные камеры модели.

В таблице укажем паспортные характеристики агрегата.

Таблица 32 - Основные параметры и характеристики дробеструйной камеры 44122

Параметр	Значения
Производительность, т/ч	30
Общая масса деталей, одновременно работающих на столе, кг	1590
Наибольшая масса очищаемой детали, кг	530
Диаметр стола, мм	3200
Диаметр тарелки, мм	1300
Число тарелок	3
Число дробеметных аппаратов	2
Производительность одного аппарата по дроби, кг/мин	250

Расчет оборудования для дробеструйной камеры 44122

$$N = Q \times K_n / (T_d \times q);$$

где N - количество единиц оборудования, шт;

$K_n$  - коэффициент неравномерности (1,2-1,3);

Q - количество стержневой и формовочной смеси;

$T_d$  - действительный фонд времени;

$q$  - паспортная производительность оборудования, шт;

$$N = 15000 \times 1,2 / (3626 \times 20) = 0,25$$

Дробеструйные камеры предназначены для очистки от пригара отливок различной конфигурации сложности, так же применяются в качестве самостоятельного оборудования от окалины.

Металлические заготовки очищаются в камере колотой дробью, которая после нескольких очистных и подготовительных этапов может быть использована.

Следующая технологическая термообработка отливок. Основной целью термообработки является снятие внутренних напряжений и улучшение обрабатываемости при обработке резанием, придание металлу определенной структуры физико-механических свойств.

Печи шахтного типа применяются для нагрева под закалку легированных сталей, обжига длинномерных деталей и других видов термической обработке. Когда требуется нагрев не выше 1200°C.

Таблица 33 - Технические характеристики шахтовой печи СШЗ-6

$T_{\text{макс}}, ^\circ\text{C}$	Рабочее пространство	Садка печи, кг	Габаритные размеры, мм
1200	2000×3250	3000	2660×2150×2990

Расчет количества печей для термообработки приводят по формуле

Главные преимущества печей:

Гибкость в результате использования различных скоростей нагрева и охлаждение садки;

Экономическая эффективность, из-за небольших расходов технологических медиумов;

Простое обслуживание и безопасная эксплуатация.

Возможность обработки больших партий

$$n = \frac{M}{T_d \times Q};$$

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		50

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

$T_d$  - действительный фонд времени, ч;

$Q$  - производительность печи, ч;

Производительность печи рассчитывается по формуле:

$$Q = \frac{m}{T};$$

где  $Q$  - производительность печи, ч;

$m$  - масса садки печи;

$T$  - продолжительность термической обработки

$$Q = \frac{3000}{40} = 75 \text{ кг/ч}$$

$$n = \frac{15000 \times 1,2}{3784 \times 7,5} = 0,6$$

Рассчитаем коэффициент загрузки:

$$K_3 = \frac{0,6}{1} = 0,6$$

### 3. АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ ДЕТАЛИ И ТРЕБОВАНИЯ К НЕЙ

#### 3.1 Характеристика детали, ее назначение и условие эксплуатации

В дипломном проекте рассматривается технология изготовления отливки «Диск». Масса отливки 468кг. Деталь применяется для железнодорожного транспорта поэтому работает в условиях средних статистических и динамических нагрузок, поэтому деталь должна обладать хорошими прочностными свойствами и сопротивлению износу.

Отливка изготавливается из стали марки 25Л. Расчет шихты для данной марки сплава произведен ранее (см. пункт 2.3.2)

Припуски на механическую обработку назначаем вокруг всей отливки, вида окончательной механической обработки ряда припуска на отливку по ГОСТ 26645-85.

По степени точности поверхности отливки можно определить ряды припусков на их обработку.

Степень точности поверхности разрабатываемой детали составляет 10

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		51

по ГОСТ 26645-85. В соответствии с выбранной степенью точности выбираем ряд припусков 0-10.

### 3.2. Характеристика стали 25Л

Таблица 34 - Химический состав в % материала 25Л

Массовая доля элементов, %					Группа отливок
С	Мп	Si	Р	S	
0,22-0,30	0,45-0,90	0,20-0,52	<0,060	<0,060	I
			<0,060	<0,060	II
			<0,050	<0,050	III

### 3.3. Обоснование положения детали в форме при заливке

Основной задачей при выборе положения отливки во время заливки, заключается в положении наиболее ответственных ее поверхностей без литейных дефектов. При выборе положения отливки в форме руководствуемся следующими рекомендациями:

- 1) Основные обрабатываемые поверхности и наиболее ответственные части отливки располагаются вертикально;
- 2) Учитывая принцип затвердевания отливки: располагаются массивными частями вверх.

### 3.4. Расчет литниковой системы

#### 3.4.1. Расчет прибылей

Для отливки «Диск» устанавливаем обогреваемые прибыли, которые дополнительно подогревают электрической дугой, экзотермической смесью и др. Цель такого подогрева состоит в том, чтобы прибыль затвердела позже, чем стенки отливки. В результате снижается брак в литье по дефектам усадочного характера и уменьшается металлоемкость прибылей.

Эффективная работа прибыли обеспечивается при соблюдении следующих условий: прибыль должна затвердевать после отливки или питаемого термического узла; запас жидкого металла в прибыли должен

быть достаточным для питания отливки во время ее затвердевания; форма прибыли и ее расположение должны обеспечивать свободный доступ жидкого металла к отливке или питаемому узлу; размеры и масса прибыли должны быть минимальными.

Рассчитаем объемы прибылей по формуле Й. Пржибыла:

$$V_{\text{приб}} = \frac{V_{\text{п.у.}} \times \alpha_V \times \beta}{1 - \alpha_V \times \beta},$$

где  $\alpha_V$  - относительная объемная усадка сплава (для стали  $\alpha_V=0,04$ );

$\beta$  - коэффициент, зависящий от рода сплава и от принятых мероприятий по повышению рабочего давления в прибыли, по теплоизоляции и обогреву прибылей  $\beta=0,1$ ;

$V_{\text{п.у.}}$  - объем питаемого узла,  $\text{см}^3$ ;

Рассчитаем объем первого питаемого узла:

$$V_{\text{п.у.п.ц.}} = (\pi \times r^2 \times h) - (\pi \times r^2 \times h) = (3,14 \times 15,25^2 \times 14,8) - (3,14 \times 9,25^2 \times 14,8) = 6832 \text{ см}^3$$

$$V_{\text{п.у.Дуги}} = 6832/2 = 3416 \text{ см}^3$$

$$V_{\text{п.у.прям 1}} = a_1 \times b_1 \times c_1 = 8,9 \times 1,5 \times 11,0 = 145 \text{ см}^3$$

$$V_{\text{п.у.прям 2}} = a_2 \times b_2 \times c_2 = 8,9 \times 2,0 \times 14,0 = 247 \text{ см}^3$$

$$V_{\text{п.у.}} = V_{\text{п.у.Дуги}} + (V_{\text{п.у.прям 1}} \times 2) + (V_{\text{п.у.прям 2}} \times 2) = 4200 \text{ см}^3$$

Объем прибылей будет равен:

$$V_{\text{пр}} = \frac{V_{\text{п.у.}} - \alpha_V}{\beta - \alpha_V} = \frac{4200 \times 0,04}{0,1 - 0,04} = 2800 \text{ см}^3$$

Количество прибылей 4, то

$$V_{\text{пр1,2,3,4}} = 2800/4 = 700 \text{ см}^3$$

Так как прибыли закрытые обогреваемые, то их высота составит:

$$H_{\text{пр}} = 0,9 \times \frac{2 \times V_{\text{пр1,2,3,4}}}{\pi \times D^2} = \frac{2 \times 700}{3,14 \times 6^2} = 0,9 \times \frac{1400}{113} = 11,2 \text{ см}$$

### 5.3 Определение выхода годного

Коэффициент выхода годного показывает сколько металла, заливаемого в форму, приходится непосредственно на отливку. Выход годного рассчитывается по формуле:

										Лист
										53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат						

$$ВГ = \frac{Q_{отл}}{Q_{отл} + Q_{приб} + Q_{л.с.}} \times 100$$

где  $Q_{отл}$  - масса отливки, кг;

$Q_{приб}$  - масса прибылей, приходящаяся на одну отливку, кг;

$Q_{л.с.}$  - масса литниковой системы, приходящаяся на одну отливку, кг.

Массу прибылей можно вычислить, зная объем прибылей и плотность стали:

$$Q_{приб} = 2 \times V_{приб} \times \rho_{ст} = 2 \times 2800 \times 0,0078 = 43,6 \text{ кг.}$$

Массу литниковой системы определим, как 10% от массы отливки:

$$Q_{л.с.} = 0,05 \times Q_{отл} = 0,1 \times 74 = 7,4 \text{ кг}$$

Таким образом, подставив полученные данные в исходное уравнение, коэффициент выхода годного для нашей отливки составит:

$$ВГ = \frac{74}{74 + 43,6 + 7,4} = 59,2\%;$$

Так как применяем сплав 25Л выбираем литниковую систему третьего, которая состоит из воронки, стояка, шлакоуловителя и питателей.

Рассчитаем массу жидкого металла, заливаемого форму:

$$Q_{ж} = Q_{отл} + Q_{приб} + Q_{л.с.};$$

где  $Q_{отл}$  - масса жидкого металла, приходящегося на отливку, кг;

$Q_{приб}$  - масса жидкого металла, приходящая на прибыль, кг;

$Q_{л.с.}$  - масса жидкого металла, приходящегося на литниковую систему, кг.

Рассчитываем оптимальную продолжительность заливки по формуле Г.М. Дубицкого:

$$\tau_{опт} = S_1 \sqrt[3]{Q_{ж}} \times \delta;$$

где  $S_1$  - коэффициент продолжительности заливки для нашей отливки примем 0,5

$Q_{ж}$  - масса жидкого металла, заливаемого в форму, кг;

$\delta$  - преобладающая толщина стенки отливки, мм

Находим значение оптимальной продолжительности заливки:

$$\tau_{опт} = 0,5 \sqrt[3]{125 \times 60} = 9,8 \text{ с}$$

										Лист
										54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат						

После нахождения оптимальной продолжительности заливки необходимо найти среднюю скорость подъема уровня сплава полости

литейной формы. Она рассчитывается по следующей формуле:

$$U_{\text{ср}} = \frac{C}{\tau_{\text{опт}}};$$

где  $C$  - высота отливки по положению при заливки с учетом прибылей, мм;

$\tau_{\text{опт}}$  - продолжительность заливки, с.

В нашем случае:

$$C = h_{\text{дет}} + h_{\text{пр}} = 260 \text{ мм}$$

$$U_{\text{ср}} = \frac{260}{9,8} = 26,5 \text{ мм/с}$$

Рассчитаем величину гидростатического напора в литниковой системе:

$$H_{\rho} = H_0 - \frac{p^2}{2C};$$

где  $H_0$  - сумма высот верхней опоки и литниковой воронки, мм;

$p$  - расстояние от места подвода металла до верхней части полости формы, мм.

Для нашей отливки  $H_0=250\text{мм}$ ,  $p=250\text{мм}$ ,  $C=260\text{мм}$ . Следовательно, величина гидростатического напора будет равна:

$$H_{\rho} = 250 - \frac{250^2}{2 \times 260} = 120 \text{ мм};$$

Узкое место для расчета при заливке из поворотных ковшей будет равна:

$$F_{\text{уз}} = \frac{G}{\mu \times \tau_{\text{опт}} \times \rho \times \sqrt{2g \times H_{\rho}}};$$

где  $\rho$  - плотность сплава (для стали  $\rho=7,8 \text{ г/см}^3$ );

$\mu$  - коэффициент расхода литниковой системы (для данной отливки  $\mu=0,38$ ).

С учетом приведенных значений находим площадь узкого места системы:

$$F_{\text{уз}} = \frac{125 \times 1000}{0,38 \times 9,8 \times 7,8 \times \sqrt{2 \times 981 \times 120}} = 9 \text{ см}^2$$

									Лист
									55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат					

Примем следующее соотношение площадей элементов системы:

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

где  $F_{\text{пит}\Sigma}$  - площадь питателей, обслуживаемых одной ветвью литникового хода,  $\text{см}^2$ ;

$F_{\text{шл}}$  - площадь шлакоуловителя,  $\text{см}^2$ ;

$F_{\text{ст.н.}}$  - площадь сечения стояка внизу,  $\text{см}^2$ .

Таким образом, площадь сечения стояка будет равна:

$$F_{\text{ст.н.}} = 1,4 \times F_{\text{пит}\Sigma} = 1,4 \times 9 = 12,46 \text{ см}^2.$$

Диаметр стояка внизу определим по формуле:

$$d_{\text{ст.н.}} = \sqrt{\frac{4 \times 12,46}{3,14}} = 4 \text{ см}$$

В данном случае из-за большой массы заливаемого металла и при заливки из поворотного ковша воронку мы устанавливаем на верх опоки.

Площадь шлакоуловителя будет равна (с учетом того, что металл в шлакоуловителе разделяется на две ветви):  $F_{\text{шл}} = 1,2 \times 9 = 10,68 \text{ см}^2$ .

Так как литниковая система содержит два питателя, то площадь каждого из них будет равна:  $F_{\text{пит}\Sigma} = 9/4 = 2,2 \text{ см}^2$ .

По найденным значениям площадей питателей и шлакоуловителя найдем их конкретные размеры. Примем для этих элементов трапецидальную форму сечения (высота  $h$  равна нижнему основанию  $a$ , верхнее основание  $b = 0,8 \times a$ ).

С учетом этого находим для питателей:  $b = 1 \times a = 0,8 \times 2,7 = 2,16 \text{ см}$ .

Аналогично рассчитываем размеры сечения шлакоуловителя:

$$b = 0,8 \times 2,8 = 2,24 \text{ см. } h = a.$$

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		56

#### 4. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

##### 4.1. Расчет численности состава рабочих

На первом этапе планирования необходимо определить качественные и количестве и количественный состав основных и вспомогательных рабочих при определении квалификации рабочего необходимо руководствоваться видом обслуживаемого оборудования, квалификационными справочниками и сложностью выполняемых работ.

Различают списочную и явочную численность рабочих.

Баланс рабочего времени основных рабочих проставлен в таблице 40

Таблица 35 - Баланс рабочего времени основных рабочих

Статьи баланса	Фонд времени	
	сутки	часы
1	2	3
Календарный фонд времени	365	2920
Выходные дни	104	-
Праздничные дни	9	-
Предпраздничные дни	8	-
Номинальный фонд времени	251	2008
Плановые невыходы на работу	38	304
в том числе:		
Основной и дополнительный отпуск	33(29)	-
По болезни	7	-
Выполнение государственных обязанностей	1	-
Отпуск учащихся	1	-
Действительный фонд времени	213	1704
Коэффициент списочного состава	1,18	-

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

ДП 44.03.04.816 ПЗ

Лист

57

Баланс рабочего времени вспомогательных рабочих представлен в таблице 36

Таблица 36 - Баланс рабочего времени вспомогательных рабочих

Статьи баланса	Фонд времени	
	сутки	часы
1	2	3
Календарный фонд времени	365	2920
Выходные дни	104	-
Праздничные дни	9	-
Предпраздничные дни	8	-
Номинальный фонд времени	251	2008
Плановые невыходы на работу	34	240
В том числе		
Основной и дополнительный отпуск	30(25)	
По болезни	7	
Выполнение государственных обязанностей	1	
Отпуск учащихся	1	
Действительный фонд времени	217	1736
Коэффициент списочного состава	1,16	-

С учетом данных баланса рабочего времени рабочих выполняем расчет численности рабочих, которые сводим в таблице 37

Таблица 37 - Списочный состав рабочих

Наименование отделений, оборудования и профессий	Тарифный разряд	Число смен в сутки	Норма обслуживания, чел	Количество агрегатов, шт.	Количество рабочих, чел.			К <sub>сн</sub>
					Явочное		списочное	
					В смену	В сутки		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Плавильное отделение								

Плавильная печь ДСП-5				3				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сталевар	5	2	1		3	6	7	1,18
Подручный	3	2	2		6	12	14	
Завальщик	3	2	2		6	12	14	
Итого:					15	30	35	
2. Формовочное отделение ИФЛ70С								
Формовочная линия				1				1,16
Оператор	5	2	5		5	10	12	
Формовочная линия Л653				1				
Оператор	4	2	5		5	10	12	
Итого:					10	20	24	
3. Смесеприготовительное отделение								
Система термической регенерации				3				1,16
Оператор	3	2	1		3	6	7	
Система механической регенерации УР-6				5				
Оператор	4	2	1		5	10	12	
Смеситель ЕМ...G				1				
Оператор	3	2	1		1	2	3	
Итого:					9	18	22	
4. Стержневое отделение								
Стержневая линия				1				1,16

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

ДП 44.03.04.816 ПЗ

Лист

59

Продолжение таблицы 37

Оператор	4	2	3		3	6	7	
Стержневая линия				1				
Оператор	3	2	3		3	6	7	
Итого:					6	12	14	
5. Выбивное отделение и финишные операции								
Галтовочный барабан				2				1,18
Оператор	4	2	1		2	4	5	
Дробеструйная камера 44122				1				
Оператор	4	2	1		1	2	3	
Термическая печь СДЗ				1				
Термист	4	2	1		1	2	3	
Газорезка Р1-01				3				
Газорезчик	2	2	1		3	6	7	
Итого:					7	14	18	
Всего:					47	94	113	
Вспомогательные рабочие								
1. Модельщик по ремонту моделей	4	2	2		2	4	6	1,16
2. Комплектовщик моделей	3	2	1		1	2	3	
3. Ковшевой	3	2	1	5	5	10	12	
4. Стопорщик	2	2	1		1	2	3	1,16
5. Весовщик	2	2	1		1	2	3	
6. Лаборант	3	2	1		1	2	3	
7. Лаборант	3	2	1		1	2	3	
8. Крановщик	4	2	1	5	5	10	12	
9. Стропальщик	2	2	1	4	4	8	10	
10. Водитель цехового транспорта	2	2	1	2	2	4	5	
11. Кладовщик	4	2	1		1	2	3	
12. Футеровщик сводной печи	3	2	2		2	4	5	
13. Слесарь	4	2	3		3	6	7	
14. Электрик	4	2	3		3	6	7	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

ДП 44.03.04.816 ПЗ

Лист

60

Продолжение таблицы 37

15. Маркировщик литья	2	2	1		1	2	3	
Итого:					33	66	85	
Всего:					80	160	198	

Численность аппарата управления и обслуживания персонала, (ИТР, служащих и МОП) определяются на основании укрупненных норм. Общая численность ИТР, служащих и МОП составляет соответственно 10,4% и 2% от численности производственных рабочих.

Таблица 38 - Штатное расписание и годовой фонд заработной платы

Должность	Количество, чел	Оклад, тыс. руб.		
		Месячный	Годовой	С учетом коэффициента
<b>ИТР</b>				
1. Начальник цеха	1	50	600	696
2. Зам начальник цеха по производству	1	40	480	556,8
3. Зам начальник цеха по технической части	1	35	420	487,2
4. Начальник БТЗ	1	27	324	375,84
5. Начальник БТК	1	28	336	389,76
6. Начальник ПДБ	1	30	417,6	484,416
7. Начальник тех. бюро	1	32	384	445,44
8. Начальник участка	4	27	324	362,88
9. Начальник смены	3	25	300	348
10. Старший мастер	4	25	300	348
11. Мастер	8	22	264	306,24
12. Механик цеха	1	18	216	250,56
13. Энергетик цеха	1	22	264	306,24
Итого:	28	381	4572	5303,52
<b>Служащие</b>				
1. Табельщик	2	12	144	167
2. Секретарь	1	10	120	139,2

Продолжение таблицы 38

3. Бухгалтер	2	23	276	320,16
4. Завхоз	1	14	194,88	226
5. Нормировщик	2	11	132	153,12
6. Инструктор по кадрам	1	15	180	208,8
Итого:	9	85	1020	1183,2
МОП				
1. Курьер	1	6	72	83,52
2. Сторож	3	5	60	69,6
3. Уборщик	3	7	84	97,44
Итого:	7	18	216	250,56
Всего:	44	484	5808	6737,28

Таблица 39 - Структура трудящихся в цехе

Категория персонала	Количество, чел	Удельный вес общем численности, %
Рабочие, всего	198	81,31
В том числе:		
Основные	113	46,96
Вспомогательные	85	34,35
ИТР	28	11,74
Служащие	9	3,91
МОП	7	3,04
Итого	242	100

#### 4.2 Организация и планирование заработной платы

Различают сдельно-премиальную и повременно-премиальную системы оплаты труда. Повременная оплата труда ориентируется только на степень сложности труда. Когда качество труда важнее его количества, когда работа неоднородная по своему характеру и нерегулярна по нагрузке.

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

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
						62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		



окладам (за профессиональное мастерство, совмещение профессий и должностей и т.п.), а также ежемесячные или ежеквартальные вознаграждения за выслугу лет, стаж работы.

Компенсационные доплаты связаны с режимом работы и условия труда. Дополнительная заработная плата (за неотработанное время) включает оплату отпусков, времени выполнения государственных обязанностей, время нахождения на обследовании в медицинских учреждениях, учебных отпусках и т.п.

Дополнительная заработная плата вычисляется по формуле:

$$З_{\text{доп}} = \frac{З_{\text{ос}} \times К_{\text{доп}}}{100},$$

где  $К_{\text{доп}}$  - коэффициент дополнительной зарплаты.

$$К_{\text{доп}} = \frac{T_{\text{отл}} \times 100}{T_{\text{д}}} + \frac{T_{\text{го}} \times 100}{T_{\text{д}}} + \frac{T_{\text{уо}} \times 100}{T_{\text{д}}} + 0,5 + \frac{T_{\delta} + 70}{T_{\text{д}}};$$

где  $T_{\text{отл}}$  - длительность отпуска, сутки;

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

$T_{\text{го}}$  - время выполнения государственных обязанностей, сутки;

$T_{\text{уо}}$  - время учебного отпуска, сутки;

0,5 - размер прочих составляющих дополнительной заработной платы;

$T_{\delta}$  - время нахождения на обследовании в медицинских учреждениях, сутки.

Годовой фонд заработной платы основных и вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле:

$$З_{\text{т.ф}} = З_{\text{ос}} + З_{\text{доп}};$$

Для определения среднемесячной заработной платы по отделениям годовой фонд делится на 12, а по отношению к рабочим еще и на списочный состав рабочих отделения. Результаты сводим в таблицу 46.

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		64

Таблица 40 - Расчет фонда заработной платы основных и вспомогательных рабочих

Участок	Количество рабочих, чел.	Средняя часовая ставка, руб.	Затраты времени на программу, чел. ч.	Затраты за отработанное время, тыс.					
				По ставке	Приработок сдельщика	Премия	Стимулирующие доплаты	Компенсационные доплаты	Прочие доплаты
Плавильное отделение	35	49	59640	2922,1	1461	1168,5	350,65	233,8	146,1
Формовочное отделение	24	56,5	40896	2310,6	1155,3	924,2	277,25	184,8	115,5
Смесеприготовительное	22	50	37488	1874,4	937,25	749,75	224,9	150	93,7
Стержневое	14	49,5	23856	1180,85	590,4	472,35	141,7	94,5	59,0
Термообрубное	18	46	30672	1410,9	705,5	564,45	169,3	112,85	70,5
Основные рабочие	113								
Вспомогательные рабочие	85	36	147560	5312,15	2656	2124	637,5	425	265,6
Итого для вспомогательных и основных рабочих	198								



Данные по общему фонду заработной платы с учетом доплат из фонда потребления приведены в таблице 42.

Таблица 42 - Общей фонд заработной платы по цеху

Фонд заработной платы	Виды доплат из фонда потребления, тыс. руб.					Общий фонд заработной платы, тыс. руб.
	Единовременные премии (5%)	Вознаграждение за выслугу лет (4,5%)	Материальная помощь (3%)	Оплата жилья (5%)	Доплаты к отпуску (2%)	
1	2	3	4	5	6	7
Основные рабочие по цеху 24465,2	1223,24	1100,9	733,9	1223,24	489,3	29235,78
Вспомогательные рабочие по цеху 13398,9	669,9	602,9	401,9	669,9	268	16011,5
Управленческий и обслуживающий персонал по цеху 6737,28	336,86	303,2	202,1	336,86	134,7	8051
Итого по цеху	2230	2007	1337,9	2230	892	53298,28

#### 4.4. Расчет капитальных затрат и амортизированных отчислений.

Расчеты выполняются по ориентировочным нормативам. Стоимость здания литейного цеха примем 1000 рублей за 1 м<sup>3</sup>, стоимость бытовых помещений 1400 рублей за 1 м<sup>3</sup>. Затраты на здание и бытовые помещения вычисляем по формулам:

$$C_{зд} = V_{зд} \times C_{тзд},$$

$$C_{бп} = V_{бп} \times C_{тбп},$$

где  $V_{зд}$  и  $V_{бп}$  - объемы здания и бытовых помещений, м<sup>3</sup>;

$C_{тбп}$  и  $C_{тзд}$  - удельная цена здания и помещений, тыс. руб./м

$$C_{зд} = 77760 \times 1 = 77760$$

$$C_{бп} = 3500 \times 1,4 = 4900$$

Затраты на монтаж оборудования определяется в процентах от цены оборудования, примем - 10%.

Затраты на приобретение и монтаж подъемно транспортного оборудования можно принять 60% от стоимости технологического оборудования, затраты на прочее вспомогательное оборудование примем в размере 25% от стоимости технологического оборудования. Затраты инструмент и приспособления 50 руб. на 1 т годных отливок.

Стоимость хозяйственного инвентаря на одного работающего 2000 руб.

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		68



Продолжение таблицы 43

9.Смеситель		1	780	10	78	858
10.Литейный конвейер		1	600	10	60	660
11.Кантователь		1	400	10	40	440
12.Сушильная печь	46179	1	650	10	65	715
13.Галтовочный барабан	41114	2	340	10	34	374
14.Дробеструйная камера	44122	2	670	10	67	737
15.Шахтная печь	СПЗ-6	1	740	10	74	814
Итого						
Инструмент и оснастка						
Прочее оборудование						
Хозяйственный инвентарь						
Итого						
Всего затрат						

Для выполнения расчетов принимаем следующие значения норм амортизации: Для зданий и сооружений - 2%; для плавильных агрегатов - 7%; для подъемно-транспортного оборудования - 10%; для прочего оборудования - 10%;

Затраты на содержание и ремонт оборудования рассчитывается в % от балансовой стоимости, они проведены в таблице 50.

Таблица 44 - Смета расходов на ремонт и содержание оборудования

Наименование статьи затрат	Сумма, тыс. руб.	Примечание
Эксплуатация оборудования	814,99	1% от стоимости оборудования
Текущий ремонт оборудования	1222,48	5% от стоимости оборудования
Внутрипроизводственное перемещение груза	90	5 руб. на 1т годного литья
Износ малоценного и быстро изнашивающегося оборудования	270	15 рублей на 1т годного литья
Прочие расходы	239,7	10% от общей суммы расхода
Итого	2637,17	

#### 4.5. Определение затрат и планирование себестоимости продукции

В себестоимость продукции включают следующие группы затрат: Материальные затраты; затраты на оплату труда; отчисления на социальные нужды; амортизация основных фондов; прочие расходы.

Основная себестоимость продукции образуется виз стоимости прямых затрат на материалы, оплата прямого труда (расходы на оплату труда основных рабочих и отчисления на социальные нужды); затрат на амортизацию, ремонт и обслуживания, технологическую энергию.

Непроизводственные затраты связаны с затратами на продажу продукции и поставку сырья, оплату заводской администрации и т. п.

Расходы на подготовку и освоения производства планируются в размере 520% от основной заработной платы производственных рабочих в сумме с затратами на ремонт и эксплуатацию оборудования. Общезаводские расходы примем в размере 80% от заработной платы производственных рабочих и расходов на ремонт и эксплуатацию оборудования.

Таблица 45 - Количество основных и вспомогательных материалов и их количество на годовую программу

Наименование материалов	Расход, т		Цена, тыс. руб./т	Затраты, тыс. руб.	
	На годовую программу	На 1т годового литья		На годовую программу	На 1т годового литья
Формовочный песок	97796	1,6	5,1	498759,6	27,7
Смола ФФ-1Ф	2157	0,06	70	150990	8,3
Катализатор БСК	604	0,02	21	12684	0,7
Полиуретановая смола	69	0,02	70	630	0,035
Полиизоцианат	69	0,02	4	276	0,015
Амин	23	0,003	15	345	0,019
Итого				663684,6	36,8

Смета цеховых расходов представлена в таблице 46.

Таблица 46 - Смета цеховых расходов

Статьи затрат	На 1 тонну литья, тыс. руб.	На программу тыс. руб.
1	2	3
1. Затраты на оплату вспомогательных рабочих, управленческого и обслуживающего персонала	1,3	24062,5
2. Отчисления на социальные нужды	0,15	2809,8
3. Амортизация здания	0,09	1653
4. Затраты на НИОКР, рационализаторство и изобретательство (8% от основной заработной платы производственных рабочих)	0,15	3172
5. Затраты на охрану труда (10% от основной заработной платы производственных рабочих)	0,2	3524
Итого	1,89	35221
6. Транспортный налог (1% от цехового фонда заработной платы)	0,03	532,98
7. Прочие расходы (15% от суммы всех предыдущих расходов)	0,4	7650,24
Итого цеховых расходов	2,4	43404,22

Калькуляция себестоимости 1 тонны годных отливок представлена в таблице 47

Таблица 47 - Калькуляция себестоимости 1 тонны годных отливок

Статья затрат	Единицы измерения	На 1т литья			На программу	
		Количе ство	Цена, руб.	Сумма, руб.	Количе ство	Сумма, тыс. руб.
1	2	3	4	5	6	7
1. Сырье и основные материалы						
Стальной лом	т	0,98	28852	28275	1496	65076
Возврат	т	0,46	18694	8599,5	1449,6	19787
Ферромарганец ФМн.	т	0,015	37500	562,5	17,25	1293,75
Ферросилиций ФМн	т	0,015	37500	562,5	17,25	1293,75
Итого	т	1,47			2980,1	

Продолжение таблицы 47

1	2	3	4	5	6	7
2.Отходы						
Угар и безвозвратные потери	т	0,01			148,8	
Возврат	т	0,46			1403,6	
Итого за вычетом возврата и угара	т	1,0		57199,5	2164	131628,5
3.Оплата труда основных рабочих	руб.			1642		29235,78
4.Отчисление на социальные нужды	руб.			568,4		10230,2
5.Технологическая электроэнергия	тыс. кВт ч.	1,8	1450	2610	43200	62640
6.Технологическое топливо	тыс. м <sup>3</sup>	0,6	9450	5670	450	4252
7.Энергия на технические нужды						
- Вода	тыс.	0,05	7210	360,5	1200	8652
- Сжатый воздух	м <sup>3</sup>	0,013	6000	78	312	1872
8.Расходы на подготовку и освоение производства	руб.			5157		92843,8
9.Расходы на ремонт и эксплуатацию оборудования	руб.			146,5		2637,17
10.Отчисления на амортизацию оборудования	руб.			81383,1		14648,96
Основная себестоимость	руб.			50930,18		916743,4
Цеховые расходы	руб.			2406		43318,47
Цеховая себестоимость	руб.			53336,7		960062
Общезаводские расходы	руб.			918,6		16535,5
Производственная себестоимость	руб.			54255,4		976597,5
Непроизводственные расходы	руб.			813,8		14648,96
Полная себестоимость	руб.			55069,25		995498,5

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
------	------	----------	---------	-----

ДП 44.03.04.816 ПЗ

Лист

74

FC<sub>4</sub> - затраты на оплату вспомогательных рабочих, управленческого и обслуживающего персонала плюс отчисления на социальные нужды;

FC<sub>5</sub> - затраты на НИОКР, рационализацию и изобретательство;

FC<sub>6</sub> - расходы на охрану труда;

FC<sub>7</sub> - прочие цеховые расходы;

FC<sub>8</sub> - общезаводские расходы;

FC<sub>9</sub> - непроизводственные расходы

FC = 176957,37 тыс.руб.

Средние удельные постоянные расходы равны:

$$AFC = FC/M$$

где M - годовой выпуск годного литья на программу 15 тыс. тонн.

$$AFC = \frac{176957,37}{15000} = 9,8 \text{ тыс. руб.}$$

4.6. Расчет переменных затрат производится по выражению:

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

где VC<sub>1</sub> - суммарные затраты на сырье и основные материалы, тыс. р.;

VC<sub>2</sub> - затраты на оплату труда основных рабочих и отчисления на социальные нужды;

VC<sub>3</sub> - затраты на технологическую электроэнергию;

VC<sub>4</sub> - затраты на технологическое топливо;

VC<sub>5</sub> - затраты на технологическое использование воды и сжатого воздуха;

VC<sub>6</sub> - затраты на вспомогательный материалы;

VC<sub>7</sub> - транспортный налог.

$$VC = 782517,56$$

Средние удельные переменные расходы равны:

$$AVC = VC/M$$

$$AVC = 782517,56/15000 = 43,4$$

Общие годовые затраты равны:

$$TC = 176957,37 + 782517,56 = 959474,93$$

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		75

Общие удельные затраты:

$$ATC=AVC+AFC;$$

$$ATC=9,8+43,4=53,2$$

#### 4.7. Ценообразование

При установлении цен на продукцию предприятия используют следующие основные методы ценообразования: ориентацию на текущие цены; обеспечение безубыточности и получения целевой прибыли по принципу «издержки + прибыль»; установление цены, исходя из ощущаемой ценности товара; ориентация на издержку производства.

Рассчитаем цену по формуле:

$$P=1,9 \times S;$$

где S - себестоимость тонны годного литья, руб.;

$$P=1,9 \times 41,3=78,47 \text{ тыс. руб.};$$

Примем цену на одну тонну литья, равную 79000 руб.

Доход от продаж определим по формуле:

$$D=P \times Q;$$

где D - доход от продаж, руб.

Q - Объем производства, тыс. руб.

P - цена продукции, руб.

$$D=15000 \times 79000=1422000 \text{ тыс. руб.}$$

#### 4.8 Организация маркетинга

Сегодня маркетинг представляет собой одну из важнейших сфер целостной системы управления всеми аспектами предприятия.

Работа маркетинговой службы сталеплавильного цеха включает в себя: определение размеров потенциальных возможностей рынка. Анализ распределения долей рынка между предприятиями. Изучение характеристик рынка. Анализ сбыта. Определение квот и территорий распределения. Изучение статьи стимулирования рынка. Изучение каналов стимулирования.

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		76



Приобретение и монтаж оборудования осуществляется в 3,4 и 5-м кварталах. В 3-м расходуется 20% суммарных средств, а в 4-ом квартале 60%, 5-ом квартале 20%.

Начало выпуска отливок с 6 квартала. Принятую мощность - 15000 тонн цеха начинают достигаться 8-го квартала. В 6-ом квартале выпуск литья будет составлять 0,5; в 7-м квартале 0,75 от принятой мощности. Так как в проекте речь идет о строительстве нового сталеплавильного цеха, то для начала его реализации требуется прирост оборотных фондов на создание в 4-ом квартале запасов основных и вспомогательных материалов.

Источники финансирования можно разделить на основные, привлеченные и заемные.

Таблица 49 - распределение необходимых инвестиций в основные и оборотные средства

Адрес инвестиции	Инвестиции по кварталам, млн. руб.					
	1	2	3	4	5	6
1.Строительство зданий	24,8	24,8	33,6	-	-	-
2.Приобретение и монтаж оборудования	-	-	20,6	61,9	20,6	-
3.Прирост оборотных фондов	-	-	1	-	-	-
Итого:	24,8	24,8	55,2	61,9	20,6	-

Привлеченные средства получают за счет выпуска и продажи обычных акций. Использование привлеченных средств имеет следующие преимущества:

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

В таблице 49 приведен оперативный план производства. Рыночный потенциал цеха определим исходя из готового выпуска литья 15000 т.

Таблица 50 - Оперативный план производства

Показатель	Кварталы								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9-12
1.Рыночный показатель цеха, тыс. т.	-	-	-	2,25	3,12	4,5	4,5	4,5	4,5
2.Цена 1т годного литья, тыс. руб.	-	-	-	79	79	79	79	79	79
3.Объем продаж, тыс. т.				177,75	246,48	355,5	355,5	355,5	355,5
4.Доля предприятия в отраслевом рынке	0	0	0	0,5	0,75	1	1	1	1
5.Объем производства, тыс. т.	-	-	-	2,25	3,12	4,5	4	4	4,5

Проектируемый цех является открытым акционерным обществом, учредительным документом является устав. Все участники ОАО отвечают по своим обстоятельствам в пределах суммы своих вкладов. ОАО ежегодно публикует для всеобщего сведения годовой отчет, бухгалтерский баланс, счет прибылей и убытков.

Таблица 51 - Источники финансирования

Наименование источника средств	Распределение вложений по кварталам, млн. руб.							Всего
	1	2	3	4	5	6		
1.Собственные средства	24,8	24,8	65,2	-	-	-	114,8	
2.Привлеченные средства	-	-	10	-	-	-	10	
3.Заемные средства	-	-	-	61,9	-	-	61,9	
Итого	24,8	24,8	55,2	61,9	0,6	-	186,7	

План привлечения и погашения кредитных средств приведен в таблице 52.

Таблица 52 - План привлечения и погашения кредитных средств

Наименование операции	Распределение по кварталам, млн. руб.					
	4	5	6	7	8	9-12
1.Привлечение кредита	61,9	0,6	-	-	-	-
2.Погашение кредита	-	-	-	-	-	65,2
3.Финансовые издержки (% за кредит)	-	0,5	1,5	1,5	1,5	-
Итого	61,9	1,1	1,5	1,5	1,5	-

В таблице 53 и 54 приведены данные инвестиционной, финансовой и оперативной деятельности цеха

Таблица 53 - Данные по инвестиционной деятельности

Наименование показателя	Распределение по кварталам, млн. руб.								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9-12
1.Поступление от продажи активов	-	-	10	-	-	-	-	-	-
2.Затраты на приобретение активов	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Итого			10						

Таблица 54 - Данные по финансовой деятельности

Наименование показателя	Распределение по кварталам, млн. р.								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9-12
1.Собственный капитал	24,8	24,8	65,2	-	-	-	-	-	-
2.Заемные средства	-	-	-	-61,9	-0,6	-	-	-	-
3.Излишек средств	24,8	24,8	65,2	-61,9	-0,6	0	0	0	0

Налоги и сборы включают в себя:

Налог на основные фонды в размере 2% от их стоимости в год (в 4,5 - кварталах берется от стоимости здания и оборудования);

Налог на содержания жилищного фонда, объектов соцкультбыта (в размере 1,5% от 0,8Д);



Таблица 55 - Данные по определенной деятельности (план доходов и расходов)

Показатель	Распредел			
	1	2	3	4
1.Объем производства, тыс. т.	-	-	-	2,25
2.Цена продукции, тыс. руб.	-	-	-	79
3.Доход от продаж, млн. руб.	-	-	-	177,75
4.Налог на добавленную стоимость, млн. руб.	-	-	-	35,55
5.Налог и сборы, млн. руб.	-	-	-	2,6
6.Валовые затраты с учетом отчислений по процентной ставке за кредит, млн. руб.	-	-	-	91,2
7.Валовая прибыль, млн. руб.	-	-	-	51
8.Резервный фонд	-	-	-	4
9.Резервный фонд нарастающим итогам, млн. руб.	-	-	-	4
10.Фонд развития, млн. руб.	-	-	-	40,7
11.Налог на прибыль, млн. руб.	-	-	-	1,29
12.Налогооблагаемая прибыль, млн. руб.	-	-	-	3,7
13.Чистая прибыль, млн. руб.	-	-	-	40,3
14.Фонд потребления, млн. руб.	-	-	-	0
15.Фонд накопления, млн. руб.	-	-	-	40,7
16.Фонд накопления нарастающим итогам, млн. руб.	-	-	-	40,7
17.Дивиденды, млн. руб.	-	-	-	2,25

Таблица 56 - Расчет чистых денежных потоков (план доходов и расходов)

Наименование денежных потоков	Денежные потоки в квартале			
	1	2	3	4
<b>1.Операционная деятельность</b>				
1.Приток наличных				40,7
2.Погашение задолженности за кредит	-	-	-	-
3.Расход на основные и оборотные средства	-24,8	-24,8	-51,4	-61,9
4.Чистый денежный поток	-24,3	-24,3	-45,2	-21,2
<b>2.Финансовая деятельность</b>				
5.Собственный капитал	24,8	24,8	65,2	
6.Заемные средства	-	-	-	61,9
7.Чистый денежный поток	24,8	24,8	65,2	61,9
<b>3.Инвестиционная деятельность</b>				
8.Поступления от продажи активов	-	-	10	-
9.Чистый денежный поток	-	-	10	-
10.Излишек средств	0	0	0	40,7
11.Сумарная потребность	0	0	0	0
12.Сальдо на конец квартала		0	0	40,7

Таблица 57 - Расчет чистого дисконтированного эффекта

Наименование показателя			
	1	2	3
1. Чистый денежный поток, млн. руб.	0,00	0,00	0,00
2. Коэффициент дисконта	1,00	0,86	0,73
3. Чистый дисконтированный поток, нарастающий итог, млн. руб.	0,00	0,00	0,00
4. Чистый дисконтированный поток, нарастающим итогом, млн. руб.	0,00	0,00	0,00

В таблице 62 приведены данные по притокам и оттокам денежных средств в первые 12 кварталов реализации проекта. В первый пункт таблицы вносим данные по отчислениям фонда накопления из таблицы 60. Для принятия проекта необходимо, чтобы все сальдо накопленных средств было положительным.

Для приведения разновременных затрат и эффектов к ценности в начальном периоде (1-й этап), т. е. дисконтирование, принимается норма дисконта  $E$ , равная приемлемой для инвестора норме расхода на капитал.

Норму дисконта рассчитываем по формуле:

$$E = (E_{min} + J);$$

где  $E_{min}$  - минимальная норма доходности;

$J$  - Ежегодный темп инфляции;

$K$  - степень риска.

Примем  $E_{min} = 0,5$  (50% на капитал),  $J = 12\%$ ,  $K = 1,5$  и рассчитываем:

$$E_{год} = (0,5 + 0,12) \times 1,5 = 0,93;$$

$$(1 + E_{кв}) = (1 + E_{год})^{1/4};$$

$$E_{кв} = (1 + 0,93)^{1/4} - 1 = 0,17$$

Для приведения расходов к начальному периоду необходимо умножить на коэффициент дисконта  $at$ , который рассчитывается по формуле:

$$at = 1 / (1 + E)^t;$$

где  $t$  норма расчетного, равная  $(n-1)$ ;

$n$  - Номер квартала.

В таблице 57 приведены по чистому дисконтированному эффекту без учета капиталовложений. В таблице 58 приведены дисконтированные данные по инвестициям.



Точка безубыточности - это значение, при котором достигается «нулевая прибыль», т.е. доход от продажи издержкам производства.

$$Q_{кр} = 176,9 / 0,079 - 0,043 = 4913 < 15000 \text{ т}$$

На рисунке 1 представлен график окупаемости проекта:

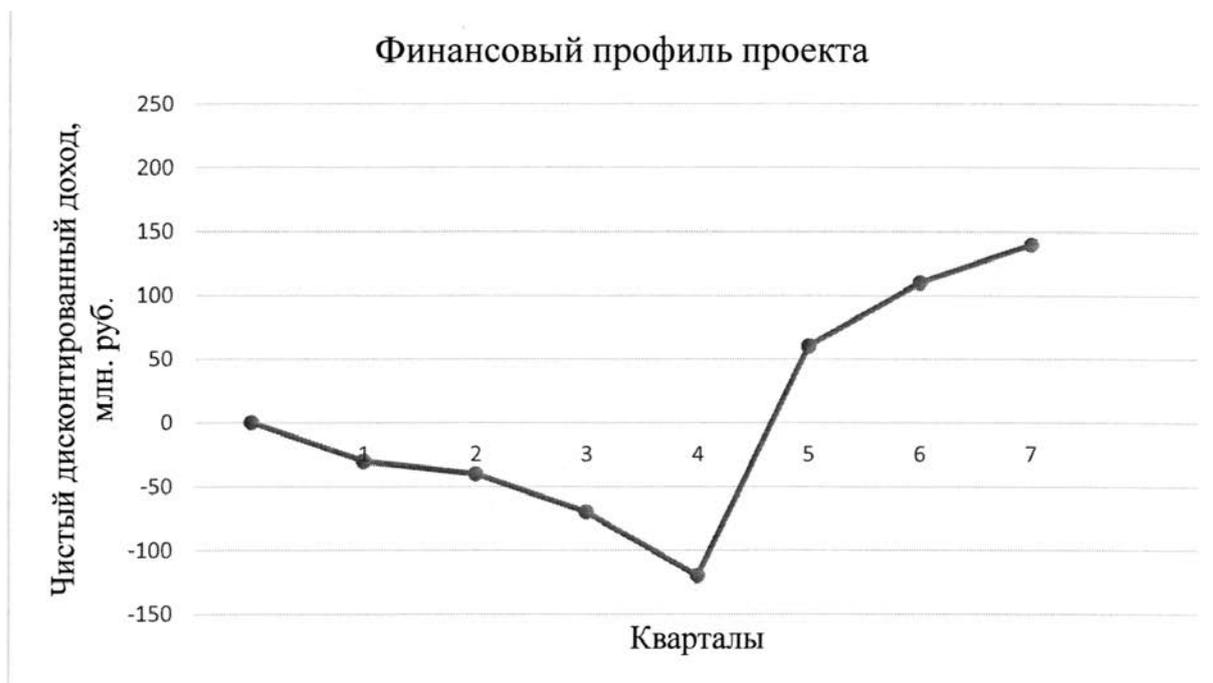


Таблица 59 - Техничко-экономические показатели цеха

Показатели	Единица измерения	Величина показателя
1. Годовой выпуск продукции	т	15000
2. Выход годного	%	47
3. Численность рабочих, всего	чел.	242
В том числе: основных	чел.	113
вспомогательных	чел.	85
ИТР	чел.	28
служащих	чел.	9
МОП	чел.	7
4. Фонд заработной платы	млн. руб.	315
5. Капитальные вложения	млн. руб.	2011
6. Себестоимость	млн. руб.	2098
7. Прибыль	млн. руб.	296
8. ЧДД	млн. руб.	33,7
9. ИД		1,4
10. Срок окупаемости	год	1,3

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
------	------	----------	---------	-----

ДП 44.03.04.816 ПЗ

Лист

87

## 5. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

### 5.1. Безопасность труда

В данном разделе рассмотрены проблемы, связанные с обеспечением безопасных и благоприятных условий труда. Этой важной проблемой занимается охрана труда, которая выявляет и изучает возможные причины производственных несчастных случаев, профессиональных заболеваний, аварий, пожаров, взрывов и разрабатывает систему мероприятий и требуемых положений с целью исключения этих причин и создание безопасных и комфортных условий труда.

#### 5.1.1. Характер трудового процесса

В проектируемом цехе в 2 смены работает 216 человек. Одна смена длится 8 часов, 40 минут - обеденный перерыв два раза перерыв по 10 минут в течение смены.

В литейном цехе находятся опасные и вредные производственные факторы, такие как: повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; электрический ток; шум; вибрация; тепловое излучение.

При проектировании данного цеха необходимо, учесть данные факторы предпринять меры по улучшению условия труда и защитить рабочих от травматизма. Это возможно за счет следующих изменений.

Установления автоматических формовочных и стержневых линий;

Ограничение механизмов и рабочих площадок;

Повышения уровня пожарной безопасности производства путем разработки методом оценки пожарной безопасности оборудования, материалов, технологии и комплексных мер по усилению пожарной профилактики;

Звукоизоляция вытяжных и приточных вентиляционных установок, и другого оборудования, создающего шум.

#### 5.1.2. Условия труда

Производственный микроклимат

В отделении плавки, заливки, выбивки отливок выделяется большое

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		88

количество конвертерного тепла. Источниками тепловыделения являются индукционные печи, расплавленный металл в процессе разлива в формы, отливки в процессе остывания после выливки.

Производственное помещение по удельному тепловыделению относится к горячему, так как тепловыделения метеорологических условий (температура воздуха, относительная влажность, скорость движения воздуха) регламентируются СанПиН 2.2.4.548-96 [30].

В таблице 60 приведены допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений.

Предельно допустимая интенсивность теплового излучения не выше 100 Вт/м, при облучении поверхности тела не более 25%.

В производственном помещении, где по техническим или экономическим причинам невозможно обеспечить допустимые нормативные показатели микроклимата, предусматриваются такие мероприятия по защите работающих от перегрева или охлаждения: устройства системы вентиляции и отопления для поддержания температурного и влажного режима в производственных помещениях; защита от источников тепловых излучений для снижения теплового облучения работающих; автоматизация и дистанционное управление производственными процессами.

Таблица 60 - Нормируемые значения микроклимата в рабочей зоне

Период года	Категория работающих	Температура воздуха, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая
		льня	имая	льня	имая	льня	ая
Холодный	Пб	17-19	15-22	40-60	<75	0,2	<0,4
Теплый	Пб	20-22	16-27	40-60	15-75	0,3	0,2-0,5

Важное значение, имеет организация системы мероприятий, направленных на профилактику перегревов: рациональный питьевой режим - при значительных влагопотерях (более 3,5 кг за смену) и значительном времени облучения инфракрасной радиацией - 50% рабочего времени и более

- применяется охлажденная (до 15-20 °С), подсоленная (0,3% NaCl) газированная вода с добавлением некоторого количества солей калия и витаминов; при меньших влагопотерях расход солей восполняется за счет приёма пищи.

Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны

Предельно-допустимые концентрации вредных веществ (ПДК) в воздухе рабочей зоны регламентируется ГН 2.2.5.1313-03 [3]. Предельно-допустимые концентрации вредных веществ (ПДК) в воздухе рабочей зоны приведены в таблице 61.

Таблица 61 - Предельно-допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны

Наименование вещества	ПДК, мг/м <sup>3</sup>
Пыль	2
Серная кислота	1
Оксид углерода	20
Оксид азота	2

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

В проектируемом предприятии проводятся следующие мероприятия по оздоровлению воздушной среды:

Шихтовый двор оснащен вытяжными аппаратами, так как он характеризуется большим выделением пыли;

Плавильная печь размещается с подветренной стороны здания, чтобы предотвратить попадания дымовых газов и нагретого воздуха в другие отделения, кроме того, печь оборудована эффективными устройствами для очистки отходящих газов; отделение финишных операций снабжено местными отсосами и укрытиями; предусмотрена изолированная комната отдыха для рабочих; рабочие обеспечены спецодеждой, обувью и средствами индивидуальной защиты в соответствии с нормами по ГОСТ 12.4.011-89[3].

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		90

## Производственное освещение

Правильно спроектированное и выполненное освещение на предприятиях машиностроительной промышленности обеспечивает возможность нормальной производственной деятельности. Сохранность зрения человека, состояние его нервной системы и безопасность на производстве в значительной мере зависят от условий освещения. От освещения также зависят производительность труда и качество выпускаемой продукции.

Производственное освещение на площадях и рабочих поверхностях должно быть в допустимых параметрах в соответствии со СНиП 23-05-95\*[32].

Используют два вида искусственного освещения: рабочее и аварийное. Источниками света являются люминесцентные газоразрядные лампы и лампы накаливания. В операторских комнатах, пультах управления, применяют лампы дневного света, световая отдача которых превышает световую отдачу лампы накаливания в 3,5 раза. Применяются светильники - переноски прямого света с направлением не менее 90% светового потока. Напряжение сети общего освещения 380/220В, лампы включаются на 220В. Для переносного и местного освещения применяется напряжение 36/12В. Питание осветительных и силовых приборов осуществляется от общих трансформаторов.

Также в производственных помещениях предусмотрено аварийное освещение с автономным питанием, которое устанавливается в проходах, коридорах, опасных зонах - движущихся, вращающихся частей машин и электрорубильников. Аварийное освещение планируют 10% от нормируемого.

## Производственный шум

Вентиляторы, компрессоры, двигатели внутреннего сгорания, используемые в цехе, являются источниками инфразвука с частотой менее 20 Гц.

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		91

Инфразвук вызывает вибрацию внутренних органов, нарушения в работе вестибулярного аппарата.

Таблица 62 - Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБ. [3]

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	Легкая физическая нагрузка	Средняя физическая нагрузка	Тяжелый труд 1 степени	Тяжелый труд 2 степени	Тяжелый труд 3 степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60	-	-	-
Напряженный труд 2 степени	50	50	-	-	-

Для снижения шума применяем различные методы коллективной защиты: уменьшение уровня шума в источнике его возникновения; рациональное размещение оборудования; борьба с шумом на путях его распространения, в том числе изменение направленности излучения шума, использование средств звукоизоляции, звукопоглощение и установка глушителей шума, в том числе акустическая обработка поверхностей помещения.

#### Вентиляция

Площадь проектируемого цеха -7236, высота потолка -10,6 м. При естественном освещении площадь окон должна быть > 1/12 площади пола -

Вентиляция производственных помещений особенно важна: она не только призвана снабдить работников свежим воздухом, необходимым для их хорошего самочувствия и повышения работоспособности, но и является залогом безопасности этого здания.

В проектируемом цехе предусмотрена вентиляция:

- по способу перемещения воздуха - совмещенная (естественная и искусственная одновременно);
- по направлению потока воздуха - приточно-вытяжная;
- по месту действия - общеобменная;
- по назначению - рабочая и аварийная.

Источниками пыли - и газовой выделения в цехе являются плавильное отделение, отделение приготовления огнеупорного покрытия, выбивное отделение. Пыль содержит более 10% диоксида кремния  $SiO_2$ . В воздухе цеха присутствуют  $CO_2$ ;  $Cl_2$ . ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны регламентируются ГН 2.2.5.1313-03 [2].

Таблица 63 - Предельно допустимые концентрации

Наименование вещества	ПДК, мг/м <sup>3</sup>
Кремния двуокись кристаллическая при содержании ее в пыли: от 2 до 10%	4
от 10 до 70%	2
$CO_2$	1
$Cl_2$	3/1
$NH_3$	4

#### Электромагнитное излучение

В проектируемом цехе источником электромагнитного излучения является Электродуговая печь.

Можно принять следующие меры защиты:

- экранирование рабочего места;

- рациональное размещение в рабочем помещении оборудования, излучающего электромагнитное поле;
- установка рациональных режимов работы оборудования и обслуживающего персонала;
- применение средств индивидуальной защиты.

#### Электробезопасность

Опасное и вредное воздействия на людей электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей проявляются в виде электротравм и профессиональных заболеваний. Электробезопасность должна обеспечиваться:

- конструкцией электроустановок;
- техническими способами и средствами защиты;
- организационными и техническими мероприятиями.

Электроустановки и их части должны быть выполнены таким образом, чтобы работающие не подвергались опасным и вредным воздействиям электрического тока и электромагнитных полей, и соответствовать требованиям электробезопасности.

Технические требования и способы защиты, согласно ГОСТ Р 12.1.019-2009 [24], обеспечивающие электробезопасность, должны устанавливаться с учетом:

- номинального напряжения, рода и частоты тока электроустановки;
- способа электроснабжения (от стационарной сети, от автономного источника питания электроэнергией);
- режима нейтрали (средней точки) источника питания электроэнергией (изолированная, заземленная нейтраль);
- вида исполнения (стационарные, передвижные, переносные);
- условий внешней среды: особо опасные помещения, помещения с повышенной опасностью, помещения без повышенной опасности, территории открытых электроустановок.

Для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям необходимо применять следующие способы и средства:

- защитные оболочки;
- защитные ограждения (временные или стационарные);
- защитные барьеры.

Для обеспечения защиты от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, применяют следующие способы:

- защитное заземление;
- зануление.

#### Пожарная безопасность

Противопожарная защита, согласно ГОСТ 12.1.004-91 [3], должна достигаться применением одного из следующих способов или их комбинацией:

- применением средств пожаротушения и соответствующих видов пожарной техники;
- применением автоматических установок пожарной сигнализации и пожаротушения;
- применением основных строительных конструкций и материалов, в том числе используемых для облицовок конструкций, с нормированными показателями пожарной опасности;
- применением прописки конструкций объектов антипиренами и нанесением на их поверхности огнезащитных красок (составов);
- устройствами, обеспечивающими ограничение распространения пожара;
- организацией с помощью технических средств, включая автоматические, своевременного оповещения и эвакуации людей;
- применением средств коллективной и индивидуальной защиты людей от опасных факторов пожара;

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		95

- применением средств противодымной защиты.

Ограничение распространения пожара за пределы очага должно достигаться применением одного из следующих способов или их комбинацией:

- устройством противопожарных преград;
- установлением предельно допустимых по технико-экономическим расчетам площадей противопожарных отсеков и секций, а также этажности зданий и сооружений, но не более определенных нормами;
- устройством аварийного отключения и переключения установок и коммуникаций;
- применением средств, предотвращающих или ограничивающих разлив и растекание жидкостей при пожаре;
- применением огнепреграждающих устройств в оборудовании.

Средства коллективной и индивидуальной защиты должны обеспечивать безопасность людей в течение всего времени действия опасных факторов пожара.

Коллективную защиту следует обеспечивать с помощью пожаробезопасных зон и других конструктивных решений. Средства индивидуальной защиты следует применять также для пожарных, участвующих в тушении пожара.

#### Профилактика травматизма

В цехе проводятся организационно-профилактические мероприятия.

Все работающие проходят инструктаж: вводный, первичный.

В заключении можно сказать, что проектируемый цех соответствует всем требованиям по организации и обеспечению безопасного труда, а именно:

при транспортировке расплавленного металла используется конвейер, уменьшающий время контакта с нагретым алюминием;

заливка и извлечении отливок из пресс-форм осуществляется автоматически, исключая ручной труд;

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		96

производство литейных формы и стержней осуществляться на автоматических линиях, исключая ручной труд, предохраняющих рабочих от травматизма и улучшающих условия труда;

производственные процессы, сопровождающиеся шумом, вибрацией, а также выделением пыли и вредных газов, изолированы друг от друга, отделены стенкой.

проводятся организационно-профилактические мероприятия - все работающие проходят инструктаж: вводный, первичный, внеочередной на рабочем месте и повторный.

Таким образом, внедрение данного проекта позволит снизить функциональные затраты рабочих за счет улучшения характера и условий труда.

В данном проекте предусмотрены мероприятия по автоматизации и механизации технологического процесса, выполнение нормативных требований по шуму, вибрации, пыли, микроклимату, освещённости и т.п.

Это способствует улучшению условий труда, безопасности труда и здоровью работающих людей. Приняты решения по поводу рациональных режимов труда и отдыха. Ведь известно, что здоровье и безопасные условия труда благотворно влияют на самочувствие и работоспособность людей, содействуют повышению производительности труда.

## 5.2. Безопасность при ЧС

### Возможные причины чрезвычайных ситуаций

В данном цехе наиболее вероятны следующие чрезвычайные ситуации: взрыв плавильных агрегатов; пожар; массовое поражение током.

Пожар и взрыв чаще всего происходят в плавильном отделении; поражение электрическим током - в плавильном отделении, на электропечи для сушки и прокалки песка, а также в других производственных отделениях.

В плавильном отделении возникновение пожара может произойти от выплеска металла из печи, при этом возгорание происходит от жидкого

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		97

металла. Пожар может возникнуть при неисправной электропроводке оборудования.

Взрыв печных агрегатов может произойти при их остановке или пуске после ремонта, а также при загрузке в печь влажной шихты. Взрыв при остановке печи происходит в результате неполного удаления горючих паров из внутреннего объёма, а при пуске - в результате недостаточного удаления из них воздуха, при загрузке - недостаточного удаления влаги.

#### Мероприятия по профилактике чрезвычайных ситуаций

Согласно ППБ 01-03 от 18.06.2003 №313 [26] технологические процессы должны проводиться в соответствии с регламентами, правилами технической эксплуатации и другой утвержденной в установленном порядке нормативно-технической и эксплуатационной документацией, а оборудование, предназначенное для использования пожароопасных и взрывопожароопасных веществ и материалов, должно соответствовать конструкторской документации.

На каждом предприятии должны быть данные о показателях пожарной опасности применяемых в технологических процессах веществ и материалов.

При работе с пожароопасными и взрывопожароопасными веществами и материалами должны соблюдаться требования маркировки и предупредительных надписей на упаковках или указанных в сопроводительных документах.

Совместное применение (если это не предусмотрено технологическим регламентом), хранение и транспортировка веществ и материалов, которые при взаимодействии друг с другом вызывают воспламенение, взрыв или образуют горючие и токсичные газы (смеси), не допускается.

Плановый ремонт и профилактический осмотр оборудования должны проводиться в установленные сроки и при выполнении мер пожарной безопасности, предусмотренных соответствующей технической документацией по эксплуатации.

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		98

Конструкция вытяжных устройств (шкафов, окрасочных, сушильных камер и т.д.), аппаратов и трубопроводов должна предотвращать накопление пожароопасных отложений и обеспечивать возможность их очистки пожаробезопасными способами. Работы по очистке должны проводиться согласно технологическим регламентам и фиксироваться в журнале.

Двери и люки пылесборных камер и циклонов при их эксплуатации должны быть закрыты. Горючие отходы, собранные в камерах и циклонах, должны своевременно удаляться.

Во взрывопожароопасных участках, цехах и помещениях должен применяться только инструмент, изготовленный из безыскровых материалов или в соответствующем взрывобезопасном исполнении.

Технологические проемы в стенах и перекрытиях следует защищать огнепреграждающими устройствами.

Необходимо регулярно проверять исправность огнепреградителей и производить чистку их огнегасящей насадки, а также исправность мембранных клапанов. Сроки проверки должны быть указаны в цеховой инструкции.

Сушильные камеры периодического действия и калориферы перед каждой загрузкой должны очищаться от производственного мусора и пыли.

Приточные и вытяжные каналы паровоздушных и газовых камер должны быть оборудованы специальными заслонками (шиберами), закрывающимися при возникновении пожара.

Сушильные камеры (помещения, шкафы) для сырья, полуфабрикатов и покрашенных готовых изделий должны быть оборудованы автоматикой отключения обогрева при превышении температуры свыше допустимой.

Оборудование и механизмы, а также пол и стены помещения при попадании на них зажигательной массы и парафина необходимо немедленно очищать и промывать водой.

Газоопасные работы должны проводиться только по наряду в соответствии с правилами безопасности. С персоналом должен проводиться

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		99

инструктаж о мерах пожарной безопасности. Члены бригады, не прошедшие инструктаж, к работе не допускаются.

При отказе системы вентиляции ГРП (ГРУ) должны быть приняты меры для исключения образования взрывоопасной концентрации газа в помещении. Производить монтаж или ремонт оборудования и газопроводов в помещении при неработающей вентиляции не разрешается.

Не разрешается в помещениях и коридорах закрытых распределительных устройств устраивать кладовые, не относящиеся к распределительному устройству, а также хранить электротехническое оборудование, запасные части, емкости с ГЖ и баллоны с различными газами.

В металлических коробах кабельные линии должны уплотняться негорючими материалами и разделяться перегородками огнестойкостью не менее 0,75 ч в следующих местах:

- при входе в другие кабельные сооружения;
- на горизонтальных участках кабельных коробов через каждые 30 м, а также при ответвлениях в другие короба основных потоков кабелей;
- на вертикальных участках кабельных коробов через каждые 20 м. При прохождении через перекрытия такие же огнестойкие уплотнения дополнительно должны выполняться на каждой отметке перекрытия.

Места уплотнения кабельных линий, проложенных в металлических коробах, следует обозначать красными полосами на наружных стенках коробов. В необходимых случаях делаются поясняющие надписи.

Не разрешается при проведении реконструкции или ремонта применять кабели с горючей полиэтиленовой изоляцией.

Металлические оболочки кабелей и металлические поверхности, по которым они прокладываются, должны быть защищены негорючими антикоррозийными покрытиями.

При реконструкции и ремонте прокладка через кабельные сооружения каких-либо транзитных коммуникаций и шинопроводов не разрешается.

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		100

В местах установки передвижной пожарной техники должны быть оборудованы и обозначены места заземления. Места заземления передвижной пожарной техники определяются специалистами энергетических объектов совместно с представителями пожарной охраны и обозначаются знаками заземления.

### 5.3. Экологическая безопасность

#### 5.3.1. Глобальные экологические проблемы современности

Одной из острейших проблем металлургического комплекса по всему миру являются рациональное природопользование и охрана окружающей среды. По уровню выбросов вредных веществ металлургия превосходит все сырьевые отрасли промышленности, создавая высокую экологическую опасность её производства и повышенную социальную напряжённость в районах действия металлургических предприятий.

Особенно металлургические предприятия загрязняет атмосферу и водоёмы. В следствии чего могут возникнуть глобальные экологические проблемы такие как: парниковый эффект, кислотные дожди, смог и загрязнение мирового океана.

Это связано с тем, что большинство предприятий металлургического и энергетического комплексов имеет несовершенную технологию, морально и физически изношенные основные производственные фонды, что способствует увеличению количества вредных выбросов (50%- теплоэнергетика, 20%- черная металлургия, 13% - цветная металлургия, 4% - химия и нефтехимия).

Но в настоящее время снижение социальной напряжённости в районах действия металлургических предприятий может быть обеспечено, прежде всего, снижением экологической опасности, внедрением экологически чистых технологий и созданием безотходных производств. Безотходная технологическая система - это сочетание организационно-технических мероприятий, технологических процессов и способов подготовки сырья и материалов, обеспечивающих комплексное использование сырья и энергии.

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		101



В качестве сырья используют отходы собственного производства, отходы литников, чугун передельный, ферросплавы, стальной лом.

Энергоресурсами служат электроэнергия и природный газ.

В процессе изготовления отливок из стали образуются следующие виды отходов:

Материальные:

Жидкие (сточные воды, содержащие взвешенные вещества, образуются при охлаждении контура печей и готовой отливки, промывке и очистке отливки, приготовлении формовочной смеси);

Твердые (пыль образуется при сушке песка, при выбивке отливок из форм, при очистке отливок в дробеструйной камере.

Газообразные (углекислый газ, оксид углерода), образуются при плавке металла.

Энергетические загрязнения: шум, вибрация, образуются при очистке отливок в дробеструйной камере, при выбивке отливок из форм и регенерации формовочной смеси. Тепловые излучения образуются при плавке металла и его заливке. Электромагнитные излучения образуются при работе всего оборудования.

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

### 5.3.3. Основные характеристики технологического процесса

Основные характеристики ТП приведены в таблице 64.

Таблица 64 - Основные материально-энергетические показатели технологического процесса

№	Показатели	Ед. измерения	Кол-во
1.	Сырье		
	1.Стальной лом	Тыс. т/год	14,955
	2.Отходы производства	Тыс. т/год	7,346
	3.Чугун передельный	Тыс. т/год	1,311



Предотвращение вредного воздействия производственных факторов основано на доведении их уровней или концентраций в рабочей зоне до предельно допустимых норм, при которых неблагоприятные факторы производства находятся в пределах допустимых значений (см. таблица 65).

Таблица 65 - Предельно допустимые концентрации и уровни неблагоприятных факторов, выбрасываемых цехом

№	Вещество	Ед. изм.	Нормируемое значение
1.	В атмосферном воздухе		
	1.Пыль нетоксичная	мг/м <sup>3</sup>	0,05/0,15
	2.Оксид углерода	мг/м <sup>3</sup>	3/1
	3.Углекислый газ	мг/м <sup>3</sup>	0,2/0,5
2.	В воде водоемов		
	Взвешенные вещества	мг/л	20
3.	Шум	дБ	80
4.	Тепловые выбросы	Дж/м <sup>3</sup>	120
5.	Вибрация	дБ	92
6.	Напряженность электрического поля	А/м	3
7.	Напряженность магнитного поля	В/м	6

### 5.3.5. Рекомендуемые мероприятия по экологизации проекта

Для сокращения выбросов загрязняющих веществ от проектируемого цеха предусматриваются следующие мероприятия:

Для защиты атмосферного воздуха: установка с рукавным фильтром для очистки воздуха от пыли. Очистка воздуха от пыли достигается путем его фильтрации через ткань, сшитую в виде рукавов встроенных в корпус фильтра. Это позволит повысить пылеулавливаемость до 98 %; местная вытяжная вентиляция в местах входа и выхода форм при охлаждении; вытяжной зонт над электродуговыми печами для исключения попадания в атмосферу газа и пыли; пылесадительные камеры для очистки отходящих газов. Это позволит снизить выброс вредных примесей в атмосферу;

контакторный фильтр над печами и скрубберы для удаления газов из помещения цеха.

Для защиты водного бассейна:

Использование замкнутого водоснабжения. При котором техническая вода не сбрасывается в водоем, а, предварительно пройдя очистку через фильтры и отстойники, снова направляется в цех.

- механическая очистка (сита, улавливатели, отстойники и фильтры) для извлечения из сточных вод нерастворимых веществ;

Оборотная система водоснабжения позволяет значительно уменьшить выброс производственных стоков и, следовательно, объем вредных выбросов и уменьшить потребление природных ресурсов.

Для снижения вредных воздействий энергетических отходов предусматривается:

установка тепло и звукоизоляции на стенках оборудования;

общеобменная вентиляция - аэрация. Устанавливается для ассимиляции тепловыделений от технологического оборудования в летнее время.

Мерами по устранению вибрации и уменьшению ее вредного влияния являются: установка машин с пониженной вибрацией, увеличение массы фундаментов вибрирующего оборудования, за счет использования виброизоляции в выбивных решетках, которые опираются на амортизаторы.

В проектируемом цехе источником электромагнитного излучения является электродуговой печи с напряженностью электрического поля, превышающей ПДУ. Для снижения напряженности магнитного поля предусматриваются следующие меры защиты:

- экранирование рабочего места;
- рациональное размещение в рабочем помещении оборудования, излучающего электромагнитное поле;

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		106

- установка рациональных режимов работы оборудования и обслуживающего персонала;

- применение средств индивидуальной защиты

Суммарные выбросы вредных веществ в окружающую среду проектируемым цехом приводятся в таблице 66

Таблица 66 - Планируемые выбросы вредных веществ в атмосферу и водоемы проектируемого цеха

№	Вещество	Ед. изм.	Образуемое	Улавливаемое	Выбрасываемое
1.	Выбросы в атмосферу				
	1.Пыль	мг/м <sup>3</sup>	65,5	64,4	0,11
	2.Оксид углерода	мг/м <sup>3</sup>	64,4	64	0,4
	3.Углекислый газ	мг/м <sup>3</sup>	131	129,7	0,3
2.	Выбросы в водоемы				
	1.Взвешенные вещества	мг/л	746	738	8
3.	1.Шум	дБ	85	5	80
	2.Тепловые выбросы	Дж/м <sup>3</sup>	320	210	110
	3.Вибрация	дБ	93	1	92
	4.Напряженность электрического поля	В/м	9	7	2
	5.Напряженность магнитного поля	А/м	10	5	5

Рекомендуемые мероприятия позволят сделать технологический процесс экологичным, ресурсосберегающим, за счет применения нового автоматизированного оборудования, снижающего количество вредных выбросов, а также введения обратного водоснабжения.

## 6. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗРАБОТАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТАВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СРЕДСТВ НАГЛЯДНОСТИ НА ТЕМУ: «ИГОТОВЛЕНИЕ ФОРМ МАШИННОЙ ФОРМОВКОЙ»

Целью методической части дипломной записки является разработка наглядных средств проведения урока по теме «Литье в песчаные формы» предмета «Технологии литейного производства» для подготовки рабочих по профессии «Формовщик машинной формовки».

Для этого нам необходимо: изучить квалификационную характеристику для разных разрядов профессии (Формовщик); предложить и обосновать объем и перечень предметов теоретической подготовки сотрудника в условиях предприятия; из полученного перечня выбрать те предметы, при изучении которых возможно использование материалов дипломного проекта, и обосновать этот выбор; из них выделить тот предмет и выбрать тот урок по этому предмету, в котором максимально будут полезны результаты дипломного проектирования; разработать средства обучения для проведения данного урока; выбрать методику применения материалов дипломного проекта для организации данного урока.

6.1. Анализ квалификационной характеристики для разных разрядов выбранной профессии.

Квалификационная характеристика - это государственный документ, в котором содержатся требования к профессиональным знаниям и умениям, обеспечивающим определенный уровень квалификации по конкретной профессии. Квалификационные характеристики содержатся в Едином тарифно-квалификационном справочнике работ и профессий рабочих (ЕТКС), занятых в различных отраслях промышленности, сельском хозяйстве и сфере услуг.

Справочник поделен на разделы, каждому из которых соответствует отрасль производства, в которых профессии идут по разрядам. В ЕКТС выпуск №2 часть 1 в параграфах 146, 147, 148, 149 содержатся требования,

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		108

предъявляемые к профессии «Формовщик машинной формовки» 1-го, 2-го, 3-го и 4-го разрядов.

В спроектированном цехе было установлено новое оборудование по изготовлению форм сложных отливок, что потребовало наличия в цехе более квалифицированных рабочих по профессии «Формовщик машинной формовки». Для этого было проведено сравнение наивысший разряда по данной профессии, которым обладал рабочий по данной профессии в производстве с разрядом выше. Сравнительную характеристику провели для того, чтобы определить какими новыми знаниями и умениями должен обладать рабочий после повышения квалификации данные были занесены в таблицу 67

Таблица 67 - Сравнительная характеристика разрядов профессии

Профессия «Формовщик машинной формовки»	
1	2
3 разряд	4 разряд
<p>Должен знать:</p> <p>Устройство и принцип работы формовочных машин различных типов;</p> <p>Способы изготовления форм для отливок средней сложности на машинах средней грузоподъемности и сложных тонкостенных отливок на машинах малой грузоподъемности;</p> <p>Последовательность изготовления оболочковых форм сложных отливок;</p> <p>Влияние свойств формовочных материалов на качество отливок;</p> <p>Составы и литейные свойства металла;</p>	<p>Должен знать:</p> <p>Устройство и кинематическую схему формовочных машин различных типов;</p> <p>Способы изготовления форм для сложных отливок на формовочных машинах большой грузоподъемности и сложных, тонкостенных отливок на машинах средней грузоподъемности;</p> <p>Правила определения качества формовочных материалов при помощи контрольных приборов;</p> <p>Режимы работы формовочных машин большой грузоподъемности;</p> <p>Способы крепления и вентиляции</p>



Изучив параграфы справочника, мы изучили, характеристику работ формовщика машинной формовки, и узнали, какими знаниями должен обладать, для присвоения ему определенного разряда.

#### 6.2. Разработка фрагмента рабочего учебного плана

После анализа квалификационных характеристик по профессии «формовщик машинной формовки» был создан тематический план для обучения рабочих по профессии «формовщик машинной формовки» 4-го разряда. В создании рабочего тематического плана, мы опирались на имеющуюся у нас профессиональную характеристику для профессии «модельщик машинной формовки» 4-го разряда (таблица 68)

Таблица 68 - Тематический план на профессию модельщик по выплавляемым моделям 4-го разряда

Название темы	Количество часов
1.Основные сведения о производстве и организации рабочего места	2
2.Общие требования охраны труда и техники безопасности. Промышленная безопасность.	2
3.Технологический процесс машинного литья	6
4.Технологические процессы и оборудование для литья в формы	10
5.Наладка оборудования	10
6.Оборудование и механизмы автоматической линий литья	10
Итого	40

Изучив, тематический план по рабочим профессиям, нами было определено, что изучается в теме «Технология литейных форм». В тематическом плане эта область выделена в отдельный предмет.

Изучив программу этого предмета, мы выяснили, что разработанную технологию можно использовать при изучении предмета «Технология литейного производства», а именно, при изучении темы «Изготовление литейных форм машинной формовкой».

6.3. Выбор урока, на котором будут использованы результаты дипломного проектирования.

Работая с программой предмета «Технология литейного производства», мы разделили тему «Изготовление литейных форм машинной формовкой» на фрагменты и увидели, что результаты дипломного проектирования могут быть использованы на первом уроке:

урок 1: «Изготовление литейных форм машиной формовкой»;

урок 2: «Сборка и крепление форм».

6.4. Разработка средств наглядности для выбранного урока

Для того чтобы сформировать активизацию учебной деятельности учащихся, используется весь арсенал методов организации и осуществления учебной деятельности - словесные, наглядные и практические методы, репродуктивные и поисковые методы, индуктивные и дедуктивные методы, а также методы самостоятельной работы.

Основным источником интересов к самой учебной деятельности является, прежде всего, ее содержание. С этой целью педагог подбирает специальные приемы, факты, наглядные средства. Наиболее распространенными наглядными средствами при изучении техники и технологии производства являются разнообразные схемы. Использование принципиальных схем в процессе формирования технических понятий позволяет: рассмотреть элементную базу устройства; определить виды соединений между элементами; установить входные, выходные параметры рассматриваемого устройства; рассмотреть принцип действия технического объекта.

В качестве средств наглядности, созданных на основе дипломного проекта, целесообразно, на наш взгляд, применить следующие:

1. Презентация «Изготовления форм машинной формовкой»;
2. Плакат «Последовательность операций изготовления литейной формы».

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		112



Таблица 70 - План-конспект урока теоретического обучения (фрагмент)

<p>Будущая профессия учащихся - Формовщик машиной формовки.                  Предмет - Технология литейного производства.                  Тема программы - 1. Технология литейных форм.                  Тема урока - Изготовление литейных форм машинной формовкой.                  Урок № 4                  Тип урока - комбинированный.                  Цели: Образовательная цель - ознакомить учащихся с методом изготовления форм, ознакомить с принципом сборки и крепления форм. Проверить усвоение нового материала.                  Воспитательная цель - воспитывать дисциплину, прилежность.                  Развивающая - развивать внимание и память, умение вести конспект.                  Методы обучения (доминирующие): по источнику знания - словесные (рассказ, объяснение, изложения - индуктивный метод; по организации познавательной деятельности - репродуктивные)</p>		
Этапы урока, затраты времени	Содержание учебного материала	Описание методов
1	2	
	<p>Запишите тему урока «Изготовление литейных форм машинной формовкой», которая записана на доске. Запишите первый пункт плана «Общие сведения о формовке»</p> <p>Процесс изготовления литейных форм называется формовкой. Он осуществляется в формовочных отделениях литейного цеха. Стержни изготавливают на стержневом отделении и падают на сбору формы в формовочное отделение. Изготовление форм, стержней и сборка формы - наиболее известные этапы производства отливок. Более 80% отливок получают в разовых литейных формах, так как стоимость их изготовления достаточно низкая, вместе с тем в них можно получить практически любые конфигурации сложности и массу отливку.</p>	<p>Перейти к изложению</p> <p>Презентация и чтобы не отвлекать</p> <p>Дать указание презентации.</p> <p>Выделенный ж...</p>

Продолжение таблицы 70

1	2	
	<p>В зависимости от степени механизации процесса изготовления три вида формовки: ручную, машинную и автоматическую. Машинную формовку применяют в условиях серийного и массового производства.</p> <p>Формовка в опоках</p> <p>В литейном производстве широко распространена формовка в опоках главным образом по разъемным моделям. Формовка в опоках является более производительной, чем формовка в почву. Извлечение модели из формы является ответственной операцией, проводится аккуратно, чтобы не разрушить форму. После извлечение модели поверхность формы отделявают.</p>	<p>Части необход записали.</p> <p>Диктовку про озвучить пред частям дать по</p> <p>Пройти по а записей. Напо получают за у вопросы на сл</p> <p>Дать рекоменд</p> <p>Продемонстри посмотрели технологическ</p>

## 6.5. Применение разработанных средств наглядности на уроке

В методической части пояснительной записки мы выполнили поставленные перед нами задачи и в результате представили средства, наглядности для изучения темы «Технология литейных форм»:

1. Презентация «Изготовления форм машинной формовкой»;
2. Плакат «Последовательность операций изготовления литейной формы»

Опираясь на все вышеизложенное, можно сказать, что мы добились следующих результатов:

- определили преимущества машинной формовки;
- дали представления, какими методами уплотняются формы;
- реализовали объяснительно-иллюстративный метод;
- благодаря презентации сэкономили время, не изображая схему на доске;
- повысили познавательный интерес,

В результате проделанной работы мы достигли поставленной цели.

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		116

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном проекте был разработан цех стального литья производительностью 15 тыс. тонн в год. Проведен расчет технологического оборудования, стержневых и формовочных материалов, а также расчет шихты. По результатам проведенных вычислений было выбрано оборудование и технологические материалы, обеспечивающие качественный результат. Современное оборудование и технологии позволили увеличить производительность, повысить качество, снизить затраты на ремонт, улучшить условия труда и сократить срок окупаемости.

Кроме того была посчитана экономическая эффективность проекта, а именно проведены следующие расчеты: расчет численности рабочих, расчет заработной платы, отчислений на социальные нужды, основных производственных фондов (здания, сооружения, технологическое оборудование, транспортной оборудование). Произведен расчет калькуляции себестоимости 1 тонны годовых отливок и технико-экономических показателей. Исходя из данных вычислений, можно сказать, что проектируемый литейный цех экономически эффективен.

Также были рассмотрены вопросы экологии, безопасности труда и безопасности жизнедеятельности при чрезвычайных ситуациях. В результате снижения расхода основных материалов, минимизирования выбросов вредных веществ получилось обезопасить окружающий мир от вредных факторов и сделать данный проект экологичным. Были разработаны мероприятия по безопасности труда, которые позволили изменить характер труда работающих в проектируемом литейном цехе, внедрить современные средства техники безопасности, обезопасить трудящихся от влияния на них вредных факторов, что привело к снижению травматизма и профессиональных заболеваний.

Воспользовавшись материалами дипломного проекта, мы разработали тематический план на профессию формовщик машинной формовки.

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		117

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аксенов П.Н. Оборудование литейных цехов. Учебник для машиностроительных вузов. М.: Машиностроение, 1974. 50с.
2. Безопасность жизнедеятельности /Н.Г.Занько, Г.А.Корсаков, К.Р. Малаян и др.; Под ред. О.Н.Русака. С.-Пб.: Петербургской лесотехнической академии, 1996. 426с.
3. ГН 2.2.5.1313 - 03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны: Гигиенические нормативы - М.: Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ Минздрава России, 1998. 208с.
4. ГОСТ 977-88 «Отливки стальные». М.: ИПК Издательство стандартов. Введен 01.07.87.
5. ГОСТ 12.1.019-79 «Электробезопасность». М.: ИПК Издательство стандартов. Введен 07.01.80.
6. ГОСТ Р53464 «Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров массы и припуски на механическую обработку» М.: ИПК Издательство стандартов. Введен 01.01.90; 2009. - 32с.
7. ГОСТ 12.0.003-74. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. 4с.
8. ГОСТ 12.1.004-91\*. Пожарная безопасность. Общие требования. - М.: Минхимпром СССР, 1991. - 69с.
9. ГОСТ 12.1.019-09 Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. М.: Госстандарт, 1996. 7с.
10. ГОСТ 12.4.002-97. Средства защиты рук от вибрации. Технические требования и методы испытаний. - Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1997. 15с.
11. ГОСТ 12.4.011-89. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация. - М.: ИПК Издательство стандартов, 1989. 8с.
12. ГОСТ 12.4.024-76. Обувь специальная виброзащитная. Общие технические требования. М.: ИПК Издательство стандартов, 1976. 8с.

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		118

13. ГОСТ 12.1.030 - 01. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление,- М.: издательство стандартов, 1996. 20с.
14. Кипнис Л.С., Исагулов А.З., Исин Д.К. Проектирование литейных цехов. Учебное пособие. Караганда: КарГТУ, 2003. 83с.
15. Козлов Л.Я., Колокольцев В.М., Вдовин К.Н. и др. Производство стальных отливок: Учебник для вузов/ Под ред. Козлова Л.Я. - М.: «МИСИС», 2003. 352с.
16. Кнорре Б.В., Фанталов Л.И., Четверухин С.И. и др. Основы проектирования литейных цехов и заводов: Учебник для учащихся средних специальных учебных заведений. МС.: «Машиностроение», 1985. 400с.
17. Матвиенко И.В., Тарский В.Л., Оборудование литейных цехов и заводов: Учебник для учащихся средних специальных учебных заведений. МС.: «Машиностроение», 1985. 400с.
18. Могилев В.К., Лев О.И. Справочник литейщика: справочник для профессионального обучения рабочих на производстве. М.: «Машиностроение», 1988. 272с.
19. Охрана труда в машиностроении /Юдин Е.Я., Белов С.В., Баланцев С.К. и др.; Под ред. Юдина Е.Я. и Белова С.В. 2-е изд. М.: «Машиностроение», 1983. 432с.
20. Проектирование машиностроительных заводов и цехов. В шести томах. Под общ. ред. Е.С.Ямпольского. Т.2 Проектирование литейных цехов и заводов. Ред. В.М.Шестопапов. М.: «Машиностроение», 1974. 294с.
21. СанПин 2.2.4.548 - 96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений: санитарные правила и нормы. - М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. 20с.
22. СанПин 2.2.4/2.1.8.562 - 96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки: Санитарные правила и нормы - М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. 20с.

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		119

23. СанПин 2.2.4/2.1.8.566 - 96. Производственная вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. - М.: Информационно- издательский центр Минздрава России, 1997. - 20с.
24. СНиП 23-05-95\*. Естественное и искусственное освещение. - М.: Минстрой России. - 88с.
25. СНиП 41-01-03. Отопление, вентиляция и кондиционирование. М.: Государственный комитет Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу, 2004. - 17с.
26. Сафронов В.Я. Справочник по литейному оборудованию. М.: «Машиностроение», 1985. 320с.
27. Титов Н.Д., Степанова Ю.А. Технология литейного производства. М.: «Машиностроение», 1974. 472с.
28. Технология литейного производства: Учебник/Б.С.Чуркин, Э.Б.Гофман и др. Под ред.Б.С.Чуркина. Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.пед.универ-та, 2000. 662с.
29. Чуркин Б.С. Экономика и управление производством: Учебное пособие. Екатеринбург: Урал. гос. проф.пед.универ-та, 1999. 91с.
30. <http://www.etks.info/etks> [электронный ресурс].

					ДП 44.03.04.816 ПЗ	Лист
						120
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		