

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и
металлургии

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой АТЛП
_____ Б.Н.Гузанов
«___» _____ 2018 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВОК ИЗ ЧУГУНА ДЛЯ МОТОРОСТРОЕНИЯ С ГОДОВЫМ ВЫПУСКОМ 23 ТЫС. ТОНН

Исполнитель:
Обучающийся группы № ЗМП-404С

С.Ю.Патрушев

Руководитель:
старший преподаватель
каф.ИММ

М.В. Ведерников

Нормоконтролер:
канд.техн.наук, доцент

Ю.И. Категоренко

Екатеринбург 2018

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»
Машиностроительный институт
Кафедра автоматизации и технологии литейных процессов

Направление подготовки 050501.65 Профессиональное обучение
Профиль – «Металлургия»

Исполнитель:

Патрушев Сергей Юрьевич

1. Тема выпускной квалификационной работы

ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ
ОТЛИВОК ИЗ ЧУГУНА ДЛЯ МОТОРОСТРОЕНИЯ С ГОДОВЫМ
ВЫПУСКОМ 23 ТЫС. ТОНН

Утверждена: Протокол заседания кафедры от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Зав. Кафедрой _____

2. Руководитель ВКР: М.В. Ведерников

3. Место преддипломной практики ООО «Уральский дизель моторный завод»

4. Идентификационный код ВКР

5. Исходные данные к работе : ПРОЦЕС ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВОК ИЗ ЧУГУНА ДЛЯ
МОТОРОСТРОЕНИЯ С ГОДОВЫМ ВЫПУСКОМ 23 ТЫС. ТОНН

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Допустить _____ к защите выпускной квалификационной работы в государственной экзаменационной комиссии.

Протокол заседания кафедры от «__» _____ 20 __ г. № ____

Зав. кафедрой _____ И.О. Фамилия
(подпись)

Директор _____ И.О. Фамилия
(подпись)

Постановление государственной экзаменационной комиссии:

1. Признать, что обучающийся _____ выполнил и защитил выпускную квалификационную работу с оценкой _____.

2. Присвоить _____ квалификацию бакалавр

Председатель ГЭК _____

Технический секретарь ГЭК _____

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 127 страницах, содержит графическую часть на 7 листах формата А1, 43 таблицы, 34 источника литературы, а также 3 приложения на 6 страницах.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ОТЛИВКА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ, ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ МОЩНОСТЬ, СЕБЕСТОИМОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА, ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ.

Цель работы – организация технологического процесса изготовления отливок из чугуна для моторостроения с годовым выпуском 23 тысяч тонн.

Основные задачи:

1. Разработать систему организации технологического процесса изготовления отливок
2. Произвести расчет основных отделений литейного цеха
3. Разработать новую технологию изготовления отливки «Головка 1 ступени»
4. Рассчитать фонд времени работы оборудования
5. Произвести расчет количества оборудования
6. Произвести расчет технико-экономических показателей
7. Произвести расчеты по организации труда и заработной платы
8. Рассмотреть вопросы безопасности труда производственных рабочих и охраны окружающей среды
9. Разработать наглядные пособия на тему: «Технологические процессы изготовления стержней методом ALPHA SET».

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.		Патрушев			Организация технологического процесса изготовления отливок из чугуна для моторостроения с годовым выпуском 23 тыс.	Лит.	Лист	Листов
Пров.		Ведерников				у	2	
Н. контр.		Категоренко				ФГАОУ ВО РГППУ, ИИПО, каф. ИММ, группа ЗМП-		

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ				Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

УТВ.	Гузанов			тонн. Пояснительная записка.	404С
------	---------	--	--	------------------------------	------

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1. ОБОСНОВАНИЕ И РАСЧЁТ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ЦЕХА.....	9
1. 1. Обоснование и расчет производственной программы.....	9
1.2. Выбор и обоснование места строительства цеха.....	12
1.3. Выбор режима работы литейного цеха и расчёт фондов времени.....	13
2. АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ ДЕТАЛИ И ТРЕБОВАНИЯ К НЕЙ.....	15
2.1. Характеристика детали, ее назначение и особенности условий ее эксплуатации.....	15
2.2. Характеристика сплава СЧ25.....	15
2.3. Выбор и обоснование технологического процесса изготовления отливки.....	16
2.4. Выбор положения отливки в форме.....	17
2.5. Конструирование и расчет литниково-питающей системы....	18
2.5.1. Конструирование и расчет прибылей.....	18
2.5.2. Определение выхода годного.....	20
2.5.3. Конструирование и расчет литниковой ситемы.....	21
3. РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ ЦЕХА.....	27
3.1. Плавильное отделение.....	27
3.1.1. Выбор и обоснование плавильных агрегатов.....	27
3.1.2. Расчет вагранки.....	28
3.1.3. Расчёт шихты для сплава СЧ 25.....	41
3.1.4. Расчет количества плавильных агрегатов.....	47
3.1.5. Определение площади плавильного отделения.....	48
3.1.6. Расчет парка ковшей.....	49
3.2. Формовочно-заливочно-выбивное отделение.....	50

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.2.1. Расчет программы формовочного отделения.....	50
3.2.2. Выбор и расчет количества формовочного оборудования....	51
3.2.3. Определение площадей формовочного отделения.....	53
3.3. Стержневое отделение.....	53
3.3.1. Расчёт программы стержневого отделения.....	54
3.3.2. Технологический процесс изготовления стержней.....	56
3.3.3. Выбор стержневого оборудования и расчёт его количества..	56
3.3.4. Расчет площадей стержневого отделения.....	58
3.4. Смесеприготовительное отделение.....	58
3.4.1. Выбор формовочной и стержневой смеси.....	59
3.4.2. Расчёт оборудования смесеприготовительного отделения...	60
3.4.3. Определение площадей смесеприготовительного отделения.....	61
3.5. Участок выбивки форм и стержней. Расчет количества оборудования.....	61
3.6. Отделение финишных операций.....	63
3.6.1. Определение площади отделения финишных операций.....	65
3.7. Вспомогательные службы.....	66
4. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	67
4.1. Планирование численного и квалификационного состава работающих.....	67
4.2. Организация и планирование заработной платы.....	72
4.3. Отчисления на социальные нужды.....	74
4.4. Расчёт капитальных затрат и амортизационных отчислений...	77
4.5. Определение затрат и планирование себестоимости.....	78
4.6. Расчет плановых постоянных и переменных затрат.....	82
4.7. Ценообразование.....	83
5. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА.....	85

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5.1. Безопасность труда.....	85
5.1.1. Характеристика проектируемого цеха.....	85
5.1.2. Вентиляция.....	86
5.1.3. Производственный микроклимат.....	88
5.1.4 Производственный шум.....	89
5.1.5. Производственная вибрация.....	90
5.1.6. Производственное освещение.....	91
5.1.7. Электробезопасность.....	93
5.1.8. Пожарная безопасность.....	94
5.1.9 Безопасность при ЧС.....	96
5.2. Экологичность проекта.....	98
5.2.1. Глобальные экологические проблемы современности.....	98
5.2.2. Анализ связей технологического процесса изготовления отливок из чугуна с экологическими системами.....	100
5.2.3. Основные требования экологизации проекта.....	104
5.2.4. Пути экологизации производства.....	106
5.2.5 Предложения по экологизации технологического процесса.....	106
6. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗРАБОТАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ НАГЛЯДНЫХ ПОСОБИЙ НА ТЕМУ: «ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ИЗГОТОВЛЕНИЕ СТЕРЖНЕЙ МЕТОДОМ ALPHA SET».....	
6.1. Цель нашей разработки и задачи для достижения этой цели.....	109
6.2 Повышение квалификации рабочих и система подготовки новых рабочих.....	109
6.3. Изучение квалификационной характеристики для профессии «Оператора-литейщика на автоматах и автоматических линиях»	110
6.4. Разработка перечня и объема тем теоретической и производственной подготовки.....	113

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

6.5. Выбор темы, при изучении которой возможно использование материалов дипломного проекта.....	114
6.6. Проектирование средств наглядности.....	115
6.7. Методика применения разработанных средств наглядности..	119
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	122
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	124
Приложение А – Мультимедийная презентация на тему «Технологические процессы изготовления стержней методом Alpha set».....	129
Приложение Б – Комплект технологической документации.....	133

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ВВЕДЕНИЕ

Литейное производство является одной из основных заготовительных баз машиностроения, моторостроения, автомобилестроения и приборостроения. Литьем получают заготовки практически любой сложной конфигурации с минимальными припусками на обработку резаньем, высокими служебными свойствами.

При наличии в машинах большого количества литых деталей качество, надежность и эксплуатационные характеристики машин в значительной степени зависят от качества и эксплуатационных характеристик отливок, а в отдельных случаях полностью определяются ими. В связи с этим улучшение качества продукции машиностроения прямо зависит от повышения качества отливок, особенно из чугуна, доля которых составляет от 15% (в автомобилях) до 70% (в станках и кузнечнопрессовом оборудовании). При этом технология изготовления чугунных отливок не требует дорогостоящих материалов и оборудования, поэтому себестоимость их значительно ниже стальных отливок и тем более отливок из цветных сплавов.

Как конструкционный железоуглеродистый сплав чугун применяется давно. Несмотря на появление большого числа других материалов, чугун наряду со сталью является основным материалом в машиностроении, металлургии и других металлопотребляющих отраслях промышленности. Во многом это связано с высокой технологичностью чугуна и относительно низкой стоимостью. Одно из основных преимуществ чугуна – его высокие литейные свойства. Он обладает хорошей жидкотекучестью, небольшой усадкой, малой склонностью к образованию трещин. Можно также отметить хорошую механическую обрабатываемость чугуна, высокую коррозионную стойкость, малую чувствительность к надрезам. Бракованные, отработавшие изделия из чугуна легко перерабатываются. Поэтому значительная доля выпускаемого чугуна идет на производство отливок.

Вместе с тем, недостаточно высокий уровень механических свойств ведет к увеличению материалоемкости изделий и сдерживает применение чугуна.

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Низкая прочность при растяжении обусловлена, прежде всего, неблагоприятной формой графита, а также повышенным, по сравнению со сталью, содержанием вредных примесей. На практике разработаны различные технологии воздействия на процесс кристаллизации чугуна и обработки в твердом состоянии, которые позволяют приблизить свойства чугуна к свойствам стали при сохранении всех его преимуществ.

Поэтому целью выполнения данного дипломного проекта, является организация технологического процесса изготовления отливок из чугуна для моторостроения с годовым выпуском 23 тысяч тонн.

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1. ОБОСНОВАНИЕ И РАСЧЁТ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ЦЕХА

1.1. Обоснование и расчет производственной программы

В соответствии с принятым в цехе технологическим процессом изготовления отливок, объем производства определяет количество и вид оборудования.

В разработанном проекте мы рассмотрели следующие вопросы:

- режим работы цеха и участков;
- расчет фонда времени работы оборудования;
- обоснование технологического процесса изготовления отливки;
- расчет количества оборудования;
- расчет технико-экономических показателей;
- вопросы охраны труда;
- вопросы охраны природы.

Исходными данными служат заданный объем производства, номенклатура деталей, масса деталей и т.д. Производственная программа является основой для разработки технологической части проекта.

Проектом цеха чугунного литья предусмотрен годовой выпуск товарной продукции 23000 тонн, масса отливок до 100 кг. Используется литейный сплав марки СЧ25. Характер производства крупносерийный и массовый.

Производственная программа составлена по деталям-представителям на основании цеха чугунного литья и приведена в таблице 1.1.

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 1.1 - Производственная программа цеха

Весовая группа, кг	Наименование отливки	Марка материала	Масса отливки без литников и прибылей, кг	Масса отливки с литниками и прибылями, кг	Количество отливок на годовую программу, шт	% брака в механических цехах	Количество отливок с учетом брака на годовую программу, шт	Масса отливок без литников и прибылей на годовую программу, т	Масса отливок с литниками и прибылями на годовую программу, т	Размер опоки, мм	Количество отливок в форме, шт	Количество форм на годовую программу, шт	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
До 5	Крышка	СЧ 25	1,7	2,2	235294	1	237646	400	522,821	800*600*150	4	59411	
	Втулка	СЧ 25	3,1	3,3	148387	1	149870	460	494,571		4	37467	
	Коллектор	СЧ 25	3,8	5,1	135526	1	136881	515	698,093		4	34220	
	Корпус	СЧ 25	4,85	5,3	243298	1	245730	1180	1302,36		2	122865	
	Ролик	СЧ 25	3,8	5,1	168421	1	170105	640	867,535		6	28350	
Итого по группе:					930926		940232	3200	3885,38				282313
5-10	Крышка	СЧ 25	6,1	7,3	132786	1	134113	810	979,024		2	67056	
	Цанга	СЧ 25	7,3	11,3	122602	1	123828	895	1399,25		2	61914	
	Корпус	СЧ 25	7,7	11,1	118831	1	120019	915	1332,21		2	60009	
	Ролик	СЧ 25	8	9,5	115000	1	116150	920	1103,42		6	19358	
	Головка	СЧ 25	9,5	13	111578	1	112693	1060	1465		2	56346	
Итого по группе:					600797		606803	4600	6269,904				264683
10-50	Головка 1 ст.	СЧ 25	15	20,2	64000	1	64640	960	1308,96		2	32320	
	Головка цил.	СЧ 25	35,5	38,5	28309	1	28592	1005	1100,79	2	14296		
	Крышка	СЧ 25	25	33	43800	1	44238	1095	1459,85	2	22119		
	Полумуфта	СЧ 25	24,5	26,5	45714	1	46171	1120	1223,53	2	23085		
	Цилиндр 2 ст.	СЧ 25	30	35	47333	1	47806	1420	1673,21	1	47806		

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Окончание таблицы 1.1.

Итого по группе:					229156		231447	5600	6766,34			139626
50-100	Головка цил.	СЧ 25	90	102	21111	1	21322	1900	2174,84	1200*1000*400	1	21322
	Маховик	СЧ 25	79	92	23924	1	24163	1890	2222,99		1	24163
	Корпус	СЧ 25	71	90	26971	1	27240	1915	2451,60		1	27240
	Головка 1 ст.	СЧ 25	55,5	59	34594	1	34939	1920	2061,40		1	34939
	Картер	СЧ 25	85	101	23235	1	23467	1975	2370,16		1	23467
Итого по группе:					129835		131131	9600	11280,99			131131
Итого по цеху:					1890714		1909613	23000	28202,614			817753

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.2. Выбор и обоснование места строительства цеха

Современный литейный цех представляет собой сложную технологическую систему, включающую в себя совокупность находящихся в сложном взаимодействии друг с другом производственных отделений или участков, в которых реализуются различные стадии принятого технологического процесса изготовления отливок.

Каждое отделение имеет сложную структуру, включающую совокупность разных типов технологического и вспомогательного оборудования, а также транспортных средств, реализующих предусмотренные в отделении технологические процессы.

Проект должен обеспечить создание цеха с технологией, оборудованием и сооружением, соответствующими более высокому технологическому уровню, чем в современных цехах. С высоким уровнем механизации и автоматизации труда и производства; с безопасными и по возможности комфортными условиями труда и производства. А также с постоянным использованием мер и средств, предотвращающих загрязнение окружающей среды. []

При выборе места строительства учитывались следующие принцип:

- Учета территориальности – определение особенностей территориального расположения места сооружения цеха; при этом учитывается наличие на небольшой отдаленности источников снабжения, наличие в данном районе потребителей производимой продукции, природные условия и особенности климата;
- Экономичности – проработка более экономичных проектных решений с целью обеспечения минимальных затрат на единицу продукции;
- Перспективности – это принцип предполагает необходимость резервирования территории для расширения цеха, резервирование коммуникаций и мощности обслуживающих отделений, участков и оборудования

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Выбор технологии и оборудования литейного цеха обусловлен техническими требованиями, предъявляемыми к отливке – представителю. Потребителю необходимо, чтобы отливка соответствовала определенным требованиям, связанным с условиями эксплуатации готового изделия.

В первую очередь определяется технология изготовления отливки, под выбором технологии изготовления понимают выбор типа формы и способа заливки. При выборе типа форм ориентируются на заливаемый сплав, серийность и конфигурацию отливки.[]

1.3. Выбор режима работы литейного цеха и расчёт фондов времени

В зависимости от очередности выполнения операций технологического процесса, выбирается режим литейного цеха. Режим работы цеха двухсменный параллельный, с пятидневной рабочей неделей, длительностью смены 8,2 часа.

При параллельном режиме работы цеха, все технологические операции выполняются одновременно на различных участках.

В соответствии с принятым режимом работы рассчитываются фонды времени работы оборудования, рабочих мест без оборудования и рабочих и нерабочих (выходных) днях и продолжительности рабочего дня.

Номинальный фонд времени – это полное годовое время, в течении которого должно работать предприятие, без каких либо потерь, за исключением праздничных и выходных дней.

Действительный фонд времени – это годовое время, в течение которого фактически работают рабочие и производится работа оборудования при установленном в цехе режиме работ. Этот фонд используется при проведении всех расчётов количества оборудования [].

$$T_H = (365 - P) \cdot C \cdot Ч,$$

где P – усредненное число воскресений, суббот, праздничных дней в году;

C – количество смен;

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Ч – продолжительность рабочей смены.

$$T_n = (365 - 115) \cdot 2 \cdot 8,2 = 4100 \text{ ч.}$$

Действительный фонд времени:

$$T_d = T_n \cdot (1 - \Pi),$$

где Π - коэффициент, учитывающий потери времени.

Действительный фонд времени работы оборудования изображен в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Действительный годовой фонд времени

Оборудование	Число смен	
	1	2
Формовочное, стержневое, смесеприготовительное оборудование	2030	3975
Оборудование для очистки и обрубки литья	2030	3975
Автоматизированные формовочные и стержневые линии	-	3645
Вагранка	-	4140
Термические печи	-	3890
Сушильные печи	2010	3975
Станки металлорежущие	2030	4015

2. АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ ДЕТАЛИ И ТРЕБОВАНИЯ К НЕЙ

2.1. Характеристика детали, ее назначение и особенности условий ее эксплуатации

В дипломном проекте мы рассмотрели технологию изготовления детали «Головка 1 ступени» массой 15 кг. Масса отливки с литниками и прибылями составляет 20,2 кг. Номинальная толщина стенки 11 мм. Отливка относится к четвертой группе сложности. Деталь работает в условиях средних статических нагрузок, а также испытывает вибрационные нагрузки, следовательно, она должна обладать высокими прочностными свойствами.

Деталь подвергается механической обработке. Припуски на механическую обработку определяем по ГОСТ 26645-85 в зависимости от точности отливки. []

- Точность отливки 10-10;
- Габаритные размеры 294×358×105 мм;
- Класс точности размеров и масс 14;
- Степень коробления 7;
- Ряд припусков на механическую обработку 5мм.

2.2. Характеристика сплава СЧ25

Химический состав СЧ25 и его механические свойства представлены в таблицах 2.1 и 2.2.

Таблица 2.1. – Химический состав СЧ 25

Компонент сплава		Содержание, %
Углерод	C	3,2 – 3,4
Кремний	Si	1,4 – 2,2
Марганец	Mn	0,7 – 1
Сера	S	до 0,15
Фосфор	P	до 0,02

Таблица 2.2. - Механические свойства СЧ 25

Временное сопротивление σ_B	Твердость по Бринеллю НВ
250 МПа	1800 – 2500 МПа

2.3. Выбор и обоснование технологического процесса изготовления отливки

Технологический процесс изготовления отливок в проектируемом цехе должен обеспечить получение отливок, удовлетворяющих техническим требованиям, при высокой экономической эффективности производства в конкретных условиях данного предприятия.[]

Для изготовления отливки «Головка 1 ступени» не подходит кокильное литье, потому что характерный брак для литья в кокиль: отбел, газовые раковины, неоднородность структуры, трещины в отливках, возникающие при быстром охлаждении, высокая стоимость кокильной оснастки, а литье под давлением железоуглеродистых сплавов не рекомендуют из-за низкой стойкости пресс-форм и камер прессования.

Поэтому для изготовления нашей номенклатуры мы выбрали литье в песчано-глинистые разовые формы, т.к. этот вид литья имеет ряд преимуществ: возможность производства отливок любой группы сложности, возможность механизировать производство, дешевизна изготовления отливок, возможность изготовления отливок большой массы, отливки изготавливают из всех литейных сплавов, кроме тугоплавких.[]

Литье в песчано-глинистые формы применяют во всех областях машиностроения и моторостроения. Можно изготавливать отливки массой до 250 тонн и с толщиной стенки от 3 мм.

В свою очередь песчано-глинистые разовые формы подразделяются на опочные, безопочные и стержневые.

Безопочный метод имеет ограничения по массе отливок (до 100 кг) и сложности конфигурации отливок. Опочным методом можно получать отливки практически любой конфигурации и массы, что удовлетворяет требованиям проектируемого цеха. Стержневой способ изготовления отливок выбирают для получения качественных и сложных по конфигурации отливок. Формы и стержни производят из единой смеси по горячему или холодному процессу. Эта смесь гораздо дороже песчано-глинистой смеси (ПГС).

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

При сравнении этих трех способов предпочтение отдаем опочной формовке, которая наиболее подходит для изготовления отливок при массовом производстве, так как этот способ имеет высокую производительность, дает возможность быстрого перехода от одной номенклатуры отливок к другой. При выборе из технологически допустимых типов оборудования выбор производится в пользу минимальной себестоимости литья.[]

2.4. Выбор положения отливки в форме

Выбор положения отливки при заливке в форме необходимо производить в соответствии со следующими правилами:

- 1) Отливку в форме располагать так, чтобы обеспечить направленное затвердевание металла.
- 2) При расположении обрабатываемых поверхностей вверху нужно обеспечить такие условия, при которых песчаные и газовые раковины могли бы образоваться только в удаляемых при обработке частях отливки.
- 3) Для отливок, имеющих внутренние полости, образуемые стержнями, выбранное положение должно обеспечивать возможность проверки размеров полости формы при сборке, а также надежное крепление стержней.

При выборе поверхности разъема формы необходимо руководствоваться следующими положениями:[]

- 1) Форма и модель должны иметь одну поверхность разъема, желательно горизонтальную.
- 2) Модель должна свободно извлекаться из формы.
- 3) При формовке в парных опоках нужно стремиться к тому, чтобы общая высота формы была минимальной.

Руководствуясь данными положениями, мы расположили нашу отливку пропорционально в нижней и верхней полуформе.

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2.5. Конструирование и расчет литниково-питающей системы

Из теории литейных процессов известно, что объемные изменения, происходящие при затвердевании сплава (усадка сплава), могут привести к образованию объемных усадочных дефектов в отливках. Для того чтобы избежать их возникновения, необходимо обеспечить компенсацию объемной усадки во всех участках отливки путем беспрепятственной доставки к ним необходимых объемов жидкого металла из прибыли. Процесс компенсации объемной усадки называется питанием отливки.

Для осуществления эффективного питания отливки необходимо обеспечить направленное к прибыли затвердевание отливки, при этом должны выполняться два условия:

- по мере приближения к прибыли продолжительность затвердевания сечений отливки должна монотонно увеличиваться;
- сплав в прибыли должен затвердевать последним.

В тех элементах отливки, где нарушается направленность затвердевания, возникают усадочные дефекты.

2.5.1. Конструирование и расчет прибылей

Прибыль – это часть литниково-питающей системы, предназначенная для устранения в отливке усадочной раковины и пористости.

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.

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Мы расположили шесть открытых цилиндрических прибылей, на каждый термический узел нашей отливки. После выбора наиболее рационального типа прибыли необходимо произвести расчет количества и размеров прибылей. При расчете определяют размеры прибылей в зависимости от их конструктивного оформления.

Мы произвели расчет прибылей методом Й. Пржибыла. Основным уравнением этого метода является:

$$\beta \cdot V_{np} = \varepsilon_{V\Sigma} \cdot (V_{n.y.} + V_{np}),$$

где: V_{np} и $V_{n.y.}$ – объем прибыли и питаемого узла отливки;

β – коэффициент экономичности прибыли, равный отношению объема усадочной раковины $V_{yc.p.}$ к объему сплава в прибыли,

$$\beta = \frac{V_{yc.p.}}{V_{np}};$$

$\varepsilon_{V\Sigma}$ – суммарная относительная объемная усадка сплава.

Последовательность расчета прибылей по методу Й. Пржибыла сводится к следующему:

- выделить в отливке все узлы питания и рассчитать объем каждого из них ($V_{n.y.}$);
- выбрать тип и конфигурацию прибыли для каждого узла питания;
- в зависимости от принятой конфигурации прибыли и условий ее охлаждения выбрать значение коэффициента β ;
- рассчитать по формуле объем прибыли;
- определить размеры нижнего сечения прибыли.

Находим объем прибыли по следующей формуле:

$$V_{np} = \frac{(V_{п.у.} \cdot \varepsilon_{V\Sigma})}{(\beta - \varepsilon_{V\Sigma})}.$$

Суммарная относительная объемная усадка сплава $\varepsilon_{V\Sigma}$ зависит от температуры заливки. Ее значение, для среднеуглеродистых сталей, при выполнении расчетов можно определить по следующим зависимостям:

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\varepsilon_{V\Sigma} = 0,03 + 0,00016 \cdot \Delta T$$

Здесь ΔT – перегрев сплава над температурой ликвидуса $T_{л}$, 45 °С.

$$\varepsilon_{V\Sigma} = 0,03 + 0,00016 \cdot 45 = 0,04$$

Коэффициент экономичности прибыли β зависит от формы прибыли, теплофизических условий ее работы и характера затвердевания сплава. Для отливок из чугуна коэффициент β можно принять равным: 9 – 10.[]

Рассчитаем объем первого питаемого узла, который представляет собой цилиндр:

$$V_{уз} = \pi \cdot R^2 \cdot h = 3,14 \cdot 20^2 \cdot 105 = 131880 \text{ мм}^3 = 131,880 \text{ см}^3.$$

Объем прибыли будет равен:

$$V_{пр} = \frac{V_{n.у.} \cdot \alpha \cdot \beta}{1 - \alpha \cdot \beta} = \frac{131,88 \cdot 0,04 \cdot 10}{1 - 0,04 \cdot 10} = 87,92 \text{ см}^3.$$

Так как прибыль – это открытая цилиндрическая прибыль, то её высота составит:

$$H_{пр} = 0,9 \cdot \frac{4 \cdot V_{пр.}}{\pi \cdot D_1^2} = 0,9 \cdot \frac{4 \cdot 87,92}{3,14 \cdot 9} = 11,2 \text{ см}$$

2.5.2. Определение выхода годного

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

$$ВГ = \frac{G_{отл}}{G_{отл} + G_{приб} + G_{л.с.}} \cdot 100\%,$$

где $G_{отл}$ – масса отливки, кг;

$G_{приб.}$ – масса прибылей, приходящаяся на одну отливку, кг;

$G_{л.с.}$ – масса литниковой системы, приходящаяся на одну отливку, кг.

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

$$G_{\text{пр.}} = V_{\text{пр.}} \cdot \rho_{\text{ст}} = 87,92 \cdot 6 \cdot 7,2 = 3,7 \text{ кг.}$$

Массу литниковой системы определим как 10% от массы отливки:

$$G_{\text{л.с}} = 0,1 \cdot G_{\text{отл}} = 0,1 \cdot 15 = 1,5 \text{ кг.}$$

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

$$BГ = \frac{15}{15 + 3,7 + 1,5} \cdot 100 = 74,3 \%$$

2.5.3. Конструирование и расчет литниковой системы

Заполнение форм сплавом является первым этапом формирования отливки. Несмотря на свою относительную кратковременность, заполнение формы в значительной мере определяет качество отливки. Подавляющее большинство технологического брака в литейном производстве связано с неправильной организацией отливки.

Литниковая система – это система каналов и элементов литейной формы, предназначенная для подвода металла к полости формы, ее заполнения и питания отливки.

Для обеспечения качественного заполнения формы сплавом литниковая система должна удовлетворять следующим требованиям:

- обеспечивать заполнение формы за некоторое оптимальное время;
- создавать возможность надежного улавливания шлака, неметаллических и газовых включений;
- способствовать плавному поступлению сплава в полость формы без разбрызгивания и размывания поверхностей формы и стержней;
- создавать тепловые условия, благоприятствующие направленному затвердеванию отливки и снижению развивающихся в ней литейных напряжений.

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Учитывая выше приведенные требования, а также применяемый сплав СЧ25 выбираем литниковую систему III класса, замкнутую в питателях. Литниковая система III класса состоит из литниковой воронки, стояка, шлакоуловителя и питателей.

Рассчитаем литниковую систему для чугунной отливки «Головка 1 ступени» массой 15 кг.

Для определения оптимальной продолжительности заливки формы рассчитаем массу жидкого металла, заливаемого в форму:

$$G = 2 \cdot (G_{\text{отл}} + G_{\text{приб}}) + G_{\text{л.с.}},$$

где $G_{\text{отл}}$ – масса жидкого металла на отливку, кг;

$G_{\text{приб}}$ – масса жидкого металла на прибыли, кг;

$G_{\text{л.с.}}$, – масса жидкого металла на литниковую систему, кг.

$$G = 2 \cdot (15 + 3,7) + 1,5 = 38,9 \text{ кг.}$$

Масса жидкого металла, заливаемого в форму, равна 38,9 кг.

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

$$\tau_{\text{опт}} = S_1 \sqrt[3]{G \cdot \delta},$$

где S_1 – коэффициент продолжительности заливки (в соответствии с данными Г. М. Дубицкого, для чугуна примем $S_1 = 2,2$);

G – масса жидкого металла, заливаемого в форму, кг;

δ – преобладающая толщина стенки отливки, мм ($\delta = 9$ мм).

$$\tau_{\text{опт}} = 2,2 \sqrt[3]{11 \cdot 38,9} = 16,6 \text{ с.}$$

После нахождения оптимальной продолжительности заливки необходимо проверить среднюю скорость подъема уровня сплава в полости литейной формы.

$$V_{\text{ср}} = C / \tau_{\text{опт}},$$

где C – высота отливки при заливке с учетом прибылей, мм.

$$C = 105 + 11 = 116 \text{ мм,}$$

$$V_{\text{ср}} = 116 / 17 = 6,8 \text{ мм/с.}$$

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Сравнивая эту среднюю скорость с минимально допустимой, получаем, что она должна быть в пределах от 20 до 10 мм/с. В нашем случае, скорость заливки не попадает в этот предел, поэтому принимаем минимально допустимую скорость 10 мм/с.

Так как литниковая система является замкнутой во всех элементах, то расчетный статический напор (H_p) определяется по формуле Дитера:[]

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

где: H_o – начальный напор или расстояние от горизонтальной оси питателей до верхней кромки верхней опоки, мм ($H_o = 200$);

P – расстояние от горизонтальной оси питателей до верха отливки, мм ($P = 52,5$);

C – высота отливки, мм ($C = 100$).

$$H_p = 200 - \frac{52,5^2}{2 \cdot 100} = 186 \text{ мм.}$$

Площадь узкого места системы для расчета при заливке из поворотных ковшей будет равна:

$$\omega_{уз} = \left(\frac{G}{\rho \cdot \mu \cdot \tau_{опт} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_p}} \right),$$

где: G – масса жидкого металла, кг;

ρ – плотность сплава при температуре заливки, 7200 кг/м³;

μ – коэффициент расхода металла, 0,38;

$\tau_{зал}$ – продолжительность заливки формы, сек;

g – ускорение свободного падения, 9,81 м/с²;

H_p – расчетный статический напор.

$$\omega_{уз} = \frac{38,9}{(7200 \cdot 0,38 \cdot 10 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,186})} = 0,000748 \text{ м}^2 = 748 \text{ мм}^2$$

После определения площади сечения узкого места литниковой системы рассчитывают площади поперечного сечений остальных элементов. Это осуществляется по эмпирическим соотношениям, зависящим от сплава и

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

положения узкого места системы. На основании того, что мы осуществляем заполнение формы чугуном и из поворотного ковша, то:

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

Так как узким местом у нас является питатель, но у нас их по 2 на каждую модель, то:

$$F_{\text{пит}} = 748 / 4 = 187 \text{ мм}^2.$$

Из соотношения находим $\omega_{\text{шл}}$ и $\omega_{\text{ст}}$:

$$F_{\text{шл}} = 748 \cdot 1,2 = 897,6 \text{ мм}^2.$$

$$F_{\text{ст}} = 748 \cdot 1,4 = 1047,2 \text{ мм}^2.$$

После расчета площадей сечений определяем размеры всех элементов литниковой системы.

1) Питатель

$$F_{\text{пит}} = 187 \text{ мм}^2.$$

Используем трапециевидный питатель, тогда:

$$b_{\text{пит. в.}} = (0,7 - 0,8) \cdot b_{\text{пит. н.}},$$

$$h_{\text{пит}} = (0,7 - 1,3) \cdot b_{\text{пит. н.}}$$

где $b_{\text{пит. в.}}$, $b_{\text{пит. н.}}$ – соответственно верхнее и нижнее основания, мм;

$h_{\text{пит}}$ – высота питателя, мм.

Зная площадь трапеции, можно найти верхнее основание.

$$F_{\text{пит}} = \frac{b_{\text{пит. н.}} + b_{\text{пит. в.}}}{2} \cdot h_{\text{пит}},$$

$$2 \cdot F_{\text{пит}} = 1,75 \cdot b_{\text{пит. н.}}^2,$$

$$b_{\text{пит. н.}} = 14,6 \text{ мм},$$

$$b_{\text{пит. в.}} = (0,7 \div 0,8) \cdot b_{\text{пит. н.}} = 0,75 \cdot 14,6 = 11 \text{ мм},$$

$$h_{\text{пит}} = (0,7 \div 1,3) \cdot b_{\text{пит. в.}} = 1,0 \cdot 14,6 = 14,6 \text{ мм}.$$

2) Шлакоуловитель

$$F_{\text{шл}} = 897,6 \text{ мм}^2.$$

$$b_{\text{шл. в.}} = (0,7 \div 0,8) \cdot b_{\text{шл. н.}},$$

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$h_{\text{шл}} = (0,7 \div 1,3) \cdot b_{\text{шл.н}}$$

где $b_{\text{шл. в}}$, $b_{\text{шл. н}}$ – соответственно верхнее и нижнее основания, мм;
 $h_{\text{шл}}$ – высота шлакоуловителя, мм.

Расчет шлакоуловителя проводим аналогично расчету питателя. Тогда получаем:

$$b_{\text{шл.н}} = 32 \text{ мм.},$$

$$b_{\text{шл.в}} = (0,7 \div 0,8) \cdot b_{\text{шл.н}} = 0,75 \cdot 32 = 24 \text{ мм},$$

$$h_{\text{шл}} = (0,7 \div 1,3) \cdot b_{\text{шл.н}} = 1,0 \cdot 32 = 32 \text{ мм.}$$

3) Стояк

$$F_{\text{ст}} = 1047,2 \text{ мм}^2.$$

Для обеспечения замкнутости литниковой системы и удобства формовки используем конический, расширяющиеся вверх круглый стояк. Конусность стояка зависит от его высоты. Уклон стояка делается из расчета 2.5 мм на 10 мм высоты.[]

$$h_{\text{ст}} = 142 \text{ мм}$$

$$d_{\text{ст.н.}} = \sqrt{\frac{\omega_{\text{ст}}}{\pi}} = \sqrt{\frac{1047,2}{3,14}} = 18 \text{ мм},$$

$$d_{\text{ст. в}} = 14,2 = 35,5 \text{ мм.}$$

4) Воронка

Форма внутренней поверхности воронки должна охватывать контур падающей струи.[]

Диаметр воронки равен $D_{\text{в}} = (2,7 \div 3,0) \cdot d_{\text{ст.в}}$, а высота $H_{\text{в}} = D_{\text{в}}$.

Исходя из конструктивных соображений, примем $D_{\text{в}} = 3 \cdot d_{\text{ст.в}}$.

$$D_{\text{в}} = 3 \cdot 35,5 = 85 \text{ мм.},$$

$$H_{\text{в}} = D_{\text{в}} = 106,5 \text{ мм.}$$

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3. РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ ЦЕХА

3.1. Плавильное отделение

Плавильное отделение предназначено для обеспечения цеха жидким металлом. Оно со складом шихтовых материалов состоит из участков подготовки и навески шихты, выплавки металла, ковшевого отделения, выбивки и ремонта вагранок.

Основные технологические операции, выполняемые в плавильном отделении: []

- приём и разгрузка шихтовых материалов;
- подготовка шихты к загрузке в печь;
- подача шихтовых материалов к дозирующим устройствам;
- набор и навеска составляющих шихты (по расчетам);
- загрузка шихты в печь;
- расплавление и доводка чугуна;
- выпуск расплава и шлака в ковш, скачивание шлака и графитизирующая обработка (при необходимости);
- передача расплава на разливку.

3.1.1. Выбор и обоснование плавильных агрегатов

Для выплавки чугунов различных составов применяются вагранки (коксовые, коксогазовые и газовые), индукционные печи различной частоты и дуговые электропечи переменного или постоянного тока.

Плавильный агрегат должен обеспечить получение необходимого химического состава чугуна для обеспечения эксплуатационных свойств отливок, а также требуемый уровень его перегрева с целью получения годных отливок за счет оптимальной температуры заливки. Достаточный перегрев имеет решающее значение при печной и особенно при внепечной обработке расплава модифицирующими или легирующими добавками, ввод которых необходим для обеспечения требуемых свойств отливок и сопровождается, как правило, понижением температуры жидкого чугуна.

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для разработанной технологии получения отливок, мы применили плавильные печи – вагранки с вторичным дутьем и мокрым пылеосадителем. Вагранки имеют ряд преимуществ по сравнению с другими плавильными агрегатами. К ним относят, прежде всего, простоту конструкции, сравнительно низкие энергетические затраты, удобство, простоту управления и обслуживания, обеспечение необходимой производительности, особенно для цехов серийного и крупносерийного производства с минимальными потребностями в производственных площадях.

С целью обеспечения стабильного процесса выплавки чугуна в вагранке на базе нормализации дутьевого режима в настоящее время рекомендуется использовать вагранки со вторичным дутьем (с двумя рядами фурм). Такие вагранки обеспечивают повышение температуры чугуна на выпуске на 30-50°С без изменения расхода кокса или снижение расхода кокса на 10-20% без повышения температуры чугуна на выпуске, а также быстрый вывод вагранки на устойчивый температурный режим с повышением производительности, снижение в 2-4 раза выбросов СО в атмосферу (улучшение экологической обстановки).

3.1.2. Расчет вагранки

Преимущества вагранок со вторичным дутьем обеспечиваются за счет принудительной подачи дутья в каждый ряд фурм из отдельного фурменного пояса с распределением количества воздуха между нижним и верхним рядами фурм в соотношении 60:40% или 50:50%.

Основное количество теплоты, необходимое для нагрева, расплавления и перегрева металлической шихты, в коксовых вагранках выделяется за счет реакций окисления (горения) углерода кокса и дожигания угарного газа СО. Доля теплоты за счет этих реакций составляет 85-95% от общего количества теплоты, остальное количество теплоты

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

выделяется при окислении серы кокса, угара кремния, марганца и железа.

Реакции окисления кокса и CO , а также восстановления CO_2 до CO описываются следующими уравнениями с сопутствующими им тепловыми эффектами:



Образовавшийся углекислый газ CO_2 , проходя через холостую коксовую колоше, вступает в контакт с раскаленным коксом (точнее, с углеродом кокса) и восстанавливается до CO по реакции:



т.е. эта реакция идет с поглощением тепла.

Образовавшийся угарный газ CO по реакциям (2) и (3) при наличии избыточного кислорода, в том числе за счет вторичного дутья в двухрядных вагранках, снова окисляется с выделением тепла, компенсируя тем самым потери по реакции (3):



Суммарный тепловой баланс горения углерода позволяет снизить расход кокса или повысить температуру перегрева чугуна (температуру чугуна на выпуске).

При окислении (горении) серы кокса также выделяется теплота с образованием сернистого газа



Аналогично окисляются кремний, марганец и железо. Теплота выделяется и при диссоциации известняка (флюса). Общее количество теплоты окисления серы, кремния, марганца, железа и диссоциации флюса не превышает 5-15%.

Фурменный пояс должен обеспечить равномерное распределение дутья по фурмам.

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Удельный расход воздуха $q_{y\partial} = 130 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \times \text{мин})$. Тогда необходимое количество воздуха составит:

$$Q_{\text{возд}} = q_{y\partial} \times F_{\text{с}} \times 60, \text{ где } F_{\text{с}} = \frac{\pi \times D^2}{4} = \frac{3,14 \times (900)^2}{4} = 0,63 \text{ м}^2;$$

$$Q_{\text{возд}} = 130 \times 0,63 \times 60 = 4914 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

Принимаем скорость воздуха в фурменном поясе $v_2 = 4 \text{ м/с}$. Тогда общая площадь сечения фурменного пояса составит:

$$\sum F_{\text{ф.н}} = \frac{Q_{\text{возд}}}{v_2 \times 3600} = \frac{4914}{4 \times 3600} = 0,341 \text{ м}^2.$$

Отношение площадей сечения нижнего и верхнего рядов фурм равно 60:40, тогда

$$F_{\text{ф.н.н}} = \sum F_{\text{ф.н}} \times 0,6 = 0,341 \times 0,6 = 0,204 \text{ м}^2,$$

$$F_{\text{ф.н.с}} = \sum F_{\text{ф.н}} \times 0,4 = 0,341 \times 0,4 = 0,136 \text{ м}^2.$$

Принимаем высоту фурменного пояса $H_{\text{ф.н}} = 0,6 \text{ м}$. Тогда ширина фурменного пояса прямоугольного сечения для нижнего и верхнего рядов фурм составит:

для нижнего ряда фурм :

$$B_{\text{ф.н.н}} = \frac{F_{\text{ф.н.н}}}{H_{\text{ф.н}}} = \frac{0,204}{0,6} = 0,340 \text{ м} = 340 \text{ мм}$$

$$B_{\text{ф.н.с}} = \frac{F_{\text{ф.н.с}}}{H_{\text{ф.н}}} = \frac{0,136}{0,6} = 0,226 \text{ м} = 225 \text{ мм}.$$

Размеры фурменных поясов определим, исходя из следующих

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

конструктивных решений. Расстояние между рядами фурм (по осям) принимаем равным 700 мм = 0,7 м. Толщина стенок корпусов фурм и размеры крепежных сланцев выбираются конструктивно, обычно толщина стенки фурмы равна 6-8 мм, выступ фланца равен 12-15 мм.

Примем толщину огнеупорной футеровки равной 295 мм (по размерам шамотного кирпича (65×113×230 мм)). Примем толщину корпуса вагранки равной 12 мм (толщина листовой стали), а зазор между корпусом вагранки и внутренним диаметром фурменного пояса для верхних фурм примем равным $\delta_{\text{заз}} = 150 \text{ мм}$ (для удобства монтажа), толщину стенок фурменных поясов принимаем равной $\delta_{\text{ст}} = 4 \text{ мм}$ (листовая сталь).

Тогда наружный диаметр корпуса вагранки составит:

$$D_k = D_6 + 2 \times \delta_{\text{фут}} + 2 \times \delta_{\text{ст.к}} = 900 + 2 \times 295 + 2 \times 12 = 1515 \text{ мм} = 1,515 \text{ м}.$$

Внутренний диаметр фурменного пояса для фурм верхнего ряда составит:

$$D_1 = D_k + 2 \times \delta_{\text{заз}} = 1515 + 2 \times 150 = 1815 \text{ мм} = 1,815 \text{ м}.$$

Диаметр перегородки, разделяющей фурменные пояса для фурм верхнего и нижнего рядов, или внутренний диаметр фурменного пояса для верхнего ряда фурм, составит:

$$D_2 = D_1 + 2 \times \delta_{\text{ст}} + 2 \times B_{\text{ф.н.в}} = 1815 + 2 \times 4 + 2 \times 225 = 2275 \text{ мм} = 2,275 \text{ м}.$$

Наружный диаметр фурменного пояса для нижнего ряда составит:

$$D_3 = D_2 + 4 \times \delta_{\text{ст}} + 2 \times B_{\text{ф.н.н}} = 2275 + 4 \times 4 + 2 \times 340 = 2970 \text{ мм} = 2,970 \text{ м}.$$

Учитывая тип фурменных поясов (прямоугольного сечения кольцевого коллектора) и конструктивные особенности, примем

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

следующие размеры радиусов R_1 и R_2 , образующие внутренние и наружные поверхности фурменных поясов для фурм нижнего и верхнего рядов (в свету):

$$R_{\text{вн.ф.в}} = \frac{D_1 + 2 \times \delta_{\text{ст}}}{2} = \frac{1815 + 2 \times 4}{2} = 910 \text{ мм} = 0,910 \text{ м};$$

$$R_{\text{нар.ф.в}} = R_{\text{вн.ф.в}} + B_{\text{ф.п.в}} = 910 + 225 = 1135 \text{ мм} = 1,135 \text{ м};$$

$$R_{\text{вн.ф.н}} = R_{\text{нар.ф.в}} + \delta_{\text{ст}} = 1135 + 4 = 1139 \text{ мм} = 1,139 \text{ м};$$

$$R_{\text{нар.ф.н}} = R_{\text{вн.ф.н}} + B_{\text{ф.п.н}} = 1139 + 340 = 1479 \text{ мм} = 1,479 \text{ м}.$$

Определим объемы W фурменных поясов для фурм верхнего и нижнего рядов, что необходимо для расчета предохранительных клапанов безопасности:

$$W_{\text{ф.п.в}} = \pi \times (R_{\text{нар.ф.в}}^2 - R_{\text{вн.ф.в}}^2) \times H_{\text{ф.п.в}} = 3,14 \times (1135^2 - 910^2) \times 0,6 = 0,866 \text{ м}^3;$$

$$W_{\text{ф.п.н}} = \pi \times (R_{\text{нар.ф.н}}^2 - R_{\text{вн.ф.н}}^2) \times H_{\text{ф.п.н}} = 3,14 \times (1479^2 - 1139^2) \times 0,6 = 1,676 \text{ м}^3.$$

Исходя из правил безопасности в газходах, площадь предохранительных клапанов должна составлять $0,05 \text{ м}^2$ на 1 м^3 объема камеры. Тогда общая площадь клапанов фурменного пояса для нижнего ряда фурм составит:

$$\sum F_{\text{кл.н.ф}} = 0,05 \times W_{\text{ф.п.н}} = 0,05 \times 1,676 = 0,083 \text{ м}^2,$$

а общая площадь клапанов фурменного пояса для верхнего ряда фурм составит:

$$\sum F_{\text{кл.в.ф}} = 0,05 \times W_{\text{ф.п.в}} = 0,05 \times 0,866 = 0,043 \text{ м}^2.$$

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Принимаем минимальное число клапанов на каждом фурменном поясе равным 4. Тогда площадь одного клапана для фурменных поясов составит соответственно:

$$f_{\text{кл.н.ф}} = \frac{\sum F_{\text{кл.н.ф}}}{4} = 0,083 / 4 = 0,0207 \text{ м}^2;$$

$$f_{\text{кл.в.ф}} = \frac{\sum F_{\text{кл.в.ф}}}{4} = 0,043 / 4 = 0,0107 \text{ м}^2.$$

Соответствующие этим площадям диаметры клапанов в свету, или диаметры проходных отверстий клапанов, составят:

$$d_{\text{кл.н.ф}} = \sqrt{\frac{4 \times f_{\text{кл.н.ф}}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,0207}{3,14}} = 0,162 \text{ м} = 162 \text{ мм};$$

$$d_{\text{кл.в.ф}} = \sqrt{\frac{4 \times f_{\text{кл.в.ф}}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,0107}{3,14}} = 0,116 \text{ м} = 116 \text{ мм}.$$

В общем виде клапан должен вписываться в ширину фурменного пояса с монтажным зазором не менее 30 мм с каждой стороны. Сопоставим диаметры клапанов с шириной соответствующих фурменных поясов: для вагранки производительностью 5 т/ч $V_{\text{ф.н.н}} = 340 \text{ мм}$, $V_{\text{ф.л.в}} = 225 \text{ мм}$. Следовательно, диаметры клапанов как для нижнего, так и для верхнего, фурменного пояса почти в 2 раза меньше ширины соответствующих фурменных поясов, и установка клапанов не вызовет затруднений.

Исходя из необходимого количества воздуха, поступающего в вагранку, по данному расчету $Q_{\text{возд}} = 4914 \text{ м}^3 / \text{ч}$ и с учетом необходимого запаса по расходу воздуха выбираем воздуходувку типа В2М 10/1250, обеспечивающую производительность $10000 \text{ м}^3 / \text{ч}$ и давление 12500 Па или 1250 мм вод. ст., или $0,125 \text{ кгс} / \text{см}^2$.

Определим массу груза, включая массу колпаков клапанов на

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

соответствующих фурменных поясах в закрытом состоянии, исходя из максимального давления, развиваемого воздуходувкой:

$$G_{\text{кл.н.ф}} = f_{\text{кл.н.ф}} \times P_{\text{возд.мах}} \times 10^4 = 0,0207 \times 0,125 \times 10^4 = 25,8 \text{ кг} ;$$

$$G_{\text{кл.в.ф}} = f_{\text{кл.в.ф}} \times P_{\text{возд.мах}} \times 10^4 = 0,0107 \times 0,125 \times 10^4 = 13,3 \text{ кг} .$$

Определим площадь общего воздуховода (от воздуховодки до «развилки» на воздуховоды для нижнего и верхнего фурменных поясов). Для расчета принимаем расход воздуха, поступающего вагранку, равным $4914 \text{ м}^3/\text{ч}$. Принимаем скорость воздуха в общем воздуховоде равной $v_1 = 10 \text{ м/с}$. Из выражения:

$$Q_{\text{возд}} = v_1 \times F_{\text{общ.возд}} \times 3600$$

находим площадь сечения общего воздуховода:

$$F_{\text{общ.возд}} = \frac{Q_{\text{возд}}}{v_1 \times 3600} = \frac{4914}{10 \times 3600} = 0,1365 \text{ м}^2 .$$

Тогда из выражения:

$$F_{\text{общ.возд}} = \frac{\pi \times D_{\text{общ.возд}}^2}{4} .$$

Внутренний диаметр общего воздуховода составит

$$d_{\text{общ.возд}} = \sqrt{\frac{4 \times F_{\text{общ.возд}}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,1365}{3,14}} = 0,416 \text{ м} = 416 \text{ мм} .$$

Из сортамента стандартных труб по ГОСТ 8732-78 выбираем ближайшую по размерам трубу, в данном случае трубу диаметром 426 мм и толщиной стенки 9 мм, у которой внутренний диаметр равен $426 - 2 \times 9 = 408 \text{ мм}$.

Исходя из принятого соотношения расхода воздуха между нижним и

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

верхним рядом фурм (60:40), определяем расход воздуха через все фурмы нижнего и верхнего рядов соответственно: []

$$Q_{\text{возд.н.ф}} = 0,6 \times Q_{\text{возд}} = 0,6 \times 4914 = 2948 \text{ м}^3 / \text{ч};$$

$$Q_{\text{возд.в.ф}} = 0,4 \times Q_{\text{возд}} = 0,4 \times 4914 = 1965 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

Принимаем максимально допустимую скорость в воздуховодах для нижнего и верхнего фурменных поясов $v_3 = 15 \text{ м/с}$, т.е. для участков воздуховодов от «развилки» до соответствующих фурменных поясов. Тогда аналогично расчету размеров фурм общего воздуховода определим размеры для нижнего и верхнего рядов фурм (они будут равны):

$$F_{\text{возд.н.ф}} = \frac{Q_{\text{возд.н.ф}}}{v_3 \times 3600} = \frac{2948}{15 \times 3600} = 0,0545 \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{возд.в.ф}} = \frac{Q_{\text{возд.в.ф}}}{v_3 \times 3600} = \frac{1965}{15 \times 3600} = 0,0363 \text{ м}^2.$$

Тогда внутренний диаметр воздуховода для нижнего и верхнего рядов фурм будет также равным и составит 263 мм и 215 мм. Из сортамента стандартных труб по ГОСТ 8732-78 выбираем ближайшие по размерам трубы: для воздуховода нижнего фурменного пояса выбираем трубу с наружным диаметром 273 мм и толщиной стенки 7 мм, ее внутренний диаметр равен $273 - 2 \times 7 = 259 \text{ мм}$. Аналогично для воздуховода верхнего фурменного пояса выбираем трубу с наружным диаметром 219 мм и толщиной стенки 6 мм, ее внутренний диаметр составит 207 мм. Для обеспечения равномерного распределения дутья рекомендуется воздуховоды подводить к фурменным поясам тангенциально.

Принимаем количество фурм равным 6. Количество фурм в каждом ряду должно обеспечить равномерное распределение дутья по периметру

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

вагранки. Фурмы верхнего ряда размещаются в горизонтальном сечении посередине между фурмами нижнего ряда в шахматном порядке. Расстояние между фурмами по их осям принимаем равным 900 мм.

Определим размеры воздуходувок, или патрубков, для каждой фурмы нижнего и верхнего рядов на участках от соответствующего фурменного пояса до фурм. Площади поперечного сечения этих патрубков и их диаметры в свету определим по расходу дутья через каждую фурму, а именно:

$$q_{н.р} = \frac{Q_{возд.н.ф}}{N} = \frac{2948}{6} = 491 \text{ м}^3 / \text{ч};$$

$$q_{в.р} = \frac{Q_{возд.в.ф}}{N} = \frac{1965}{6} = 327 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

Скорость воздуха при входе в вагранку принимаем равной 15 м/с с целью обеспечения проникновения струи по всему сечению вагранки.

При применении фурм круглого сечения площади и диаметры их определяются аналогично расчету диаметров воздухопроводов, а именно:

$$f_{н.р} = \frac{q_{н.р}}{v_{\phi} \times 3600} = \frac{491}{15 \times 3600} = 0,009 \text{ м}^2;$$

$$f_{в.р} = \frac{q_{в.р}}{v_{\phi} \times 3600} = \frac{327}{15 \times 3600} = 0,006 \text{ м}^2.$$

Соответственно диаметры фурм составят:

$$d_{н.р} = \sqrt{\frac{4 \times f_{н.р}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,009}{3,14}} = 0,107 \text{ м} = 107 \text{ мм};$$

$$d_{в.р} = \sqrt{\frac{4 \times f_{в.р}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,006}{3,14}} = 0,087 \text{ м} = 87 \text{ мм}.$$

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Из сортамента труб по ГОСТ 8732-78 выбираем ближайшие по размерам трубы: для фурм нижнего с наружным диаметром 89 и стенкой 3,5 мм, т.е. ее внутренний диаметр равен 82 мм, а для фурм верхнего ряда выбираем трубу с наружным диаметром 108 мм и толщиной стенки 4 мм, ее внутренний диаметр равен 100 мм.

При применении фурм прямоугольного сечения чаще всего высоту фурм принимают равной высоте огнеупорного кирпича, а именно $h_{\phi} = 65\text{мм}$ тогда ширина фурм нижнего и верхнего рядов соответственно составит:

$$a_{н.р} = \frac{f_{н.р}}{h_{\phi}} = \frac{0,009}{0,065} = 0,138\text{м} = 138\text{мм};$$

$$a_{в.р} = \frac{f_{в.р}}{h_{\phi}} = \frac{0,006}{0,065} = 0,092\text{м} = 92\text{мм}.$$

Площадь шахты вагранки составляет:

$$F_{\phi} = \frac{\pi \times D_{\phi}^2}{4} = \frac{3,14 \times 0,9^2}{4} = 0,63\text{м}^2.$$

Исходя из требований заказчика, принимаем максимальную массу отливки

$m_{\max} = 2,5$ т. Тогда число выпусков чугуна из вагранки производительностью

$$Q_{в} = 5 \text{ т/ч составит } n = \frac{Q_{\phi}}{m_{\max}} = \frac{5}{2,5} = 2 \text{ выпуска / ч.}$$

Определим высоту горна по формуле:

$$h_2 = \frac{Q_{\phi} \times W_{\phi}}{n \times F_{\phi}} + 0,12,$$

где W_{ϕ} – объем горна на 1 т жидкого чугуна с учетом нахождения в нем

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

кокса, обычно принимается $W_{\Gamma} = 0,33 \text{ м}^3/\text{т}$;

0,12 – расстояние между верхним уровнем металла в горне и осью нижнего ряда фурм, м.

$$h_z = \frac{5 \times 0,33}{2 \times 0,63} + 0,12 = 1,429 \text{ м} \approx 1,4 \text{ м}.$$

При применении двойного (вторичного) дутья производительность вагранок выше, чем у обычных, поэтому принимаем $h_z = 1,5 \text{ м} = 1500 \text{ мм}$. При этом сохраняется возможность увеличения высоты горна при необходимости за счет уменьшения толщины подины. Определим фактический объем горна:

$$W_{z.\text{факт}} = \frac{F_g \times h_z}{1000} = \frac{0,63 \times 1500}{1000} = 0,95 \text{ м}^3.$$

Принимаем расстояние между шлаковой леткой и нижней кромкой фурменного отверстия $h_{л.ф} = 75 \text{ мм}$, диаметр шлаковой летки 40 мм, наклон фурм к горизонту 10° .

Исходя из опыта эксплуатации вагранок с двухрядным фурменным поясом и вторичным дутьем, принимаем расстояние между рядами фурм по их осям $h_{\phi} = 0,7 \text{ м} = 700 \text{ мм}$, а высоту кокса холостой колоши над верхним рядом фурм $h_g = 0,4 \text{ м} = 400 \text{ мм}$.

Общая высота холостой коксовой колоши составит:

$$h_{x.k} = h_z + h_{\phi} + h_g = 1,5 + 0,7 + 0,4 = 2,6 \text{ м} = 2600 \text{ мм}.$$

Объем холостой коксовой колоши составит:

$$W_{x.k} = F_g \times h_{x.k} = 0,95 \times 2,6 = 2,47 \text{ м}^3.$$

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Определим массу кокса в холостой колоше по формуле $m_{x.к} = W_{x.к} \times \gamma_{к}$,
где $\gamma_{к}$ – объемная плотность кокса, равная $450 \text{ кг} / \text{м}^3$:

$$m_{x.к} = 2,47 \times 450 = 1111,5 \text{ кг} .$$

Исходя из опыта работы вагранок, обычно принимают высоту рабочей колоши кокса $h_{p.к} = 0,15 - 0,2 \text{ м}$. Для расчета принимаем максимальную высоту, равную $0,2 \text{ м}$. Тогда объем рабочей колоши составит:

$$W_{p.к} = F_{в} \times h_{p.к} = 0,95 \times 0,2 = 0,19 \text{ м}^3 ,$$

а масса кокса в рабочей колоши равна

$$m_{p.к} = W_{p.к} \times \gamma_{к} = 0,19 \times 450 = 85,5 \text{ кг} .$$

Из практики известно, что масса металлической коксовой колоши обычно составляет 8-10% от часовой производительности вагранки, т.е. для вагранки производительностью $5 \text{ т/ч} = 5000 \text{ кг/ч}$ получаем:

$$m_{m.к} = (0,08 \div 0,10) \times Q_{в} = (0,08 \div 0,10) \times 5000 = 400 - 500 \text{ кг} .$$

Для расчета принимаем максимальную массу $m_{m.к} = 500 \text{ кг}$. Определим объем металлической колоши по формуле

$$W_{m.к} = \frac{m_{m.к}}{\gamma_{m.к}} ,$$

где $\gamma_{m.к}$ – объемная плотность металлической шихты, равная $2500 \text{ кг} / \text{м}^3$:

$$W_{m.к} = \frac{500}{2500} = 0,2 \text{ м}^3 .$$

Полезная высоты вагранки определяется по формуле

$$h_{пол} = (3,5 \div 6) \times D_{в} .$$

Полезную высоту 5-тонных вагранок принимают по ГОСТ 24774-81

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

равной 4500 мм. Однако условия каждого конкретного цеха при модернизации вагранок, т.е. в условиях существующих строительных конструкций здания цеха, могут внести свои коррективы. Примем в нашем случае $h_{пол} = 4000 \text{ мм}$, помня, что полезная высота вагранки определяется как расстояние от оси нижнего ряда фурм до нижнего среза завалочного окна. Тогда общая высота шахты вагранки (без учета высоты опорной части, узла загрузки и трубы с искрогасителем или пылеосадителем) составит:

$$H_g = h_z + h_{пол} = 1,5 + 4,0 = 5,5 \text{ м} .$$

Общий объем шахты вагранки составит (для $Q_g = 5 \text{ м}^3/\text{ч}$):

$$W_g = F_g \times H_g = 0,95 \times 5,5 = 5,2 \text{ м}^3 .$$

Определяем количество металлических и топливных колош, вмещающихся в шахту вагранки, исходя из соотношения:

$$n = \frac{W_g - W_z}{W_{р.к} + W_{м.к} + W_{ф.л}} ,$$

где $W_{р.к}, W_{р.м}, W_{ф.л}$ – объемы рабочих колош кокса, металлической шихты и флюса (известняка);

$$W_{ф.л} = \frac{m_{ф.л}}{\gamma_{ф.л}} ,$$

где $m_{ф.л} = (0,03 \div 0,05) \times W_{м.к} \times \gamma_{м.к} = (0,03 \div 0,05) \times 0,2 \times 2500 = 15 \div 25 \text{ кг}$, принимаем 20 кг,

$\gamma_{ф.л}$ – объемная масса известняка, равная 1600-2000 кг/м³, принимаем 1800 кг/м³;

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$W_{\text{ф.л}} = \frac{20}{1800} = 0,011 \text{ м}^3;$$

$$n = \frac{5,2 - 0,95}{0,19 + 0,2 + 0,011} = 10,4 \approx 10.$$

Масса рабочих колош кокса, вмещающих в шахту, составит:

$$\sum m_{\text{р.к}} = n \times m_{\text{р.к}} = 10 \times 85,5 = 855 \text{ кг}.$$

Масса металлической шихты составит:

$$\sum m_{\text{м.к}} = n \times m_{\text{м.к}} = 10 \times 500 = 5000 \text{ кг}.$$

Масса флюса (известняка) составит:

$$\sum m_{\text{ф.л}} = n \times (9 \div 15) = 10 \times 12 = 120 \text{ кг}.$$

Массу известняка можно определить, исходя из опыта эксплуатации вагранок, приняв расход известняка равным 35-45 кг на 1 т металлической завалки. Тогда

$$\sum m_{\text{ф.л}} = 40 \times 4,2 = 168 \text{ кг}.$$

Итого в шахту вагранки загружаются шихтовые материалы с общей массой:

$$\sum m = \sum m_{\text{р.к}} + \sum m_{\text{м.к}} + \sum m_{\text{ф.л}} + \sum m_{\text{х.к}} = 855 + 5000 + 120 + 1111,5 = 7086,5 \text{ кг}.$$

Необходимое давление в фурмах определяется по формуле:

$$\Delta P = \frac{v_{\text{возд}}^2 \times (h_{\text{пол}} + 0,25 \times D_e)}{A},$$

где $v_{\text{возд}}^2$ – средняя скорость воздуха в вагранке, равная по величине

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

удельному расходу воздуха на 1 м² поперечного сечения в минуту $q_{уд}$, м/мин;

$h_{пол}$ – полезная высота вагранки по расчету, м;

A – эмпирический коэффициент, равный 100 при нормальной шихте по размерам кусков; при мелком коксе, например, этот коэффициент уменьшается.

Для вагранки производительностью 5 т/ч имеем (при принятой $h_{пол} = 3,9 м$):

$$\Delta P = \frac{130^2 \times (4,0 + 0,25 \times 0,9)}{100} = 714,025 \text{ мм.вод.ст.}$$

Обычно давление воздуха в вагранках производительностью 5 т/ч колеблется в пределах 700-900 мм вод. ст. Выбранная по требуемому расходу воздуха воздуходувка В2М10/1250 развивает давление 1250 Па .

Рассчитанное давление ΔP учитывает только сопротивление столба шихты в самой вагранке. Для более точного выбора типа воздуходувки необходимо добавить к ΔP сопротивление в системе воздухопроводов: от воздуходувки до фурм (порядка 150-200 мм вод. ст. в зависимости от поворотов, расширений, сужений системы подвода дутья), а также сопротивление мокрого пылесадителя ~ 200 мм вод. ст.

Таким образом, суммарное сопротивление составит:

$$\sum P = \Delta P + P_{воздухов} + P_{мокр.пылес} = 714 + 150 + 200 = 1064 \text{ мм.вод.ст.}$$

Такое давление обеспечивается воздуходувкой типа В2 М10/1250.

Выбор воздуходувки производится по необходимому количеству дутья $Q_{возд}$ (производительность воздуходувки регулируется установленным на ней шибером на входе воздуха из окружающей среды) и суммарному сопротивлению $\sum P$ (давление, развиваемое воздуходувкой не

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

регулируется, и должно быть не менее $\sum P$).

Размеры огнеупорной кладки шахты вагранки и подины определяются в основном размерами огнеупорных кирпичей, порядком их расположения при кладке и количеством рядов. Для приближенных расчетов принимается толщина подины над подовой плитой в пределах 250-400 мм (в зависимости от производительности вагранки), а футеровку шахты производят в 2 слоя кирпичей с общей толщиной, равной двойной толщине огнеупорных изделий по ГОСТ 3272-71 или на одну ширину и ребро (стандартный размер огнеупорного кирпича 65×113×230 мм).[]

3.1.3. Расчёт шихты для сплава СЧ 25

Расчет шихты для плавки чугуна в различных плавильных агрегатах является важным этапом в организации получения чугуна заданного химического состава и удовлетворяющего требованиям, предъявляемым к чугуну по механическим, эксплуатационным и литейным свойствам.[]

Химический состав серых чугунов определяют по ГОСТ 1412-85. Для чугуна СЧ 25 можно принять следующий состав: 3,4% С, 1,9% Si, 0,85% Mn, не более 0,15% S, не более 0,2% P.

В результате взаимодействия элементов шихты с газами, футеровкой печи и топливом происходит уменьшение (угар) или увеличение (пригар) содержания химических элементов в шихте. Величина угара U зависит от типа плавильного агрегата, его конструкции и размеров, режима плавки, а также от вида элемента.

Например, при плавке в вагранке угар кремния составляет 10-35%, угар марганца 15-40%, угар хрома 15-20%. При плавке в вагранке с кислой футеровкой угар фосфора равен 0.[]

При опускании твердой шихты в верхней части печи происходит угар углерода U_C , а при протекании капель жидкого чугуна через холостую калошу и при выдержке его в горне происходит науглероживание,

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

вызванное переходом углерода из кокса в чугун. Содержание углерода в чугуне $C_{ч}$ можно определить по формуле:

$$C_{ч} = C_{ш} \times (1 - Y_c / 100) + K_H,$$

где $C_{ш}$ – процентное содержание углерода в шихте;

K_H – коэффициент науглероживания, представляющий собой выраженное в процентах количество углерода, перешедшего из кокса в чугун.

При плавке серых чугунов в среднем можно принять $K_H=2\%$ и $Y_c=50\%$.

Для того чтобы обеспечить в чугуне требуемое содержание углерода $C_{ч}$ необходимо, чтобы содержание углерода в шихте удовлетворяло следующему уравнению:

$$C_{ш} = (C_{ч} - K_H) / (1 - Y_c / 100).$$

Основное количество серы в вагранку поступает с коксом. 30% серы кокса окисляется, а 70% переходит в чугун, что приводит к повышению содержания серы в чугуне. При выполнении расчетов примем пригар серы 60%. []

Уравнение для расчета содержания элементов в шихте:

$$Э_{ш} = Э_{ч} \times 100 / (100 - Y).$$

При плавке в вагранке примем $Y_{Si}=15\%$, $Y_{Mn}=20\%$, $Y_S=60\%$, $Y_P=0$.

Определим содержание элементов в ваграночной шихте для выплавки чугуна марки СЧ25, при определенном составе чугуна.

По формуле находим:

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$Si_{ш} = \frac{1,9 \times 100}{100 - 15} = 2,24\%, \quad Mn_{ш} = \frac{0,8 \times 100}{100 - 20} = 1,0\%,$$

$$Si_{ш} \leq \frac{0,15 \times 100}{100 + 60} = 0,094\%, \quad P_{ш} \leq 0,2\%.$$

Содержание углерода найдем по формуле:

$$C_{ш} = \frac{3,4 - 2}{1 - \frac{50}{100}} = 2,8\%.$$

Расчет шихты выполним в виде таблицы 3.2. Расчет ведем на 100 кг жидкого чугуна.

Угар железа примем равным 0,25% от его содержания в чугуне, т.е.

$$Y_{Fe} = (100 - 3,4 - 1,9 - 0,8 - 0,2 - 0,15) \times 0,25 / 100 = 0,23\text{кг}.$$

Суммарный угар элементов: $Y = 0,34 + 0,2 + 0,23 - 0,6 - 0,056 = 0,11$.

Примем количество вводимых в шихту отходов собственного производства равным 25 кг, а количество покупного чугунного лома – 15 кг.

В остальной части шихты используется чушковый чугун. Содержание углерода в чушковом чугуне колеблется от 3,4 до 4,5%, т.е. значительно выше значения 2,45% (строка 7 табл. 3.2), поэтому для обеспечения требуемого содержания необходимо ввести в шихту стальной лом.

Для получения достаточного количества перлита в структуре чугуна желательно вместе с литейным чугуном применять в шихте передельный чугун. Доля передельного чугуна в зависимости от марки выплавляемого чугуна колеблется от 10 до 25% от количества литейного чугуна. Примем для использования в шихте литейный чугун марки Л4БШ (S не более 0,03%) и передельный чугун ПЛ1БШ (S не более 0,02). Количество передельного чугуна примем равным 20% от количества литейного. Необходимо применить низкокремнистый ферросилиций ФС20 и

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

низкоуглеродистый ферромарганец ФМн0,5.

Найдем значения стального лома- А, литейного чугуна –В, передельного чугуна- 0,2В и ферросилиция- С.

Сумма количества стального лома, передельного, литейного чугунов и ферросилиция равна:

$$A + B + 0,2B + C = 60,11,$$

$$C = 60,11 - A - 1,2B.$$

Балансное уравнение по углероду:

$$\frac{0,3A}{100} + \frac{3,9B}{100} + \frac{0,2B \times 3,8}{100} = 1,47.$$

Балансное уравнение по кремнию:

$$\frac{0,4A}{100} + \frac{2,2B}{100} + \frac{0,2B \times 0,1}{100} + \frac{20C}{100} = 1,46.$$

Преобразуем уравнения:

$$0,3A + 4,66B = 147$$

$$0,4A + 2,22B + 20C = 146$$

$$0,4A + 2,22B + 20(60,11 - A - 1,2B) = 146$$

$$19,6A + 21,6B = 1057$$

Решив совместно уравнения последние два уравнения, получаем:

Количество стального лома А=20,62 кг; количество литейного чугуна В=30,22, количество передельного чугуна равно 6,04 кг и количество ферросилиция ФС20 равно 3,22 кг.

Внесем эти данные в таблицу 3.2. Внесем также в соответствующие строки и колонки величины по количеству внесенных материалами элементов. Как видно из строки 13, необходимо внести 0,436 кг марганца.

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Количество ферромарганца $\text{FMn}_{0,5}$ равно $0,436/0,85=0,51$ кг. Внесем эту величину в колонку 3 строки 14 и рассчитаем количество внесенных ферромарганцем элементов.

В строке 15 приведены итоговые данные по составу шихты. Видно, что они практически не отличаются от приведённых в строке 3 необходимых значений. Содержание серы и фосфора в шихте меньше приведенных в строке 3 предельных значений.

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 3.2. - Расчет шихты для плавки чугуна СЧ 25 в вагранке

Номер строки	Наименование	Количество, кг	Содержание элементов, %									
			C		Si		Mn		P		S	
			%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Жидкий чугун	100,0	3,4	3,4	1,9	1,9	0,8	0,8	0,2	0,2	0,15	0,15
2	Угар	0,11	-	-0,6	15	0,34	20	0,2	0	0	-60	-0,056
3	Шихта	100,11	2,8	2,8	2,24	2,24	1,0	1,0	0,2	0,2	0,084	0,094
4	Отходы	23,0	3,4	0,78	1,9	0,44	0,8	0,18	0,2	0,046	0,15	0,035
5	Чугунный лом	17,0	3,2	0,54	2,0	0,34	0,5	0,085	0,2	0,034	0,1	0,017
6	Внесено	40,0	-	1,33	-	0,78	-	0,275	-	0,08	-	0,053
7	Нужно внести	60,11	2,45	1,47	2,45	1,46	1,21	0,725	0,20	0,12	0,05	0,041
8	Стальной лом	20,62	0,3	0,062	0,4	0,082	0,1	0,021	0,05	0,01	0,05	0,01
9	Чугун Л4БШ	30,22	3,9	1,179	2,2	0,665	0,7	0,212	0,12	0,036	0,03	0,009
10	Чугун ПЛ1БП	6,04	3,8	0,230	1,0	0,060	0,4	0,024	0,12	0,007	0,02	0,001
11	Ферросилиций ФС20	3,22	-	-	20	0,664	1,0	0,032	0,1	0,003	0,02	0,001
12	Внесено	100,11	-	1,47	-	1,46	-	0,289	-	0,056	-	0,021
13	Нужно внести	-	-	-	-	-	-	0,436	-	-	-	-
14	Ферромарганец ФМн0,5	0,51	0,5	0,003	2,0	0,01	85,0	0,436	0,3	0,002	0,003	-
15	Всего	100,62	2,803	2,24	2,25	2,24	0,99	1,0	0,137	0,138	0,074	0,074

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.1.4. Расчет количества плавильных агрегатов

Для расчета количества плавильных агрегатов необходимо составить баланс металла по цеху, который приведен в таблице 3.3.

Расчет массы металлозавалки в тоннах M_M следует проводить по формуле:

$$M_M = \frac{M_{Г.О} + M_{Л.С}}{100 - Y - C_K} \times 100.$$

Определив массу металлозавалки M_M , находим массу скрапа и массу, потерянную при угаре M_V , по формулам:

$$M_C = \frac{M_M \times C_K}{100} \text{ и } M_V = \frac{M_M \times Y}{100}.$$

Проценты масс годных отливок и литников с прибылями определяем по формулам:

$$M_{Г.О} \times 100\% / M_M \text{ и } M_{Л.С} \times 100\% / M_M.$$

Полученные данные вносим в таблицу 3.3.

Таблица 3.3. – Баланс металла по цеху

Наименование статей баланса	СЧ 25	
	т	%
Годные отливки	23000	70
Литники и прибыли	5202,61	23
Скрап	564,05	2
Итого жидкого сплава	28766,66	95
Угар и безвозвратные потери	1438,33	5
Итого металлозавалка	30204,99	100

В проектируемом цехе в качестве плавильных агрегатов используем вагранки с вторичным дутьём и мокрым пылесадителем, производительностью 5 т/ч.

Технические характеристики вагранки:

- Расход кокса на 1 т. чугуна: 160 кг
- Внутренний диаметр шахты вагранки в плавильной зоне – 900мм ;

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Отношение площади сечения всех фурм к площади сечения шахты вагранки – 15÷20 %;
- Рекомендуемое количество фурм в каждом ряду – 6 шт. ;
- Рекомендуемое расстояние между рядами фурм (по осям) – 700-900 мм. ;
- Удельный расход воздуха – 120-150 м³/(м²×мин);
- Скорость воздуха в воздуховодах (от воздуходувки до фурменного пояса) – 10 – 15 м/с;
- Скорость в фурменном поясе – 2,5 – 4,5 м/с;
- Скорость в фурмах – 15 – 20 м/с;
- Высота фурменного пояса – 600 – 900 мм;
- Количество дутья, подводимого в нижний и верхний ряды фурм – 60– 40 %. [1]

Расчёт количества плавильных печей производится по формуле:

$$N = M_M \times K_H / (T_D \times q)$$

где N – количество плавильных печей, шт.;

M_M – металлозавалка, т;

K_H – коэффициент неравномерности работы печи ;

q – производительность печи.

$$N = 30204,99 \times 1,2 / (4140 \times 5) = 1,75 .$$

Приняли количество печей 2 шт., тогда коэффициент загрузки печи получаем $K_3 = 1,75 / 2 = 0,87$.

3.1.5. Определение площади плавильного отделения

Площадь плавильного отделения определяется количеством рабочих мест, проездами и проходами.

Плавильное отделение располагаем в поперечном пролете, что обеспечивает удобное ведение плавки и доставки металла к формовочным

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

участкам. Принимаем площадь плавильного отделения 554 м^2 .

3.1.6. Расчет парка ковшей

Ковши служат для транспортировки жидкого металла и заливки форм. Ковш представляет собой стальной кожух, стенки и дно которого изнутри выложены огнеупорным кирпичом. Для разлива чугуна используем поворотные ковши. []

Рассчитаем необходимое количество одновременно работающих ковшей (N – ковши емкостью 2,5т) по формуле:

$$n = q \cdot N_{\text{п}} \cdot t_0 / M \cdot 60,$$

где q - производительность печи, т/ч;

$N_{\text{п}}$ - количество одновременно работающих печей;

t_0 - время оборота ковша, мин;

M - емкость ковша, т.

$$n = 2,5 \cdot 1 \cdot 20 / 3 \cdot 60 = 1.$$

Число ковшей в смену рассчитаем по формуле:

$$N = \tau_c \cdot n / \tau,$$

где: τ_c – продолжительность рабочей смены, час;

τ – продолжительность работы ковша час.

$$N = 8 \cdot 1 / 8 = 1.$$

Далее рассчитаем парк ковшей по формуле:

$$N_1 = K \cdot K_1 \cdot N,$$

где: K – коэффициент, учитывающий число ковшей в ремонте ($K = 1$);

K_1 – коэффициент запаса ($K_1 = 1,2$).

$$N_1 = 2 \cdot 1,2 \cdot 1 = 2,4 = 3$$

Результаты расчёта парка ковшей сводим в таблице 7.

Таблица 3.4 – Результаты расчёта парка ковшей

Ёмкость ковша, кг	Число одновременно работающих ковшей	Число ковшей в ремонте	Запас ковшей	Общее количество ковшей
2500	1	1	1,2	3

3.2. Формовочно-заливочно-выбивное отделение

В этом отделении осуществляется изготовление отливок в песчано-глинистых формах. Формовка, сборка и заливка форм, охлаждение и выбивка отливок. При этом осуществляется транспортирование формовочной смеси, стержней и моделей к формовочным машинам. После выбивки отливки переправляются в термообрубное отделение. Трудоемкость работ, выполняемых в этом отделении, составляет 50% и более от трудоемкости изготовления отливок.[]

При выборе технологического оборудования необходимо учитывать следующее:

- максимальная механизация всех трудоемких основных и вспомогательных операций;
- использование передового опыта других заводов;
- условия работы должны соответствовать современным требованиям техники безопасности;
- охрана труда и окружающей среды.[]

3.2.1. Расчет программы формовочного отделения

Исходными данными для расчета формовочного отделения служат значения годового количества отливок с учетом внешнего и внутреннего брака. Металлоемкость формы определяется на основе известных значений масс отливок с литниками и прибылями.

Объем формовочной смеси на форму (V_c) определяется по формуле:

$$V_c = V_f - (V_m + V_{ст}),$$

где: V_f – объем формы;

V_m – объем металла в форме;

$V_{ст}$ – объем стержней в форме (без знаковых частей).

Опираясь на данные таблицы 1.1, составим производственную программу формовочного отделения (таблица 3.5).

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 3.5 – Производственная программа формовочного отделения

Отливка	Кол-во форм в год, шт.	Технологические потери		Кол-во форм с учётом потерь, шт	Масса формовочной смеси, т	
		%	шт		на форму	в год
Крышка	237646	5	11882	249528	0,03	7485,8
Втулка	37467		1873	39340	0,1	3934
Коллектор	68440		3422	71862	0,1	7186,2
Корпус	245730		12286	258016	0,06	15480,9
Ролик	28350		1417	29767	0,3	8930,1
Крышка	134113		6705	140818	0,07	9857,2
Цанга	61914		3095	65009	0,15	9751,3
Корпус	120019		6000	126019	0,08	10081,5
Ролик	29037		1451	30488	0,24	7317,1
Головка	56346		2817	59163	0,1	5916,3
Головка 1 ст.	32320		1616	33936	0,15	5090,4
Головка цил.	14296		714	15010	0,17	2551,7
Крышка	44238		2211	46449	0,07	3251,4
Полумуфта	23085		1154	24239	0,14	3393,4
Цилиндр 2 ст.	47806		2390	50196	0,08	4015,6
Головка цил.	21322		1066	22388	0,23	5149,24
Маховик	24163		1208	25371	0,22	5581,6
Корпус	27240		1362	28602	0,22	6292,4
Головка 1 ст.	34939		1746	36685	0,18	6603,3
Картер	23467		1173	24640	0,24	5913,6
ИТОГО:	1311938		65588	1377526	12700	133783

3.2.2. Выбор и расчет количества формовочного оборудования

Основным направлением повышения производительности труда и качества отливок, изготавливаемых в разовых объёмных формах, является применение автоматических и комплексно-механизированных линий. Для окупаемости затрат на установку формовочных линий их необходимо интенсивно использовать, кроме того, они должны обладать необходимой технической и технологической надёжностью и ремонтпригодностью.

Формовочное оборудование выбирают по принятому технологическому процессу и приемлемому способу уплотнения, по необходимому размеру форм и производительности в зависимости от массы, объёма и серийности производства отливок.

В нашем проектируемом цехе мы использовали комплексные

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

автоматические линии типа Л420Т. Они предназначены для крупносерийного и массового производства отливок в разовых песчано-глинистых формах в сталелитейных и чугунолитейных цехах. Технические характеристики линии приведены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Технические характеристики автоматической формовочной линии марки Л420Т.

Размер опоки, мм	Производительность, опок/ч	Установленная мощность, кВт	Габаритные размеры линии, мм	Масса, т
1200×1000×400	40	450	105000×16800×6300	710
800×600×150	180		85000×10200×6300	540

Трехпозиционные челночные формовочные установки обеспечивают уплотнение смеси следующими способами: встряхиванием с последующим прессованием, встряхиванием с одновременным прессованием, предварительным встряхиванием с последующим одновременным встряхиванием и прессованием, только прессованием. Прессование осуществляется многоплунжерной дифференциальной головкой. Для формовки применяют единую формовочную смесь с объемным дозированием.

Расчет необходимого количества линий автоматизированных формовочных линий модели Л420Т с габаритами опок 1200x1000x400 мм и 800×600×150 производится по формуле:

$$N_{л} = n / T_{д} \cdot g \cdot \eta,$$

где n - число форм, изготавливаемых за год на линии;

$T_{д}$ - действительный фонд времени работы оборудования, ч;

g - расчетная производительность, которая определяется по формуле:

$$g = O_n \cdot K_m \cdot K_3;$$

η - коэффициент загрузки линии ($\eta = 0,85-0,9$);

O_n - паспортная производительность линии, ф/ч;

K_m - коэффициент технического использования, учитывающий

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

степень оснащённости линии средствами автоматизации и механизации и уровень организации, обслуживания и ремонта ($K_m = 0,68-0,9$);

K_3 - коэффициент загрузки, учитывающий простой линии по вине другого оборудования, входящего в линию ($K_3 = 0,72-0,89$):

$$g = 40 \cdot 0,75 \cdot 0,8 = 24 \text{ форм/час,}$$

$$g = 180 \cdot 0,75 \cdot 0,8 = 108 \text{ форм/час,}$$

$$N_{\text{л}} = 131131 / 3645 \cdot 24 \cdot 0,87 = 1,72$$

$$N_{\text{л}} = 686622 / 3645 \cdot 108 \cdot 0,87 = 2$$

Коэффициент загрузки линии определим по формуле:

$$K_3 = N_{\text{л}} / N,$$

где $N_{\text{л}}$ - расчетное количество линий;

N - принимаемое количество линий,

$$K_3 = 1,72 / 2 = 0,86.$$

$$K_3 = 2 / 2 = 1.$$

Принимаем к использованию четыре автоматизированные формовочные линии модели Л420Т.

3.2.3 Определение площадей формовочного отделения

Нормы размеров пролета формовочного отделения выбираются в соответствии с нормами проектирования [14]:

- ширина пролета – 30 м,
- шаг колонн – 6 м по наружной стене, 12 м внутри цеха,

В механизированных литейных цехах площади формовочного отделения не рассчитываются, а определяются планировкой оборудования с учетом норм проектирования. Тогда площадь формовочного отделения равна 4896 м².

3.3. Стержневое отделение

Организация работы стержневого отделения и выбор метода изготовления стержней зависят от характера литья. В стержневом отделении выполняются операции изготовления, покраски, сушки, зачистки и сборки стержней, их

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

контроль и комплектровка. На площадях стержневого отделения размещаются каркасный участок, склады для суточного хранения стержневых ящиков, плит и стержней.[]

3.3.1. Расчёт программы стержневого отделения

На основании производственной программы цеха, приведенной в таблице 1.1, составляем производственную программу для стержневого отделения.

Производственная программа стержневого отделения приведена в таблице 3.7.

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 3.7 – Производственная программа стержневого отделения

Наименование отливки	Количество стержней		Масса стержней		Брак стержней, %	Количество стержней на годовую программу с учетом брака, шт	Масса стержней на годовую программу с учетом брака, т	Количество стержневых гнезд в ящике, шт	Годовое количество съемов стержней, шт
	На одну отливку, шт	На программу, шт	На одну отливку, т	На годовую программу, т					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Коллектор	2	273762	0,004	1095	5	287450	1149	6	47908
Корпус	2	491460	0,004	1965		516033	2064	6	86005
Ролик	1	170105	0,001	170		178610	178	4	44652
Цанга	1	123828	0,002	247		130019	260	4	32504
Корпус	4	480076	0,006	2880		504079	3024	6	84013
Ролик	1	116150	0,001	116		121957	121	4	30489
Головка	2	225386	0,008	1803		236655	1893	4	59163
Головка 1 ст.	4	258560	0,003	775		271488	814	4	67872
Головка цил.	2	57184	0,008	457		60043	480	2	30021
Полумуфта	4	184684	0,008	1477		193918	1551	4	48479
Цилиндр 2 ст.	1	47806	0,003	143		50196	150	2	25098
Головка цил.	2	42644	0,04	1705		44776	1791	2	22388
Маховик	1	24163	0,02	483		25371	507	2	12685
Корпус	4	108960	0,08	8716		114408	9152	4	28602
Головка 1 ст.	4	139756	0,08	11180		146743	11739	4	36685
Всего по цеху		2744524		33212				34873	

3.3.2. Технологический процесс изготовления стержней

При изготовлении стержней для отливки «Головка 1 степени» используем технологию изготовления стержней из холоднотвердеющих смесей (ХТС). Данная технология рассчитана на выпуск мелких, средних и крупных стержней массой до 600 кг, которые по сложности относятся к II – V классам, а по конструктивным особенностям – к сплошным и полым. Стержни отличаются высокой прочностью и точностью, легко удаляются из отливок при выбивке форм.

Для изготовления стержней используют металлические стержневые ящики, окрашиваемые эпоксидными или меламиновыми красками. При этом применяют холоднотвердеющие смеси с синтетическими смолами. Эти смеси готовят и сразу же выдают в ящик шнековыми смесителями, устанавливаемыми у рабочих мест в стержневом отделении. При изготовлении мелких стержней на вращающихся столах смесь уплотняют в ящике вручную, а при формовке средних и крупных стержней – с помощью вибрационного стола. Время выдержки мелких стержней в ящике обычно составляет 20 – 40 секунд, а средних и крупных 8 – 40 минут после виброуплотнения. Стержни для стальных отливок окрашивают красками на основе циркона для тонкостенных отливок один раз, а для толстостенных и массивных два раза. После окраски стержни подсушивают при температуре 80 – 120 °С в течение 20 – 40 минут.

Благодаря высокой прочности стержни можно транспортировать путём захвата за подъёмы каркаса без применения сушильных плит. Крупные стержни целесообразно выполнять полыми, а внутренние их полости заполнять насыпанным в мешочки гравием или кусками бракованных стержней. Несмотря на высокую стоимость ХТС, холоднотвердеющие смеси широко используются благодаря высокой точности и низкой шероховатости поверхностей отливок. ХТС обеспечивают хорошую выбиваемость стержней из отливок, а также малую трудоёмкость стержневых и очистных работ.

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.3.3. Выбор стержневого оборудования и расчёт его количества

При выборе оборудования для проектируемого стержневого отделения следует базироваться на принятом технологическом процессе изготовления стержней с учётом вида производства отливок. []

Для изготовления стержней из ХТС в проектируемом цехе целесообразно установить типовую стержневую линию Л16Х. Ее технологические характеристики приведены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Технологические характеристики стержневой линии Л16Х

Показатели	Характеристики
Наибольший размер стержневого ящика, мм	630×500×450
Наибольшая масса стержня, кг	20
Производительность, съёмов/ч	90
Мощность, кВт	43
Габаритные размеры линии, мм	20800×4220×3640
Масса, т	40

Автоматизированная стержневая линия включает в себя комплект оборудования, на котором выполняются операции по изготовлению стержней. К таким операциям относятся: приготовление стержневой смеси ХТС, наполнение стержневого ящика смесью, уплотнение смеси на вибрационном столе, накладывание транспортной плиты на ящик, кантовка ящика со стержнем, извлечение стержня из стержневого ящика, укладка стержня на плиту, транспортирование плит со стержнем на участок покраски стержня противопригарной краской, а затем на склад стержней, возврат стержневых ящиков после очистки и сборки на позицию заполнения стержневой смесью.

Стержневые транспортные плиты очищаются в специальной камере, смонтированной на раме приводного роликового конвейера. Внизу камеры имеется воронка, в которой собираются продукты очистки, вверху камеры - патрубок для вытяжной вентиляции [].

Расчет количества стержневых линий произведем по формуле:

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$N_d = N_c \cdot K_n / T_d \cdot g,$$

где N_c – количество съёмов стержней на годовую программу;
 K_n — коэффициент неравномерности потребления стержней;
 g - производительность стержневой линии, съёмов/ч.

$$N_d = 656564 \cdot 1,2 / 3645 \cdot 90 = 2,4.$$

Принимаем к использованию три стержневых линии модели Л16Х с коэффициентом загрузки $K_z = 0,8$.

3.3.4. Расчет площадей стержневого отделения

В цехах с высокой механизацией площадь стержневого отделения определяется планировкой оборудования, рабочих мест, установкой транспорта, складских помещений, проездов и проходов.

Нормы размеров пролета стержневого отделения выбираются в соответствии с нормами проектирования [14]:

- ширина пролета: 24м,
- шаг колонн: 6м, 12м.

Площадь стержневого отделения принимаем равной 640 м²

3.4. Смесеприготовительное отделение

В смесеприготовительном отделении выполняется контроль качества свежих формовочных материалов, транспортирование компонентов стержневой и формовочной смеси к месту её приготовления, приготовление стержневых и формовочных композиций, контроль их качества [4].

Единая формовочная смесь на 90 % состоит из регенерированной отработанной смеси. После выбивки в галтовочных и дробемётных барабанах смесь проходит механическую сепарацию в соседнем цехе, после чего попадает обратно в цех. Далее регенерат и свежий песок из бункера для свежих материалов по ленточным транспортерам подаётся в смеситель. Глина и опил загружаются в смеситель с помощью мерных ёмкостей. Потом

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

приготовленная смесь проходит через аэратор и по ленточным транспортерам передается к рабочим местам. Над каждой формовочной машиной имеется бункер накопитель для обеспечения её бесперебойной работы.

Приготовление стержневой смеси ХТС происходит непосредственно в смесителе, который входит в состав автоматизированных стержневых машины и линий. Приготовление смесей из предварительно подготовленных материалов состоит в смешивании составных частей в заданных пропорциях.

При смешивании требуется достичь более равномерного распределения всех составляющих смеси в объёме. Поэтому операция перемешивания является важнейшей во всем технологическом процессе приготовления формовочной и стержневой смесей. Жидкие составляющие подаются в смеситель специальным насосом-дозатором

3.4.1. Выбор формовочной и стержневой смеси

Составы формовочных смесей определяются технологией изготовления форм, конфигурацией и массой отливки.

В данном отделении будем готовить единую формовочную смесь. Состав и свойства формовочной смеси приведены в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Состав формовочной смеси.

Состав смеси, % масс.				Технические требования			
Оборотная формовочная смесь	Свежий песок	Глина	Опил	Влажность, %	Газопроницаемость не менее, %	Предел прочности на сжатие, МПа	Осыпаемость не более, г/обр.
90	7	2	1	5,5-6,5	5,25	0,5-0,9	2

Стержневые смеси, как правило, находятся в более тяжёлых условиях,

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

чем формовочные, так как вся поверхность стержней обычно соприкасается с жидким металлом и испытывает высокие температуры и давление.

Для изготовления стержней мы использовали холоднотвердеющие смеси, обладающие высокой прочностью. Состав и свойства смесей описаны в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Состав холоднотвердеющей смеси для стержней.

Состав смеси, % масс.			Технические требования		
Кварцевый песок	Регенерат	Смола ОФ-1	Влажность не более, %	Газопроницаемость не менее, %	Предел прочности на сжатие, МПа
70	20	10	1	5,25	1,2-1,5

3.4.2. Расчёт оборудования смесеприготовительного отделения

Приготовление смесей из предварительно подготовленных материалов состоит из следующих операций:

- смешивание составных частей в заданных пропорциях;
- отстаивание смеси с целью выравнивания влажности;
- разрыхление смеси.

Для проектируемого цеха принимаем смеситель чашечный (бегуны непрерывного действия) модели 15204 производительностью 23 т/ч.

Необходимое количество оборудования определим по формуле:

$$N = Q \cdot K_n / (T_q \cdot q),$$

где: Q – масса смеси на годовую программу, т;

K_n - коэффициент неравномерности работы оборудования;

q - производительность оборудования т/ч.

$$N = 133783 \cdot 1,2 / 3975 \cdot 23 = 1,76$$

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Принимаем к использованию два смесителя модели 15204 с коэффициентом загрузки: $K_3 = 1,76 / 2 = 0,88$.

Приготовление стержневой смеси ХТС происходит непосредственно в смесителе, который входит в состав автоматизированной стержневой линии Л16Х.

Для улучшения пластичности и формуемости приготовленных смесей, смеси должны вылежаться и после этого перед подачей на формовочные машины их разрыхляют. Для разрыхления смесей применяем аэратор модели 16142 производительностью 45 т/ч.

Количество аэраторов определим по формуле:

$$N = V K_n / (T_q \cdot q)$$

$$N = 133783 \cdot 1,2 / 3975 \cdot 45 = 0,9.$$

Принимаем к использованию один аэратор модели 16142 с коэффициентом загрузки: $K_3 = 0,9/1=0,9$.

Для просеивания песка необходимо выбрать и рассчитать количество сит. В качестве сит принимаем полигональное барабанное сито марки 177М с производительностью 60 т/ч. Песок входит в состав формовочной и стержневой смесей.

Определим объем кварцевого песка:

$$V_{\text{песка}} = V_{\text{песка форм. смес.}} + V_{\text{песка стерж. смеси}},$$

$$V_{\text{песка форм. смес.}} = 133783 \cdot 90 / 100 = 120404 \text{ т,}$$

$$V_{\text{песка стерж. смеси}} = 34873 \cdot 70 / 100 = 24411 \text{ т,}$$

$$V_{\text{песка}} = 120404 + 24411 = 144815 \text{ т.}$$

Рассчитаем необходимое количество сит для песка:

$$N = 144815 \cdot 1,2 / 3975 \cdot 60 = 0,73.$$

Принимаем одно полигональное барабанное сито марки 177М с коэффициентом загрузки: $K_3 = 0,73/1=0,73$.

Рассчитаем необходимое количество сушил для песка:

$$N = 144815 \cdot 1,2 / 3975 \cdot 20 = 2,19.$$

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Принимаем три барабанных сушила для песка марки S6530 с коэффициентом загрузки: $K_3 = 2,19 / 3 = 0,73$.

3.4.3. Определение площадей смесеприготовительного отделения

Площадь смесеприготовительного отделения определяется с учетом проходов, проездов, рабочих мест, на этой же площади размещаем экспресс-лабораторию для контроля качества формовочных и стержневых смесей. Общая площадь смесеприготовительного отделения составляет 1200 м².

3.5. Участок выбивки форм и стержней. Расчет количества оборудования

Для очистки отливок от формовочной и стержневой смеси в проектируемом цехе применяем: для отливок до 30 кг – галтовочные барабаны; массой 30 – 100 кг дробемётные камеры. Галтовочная очистка происходит в результате соударения и трения отливок одна о другую в процессе их взаимного перемещения во вращающемся в горизонтальной плоскости барабане. В дробемётных камерах очистка выполняется потоком чугунной дроби, направляемой на отливку специальными головками и аппаратами.

Мы выбрали галтовочный барабан модели 41114 и дробемётный очистной барабан непрерывного действия модели 42322М. Технические характеристики которых приведены в таблицах 3.11 и 3.12

Таблица 3.11 – Техническая характеристика галтовочного барабана 41114

Параметры	Значения
Объём загрузки, м ³	0,8
Производительность, т/ч	до 5
Наибольшая масса загрузки, кг	1800
Частота вращения барабана, об/мин	30
Количество отсасываемого воздуха, м ³ /мин	25
Установленная мощность, кВт	75
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), мм	3525×1615×1490
Масса, кг	3820

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 3.12- Технические характеристики дробемётного барабана 42322М

Производительность, т/ч	до 5
Наибольшая объёмная диагональ отливок, мм	700
Масса очищаемых отливок, кг	25
Суммарная масса дробы, выбрасываемая дробемётными аппаратами, кг/мин	500
Продолжительность цикла очистки отливок средней сложности, мин	7,54
Режимы работы	Полуавтоматический, пооперационный

Окончание таблицы 3.12

Габаритные размеры барабана (длина×ширина×высота), мм	7600×4500×7100
Общий объём отсасываемого воздуха, м ³ /ч	10300
Частота тока, Гц	50
Род питающей сети	Переменный, трехфазный
Марка и фракция дробы	ДСЛ, 0,8-2,8

Количество необходимого оборудования рассчитываем по формуле:

$$N = Q \cdot K_n / T_d \cdot g,$$

где Q – годовая масса отливок с литниками и прибылями, т;

K_n – коэффициент неравномерности работы оборудования;

T_d – действительный фонд времени работы оборудования, ч;

g – производительность оборудования, т/ч.

Рассчитаем необходимое количество галтовочных барабанов:

$$N = 14147,624 \cdot 1,2 / 3975 \cdot 5 = 0,85.$$

Принимаем один галтовочный барабан 41114 с коэффициентом загрузки:

$$K_3 = 0,85/1=0,85.$$

Количество дробемётных камер равно:

$$N = 14054,99 \cdot 1,2 / 3975 \cdot 5 = 0,85$$

Принимаем один дробемётный барабан 42322М с коэффициентом загрузки

$$K_3 = 0,85.$$

3.6. Отделение финишных операций

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

После очистки от формовочной и стержневой смесей у отливок отламывают ударным способом литниковую систему, питающие бобышки, выпора и прибыли и т.п.[]

Затем происходит предварительный осмотр отливок на выявление видимых неисправимых дефектов, при наличии которых отливки бракуются.

Годные отливки передаются на термическую обработку. Термическая обработка назначается для снятия остаточных внутренних напряжений и улучшения физико-механических свойств.

Для термообработки отливок установили в цехе термическую печь марки ОКБ 3030. Технологические характеристики печи приведены в таблице 3.13.

Таблица 3.13 – Техническая характеристика термической печи ОКБ 3030

Наименование характеристики	Значение
Мощность, кВт	230
Рабочая температура, °С	550
Число тепловых зон, шт	10
Производительность при рабочей температуре, шт/ч	300
Размеры рабочего пространства, мм:	8270×1700×600

Расчёт количества печей производится по формуле:

$$N = Q \cdot K_n / T_d \cdot g,$$

где Q – количество отливок на годовую программу, шт;

K_n – коэффициент неравномерности работы оборудования;

T_d – действительный фонд времени работы оборудования, ч;

g – производительность оборудования, т/ч.

$$N = 1890714 \cdot 1,2 / 3890 \cdot 300 = 1,94$$

Принимаем две термические печи типа ОКБ 3030 с коэффициентом загрузки $K_z = 1,94/2=0,97$.

После термообработки отливки подвергаются проверке на твердость специальным прибором. Затем отправляются на склад готовой продукции,

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

который находится в непосредственной близости от участка термической обработки и зачистки деталей.[]

После дробеметной очистки отливки поступают на финишную обрубку, которая выполняется для полного удаления с поверхности отливок заусенцев и других дефектов, возникающих вследствие особенностей технологического процесса или отклонений от него. Обрубка отливок производится пневматическими рубильными молотками, со специальным зубилом из катанной стали марки 60С2 диаметром 22,25 и 28 мм и длиной 300-2000 мм. Абразивная очистка отливок применяется в качестве завершающей операции обрубных и очистных работ.

Основными инструментами для абразивной очистки отливок служат переносные шлифовальные пневматические машины ИП 2014, ИП 2009А, подвесной обдирочно-шлифовальный станок 3374К и стационарный шлифовальный станок. Пневматические шлифовальные машины служат для очистки различных поверхностей отливок. Благодаря применению длинных шлангов, машина имеет большую манёвренность в работе.

Для очистки мелких деталей применяются стационарные наждачные станки с диаметром абразивного круга 300 и 400мм. Эти станки подвешиваются к тали, которая передвигается по кран-балке.

Принимаем к использованию по две машины каждого наименования.

В таблице 3.14 приведены технические характеристики шлифовального оборудования.

Далее на разметочной плите мерительными инструментами проверяют геометрию и размеры отливок. Годные отливки принимаются работниками технического контроля и отгружаются в механический цех.[]

В отделении финишных операций необходимо предусмотреть площади для складирования отливок до и после термической обработки, для промежуточного складирования между технологическими операциями. Размеры этих площадок будут определены планировочно.

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 3.14 – Техническая характеристика шлифовального оборудования

Оборудование	Марка	Диаметр круга, мм	Материал круга
Переносная шлифовальная пневматическая машина	ИП2014 ИП 2009А	150·25·32	Электрокорунд, ГОСТ 2424-85
Подвесной обдирочно-шлифовальный станок	3374К	400·50·203	
Стационарный обдирочно-шлифовальный станок	3636	200·25·32	
Стационарный наждачный станок	ЗМ634	400-500	

3.6.1. Определение площади отделения финишных операций

Площадь очистного отделения определяется наличием оборудования, рабочих мест, расположением транспортных средств, проездов и проходов.

Укрупнено принимаем:

$$S_{O.O} = 0,4 \cdot S_{Ф.О},$$

где $S_{O.O}$ – площадь очистного отделения, м²;

$S_{Ф.О}$ – площадь формовочного отделения.

$$S_{O.O} = 0,4 \cdot 4896 = 1958 \text{ м}^2.$$

3.7. Вспомогательные службы

Вспомогательные службы цеха включают в себя следующие подразделения: ремонтную службу, предназначенную для текущего ремонта и обслуживания оборудования, с участками ремонта и футеровки ковшей и сводов, лабораторией для оперативного контроля свойств формовочных и стержневых смесей и химического состава жидких металлов, проверка свойств готовых изделий, цеховые кладовые.[]

Цеховая служба текущего ремонта оборудования должна иметь разветвлённую систему, которая обеспечивает своевременную работу и вызов

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

дежурных слесарей и ремонтников.

Лабораторию формовочных смесей, где проводится испытание на проверку свойств таких как: влажность, газопроницаемость, сырую прочность, размещают на площади смесеприготовительного отделения.

В отделении финишных операций размещают лабораторию физико-механических исследований, в которой определяют механические свойства чугуна.

Цеховые кладовые, комнаты мастеров размещаем на площадях основных отделений.

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

4.1. Планирование численного и квалификационного состава работающих

Общеизвестно, что успех любого бизнеса зависит от его правильной организации. Литейное производство не является исключением из этого правила, поэтому организационная структура завода в очень высокой степени влияет на абсолютное большинство показателей деятельности предприятия. Чтобы оперативно и качественно оказывать клиентам заявленный диапазон услуг, предприятие должно иметь отлаженный механизм предоставления таких услуг.[]

Прежде всего, необходимо определить качественный и количественный состав основных и вспомогательных рабочих. При определении квалификации рабочего необходимо руководствоваться видом обслуживаемого оборудования, сложностью выполняемых работ и квалификационными справочниками.

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

Расчёт явочной численности рабочих выполняем по формуле:

$$N_{я} = N_i \times A_i \times C_i,$$

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

A_i - количество одновременно работающих однотипных агрегатов, шт.;

C_i - число смен в сутки.

Списочное число рабочих определяем по формуле:

$$N_{сп} = N_{я} \times K_{сп},$$

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

$$K_{сп} = \frac{T_n}{T_d},$$

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где T_n – номинальный фонд времени, сут;

T_d – действительный фонд времени, сут.

Баланс рабочего времени основных и вспомогательных рабочих представим в таблице 4.1.

Таблица 4.1 - Баланс рабочего времени основных и вспомогательных рабочих

Статья баланса	Фонд времени		Фонд времени	
	сутки	часы	сутки	часы
Календарный фонд времени	365	2920	365	2920
Выходные дни	101	-	101	-
Праздничные дни	9	-	9	-
Предпраздничные дни	8	-	8	-
Номинальный фонд времени	247	1976	247	1976
Плановые невыходы на работу	34	240	30	272
В том числе:				
основной и дополнительный отпуск	30 (25)	-	24 (21)	-
по болезни	7	-	7	-
выполнение государственных обязанностей	1	-	1	-
отпуск учащихся	1	-	1	-
Действительный фонд времени	213	1736	217	1704
Коэффициент списочного состава. Ко,	1,16		1,14	-

С учетом данных баланса рабочего времени рабочих выполняем расчет численности рабочих. Расчёт по основным рабочим привели в таблице 4.2., а также расчёт списочного состава вспомогательных рабочих в таблице 4.3.

Таблица 4.2 – Расчёт списочного состава основных рабочих

Наименование отделений, оборудования и профессий	разряд	Число смен в сутки	Норма обслуживания, чел.	Количество агрегатов, шт.	Количество рабочих, чел.			K _{сп}
					явочное		Списочное	
					В смену	В сутки		
Плавильное отделение								1,18
Вагранка				2				
Вагранщик	5	2	1		2	4	5	
Вагранщик	2	2	1		2	4	5	
Завальщик	3	2	2		4	8	10	
Шихтовщик	3	2	1		2	4	5	
Заливщик	3	2	1		2	4	5	
Итого				3	12	24	30	
Формовочное отделение								1,16
Автоматическая формовочная линия Л420Т				2				
Оператор	4	2	1		2	4	5	
Итого				2	2	4	5	
Стержневое отделение								1,16
Автоматическая стержневая линия Л16Х				3				
Оператор	3	2	1		3	6	7	
Итого				2	3	6	7	
Смесеприготовительное отделение								1,16
Сушильные печи песка S6530				3				
Сушильщик	3	2	1		3	6	7	
Смеситель чашечный 15204				2				
Земледел	3	2	1		2	4	5	
Полигональное барабанное сито 177М				1				
Земледел	3	2	1		1	2	3	
Аэратор 16142				1				
Земледел	3	2	1		1	2	3	
Итого				7	7	14	18	

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Окончание таблицы 4.2.

Отделение выбивки, очистки и термообработки отливок								1,16
Галтовочный барабан 41114				1				
Оператор	4	2	1		1	2	3	
Дробемётный барабан 42322М				1				
Оператор	4	2	1		1	2	3	
Термическая печь ОКБ3030				2				
Нагревательщик-термист	3	2	2		4	8	10	
Пневматические машины ИП 2014				2				
Оператор	4	2	1		2	4	5	
Пневматические машины ИП 2009А				2				
Оператор	4	2	1		2	4	5	
Обдирочно-шлифовальный станок 3374К				2				
Шлифовщик	4	2	1		2	4	5	
Итого				10	12	24	31	
Всего производственных рабочих				24	36	72	91	

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 4.3 – Расчёт списочного состава вспомогательных рабочих

Наименование профессии	разряд	Число смен в сутки	Количество рабочих			К _{сп}
			Явочное		Списочное	
			В смену	В сутки		
1. Комплектовщик моделей	4	2	1	2	3	1,14
2. Ковшевой	3	2	2	4	5	
3. Маркировщик литья	2	2	1	2	3	
4. Модельщик по ремонту моделей	4	2	2	4	5	
5. Контролёр	3	2	2	4	5	
6. Лаборант	3	2	1	2	3	
7. Весовщик	2	2	1	2	3	
8. Водитель внутрицехового транспорта	2	2	2	4	5	
9. Крановщик	4	2	4	8	10	
10. Кладовщик	2	2	2	4	5	
11. Слесарь	4	2	2	4	5	
12. Электрик	4	2	3	6	7	
13. Футеровщик	4	2	2	4	5	
14. Работник по подготовке шихты и формовочных материалов	2	2	2	4	5	
15. Стropальщик	3	2	4	8	10	
Всего вспомогательных рабочих			31	62	79	

В таблице 4.4 представили штатное расписание ИТР, служащих и МОП. Принятое количество управленческого и обслуживающего персонала привели в таблице 4.5.

Таблица 4.4 – Штатное расписание ИТР, служащих и МОП

Должность	Количество, чел.	Должностной оклад, руб	Сумма оклада с учетом районного коэффициента, руб	
			За месяц	За год
ИТР				
Начальник цеха	1	40000	46000	552000
Зам. начальника цеха по производству	1	32000	36800	441600
Зам. начальника цеха по подготовке производства	1	32000	36800	441600
Начальник планово-диспетчерского бюро	1	28000	32200	386400
Начальник технологического бюро	1	28000	32200	386400
Начальник бюро труда и заработной платы	1	28000	32200	386400

Окончание таблицы 4.4.

Начальник бюро технического контроля	1	28000	32200	386400
Старший мастер	4	20000	92000	1104000
Мастер	8	18000	165600	1987200
Старший энергетик	1	20000	23000	276000
Главный механик	1	20000	23000	276000
Итого	21	294000	552000	6624000
Служащие				
Табельщик	2	12000	27600	331200
Секретарь	1	12000	13800	165600
Бухгалтер	2	15000	34500	414000
Завхоз	1	13000	14950	179400
Экспедитор	1	12000	13800	165600
Учётчик	3	30000	103500	1242000
Итого	10	94000	208150	2497800
МОП				
Курьер	1	6000	6900	82800
Уборщик	4	7000	32200	386400
Сторож	3	6500	22425	269100
Итого	8	19500	61525	738300
ВСЕГО	39	407500	821675	9860100

Таблица 4.5 – Структура трудящихся в цехе

Категория персонала	Количество человек	Удельный вес в общей численности, %
Рабочие, всего	170	81,34
В том числе:		
• основные	91	43,54
• вспомогательные	79	37,80
ИТР	21	10,05
Служащие	10	4,78
МОП	8	3,83
Итого:	209	100

4.2. Организация и планирование заработной платы

Различают сдельно-премиальную и повременно-премиальную систему оплаты труда. Повременная оплата труда ориентируется только на степень сложности труда. Она применяется, когда количественный результат труда не может быть изменён, когда качество труда важнее его количества, когда работа неоднородна по своему характеру и нерегулярна по нагрузке.

При сдельной системе оплаты учитывается как степень сложности труда (квалификация рабочего, оцениваемая его квалификационным

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

разрядом и ставкой), так и производительность, достигнутая в течение рабочего времени.

Порядок расчета планового фонда заработной платы основных и производственных рабочих следующий:

- определение фонда заработной платы;
- установление выплат и доплат (часового годового и месячного фондов);
- расчет общего фонда заработной платы;
- определение средней заработной платы рабочих.

Расчёт фонда заработной платы осуществляется укрупнено (по средней ставке) по всем отделениям цеха:

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

где $T_{\text{ст.}i}$ - ставка рабочего i -го разряда;

N_i - явочное число рабочих соответствующего разряда;

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

$$T_{\text{ср}} = 118,05 \cdot \frac{72}{91} = 93,40 \text{ руб.} - \text{ для основных рабочих,}$$

$$T_{\text{ср}} = 83,20 \cdot \frac{62}{79} = 65,30 \text{ руб.} - \text{ для вспомогательных рабочих.}$$

Фонд заработной платы по каждой группе рабочих рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{т.ф}} = T_{\text{ср}} \cdot N_{\text{ч}} \text{ (зарплата по ставке)} \text{ и } З_{\text{т.ф.с}} = З_{\text{т.ф}} + \Delta Z_{\text{с}},$$

где $З_{\text{т.ф.с}}$ - зарплата сдельщиков;

$\Delta Z_{\text{с}} = З_{\text{т.ф}} \cdot (K - 1)$ - приработок сдельщика (коэффициент выполнения норм выработки K можно принять в пределах 1,5-1,3);

$N_{\text{ч}}$ - годовые затраты времени данных рабочих на программу.

$$N_{\text{ч}} = N_{\text{сп}} \cdot T_{\text{д}},$$

где $N_{\text{сп}}$ - списочное число рабочих данной группы;

$T_{\text{д}}$ - действительный фонд рабочего времени рабочего, ч.

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Фонд основной заработной платы (за отработанное время) рабочих каждой группы рассчитывается по формуле:

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

где $K_{пр}$ – коэффициент премиальных затрат (0,2);

$K_{ст}$ – коэффициент стимулирующих доплат (0,1);

$K_{ком}$ – коэффициент компенсационных доплат (0,1);

$K_{др}$ – коэффициент прочих доплат (0,05);

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

Дополнительная заработная плата вычисляется по формуле:

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

где $K_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы.

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

$$З_{г.ф} = З_{ос} + З_{доп}.$$

В таблице 4.6. внесены результаты по расчету фонда заработной платы основных и вспомогательных рабочих.

4.3. Отчисления на социальные нужды

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

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 4.6 – Расчёт фонда заработной платы основных и вспомогательных рабочих

Участок	Количество рабочих, чел.	Средняя часовая ставка, руб	Затраты времени на программу, чел. ч.	Зарплата за отработанное время, тыс. руб								Зарплата, тыс. руб			
				По ставке	Приработок сдельщика	Премии	Стимулирующие доплаты	Компенсационные доплаты	Прочие доплаты	Итого	С учетом районного коэф.	За неотработанное время	Годовой фонд	Среднемесячная по отделению	Среднемесячная рабочего
Плавильное отделение	30	93,4	50344	4702,1	1880,8	940,4	470,2	470,2	235,1	8698,8	10003,6	282,1	10285,7	857,1	29,56
Формовочное отделение	5	93,4	8680	810,7	324,3	162,1	81,1	81,1	40,5	1499,8	1724,8	48,6	1773,4	147,8	29,56
Стержневое отделение	7	93,4	12152	1135	454	227	113,5	113,5	56,8	2099,8	2414,8	68,1	2482,9	206,9	29,56
Смесеприготовительное отделение	18	93,4	31248	2918,6	1167,4	583,7	291,9	291,9	145,9	5399,4	6209,3	175,1	6384,4	532	29,56
Отделение выбивки, очистки и термообработки литья	31	93,4	52080	4864,3	1945,7	972,9	486,4	486,4	243,2	8998,9	10348,7	291,9	10640,6	886,7	29,57
Итого	91												31567	2630,5	
Вспомогательные рабочие	79	65,3	144976	9466,9	3786,8	1893,4	946,7	946,7	473,3	17513,9	20141	568	20709	1725,7	21,04
Всего	170												52276	4356,2	

В 2018 г. применяются следующие ставки страховых взносов:

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

Отчисления в социальные фонды от фонда оплаты труда основных и остальных трудящихся приведены в таблице 7.

Таблица 4.7. - Отчисления на социальные нужды по фонду оплаты труда

Фонд заработной платы	Отчисления в фонд, тыс. руб.			Отчисления в социальные фонды, тыс. руб.
	Пенсионный	Медицинского страхования	Социально госстрахования	
Основные рабочие по цеху	2169,22	502,87	285,94	2958,03
Вспомогательные рабочие по цеху	6944,74	1609,92	915,44	9470,10
Управленческий и обслуживающий персонал по цеху	4555,98	1056,16	600,56	6212,70

Данные по общему фонду заработной платы с учетом доплат из фонда потребления мы привели в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Общий фонд заработной платы по цеху, тыс. руб.

Категории работников	Виды доплат из фонда потребления, тыс. руб				Общий фонд заработной платы тыс. руб
	Единовременные премии (5%)	Вознаграждение за выслугу лет (2,5%)	Материальная помощь (2%)	Доплаты к отпуску (2%)	
Основные рабочие	1578,35	789,18	631,34	631,34	35197,21
Вспомогательные рабочие	1035,45	517,73	414,18	414,18	23090,54
ИТР	331,20	165,60	132,48	132,48	7385,76
Служащие	124,89	62,45	49,96	49,96	2785,05
МОП	36,92	18,46	14,77	14,77	823,20
Итого	3106,81	1553,40	1242,72	1242,72	69281,75

4.4. Расчёт капитальных затрат и амортизационных отчислений

Прежде всего, определяем балансовую стоимость основных фондов, включающую в себя затраты: на возведение зданий и сооружений; на приобретение, доставку и монтаж оборудования; на приобретение технологической оснастки; на приобретение инструмента и инвентаря.

Стоимость здания литейного цеха принимаем 2800 рублей за 1 м³, стоимость бытовых помещений – 3400 рублей за 1 м³. Затраты на здание и бытовые помещения вычисляем по формулам:

$$C_{зд} = V_{зд} \cdot c_{зд},$$

$$C_{б.п.} = V_{б.п.} \cdot c_{б.п.},$$

где: $V_{зд}$ и $V_{б.п.}$ – объёмы здания и бытовых помещений, м³;

$c_{зд}$ и $c_{б.п.}$ – удельная цена здания и помещений, тыс.руб/м³.

$$C_{зд} = 90000 \cdot 2,8 = 252000 \text{ тыс.руб.}$$

$$C_{бп} = 4500 \cdot 3,4 = 15300 \text{ тыс. руб.}$$

Расчёт затрат на приобретение, доставку, монтаж оборудования и подъёмно-транспортных механизмов выполняем по ведомости оборудования. Затраты на монтаж основного оборудования принимаем 10%.

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

Затраты на инструмент и приспособления принимаем в количестве 200 руб. на 1 тонну годных отливок.

Стоимость хозяйственного инвентаря можно принять из расчета 2000 руб. на одного работающего.

Амортизационные отчисления определяются умножением нормы амортизации на балансовую стоимость основных фондов. Принимаем следующие значения норм амортизации:

- для зданий и сооружений – 2 %;
- для плавильных печей – 7 %;
- для технологического оборудования – 9 %;

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- для подъёмно-транспортного оборудования – 10 %;
- для инструмента и оснастки – 50 %;
- для хозяйственного инвентаря – 10 %.

Результаты расчётов приведены в таблице 4.9.

4.5. Определение затрат и планирование себестоимости

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

Расчёт затрат на изготовление единицы продукции (1 тонну литья) или выполнение объёма работ называется калькуляцией.

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

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

Переменные статьи затрат:[]

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

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 4.9 – Расчёт капитальных затрат и амортизационных отчислений

Наименование	Марка оборудования	Количество,	Стоимость единицы оборудования			Общая стоимость, тыс.руб.	Амортизационные отчисления		
			Цена, тыс.р.	Монтаж			Всего, тыс.руб.	Норма, %	Сумм, тыс.руб.
				%	тыс.руб.				
Здания и сооружения		90000	2,8			252000	2	5040	
Бытовые помещения		4500	3,4			15300	2	306	
Итого		94500				267300		5346	
Основное оборудование									
1. Вагранка		2	2000	10	200	2200	4400	7	308
2. Формовочная линия	Л420Т	2	1900		190	2090	4180	9	376,2
3. Стержневая линия	Л16Х	3	500		50	550	1650	9	148,5
4. Сушильные печи песка	S6530	3	190		19	209	627	9	56,43
5. Смеситель чашечный	15204	2	600		60	660	1320	9	118,8
6. Барабанное сито	177М	1	8		0,8	8,8	8,8	9	0,792
7. Аэратор	16142	1	20		2	22	22	9	1,98
8. Галтовочный барабан	41114	1	120		12	132	132	9	11,88
9. Дробемётный барабан	42322М	1	300		30	330	330	9	29,7
10. Термическая печь	ОКБ3030	2	130		13	143	286	9	25,74
11. Пневматические машины	ИП 2014	2	70		7	77	154	9	13,86
12. Пневматические машины	ИП 2009А	2	70		7	77	154	9	13,86
13. Шлифовальный станок	3374К	2	80		8	88	176	9	15,84
Итого						13439,8		1121,58	
Кран мостовой		4	310	60	186	496	10	198,4	
Инструмент и оснастка						4600	50	2300	
Хозяйственный инвентарь						418	10	4,18	
Итого						7002		2502,58	
Всего затрат						20441,8		3624,16	

Затраты на ремонт и эксплуатацию оборудования приведены в таблице 4.10. Цеховые расходы приведены в таблице 4.11. Калькуляция себестоимости 1 тонны отливок в таблице 4.12.

Таблица 4.10 – Смета расходов на ремонт и эксплуатацию оборудования

Наименование статьи затрат	Сумма, тыс.руб	Примечание
Эксплуатация оборудования	134,40	1% от стоимости оборудования
Текущий ремонт оборудования	672	5% от стоимости оборудования
Внутрипроизводственное перемещение груза	115	5 руб на 1 тонну годного литья
Износ малоценного и быстроизнашивающегося оборудования	345	15 руб на 1 тонну годного литья
Прочие расходы	126,64	10 % от общей суммы расходов
Итого:	1393,04	

Таблица 4.11 – Смета цеховых расходов

Статья	Цена 1 т литья		Сумма на всю программу, тыс. руб.
	Количество, кг	Цена, тыс. руб.	
Затраты на оплату вспомогательных рабочих, управленческого и обслуживающего персонала			33158,4
Отчисления на социальные нужды			15682,8
Амортизация здания и хоз. инвентаря			5346
Затраты на НИОКР, рационализаторство и изобретательство			2815,78
Расходы на охрану труда			3519,72
Стоимость вспомогательных материалов			
- песок 1К016А	6107,12	2,2	309020,3
- глина	116,34	5	13379,1
- опил	58,17	3,5	4682,685
- регенерат	303,2	4,1	28591,76
- смолы ОФ-1	151,6	5,2	18131,36
- кокс	160	11	40480
Итого			474807,9
Транспортный налог			692,82
Прочие расходы			47550,07
Итого цеховых расходов			523050,8

Таблица 4.12 - Калькуляция себестоимости 1 тонны годных отливок

Статьи затрат	Единицы измерения	На 1 т литья			На программу	
		Количество	Цена, руб./т.	Сумма, руб.	Количество	Сумма, тыс. руб.
Сырье и основные материалы						
Для СЧ25						
Стальной лом	т	0,405	3052	1236	4738	28428
Чугунный лом	т	0,249	4096	1020	3910	23460
Чугун Л4БШ	т	0,420	14380	6040	6946	138920
Чугун ПЛ1БП	т	0,120	9000	1080	1380	24840
Ферросилиций ФС20	т	0,032	20000	640	736	14720
Ферромарганец ФМн78	т	0,009	38889	350	115	8050
Итого		1,235		10366	17825	238418
Возврат (литники и прибыли)	т	0,23			5290	
Угар и безвозвратные потери	т	0,005			1438,3	
Итого за вычетом возврата и угара	т	1				
Оплата труда основных рабочих				1530,31		35197,21
Отчисления на социальные нужды				128,61		2958,03
Технологическая электроэнергия	тыс. кВт/ч	0,81	3700	2997	18630	68931
Энергия на технические нужды:						
- Вода	тыс.м ³	0,03	7210	216,3	690	4974,99
- Сжатый воздух		0,09	6000	540	2070	12420
Расходы на подготовку и освоение производства				7957,63		183025,5
Расходы на ремонт и эксплуатацию оборудования				60,57		1393,04
Отчисления на амортизацию оборудования				157,57		3624,16
Основная себестоимость				23954		550941,9
Цеховые расходы				22741,3		523050,8
Цеховая себестоимость				46695,4		1073993
Общезаводские расходы				1224,25		28157,77
Производственная себестоимость				47919,6		1102151
Непроизводственные расходы				1437,59		33064,52
Полная себестоимость				49357,2		1135215

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

4.6. Расчет плановых постоянных и переменных затрат

Постоянные затраты складываются из следующих составляющих:

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

- где FC_1 – отчисления на амортизацию оборудования, зданий и сооружений;
 FC_2 – отчисления на эксплуатацию и ремонт оборудования;
 FC_3 – расходы на подготовку и освоение производства;
 FC_4 – затраты на оплату вспомогательных рабочих, управленческого и обслуживающего персонала, плюс отчисления на социальные нужды;
 FC_5 – затраты на НИОКР, рационализаторство и изобретательство;
 FC_6 – расходы на охрану труда;
 FC_7 – прочие цеховые расходы;
 FC_8 – общезаводские расходы;
 FC_9 – непроизводственные расходы.

Значения затрат берутся из соответствующих статей калькуляции себестоимости и сметы цеховых расходов.

$$FC = 353713,60 \text{ тыс.руб.}$$

Средние удельные постоянные расходы равны:

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

где M – годовой выпуск годного литья по программе цеха, т.

$$AFC = \frac{353713,60}{23000} = 15,38 \text{ тыс.руб./т.}$$

Далее производим расчёт переменных затрат по формуле:

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

- где VC_1 – суммарные затраты на сырьё и основные материалы;
 VC_2 – затраты на оплату труда основных рабочих и отчисления на социальные нужды;
 VC_3 – затраты на технологическую энергию;
 VC_4 – затраты на техническое использование воды и сжатого воздуха;
 VC_5 – затраты на вспомогательные материалы;
 VC_6 – транспортный налог.

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Данные для расчёта переменных расходов берутся из соответствующих статей таблицы 4.13.

$$VC = 781501,40 \text{ тыс.руб.}$$

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

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

$$AVC = \frac{781501,40}{23000} = 33,98 \text{ тыс.руб./т.}$$

Общие годовые затраты равны: $TC = FC + VC$, то есть:

$$TC = 353713,60 + 781501,40 = 1135215 \text{ тыс. руб.}$$

Общие средние удельные затраты равны полной себестоимости годного литья:

$$ATC = AFC + AVC,$$

$$ATC = 15,38 + 33,98 = 49,36 \text{ тыс. руб./т.}$$

4.7. Ценообразование

При установлении цен на продукцию используют следующие методы ценообразования:

- обеспечение безубыточности и получение целевой прибыли по принципу «издержки + прибыль»;
- ориентацию на текущие цены;
- установление цены, исходя из ценности товара;
- ориентацию на издержки производства.

Рассчитаем цену по формуле:

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

где S — себестоимость тонны годного литья, руб.;

$$P = 1,9 \cdot 49,36 = 93,784 \text{ тыс. руб.}$$

Примем цену на тонну годного литья, равную 94000 руб. Доход от продаж определим по формуле:

$$D = P \cdot Q,$$

где D — доход от продаж, тыс. руб.;

P — цена продукции, руб.;

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Q — объем производства, тыс.т.

$$Д = 23000 \cdot 94000 = 2162000 \text{ тыс. руб.}$$

Прибыль определим по формуле:

$$\Delta П = Д - В.З.,$$

где В.З. — валовые затраты = полной себестоимости, тыс. руб.

$$\Delta П = 2162000 - 1135215 = 1026785 \text{ тыс. руб.}$$

Таблица 4.23 – Техничко-экономические показатели цеха

№	Показатели	Единица измерения	Величина показателей
1	Годовой выпуск продукции	т	23000
2	Выход годного	%	81,5
3	Численность работающих	чел	209
	В том числе: основных	чел	91
	вспомогательных	чел	79
	ИТР	чел	21
	служащих	чел	10
	МОП	чел	8
4	Фонд основной заработной платы	тыс. руб.	69281,75
5	Капитальные вложения	тыс. руб.	287741,8
6	Себестоимость продукции	тыс. руб.	1135215
7	Рентабельность	%	90,45
8	Прибыль	тыс. руб.	1026785
11	Срок окупаемости	месяц	Более 3

5. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

5.1. Безопасность труда

В литейном цехе на здоровье работающих отрицательно влияют условия труда, которые характеризуются такими опасными и вредными факторами, как: пыль, шум, вибрация, микроклимат, электромагнитные излучения, освещенность, электробезопасность, пожарная безопасность.[]

Эти факторы приводят к различного рода заболеваниям и травмам и, как следствие, к ухудшению здоровья и снижению работоспособности.

Поэтому, одной из основных задач, которые необходимо решать при проектировании цеха, является обеспечение безопасности труда работающих.

5.1.1. Характеристика проектируемого цеха

Цех по производству СЧ мощностью 23000 тонн годного литья для моторостроения.

Здание цеха имеет прямоугольную конфигурацию и окружен санитарно-защитной зоной, которая на 25% засажена зеленью и имеет протяженность 500 метров.

Расстояние от проектируемого цеха до других цехов предприятия более 25 метров.

Проектируемый цех включает в себя следующие отделения:

1. Плавильное отделение и шихтовый двор. Здесь производится такие операции как плавка металла в вагранках; ремонт ковшей их сушка и подогрев, выбивка сводов. Эти операции сопровождаются следующими вредными производственными факторами: пыль, содержащая оксиды металлов, нагревающий микроклимат, инфракрасное излучение, среднечастотный шум, локальная вибрация.

2. Формовочно-заливочно-выбивное отделение. Изготовление полуформ сопровождается шумом и выделением кварца содержащей пыли. При заливке форм металлом выделяется пыль, содержащая свободный диоксид

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

кремния, оксиды металлов, оксид углерода. Имеется нагревающий микроклимат и инфракрасное излучение. Выбивка форм сопровождается выделением кварца содержащей пыли, имеется вибрация и шум. При изготовлении деталей на старом оборудовании устанавливаются дополнительные вентиляции для очистки воздуха от пыли.

3. Стержневое отделение. Здесь производится изготовление стержней пескодувным способом из холоднотвердеющей смеси. Все операции в этом отделении сопровождаются выделением кварца содержащей пыли, диоксида углерода, продуктов испарения связующих и катализаторов, аэрозоля красок и шумом. Свежеприготовленная смесь ХТС выделяет в атмосферу цеха вредные газы, которые улавливаются вентиляцией.

4. Отделение финишных операций. Здесь производится следующие операции: выбивка стержней, очистка литья дробеструйно-дробеметным методом, газовая резка, термическая обработка, окраска отливок. Все операции характеризуются большим выделением пыли, теплоты, шума и вибрации.

5. В цехе существует следующий характер труда: установлены автоматизированные формовочные и стержневые линии. Все остальные операции в цехе механизированы, а ручной труд используется частично.

6. Условия работы в цехе характеризуются различными опасными и вредными факторами, которые оказывают на организм работающих отрицательное воздействие: установлены высоко импульсивные вытяжки, которые в значительной мере способствуют понижению уровня загрязнения воздуха.

5.1.2. Вентиляция

Производственная пыль оказывает неблагоприятное воздействие на организм человека, раздражая слизистые оболочки, дыхательных путей и оседает в легких, а также отрицательно влияет на органы зрения, слуха и кожные покровы человека. Для предотвращения отрицательного влияния установлены вытяжные аппараты.[]

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Предельно-допустимые концентрации вредных веществ (ПДК) в воздухе рабочей зоны регламентируется ГН 2.2.5.1313-03.

ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны приведены в таблице 5.1

Таблица 5.1 – Предельно-допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны

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

В проектируемом цехе производятся следующие мероприятия по оздоровлению воздушной среды:

- склад формовочных и стержневых материалов оснащен вытяжными аппаратами, так как он характеризуется большим выделением пыли;
- плавильное отделение размещается с подветренной стороны здания, чтобы предотвратить попадания дымовых газов и нагретого воздуха в другие отделения цеха, кроме того, печи оборудованы эффективными устройствами для очистки отходящих газов;
- на участках ремонта и сушки ковшей, установлена местная вытяжная вентиляция с эффективной очисткой отсасываемого воздуха;
- заливочная площадка формовочной линии оборудована верхними боковыми отсосами на всю длину рабочей площадки до начала охладительного кожуха;
- участок охлаждения форм оборудован сплошным вентиляционным

кожухом с торцевыми проемами и патрубками для удаления газов;

- формовочная и стержневая смесь готовится в смесителе;
- выбивная решетка оборудована укрытием;
- отделение финишных операций снабжено местными отсосами и укрытиями;
- в цехе предусмотрены изолированные комнаты отдыха для рабочих;
- рабочие обеспечены спецодеждой, обувью и средствами индивидуальной защиты в соответствии с нормами по ГОСТ 12.4.011.-89.

5.1.3. Производственный микроклимат

Источниками тепловыделения в цехе являются вагранки, расплавленный металл в процессе разлива в формы, отливки в процессе остывания, термические печи, остывающие ковши, газовые резки.

Проектируемый цех по удельному тепловыделению относится к горячему, так как тепловыделения превышают 23,26 Вт/м². Параметры метеорологических условий (температура воздуха, относительная влажность и скорость движения воздуха) регламентируются СанПиН 2.2.4.548-96.

В цехе проводятся следующие мероприятия для установления необходимого микроклимата:

- автоматизация и дистанционные управления процессами;
- теплоизоляция нагретых поверхностей оборудования, установка экранов у печей;
- для рабочих предусмотрены комнаты отдыха и обеспечение средствами защиты в соответствии с ГОСТ 12.1.011-89 [];
- в цехе предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция и воздушное отопление, совмещенное с ней;
- в цехе имеется подсолённая и газированная вода;

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

– удаление воздуха производится из верхней зоны через аэрационные фонари.

В цехе предусмотрены светоаэрационные фонари. Аэрация предусмотрена совместно с системой вентиляции с искусственным побуждением.

Предельно допустимые величины показателей микроклимата в рабочих местах регламентируются по СанПиН 2.2.4.548-96 и приведены в таблице 5.2

Таблица 5.2 - Допустимая величина показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат	Величина энергозатрат	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
			Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин			Для диапазонов температур ниже оптимальных величин, не более	Для диапазонов температур выше оптимальных величин
холодный	Пб	233 - 290	15,0 - 16,9	19,1 - 22,0	14,0- 23,0	15 - 75	0,2	0,4
теплый	Пб	233 - 290	16,0 - 18,9	21,1 - 27,0	15,0- 28,0	15 - 75	0,2	0,5

Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха соответствует требованиям СНиП 41-01-03.

В цехе предусмотрена механическая приточная вентиляция и воздушное отопление, совмещенное с ней.

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

На въездных воротах и транспортных проемах в отопительный период устроены тепловоздушные завесы постоянного действия.

5.1.4 Производственный шум

В проектируемом цехе наибольший уровень шума наблюдается на участках, выбивки и в отделениях финишных операций. Шум неблагоприятно воздействует на организм человека, вызывает физические и психические нарушения, которые снижают работоспособность и создают предпосылки для профессиональных заболеваний, а также производственного травматизма по ГОСТ 12.1.011-89 «Средства защиты работающих».[]

Допустимая величина шума в цехе согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, помещениях жилых, общественных зданий, на территориях жилой застройки»– 80дБА. Но в цехе имеются установки, где уровень шума превышает допустимую величину.

Для снижения уровня шума в цехе предусматриваем следующие мероприятия:

- применение автоматизированных линий с низким уровнем шума;
- системы вентиляции и местных отсосов снабжены шумопоглощающими устройствами;
- кожух выбивной решетки снабжаем внутренней облицовкой из звукопоглощающих материалов;
- производим звукоизоляцию стенок дробеметной камеры;
- применение средств индивидуальной защиты от шума (противошумные заглушки «беруши», наушники противошумные ВЦНИИОТ-1) по ГОСТ 12.4.01 1-89

5.1.5. Производственная вибрация

В проектируемом цехе источником общей вибрации является сотрясение пола и других конструкторских элементов здания вследствие ударного действия выбивных решеток.

Воздействие вибрации на организм не только ухудшает самочувствие работающего и снижает производительность труда.

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Допускаемая величина общей вибрации в цехе, согласно СН2.2.4/2.1.8.566- 96-92дБ. []

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

- исключением ручного пневмотранспорта;
- с целью снижения вредного воздействия локальной вибрации используется специальные рукавицы с прокладкой по ГОСТ 12.4.002-97 [17];
- с целью снижения вредного воздействия общей вибрации используется специальная виброзащитная обувь по ГОСТ 12.4.024-76

5.1.6. Производственное освещение

Большое значение в проектируемом цехе имеет обеспечение правильного освещения.

В проектируемом цехе предусматривается естественное и искусственное освещение в соответствии с СНиП 23-05-95*, необходимое для создания благоприятных условий выполнения работы, прохода людей и движения транспорта . От условий освещения зависят сохранность зрения человека, состояние его нервной системы и безопасность на производстве.[]

По условиям гигиены труда необходимо как можно больше использовано естественное освещение. В проектируемом цехе это осуществляется через оконные проемы и световые фонари.

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

В цехе предусмотрено переносное освещение, так как стационарным освещением невозможно создать нормируемый уровень освещенности.

Мостовые краны оборудованы подкрановым освещением, которое выполнено лампами накаливания.

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

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

Рассчитаем необходимое количество светильников по формуле:

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

где: E – нормируемая освещенность, лк;

K_3 – коэффициент запаса;

S – освещаемая площадь, м²;

Z – коэффициент неравномерности освещения;

n – количество ламп в светильнике;

$\Phi_{\text{л}}$ – световой поток выбранной лампы, лм;

η – коэффициент использования светового потока.

$$N = 200 \cdot 1,8 \cdot 7780 \cdot 1,2 / 2 \cdot 19000 \cdot 0,48 = 185 \text{ ламп}$$

Для освещения цеха необходимо установить 185 ламп высокого давления типа ДРЛ.

Требования к окраске помещений и оборудования:

Цветовую отделку производственных помещений следует выбирать и осуществлять с учетом гигиенических требований и характера зрительной работы, внутреннего режима помещений и эстетических требований.

Большое значение имеет выбор коэффициентов отражения поверхностей (таблица 5.3).

Таблица 5.3 – Коэффициенты отражения поверхностей

Наименование поверхностей	Коэффициенты отражения
Потолок	70-75
Стена: верх	60
низ	50
Оборудование	30-35
Пол	15-30

Потолки помещения окрашивают в белый цвет или цвета, близкие к

						Лист 1
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04. 519 ПЗ	

белому цвету; формы, перекрытия – в светлые тона. Нижнюю часть стен окрашивают в спокойные тона (светло-зеленый, светло-синий), транспортные механизмы – в зеленый.

Термическое и литейное оборудование, приобретающее в рабочем состоянии высокую температуру, окрашиваются теплоустойчивыми, светлыми (алюминиевыми) красками с коэффициентом отражения 40-60%.

5.1.7. Электробезопасность

Наличие в цехе электрического оборудования предусматривает выполнение правил электробезопасности, несоблюдение которых может привести к поражению электрическим током.[]

В цехе приняты следующие мероприятия по обеспечению безопасности труда:

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

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

Классификация помещений по электробезопасности, в отношении опасности поражения людей электрическим током различаются:

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- 1) помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.
- 2) Помещения с повышенной опасностью, характеризующиеся наличием одного из следующих условий, создающих повышенную опасность:
 - сырость или токопроводящая пыль;
 - токопроводящие полы(металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.);
 - высокая температура;
 - возможность одновременного прикосновения человека к металлоконструкциям зданий, имеющим соединение с землей, технологическим аппаратом, механизмам и т. п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования с другой.
- 3) Особо опасные помещения, характеризующиеся наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность:
 - особая сырость;
 - химически активная или органическая среда;
 - одновременно два или более условий повышенной опасности.

5.1.8. Пожарная безопасность

Литейное производство отличается повышенной пожарной опасностью, которая обусловлена в большей степени применением металлических материалов в расплавленном виде.

В цехе проводятся следующие мероприятия по пожарной профилактике:

- правильная эксплуатация оборудования и внутрицехового транспорта;
- правильное содержание зданий и территорий;
- противопожарный инструктаж;
- профилактические осмотры технологического оборудования;
- использование систем вентиляции;
- правильное размещение противопожарного оборудования (ящики с

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

песком, пожарный кран с рукавом, огнетушители типа ОП-4) и его содержание;

- в цехе предусмотрена пожарная сигнализация;
- обеспечена безопасная эвакуация людей при пожаре.

Проектируемый цех имеет следующие противопожарные приспособления (ППБ-01-03):[]

- для тушения электрооборудования – углекислотные огнетушители, асбестовые и войлочные полотна.
- на плавильном участке имеется песок для тушения металлов.
- для тушения возгорания газа применяют углекислый газ и порошковые огнетушители.
- в пожароопасных местах имеются таблички, запрещающие использование открытого огня.
- в цехе имеется пожарная сигнализация.

Общие требования пожарной безопасности предусматривает ГОСТ 12.1.004-01.[]

Для вызова пожарной команды служит кнопочная электро сигнализация. На видных местах вывешены планы эвакуации людей.

По сравнению с базовым вариантом в проектируемом цехе предусмотрены огнегасительные вещества (вода, пены различных составов, сухой кварцевый песок)

Проводимые в цехе мероприятия по охране труда работников, такие как:

- производственные процессы, сопровождающиеся шумом, вибрацией, а также выделением пыли и вредных газов, изолированы друг от друга, размещены в разных пролетах и отделены стенкой.
- производство литейных формы и стержней осуществляться на автоматических линиях, исключаящих ручной труд, предохраняющих рабочих от травматизма и улучшающих условия труда;
- участок выбивки отливок из форм на автоматической линии

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

оснащен устройствами для разделения опок, что значительно уменьшает шум и вибрацию;

– на предприятии проводятся организационно-профилактические мероприятия – все работающие проходят инструктаж: вводный, первичный, внеочередной на рабочем месте и повторный, а также регулярное прохождение медосмотров; позволяют сократить число несчастных случаев и профессиональных заболеваний, что соответствует нашему проектируемому цеху.

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

5.1.9 Безопасность при ЧС

Устойчивость плавильного отделения.

Под устойчивостью объекта понимается способность объекта выпускать установленные виды продукции в условиях чрезвычайных ситуаций (взрывов, пожаров и т.д.), а также приспособленность этого объекта к восстановлению в случае повреждения.

В качестве критериев оценки физической устойчивости приняты:

- при воздействии ударной волны – избыточные давления, при которых элементы производственного корпуса не разрушаются (не повреждаются) или получают такие повреждения, при которых они могут быть восстановлены в короткие сроки;
- при воздействии светового или теплового излучения – максимальные значения световых (тепловых) импульсов, при которых не происходит загорание материалов, сырья, оборудования, зданий и сооружений;
- при воздействии вторичных факторов поражения - избыточного давления, при котором происходящие разрушения и повреждения не приводят к авариям, пожарам, взрывам, затоплениям, смерти людей, выходу из строя

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

средств производства.

Оценка физической устойчивости объекта производится последовательно по воздействию каждого поражающего фактора, а также вторичных факторов поражения.

Эта оценка включает:

- воздействие ударной волны на элементы объекта;
- возможность возникновения пожаров;
- воздействие вторичных поражающих факторов [].

Определение физической устойчивости элементов объекта производится по избыточным давлениям во фронте ударной волны от 5кПа и кончая давлением, разрушающим данный элемент.

Пример оценки устойчивости элементов объекта к воздействию ударной волны (таблица 5.4).

Таблица 5.4 – Оценка устойчивости элементов объекта к воздействию ударной волны

Наименование элементов объекта	Степень разрушения и избыточное давление					
	сильное		среднее		слабое	
	к Па	к гс/см	к Па	к гс/см	к Па	к гс/см
1. Здание промышленное железобетонным каркасом	6 0-50	0 ,6-0,5	5 0-40	0 ,5-0,4	4 0-20	0 ,4-0,2
2. Крановое оборудование	7 0-50	0 ,7-0,5	5 0-30	0 ,5-0,3	3 0-20	0 ,3-0,2
3. Трубопроводы подземные стальные	2 000-1500	2 0-15	1 500-1000	1 5-10	1 000-600	1 0-6
4. Смотровые колодцы	1 000	1 0	3 00	3	2 00	2
5. Наземные	1 30	1 ,3	5 0	0 ,5	2 0	0 ,2
6. Открытые склады	2 00	2	-	-	-	-

Анализируя проведенные мероприятия по охране труда производительного персонала литейного цеха, можно сделать вывод, что замена технологического оборудования позволит снизить концентрацию

вредных выделений, шум, уменьшить тепловыделения в воздух рабочего пространства. За счет внедрения в технологический процесс передовых технологий изготовления стержней и форм позволит свести до минимума ручной труд рабочих, а также улучшить санитарно-гигиенические условия в цехе.

Таким образом, проект выполнен в соответствии с требованиями нормирующих документов. Его внедрения позволили изменить характер труда работающих в проектируемом литейном цехе, обезопасить трудящихся от влияния на них вредных факторов, снизит травматизм.

5.2. Экологичность проекта

5.2.1. Глобальные экологические проблемы современности

Экологическое загрязнение природы, среды и даже атмосферы заставляет задуматься каждого, или почти каждого, о том, как же будет происходить жизнь дальше и в какой среде. Вследствие чего проблема экологии приобрела глобальный характер.

В последнее время наблюдается уменьшение общего содержания озонового слоя в атмосфере, что являются одним из последствий вредных выбросов литейного производства, таких как фтороводород. В настоящее время, вероятнее всего эти изменения не оказывают существенного влияния на население или, во всяком случае, такое воздействие практически невозможно установить[].

Очень неблагоприятное положение сложилось в отношении поступления в атмосферу таких соединений как углерода, в виде углекислого газа (CO₂), угарного газа (CO), диоксида серы, оксида азота, летучих органических соединений, мышьяка, ртути, марганца, фтора, цинка и т.д. Эти элементы попадают в атмосферу от десятков до тысяч тонн ежегодно. Поступающие в атмосферу загрязнения распространяются на большие расстояния, а их концентрации значительно превышают ПДК. Одним из последствий этого являются кислотные дожди, они образуются при попадании

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

в воздух отходов сгорания любого ископаемого топлива, особенно угля и мазута. Они, в свою очередь, загрязняют и губят другие компоненты биосферы - водоемы, леса, почвы, и их живое население, отражаясь на здоровье людей. Также кислотные дожди губят исторические памятники, простоявшие 1000 лет, разрушая не столь ценные, но дорогостоящие производственные и жилые помещения[].

Почва занимает особое положение в природных ландшафтах и в экосистемах. Она является важнейшим блоком экосистемы. Воздействие человека на почвы связано с разрушением естественного ландшафта, (добыча руд подземным и надземным способами) обеднение видового разнообразия (вырубка лесов ведет к гибели и исчезновению некоторых видов животных и растений) ведет к резкому снижению устойчивости экосистемы. Практически любые воздействия человека на почвы связаны с изменением их энергетических параметров, которые являются неременным условием их функционирования как саморегулирующая система.

Литейное производство один из самых злостных загрязнителей источников воды. С самого начала существования металлургического производства, его организовывали вблизи этих источников, так как металлургическим печам нужна вода и все отходы с вредными примесями сливались в эти источники, нанося непоправимый ущерб, изменяя физические свойства воды. Изменяется запах, вкус, окраска, поверхностное натяжение, вязкость воды, уменьшается количество кислорода, появляются вредные органические вещества.

В условиях быстروزрастающей интенсификации литейного производства и связанного с этим увеличением вредных выделений на единицу объема цеха вопросы по защите окружающей среды становятся всё более актуальными.

При производстве 1 тонны отливок из чугуна выделяется около 60 кг пыли, 100 кг оксидов углерода, 1,5 – 2 кг оксидов серы и азота и до 1,5 кг других вредных веществ (фенола, формальдегида, ароматических

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

углеводородов, аммиака, цианидов). В водный бассейн поступает до 3 м³ сточных вод и вывозится в отвалы до 6 тонн отработанных формовочных смесей.

Технологические операции, выполняемые в литейном цехе, характеризуются значительным выделением загрязнителей в виде пыли, газов, избыточной теплоты и шума. Литейное производство является одним из старейших загрязнителей биосферы[].

В настоящее время большое значение уделяют таким задачам современной охраны окружающей среды, как разработка и совершенствование экологизации производства, экономия ресурсов, развитие замкнутых, безотходных и малоотходных технологических процессов.

5.2.2. Анализ связей технологического процесса изготовления отливок из чугуна с экологическими системами

Данный технологический процесс состоит в изготовлении отливок из серого чугуна марки СЧ25 для моторостроения с годовым выпуском 23000 тонн.

Проектируемый цех включает в себя следующие отделения:

- 1) Плавильное отделение и шихтовый двор;
- 2) Формовочно-заливочно-выбивное отделение;
- 3) Стержневое отделение;
- 4) Отделение финишных операций;
- 5) Вспомогательные службы.

На рисунке 5.1. представлена схема технологического процесса изготовления отливок из чугуна, включающая в себя затрату ресурсов и как следствие отходы производства

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

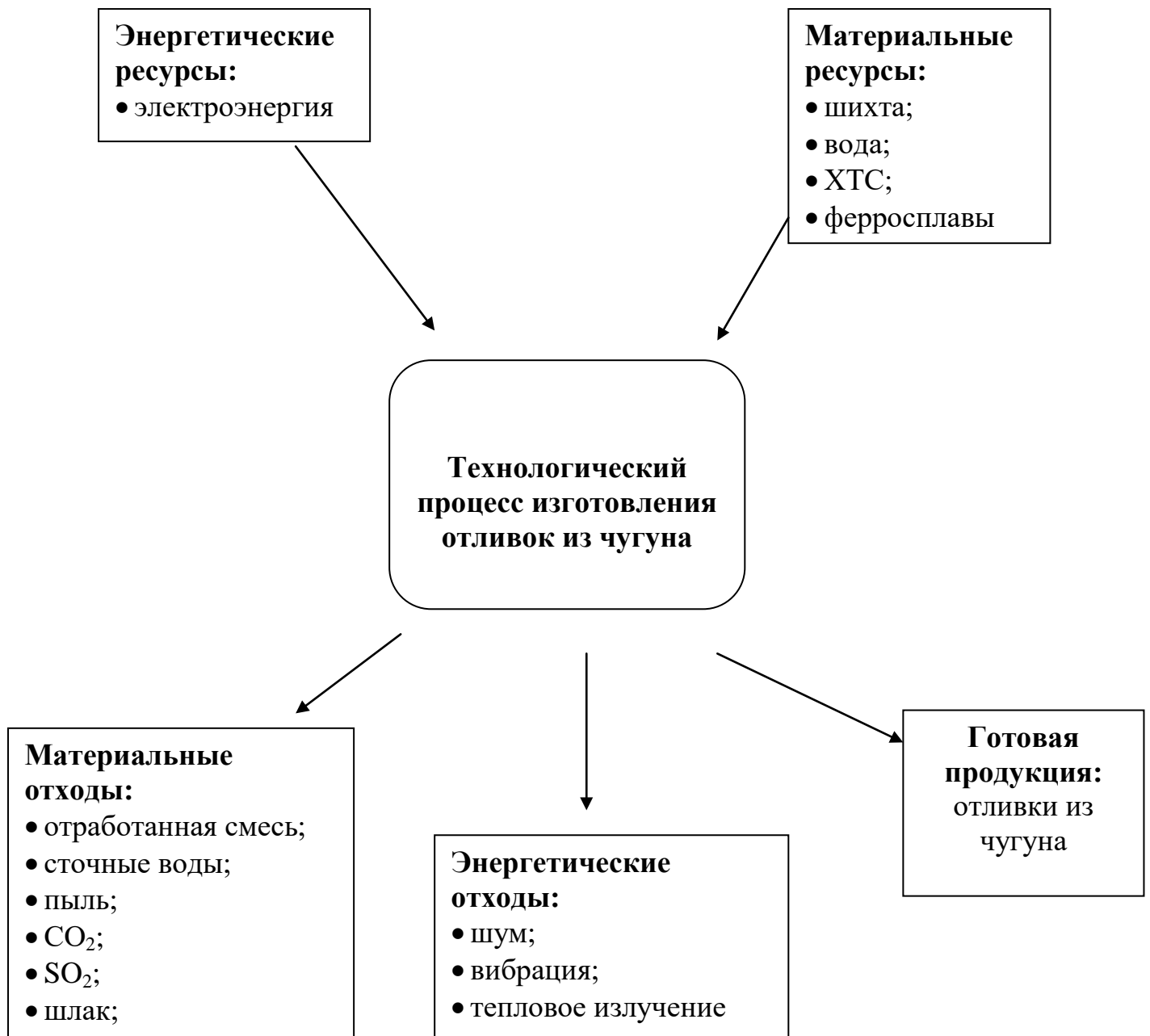


Рис 5.1. Схема образования отходов в технологическом процессе изготовления отливок из чугуна

В качестве сырья используются СЧ25 (3,2 – 3,4% С; 1,4 – 2,2% Si; 0,7 – 1% Mn; до 0,2% P; до 0,15% S). Плавка металла осуществляется в вагранках. Литьё ведётся в песчано-глинистые формы. Для изготовления форм и стержней используются ХТС (кварцевый песок, смолы и регенерат).

Энергоресурсами служит электроэнергия, природный газ, и пар.

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В ходе технологического процесса образуются следующие виды отходов:

Материальные отходы подразделяются на несколько групп:

- твёрдые – недоливки, шлак, пыль, угар, отработанная смесь;
- жидкие – сточные воды;
- газообразные – углекислый газ, диоксид азота, диоксид серы, оксид углерода СО, ваграночный газ, колошниковый газ.

К энергетическим загрязнениям относятся: шум, вибрация, тепловые выбросы, а также электромагнитные излучения.

Наибольшие уровни шума характерны для участков формовки, выбивки отливок, обрубки.

Источниками общей вибрации являются сотрясения пола и других конструктивных элементов здания вследствие ударного действия выбивных решеток, формовочных машин, а источниками локальной вибрации - пневматические рубильные молотки, трамбовки и др.

Избыточное выделение теплоты наблюдается в отделениях плавки металла, заливки, сушки форм и стержней, выбивки отливок термической обработки, а также при выполнении ряда вспомогательных операций (при подсушке ковшей, форм и др.).

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

Источниками материальных отходов в литейном цехе являются плавильные агрегаты, печи термической обработки, сушила для форм и стержней.

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

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В таблице 5.4. представлены основные материально-энергетические показатели технологического процесса.

Таблица 5.4 – Основные материально - энергетические показатели технологического процесса

№	Показатели	Количество	Единицы измерения
1.	Сырье: Чугун СЧ25 - формовочная ПГС - стержневая ХТС	133783 34873	тонн/год тонн/год
2.	Энергия Электрическая Природный газ Пар	4623,5 52 320	кВт/ч Тыс. м ³ /год Тыс. кДж/год
3.	Продукция Отливки из чугуна СЧ25	28202,614	тонн/год
4.	Отходы материальные: Скрап СЧ25 Оксид углерода Диоксид серы Другие вредные вещества (фенол, формальдегид, ароматические углеводороды, аммиак, цианид) Ваграночный газ Пригар Колошниковый газ Угар и безвозвратные потери: СЧ25 Пыль Сточные воды, содержащие кислоты	573,47 2300 34,5 До 34.5 42464 247 29223 504,3 1380 до 690	тонн/год тонн/год тонн/год тонн/год Тыс. т/год Т/год Тыс. т/год тонн/год тонн/год тыс. м ³ /год
5.	Отходы энергетические Шум Тепло отходящих газов Вибрация ЭМИ	85-127 5,5 89 45	дБ Млн кДж/год дБ Гц

Интенсивные и опасные выделения образуются в процессе плавки металла. В цехе для плавки металла применяется вагранка с мокрым пылеосадителем. Эффективность пылеулавливания составляет всего 30 – 40 %.

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Применение органических связующих при изготовлении стержней и форм приводит к значительному выделению токсичных газов в процессе сушки и, особенно при заливке металла. При использовании холоднотвердеющей смеси в атмосферу цеха могут выделяться такие вредные вещества как аммиак, ацетон, акролеин, фенол, формальдегид, фурфурол и так далее.

Твёрдые отходы литейного производства содержат до 90 % отработанных формовочных и стержневых смесей, включая брак форм и стержней, также они содержат просыпи и шлаки из отстойников пылеочистой аппаратуры и установок регенерации смесей, литейные шлаки, абразивную и галтовочную пыль, огнеупорные материалы и керамику.[]

Количество фенолов в отвалных смесях превышает содержание других токсичных веществ. Фенолы и формальдегиды образуются в процессе термодеструкции формовочных и стержневых смесей, в которых связующим являются синтетические смолы. Эти вещества хорошо растворимы в воде, что создает опасность попадания их в водоёмы при вымывании поверхностными (дождевыми) или грунтовыми водами.[]

Сточные воды поступают от гидрорегенерации отработанных смесей и мокрых пылеуловителей.

5.2.3. Основные требования экологизации проекта

Под воздействием применяемого оборудования и технологических процессов в рабочей зоне создается определенная внешняя среда. Ее характеризуют: микроклимат; содержание вредных веществ; уровни шума, вибраций, излучений; освещенность рабочего места.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ и предельно допустимый уровень (ПДУ) вредных воздействий являются гигиеническими нормативами, которые определяют количество/объем производственных факторов и степень их влияния на человека – в течение всего рабочего времени. ПДК и ПДУ учитываются при формировании и

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

регулировании производственной среды. Соблюдение этих ограничений позволяет сократить риск возникновения профзаболеваний.

Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ представлены в таблице 5.5. А также в таблице 5.6. приведены предельно допустимые уровни вредных воздействий технологического процесса.

Таблица 5.5 - Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ, выбрасываемых цехом

№	Вещество	ПДК
1	В атмосферном воздухе	(мг/м ³)
	пыль нетоксичная	0,5/0,15
	оксид углерода	3/1
	диоксид серы	0,5/0,05
	диоксид азота	0,085/0,04
	фтороводород	0,2/0,05
2	В воде водоемов	(г/м ³)
	Взвешенные вещества	20
	Сульфаты	500
	Хлориды	350

Примечание: в числителе – максимальная разовая концентрация, в знаменателе – среднесуточная.

Таблица 5.5 – ПДУ вредных воздействий технологического процесса

Показатели технологического процесса (параметрические загрязнения)	Санитарно-гигиеническая норма (ед.изм)	Показатели
Электромагнитное излучение,	Гц	50
Напряженность электрического поля	кВ/м ²	5
Напряженность магнитного поля	А/м	8
Вибрация	дБ	92
Шум	дБ	80
Тепло отходящих газов	Млн кДж/год	8

5.2.4. Пути экологизации производства

В цехе проводятся мероприятия по снижению вредного воздействия. Здание цеха имеет прямоугольную конфигурацию и окружено санитарно-защитной зоной, которая на 25% засажена зеленью и имеет протяжённость 500

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

метров. Расстояние от проектируемого цеха до других цехов предприятия более 25 метров.

Для обеспечения экологичности проекта необходимо:

1. Разработать и внедрить эффективное и экономичное пылеулавливающее оборудование в литейном цехе, так как выпуск продукции сопровождается выбросом загрязняющих веществ в окружающую среду.
2. Разработать и внедрить отсосы в местах засыпки и твердения формовочной и стержневой смеси, которые предотвращают попадание токсичных смол и катализаторов на слизистые оболочки и кожу рабочих, обслуживающих технологические операции по приготовлению смесей и изготовлению форм и стержней.
3. Создать замкнутый технологический процесс, при котором будет отсутствовать выброс в атмосферу, образующийся на промежуточных стадиях производства. Перспективным является и принцип комплексного использования природного сырья по типу безотходной технологии.

5.2.5 Предложения по экологизации технологического процесса

Для уменьшения вредных выбросов в окружающую среду от проектируемого цеха предусматриваются следующие мероприятия:

- Использование автоматизированных формовочных и стержневых линий, для снижения уровня шума и вибрации, а также для повышения производительности.
- Формовочная и стержневая смесь готовится в смесителе с сокращением потребляемой электроэнергии на 30-35%.
- Установка трех котлов утилизаторов для уменьшения выбросов тепла в атмосферу. Утилизация тепла является одновременно мероприятием по энергосбережению.
- Для очистки воздуха и газов от пыли установка с рукавных фильтров. Очистка воздуха от пыли достигается путем его фильтрации через ткань, сшитую в виде рукавов встроенных в корпус фильтра. Это позволит повысить

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

пылеулавливаемость до 98 %. Количество выделяемой пыли снижается до 27,6 тонн в год. Таким образом, выделение пыли в атмосферу не будет превышать ПДК.

– Для приготовления стержней использование холоднотвердеющих смесей (ХТС), использование газовых отсосов в местах засыпки смеси.

– Для очистки вентиляционного воздуха от вредных органических веществ использование абсорбционно-биохимических установок. Эти установки по совокупным показателям эффективности, экологичности, экономичности и надёжности значительно превосходят существующие традиционные газоочистные установки.

– Для снижения вредных выбросов в водный бассейн предусматривается введение оборотного водоснабжения. Сточные технологические воды после механической очистки возвращаются в технологический процесс. Объем сбрасываемых стоков составит 8% от общего потребления.

Таким образом, при внедрении предложенных мероприятий достигается экологическая эффективность, а именно:

1. При очистке отводимого воздуха от пыли. Благодаря внедрению системы очистки пыли достигается пылеулавливаемость до 98%, это составит 27,6 тонн в год, что не превышает ПДК.

2. При использовании автоматизированных формовочных и стержневых линий снижается количество брака, соответственно экономятся формовочные и стержневые смеси. Что также говорит о меньшей утечки пыли и вредных веществ в атмосферу.

3. При использовании безотходной технологии, то есть при применении регенерации отработанных смесей с последующим возвратом песка в технологический процесс, а также возвращение литников, отработавших и забракованных деталей в плавильное отделение для переплавки.

4. Благодаря созданию замкнутых циклов водоснабжения снижается потребность восполнять свои запасы водных ресурсов из водоемов до 55200 м³ в год

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Рекомендуемые мероприятия позволят сделать данный технологический процесс экологичным, энерго- и ресурсноберегающим за счет внедрения нового оборудования, новой технологии изготовления стержней и введение замкнутого водоснабжения.

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

6. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗРАБОТАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ НАГЛЯДНЫХ ПОСОБИЙ НА ТЕМУ: «ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ИЗГОТОВЛЕНИЕ СТЕРЖНЕЙ МЕТОДОМ ALPHA SET»

6.1. Цель нашей разработки и задачи для достижения этой цели

Основная цель нашей разработки – спроектировать наглядные пособия, как средство обучения для повышения квалификации рабочих, основываясь на результаты дипломного проектирования, а также разработать и описать методику применения этих средств на занятии.

Для достижения цели необходимо решить ряд задач:

1. Изучить квалификационную характеристику для профессии «Оператор-литейщик на автоматах и автоматических линиях», используя ЕТКС (Единый тарифный квалификационный справочник)[];
2. Разобрать перечень и объем тем теоретической и производственной подготовки;
3. Выбрать тему, при изучении которого возможно использование материалов дипломного проектирования;
4. Выбрать урок по предмету, в котором максимально будут полезны результаты дипломного проектирования;
5. Разработать средства наглядности для повышения квалификации рабочих;
6. Разработать методику применения этих средств.

6.2. Изучение квалификационной характеристики для профессии «Оператора-литейщика на автоматах и автоматических линиях»

Наш спроектированный литейный цех мощностью 23000 тонн годного литья в год оборудован современным, технологическим оборудованием, которое необходимо для получения литья высокого качества, конкурентоспособного на мировом рынке.

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Большое значение в технологическом процессе изготовления отливок уделяется изготовлению стержней, оборудованию, которое при этом используется.

В связи с установкой автоматической стержневой линии модели Л16Х в цехе, необходимо обеспечить цех новыми рабочими. Оператор в стержневом отделении должен уметь:

- Вести процесс приготовления, регенерации и сушки стержневых смесей, изготовления стержней из ПГС;
- Приготавливать краски и тракты раздачи стержневой смеси на автоматах и автоматических линиях при помощи штурвальных кнопочных станций пульта управления;
- Наблюдать за работой контролируемого объекта по пневматической схеме, световой и звуковой сигнализации;
- Осуществлять взаимодействия работ на участках;
- Вести оперативный журнал.

Поскольку в обязанности оператора-литейщика на автоматах и автоматических линиях третьего разряда не входит технология изготовления стержней из холоднотвердеющей смеси (ХТС). Поэтому необходимо повысить разряд имеющегося на заводе оператора до четвертого разряда.

Мы сравнили знания и характеристику работ «Оператора-литейщика на автоматах и автоматических линиях» третьего разряда и «Оператора-литейщика на автоматах и автоматических линиях» четвертого разряда для определения сущности подготовки. Сравнительные характеристики внесли в таблицу 6.1.

Таблица 6.1 - Сравнительная характеристика работ и знаний операторов-литейщиков на автоматах и автоматических линиях третьего и четвертого разрядов

Характеристика работ	«Оператор-литейщик на автоматах и автоматических линиях» третьего	«Оператор-литейщик на автоматах и автоматических
----------------------	---	--

	разряда	линиях» четвертого разряда
1	2	3
1. Ведение процесса приготовления, регенерации и сушки стержневых смесей;	+	+
2.Изготовление стержней из ХТС;	-	+
3.Выбивка, очистка стержней;	+	+
4.Приготовление краски и трактов раздачи стержневой смеси на автоматах и автоматических линиях при помощи штурвальных кнопочных станций пульта управления;	+	+
5.Наблюдение за работой контролируемого объекта по пневматической схеме, световой и звуковой сигнализации;	+	+
6.Осуществление взаимодействия работ на участках.	-	+
7.Ведение оперативного журнала.	+	+

Продолжение таблицы 6.1 - Сравнительная характеристика работ и знаний операторов на автоматических линиях третьего и четвертого разрядов

Должен знать	«Оператор- литейщик на автоматах и автоматических линиях» третьего разряда	«Оператор- литейщик на автоматах и автоматических линиях» четвертого разряда
1	2	3
1.Технический процесс приготовления регенерации и сушки стержневых смесей;	+	+
2.Технический процесс изготовления стержней из ХТС;	-	+
3.Технический процесс выбивки и очистки стержней;	+	+
4.Технический процесс приготовления красок;	+	+
5.Схему трактов раздачи стержневых смесей;	+	+
6.Устройство и правила управления механизмами участков на автоматическом, индивидуальном и ремонтном режимах;	+	+
7.Схемы питания электрооборудования	+	+
8.Устройство и правила управления телевизионной аппаратурой	-	+

Проанализировав в ЕТКС характеристику работ и знания «Оператор-литейщик на автоматах и автоматических линиях» третьего разряда и «Оператор-литейщик на автоматах и автоматических линиях» четвертого разряда, приходим к выводу, что «Оператор-литейщик на автоматах и автоматических линиях» третьего разряда не справится с поставленными задачами, после установки автоматической стержневой линии модели Л16Х. Соответственно, требуется организация обучения с целью дополнить знаний и умений выполнять технологию изготовления стержней из ХТС на автоматических линиях «Оператор-литейщик на автоматах и автоматических линиях» третьего разряда до уровня «Оператор-литейщик на автоматах и автоматических линиях» четвертого разряда.

Сформировать вышеперечисленные знания и навыки можно при помощи использования следующих материалов из дипломного проекта:

1. Технологический процесс изготовления стержней;
2. Выбор стержневого оборудования и расчёт его количества;
3. Выбор формовочной и стержневой смеси.

Исходя из результатов анализов, приведенных выше и соблюдения принципов разработали учебный план обучения по профессии «Оператор-литейщик на автоматах и автоматических линиях» четвертого разряда (Таблица 6.2).

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 6.2 – Учебный план для повышения квалификации рабочих по профессии «Оператор-литейщик на автоматах и автоматических линиях» четвертого разряда

№	Курсы	Количество часов
Теоретическое обучение		
1	Техника безопасности и охрана труда	2
2	Стержневые материалы и смеси. Их свойства	10
3	Технология изготовления стержней на оборудовании стержневого участка (автоматическая стержневая линия Л16Х)	10
4	Технологический процесс производства стержней с использованием холоднотвердеющих смесей.	14
5	Дефекты стержней, их причины, способы борьбы с ними	6
6	Контроль качества стержней	4
7	Проверка знаний	4
Итого теоретического обучения		50
Производственное обучение		
1	Безопасность труда. Индивидуальные средства защиты	2
2	Подготовка инструмента к работе	2
3	Ознакомление с процессом изготовления стержней на оборудовании стержневого участка (автоматическая стержневая линия Л16Х)	12
4	Контроль качества стержней	2
5	Самостоятельное выполнение работ оператора на автоматической стержневой линии Л16Х	40
6	Квалификационный экзамен	6
Итого производственного обучения		64
Итого		114

При выборе тем и объемов ориентировались на тематический план. Тематические планы отвечают требованиям ГОСТ. В тематическом плане дается общее количество часов, необходимых для изучения темы, которые мы применили при разработке.

6.5. Выбор темы, при изучении которой возможно использование материалов дипломного проекта

Для выбора темы, необходимо выбрать все темы, которые касаются дипломного проектирования.

Из перечисленных тем выделили такую тему, как «Технологический процесс производства стержней с использованием холоднотвердеющих смесей.», так как в нашем дипломном проекте, мы разрабатывали

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

технологии изготовления отливки с использованием стержней из ХТС. В разделе дипломного проектирования «Технологический процесс изготовления стержней» затронуты основные задачи изучения: формирование у учащихся системы знаний об основах современной техники и технологии производства стержней.

Также мы выбрали тему для нашего урока: «Технологические процессы изготовления стержней методом Alpha set».

Методика проведения урока предоставлена виде фрагмента плана-конспекта урока (таблица 6.3).

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 6.3 - План-конспект урока теоретического обучения (фрагмент)

Профессия – Оператор на автоматических линиях.

Квалификация – 4 разряд.

Предмет – Технологический процесс производства стержней с использованием холоднотвердеющих смесей.

Тема урока – Технологические процессы изготовления стержней методом Alpha set

Тип урока – комбинированный.

Цели: Образовательная: углубление и обобщение знаний по теме; формирование умений работать с оборудованием.;

Развивающая: совершенствование интеллектуальных способностей и мыслительных умений учащихся, коммуникативных свойств речи;

Воспитательная: формирование материалистического мировоззрения и нравственных качеств личности.

Методы обучения (доминирующие): по источнику знания – словесные (рассказ, объяснение), наглядные (описательные); по способу изложения – индуктивный метод; по организации познавательной деятельности – репродуктивный (объяснительно-иллюстративный).

Структура урока:

1. Организационный момент – 2 минуты;
2. Актуализация знаний – 5 минут;
3. Мотивация – 5 минут;
4. Изложение нового материала – 26 минут;
5. Итог урока – 5 минут;
6. Домашнее задание – 2 минуты.

Этапы урока, затраты времени	Содержание учебного материала	Описание методики осуществления учебных действий
1	2	3
Изложение нового материала, 26 минут	<p>Запишите тему урока «Технологические процессы изготовления стержней методом Alpha set», которая записана на доске. Запишите первый пункт плана:</p> <p><i>Приготовление стержневой смеси ХТС.</i></p> <p>Приготовление стержневой смеси ХТС происходит непосредственно в смесителе, который входит в состав автоматизированных стержневых машины и линий. Приготовление смесей из предварительно подготовленных материалов состоит в смешивании составных частей в</p>	<p>Дать указание написать тему урока и показать ее на доске</p> <p>Включаем слайд №1</p> <p>Переходим к изложению нового материала.</p>

	<p>заданных пропорциях.</p> <p>При смешивании требуется достичь более равномерного распределения всех составляющих смеси в объёме. Поэтому операция перемешивания является важнейшей во всем технологическом процессе приготовления формочной и стержневой смесей.</p>	
	<p>Следующий этап нашего урока это: <u>Технологический процесс изготовления стержней</u></p> <p>Для изготовления стержней используют деревянные стержневые ящики, окрашиваемые эпоксидными или меламиновыми красками. При этом применяют холоднотвердеющие смеси с синтетическими смолами. Эти смеси готовят и сразу же выдают в ящик шнековыми смесителями, устанавливаемыми у рабочих мест в стержневом отделении. При изготовлении мелких стержней на вращающихся столах смесь уплотняют в ящике вручную, а при формовке средних и крупных стержней – с помощью вибрационного стола. Время выдержки мелких стержней в ящике обычно составляет 20 – 40 секунд, а средних и крупных 8 – 40 минут после виброуплотнения. Стержни для стальных отливок окрашивают красками на основе циркона для тонкостенных отливок один раз, а для толстостенных и массивных два раза. После окраски стержни подсушивают при температуре 80 – 120 °С в течение 20 – 40 минут.</p> <p>Благодаря высокой прочности стержни можно транспортировать путём захвата за подъёмы каркаса без применения сушильных плит. Крупные стержни целесообразно выполнять полыми, а внутренние их полости заполнять насыпанным в мешочки гравием или кусками бракованных стержней. Несмотря на высокую стоимость ХТС, холоднотвердеющие смеси широко используются благодаря высокой точности и низкой шероховатости поверхностей отливок. ХТС обеспечивают хорошую</p>	<p>Включаем слайд №2 Показываем на схеме какая операция, за какой идет последовательно</p> <p>Включаем слайд №3 Показываем примеры уплотнения стержневой смеси</p> <p>Также показываем наш плакат из дипломного проекта, как пример расположения стержня в стержневом ящике</p>

	<p>выбиваемость стержней из отливок, а также малую трудоёмкость стержневых и очистных работ.</p>	
	<p>Перейдем к следующему этапу нашего плана: <u>Alpha set процесс, как разновидность технологий изготовления стержней из ХТС</u> Посмотрите на экран и мы с вами запишем основные характеристики этого процесса. Стержни и формы изготавливают на комплексно-механизированных поточных линиях. + Достаточная прочность стержней, низкая гидроскопичность стержней. Высыпаемость смеси из отливок при выбивке. Высокое качество отливок из черных сплавов.</p>	<p>Включаем слайд №4 Показываем на нем преимущества и недостатки технологии</p>

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

6.8. 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 «Технологические процессы изготовления стержней методом Alpha set»:

- В первую очередь, мультимедийная презентация на тему «Технологические процессы изготовления стержней методом Alpha set», включающая в себя информацию из дипломного проекта;
- А так же плакат «Стержневой ящик», как пример видов стержней из ХТС. Тем самым мы добились следующих результатов:
- показали преимущества технологии изготовления стержней методом Alpha set, основываясь на информацию из дипломного проекта;
- дали представление об методе изготовления стержней Alpha set, проведя демонстрацию мультимедийной презентации;
- реализовали объяснительно-иллюстративный метод;
- сэкономили время, не изображая схему на доске;
- повысили познавательный интерес, показав реальную отливку, изготовленную данным методом.

Таким образом все задачи выполнили и цель достигнута.

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном проекте был разработан цех чугунного литья производительностью 23 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 условие 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, транспортное оборудование). Произведен расчет калькуляции себестоимости 1 тонны годных 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 наглядные пособия как средство обучения на тему: «Технологические процессы изготовления стержней методом ALPHA SET» для повышения

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

квалификации рабочих профессии «Оператор-литейщик на автоматах и автоматических линиях»

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Абрамов Г.Г. Справочник молодого литейщика: литье в песчано-глинистые формы. Справочник для средне профессионально-технических заведений. М.: Высшая школа, 1978. 199 с.
2. Аксенов П.Н. Оборудование литейных цехов. Учебник для машиностроительных вузов. М.: Машиностроение, 1974. 510 с.
3. Безопасность жизнедеятельности /Н.Г. Занько, Г.А. Корсаков, К.Р. Малаян и др.; Под ред. О.Н. Русака. С.-Пб.: Петербургской лесотехнической академии, 1996. 426 с.
4. Борьба с шумом на производстве: Справочник /Е.Я. Юдин, Л.А. Борисов, И.В. Горенштейн и др.; Под общ. ред. Е.Я. Юдина. М.: Машиностроение, 1985. 400 с.
5. Горина Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве.
6. ГОСТ 12.1.005-88* «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». Введен 1.1.89. М.: ИПК Издательство стандартов
7. ГОСТ 12.1.004-96 ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования». Введен 01.07.92. Разработан Министерством внутренних дел СССР, Министерством химической промышленности СССР
8. ГОСТ 12.1.007-76 «Вредные вещества классификация и общие требования безопасности». Введен 01.01.77
9. ГОСТ 12.4.023-84 * «Система стандартов безопасности труда. Щитки защитные лицевые. Общие технические требования и методы контроля». Введен 01.07.1985. Документ разработан орг-ей: ВЦСПС
10. ГОСТ 1412-85 «Чугун с пластинчатым графитом для отливок» Введен постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 24 сентября 1985 г.
11. ГОСТ 24346-80 «Вибрация. Термины и определения» Учебное пособие. Тольятти: ТолПИ, 2000. 68 с.
12. Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках. М.: Энергоиздат, 1984, 450 с.

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

13. Кипинс Л.С., Исагулов А.З., Исин Д.К. Проектирование литейных цехов: Учебное пособие. Караганда: КарГТУ, 2003. 83 с.
14. Матвеев И.В., Исагулов А.З. Формовочное и стержневое оборудование литейных цехов. Караганда: КарГТУ, 2004. 215 с.
15. Матвеев И.В., Тарский В.Л. Оборудование литейных цехов: Учебник для учащихся средних специальных учебных заведений. М.: «Машиностроение», 1985. 400 с.
16. Основные положения ГОС НПО. ОСТ 9 ПО 01.01-93./ Реш.колл.Мин. образ. от 30 июня 1993 г.,№14/3.
17. Охрана труда в машиностроении /Е.Я. Юдин, С.В. Белов, С.К. Баланцев и др.; Под ред. Е.Я. Юдина и С.В. Белова. 2-е изд. М.: Машиностроение, 1983. 432с.
18. Поль В.Б., Чуркин Б.С., Гофман Э.Б. Технология производства чугуна для отливок: Учебное пособие. Екатеринбург: ГОУ ВПО Рос. гос. проф.-пед. ун-т, 2007. 263 с.
19. Проектирование машиностроительных заводов и цехов. В шести томах. Под общ. Редакцией Е.С. Ямпольского. Т. 2. Проектирование литейных цехов и заводов. Ред. В.М. Шестопапов. М.: Машиностроение, 1974, 294 с.
20. Сафронов В.Я. Справочник по литейному оборудованию. М.: Машиностроение, 1985. 320 с.
21. СНиП 2.04.05—91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование». Введен 01.01.1992. Утвержден Госстрой СССР.
22. СН 2.2.4/2.1.8 562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки». Введен 31.10. 96
23. СНиП 23-05-95* «Естественное и искусственное освещение». Введен 2.08.95.
24. СН 22-74—80 «Инфразвук и ультразвук. Вибрация. Лазерное излучение». Введен 16.05.80
25. СН 2.2.4/2.1.8. «Санитарные нормы по вибрации». Утверждены и введены в действие Постановлением Госкомсанэпиднадзора России от 31.10.96.

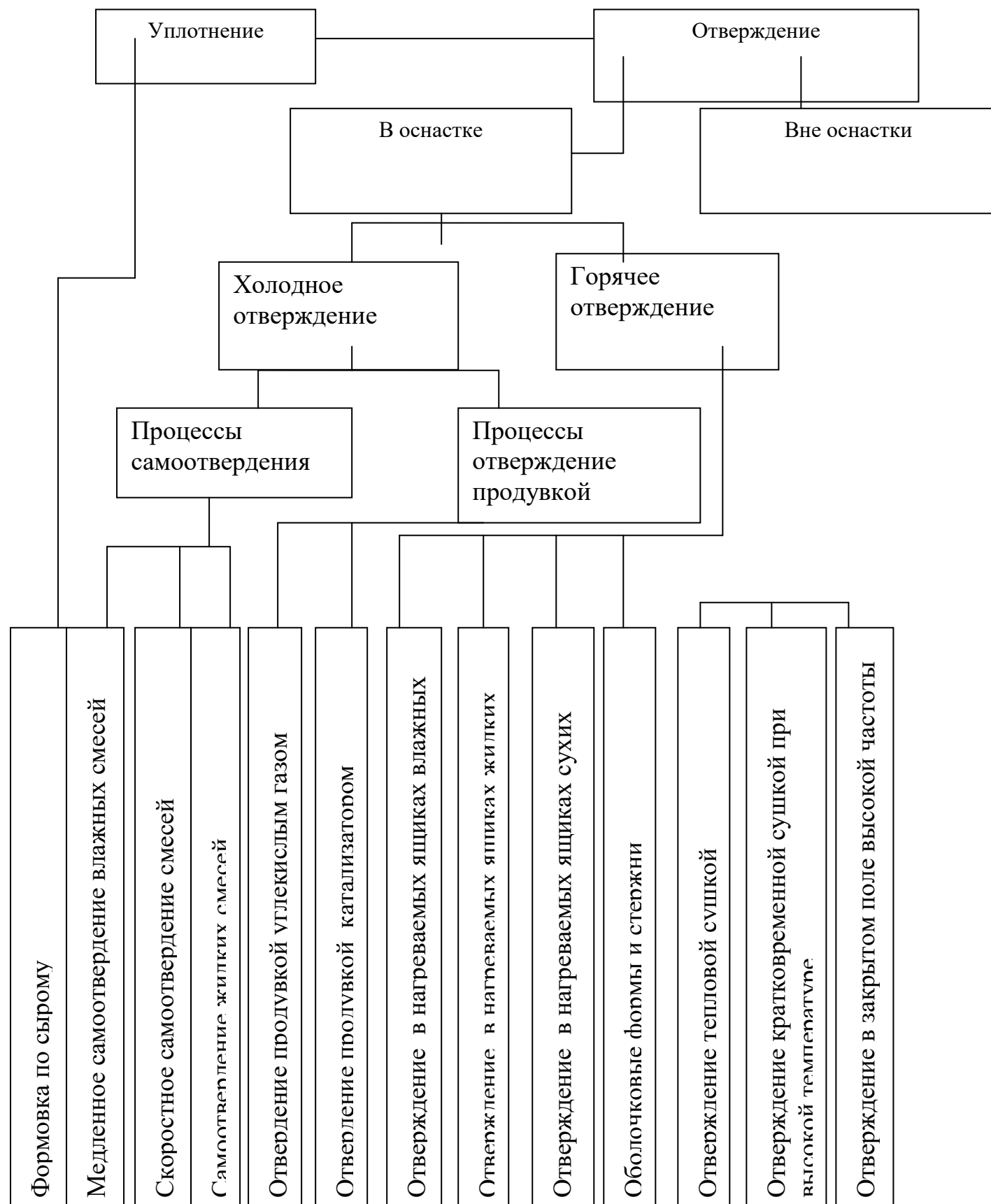
					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

26. СНИП 2.01.02 – 85* «Противопожарные нормы». Утвержденно постановлением Госстроя СССР N 18 от 24 апреля 1991 г.
27. Соколов Н. А. Литье в оболочковые формы. М.: Машиностроение, 1969. 328 с.
28. Титов Н. Д., Степанов Ю. А. Технология литейного производства. М.: Машиностроение, 1974. 472 с.
29. Усенкулов Ж.А., Оразбаев Ж.И. Натурное обследование строительных конструкций реконструируемых промышленных зданий: Сборник научных трудов. КазГАСА. 1996. 253 с.
30. Чуркин Б.С., Гофман Э. Б. Разработка квалификационных характеристик основных рабочих литейных профессий//Прогрессивные технологические процессы и подготовка кадров для литейного производства: Сб. науч. тр./Под ред. Б. С. Чуркина. Екатеринбург: Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 1996. Вып.2. 172 с.
31. Чуркин Б. С. Экономика и управление производством: Учебное пособие. Екатеринбург: Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 1999. 91 с.
32. Официальный сайт завода "Палмаш" [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://palmash.com/service_lo_oiof.html
33. Официальный сайт компании ООО "Уралэлектрощет" [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://www.uralelectropech.ru/products/termo_atmosfer_3/
34. Официальный сайт завода "Рэлтек" [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://www.reltec.biz/ru/txt_013.php

					ДП 44.03.04. 519 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Слайд №1

Классификация технологических процессов изготовления стержней



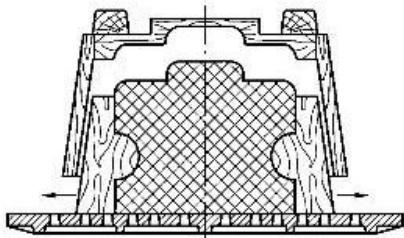
Слайд №2

Технологические операции при изготовлении стержней



Слайд №3
Уплотнение стержневой смеси

ВЫТЯЖНОЙ СТЕРЖНЕВОЙ
ЯЩИК С ВКЛАДЫШЕМ



СТЕРЖНЕВОЙ ЯЩИК С ПЛОСКИМ
ВЕРТИКАЛЬНЫМ РАЗЪЕМОМ

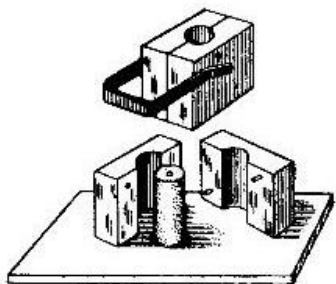
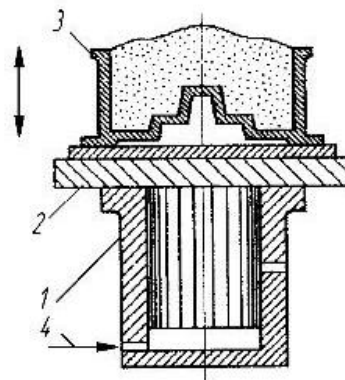


СХЕМА УПЛОТНЕНИЯ СТЕРЖНЯ
НА ВСТРЯХИВАЮЩЕЙ МАШИНЕ



- 1 – встряхивающий механизм;
- 2 – стол; 3 – стержневой ящик;
- 4 – подача сжатого воздуха

Слайд №4

α -SET-ПРОЦЕСС (РАЗНОВИДНОСТЬ NO-BAKE-ПРОЦЕССА)

Связующее, отвердитель (катализатор), продукты твердения	Связующее – сильно ошелаченная фенолформальдегидная смола (полифенолят). Отвердители – жидкие ацетаты глицерина или этиленгликоля, гамма-бутиролактон или пропиленкарбонат. Продукт твердения – резит.
Особенности процесса	Стержни и формы изготавливают на комплексно-механизированных поточных линиях. Для получения отливок без пригара необходимо применять противопригарные краски: водные (с подсушкой) либо сажевысыхающие. Скорость отверждения регулируют, выбирая соответствующую марку отвердителя (быстрого, среднего и замедленного действия).
Преимущества процесса	Использование ХТС одного и того же типа при получении отливок из чугуна и стали. Достаточная прочность стержней (примерно на уровне ХТС с фурановыми смолами). Низкая гигроскопичность стержней, отсутствие заметного разупрочнения под влиянием влаги воздуха. Высыпаемость смеси из отливок при выбивке. Высокое качество отливок из черных сплавов, достаточная размерная точность. Благоприятные санитарно-гигиенические условия труда на стержневых участках и несколько лучшие, чем при использовании ХТС на фурановых смолах и Per Set-процесса, на заливочных. Связующие и отвердители для процесса производят в России. Капитальные затраты на приточно-вытяжную вентиляцию в 1,5-2 раза меньше, чем для ХТС на фурановых смолах.
Недостатки процесса	Более высокая стоимость связующих материалов по сравнению с ХТС на фурановых смолах (в 1,2-1,4 раза). Капитальные затраты на оборудование аналогичны затратам для ХТС на фурановых смолах. Более сложный и затратный (по сравнению с ХТС на фурановых смолах) способ регенерации отработанных смесей: обязательность химической нейтрализации возврата (из-за его высокой щелочности) и его термообработка при 700-750°С. Недостаточный опыт использования процесса на литейных предприятиях России.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04. 519 ПЗ				