

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

**ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТАЛЬНЫХ ОТЛИВОК ДЛЯ
МАШИНОСТРОЕНИЯ С ГОДОВЫМ ВЫПУСКОМ 25 000 ТОНН**

Пояснительная записка к дипломной работе
44.03.04 ПЗ

ЕКАТЕРИНБУРГ

2017

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

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой МСП
_____ Б.Н. Гузанов
« ___ » _____ 20 г.

**ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТАЛЬНЫХ ОТЛИВОК ДЛЯ
МАШИНОСТРОЕНИЯ С ГОДОВЫМ ВЫПУСКОМ 25 000 ТОНН**

Выпускная квалификационная работа бакалавра
по направлению 44.03.04 Профессиональное обучение

Идентификационный код ВКР: 085

Исполнитель:
студент группы ЗМП–403С

(подпись)

А.В. Кулаков

Руководитель:
доцент кафедры МСП,
канд. техн. наук, доцент

(подпись)

В.В. Сапронов

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

(подпись)

Ю.И. Категоренко

ЕКАТЕРИНБУРГ

2017

РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 119 листов машинописного текста, 5 рисунков, 41 таблица, 35 источника литературы, графическую часть на 7 листах формата А1.

В дипломном проекте разработана система организации технологического процесса изготовления отливок из углеродистых сталей для машиностроения с годовым выпуском 25 тыс. тонн.

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

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

Рассмотрены вопросы безопасности труда производственных рабочих и охраны окружающей среды.

Разработан тематический план производственного обучения мадельщиков по стальным маделям.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ОТЛИВКА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ, ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ МОЩНОСТЬ, СЕБЕСТОИМОСТЬ, ОХРАНА ПРИРОДЫ, ОХРАНА ТРУДА, КОММЕРЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ЛИТЬЕ ПОД ДАВЛЕНИЕМ, ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ.

| | | | | | | | | |
|------------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---|---|-------------|---------------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | | | |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | | | |
| <i>Разраб</i> | | Кулаков А.В. | | | Организация технологического процесса изготовления отливок из углеродистых сталей для машиностроения с годовым выпуском 25 тыс. тонн Пояснительная записка | <i>Лит.</i> | <i>Лист</i> | <i>Листов</i> |
| <i>Проверил</i> | | Сапронов В.В. | | | | | | 3 |
| <i>Проверил</i> | | | | | | ФГАОУ ВО РГППУ, ИИПО каф МСП группа ЗМП 403С | | |
| <i>Н. Контр.</i> | | Категоренко ЮИ | | | | | | |
| <i>Утвердил</i> | | | | | | | | |

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| Введение | 7 |
| 1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ | 9 |
| 1.1 место расположения проектируемого технологического процесса | 9 |
| 1.2 Фонды времени и режимы работы цеха | 10 |
| 1.3 Производственная программа цеха | 10 |
| 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ | 13 |
| 2.1 Выбор технологии производства отливок | 13 |
| 2.2 Технические условия и характеристика детали | 13 |
| 2.3 Материал отливки и его свойства | 14 |
| 2.4 Выбор способа производства отливки | 15 |
| 2.5 Формовочные и стержневые смеси | 16 |
| 2.6 Определение количества стержней и их размеров | 18 |
| 2.7 Конструирование и расчет литниковой системы | 18 |
| 2.8 Конструирование и расчет прибылей | 19 |
| 2.9 Выбор внутреннего холодильника | 21 |
| 2.10 Выбор и обоснование типа литниковой системы и способа заливки сплава в форму | 22 |
| 2.11 Расчет оптимальной продолжительности заливки и площадей сечений литниковых каналов | 23 |
| 3. РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ ЦЕХА | 28 |
| 3.1 Формовочное отделение | 28 |
| 3.2 Расчет программы формовочного отделения | 32 |
| 3.3 Стержневое отделение | 34 |
| 3.4 Описание конструкции установки | 38 |
| 3.5 Смесеприготовительное отделение | 40 |
| 3.6 Шихтовый двор | 42 |
| 3.7 Плавильное отделение | 43 |

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

| | | |
|------|---|----|
| 3.8 | Технология плавки в дуговой печи | 47 |
| 3.9 | Выплавка стали в кислых дуговых печах | 48 |
| 3.10 | Область применения. Преимущества и недостатки. Шлаки кислого процесса | 49 |
| 3.11 | Особенности выплавки стали в кислых печах | 52 |
| 3.12 | Устройство и принцип действия дуговой печи постоянного тока | 54 |
| 3.13 | Заливка стали | 55 |
| 3.14 | Футеровка сталеразливочного ковша | 56 |
| 3.15 | Промежуточный ковш-дозатор | 61 |
| 3.16 | Охлаждение отливок | 63 |
| 3.17 | Выбивка | 64 |
| 3.18 | Расчет шихты для приготовления сплава 65Г на 100кг | 66 |
| 4. | ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ | 69 |
| 4.1 | Расчет списочного состава работающих | 69 |
| 4.2 | Организация и планирование заработной платы | 74 |
| 4.3 | Отчисления на социальные нужды | 79 |
| 4.4 | Расчет капитальных затрат и амортизационных отчислений | 80 |
| 4.5 | Определение затрат и планирование себестоимости продукции | 82 |
| 4.6 | Расчет плановых постоянных и переменных затрат | 86 |
| 4.7 | Технико-экономические показатели | 87 |
| 5. | Методический план подготовки и повышение квалификации по профессии модельщик по металлическим моделям | 89 |
| 5.1 | Изучение квалификационной характеристики для разных разрядов по выбранной специальности «Модельщик по металлическим моделям», используя ЕТКС. | 90 |

| | |
|---|-----|
| 5.2 Анализ федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности «Модельщик по металлическим моделям». | 92 |
| 5.3 Разработка учебного плана по профессии «Модельщик по металлическим моделям». | 94 |
| 5.4 Вывод | 96 |
| 6. Безопасность и экологичность проекта | 97 |
| 6.1. Безопасность труда | 97 |
| 6.1.1. Характер трудового процесса | 98 |
| 6.1.2. Условия труда | 99 |
| Выводы | 107 |
| 6.2 Экологическая безопасность проекта | 108 |
| 6.2.1. Глобальные экологические проблемы современности | 108 |
| 6.2.2 Анализ связей технологического процесса с экологическими системами | 111 |
| 6.2.3. Основные характеристики технологического процесса | 114 |
| 6.2.4. Основные требования экологизации проекта | 115 |
| Список использованных источников | 117 |

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

ВВЕДЕНИЕ

Литейное производство является одной из основных отраслей современного машиностроения. Почти все машины и механизмы имеют литые детали – станки и прокатные станы, автомобили и самолеты, тракторы и локомотивы, гидротурбины и т.д.

Перспективность литейной технологии изготовления заготовок и деталей различного назначения обусловлено надежностью и универсальностью, позволяющими получать изделия из различных сплавов массой от граммов до сотен тонн с размерами от десятков миллиметров до десятков метров.

При улучшении организации производства, совершенствовании техники и технологии, применение прогрессивных методов литья, улучшение качества отливок позволяет получить больше продукции при относительно меньшей численности работающих.

Основными процессами литейного производства являются: плавка металла, изготовление форм, заливка металла и охлаждение, выбивка, очистка, обрубка отливок, термическая обработка и контроль качества отливок.

Литейное производство позволяет получать заготовки сложной конфигурации с минимальными припусками на обработку резанием, хорошими механическими свойствами. Технологический процесс изготовления отливок механизирован и автоматизирован, что снижает стоимость литейных заготовок.

Характерной особенностью литейного производства является однонаправленность и непрерывность производственного процесса изготовления отливок, то есть процесса формовки заливки форм.

В проектируемом нами цехе производится ремонтное литье для нужд ОАО «Первоуральского Новотрубного завода». ОАО «Первоуральский новотрубный завод» — российское предприятие металлургической отрасли в

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

г. Первоуральске (Свердловской области). Входит в группу ЧТПЗ. Одно из крупнейших предприятий России и Европы по выпуску стальных труб.[26]

В настоящее время завод располагает практически всеми основными технологиями производства стальных труб и баллонов.

На предприятии производится свыше 25 тысяч типоразмеров труб и трубных профилей из 200 марок углеродистых, легированных и нержавеющей сталей по 34 российским и 25 иностранным стандартам, а также по 400 техническим условиям.

Цех характеризуется высокой серийностью номенклатуры отливок, вид литья – стальные отливки различной сложности и конфигурации.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Место расположения проектируемого технологического процесса

Проектируемый технологический процесс намечено разместить на имеющихся площадях “ОАО Первоуральский Новотрубный завод” г.Первоуральска Свердловской области исходя из следующих предпосылок: наличие на предприятии энергоснабжения, систем отопления, электро- и водоснабжения, наличие железнодорожной ветки, близость с другими участками заводского комплекса.

Литейный цех относится к сталелитейным цехам серийного типа производства. Мощность цеха 28 тыс. тонн годных отливок в год.

Из них 20 тыс. тонн составляет внутреннее потребление завода, а 8 тыс. тонн сторонние заказы.

Сталелитейный цех состоит из производственных и вспомогательных отделений, складских и служебно - бытовых помещений.

Производственные отделения – плавильное - включая приготовление шихты; формовки, заливки, выбивки – включая сушильные установки, отделение обрубки и термообработки литья с участками исправления литья и гидроиспытаний литья. Вспомогательных отделений – ремонтного, модельного, ковшевого хозяйства, лабораторий, участков подготовки свежих формовочных материалов, участков регенерации смесей, участков получения углекислоты. Участки складов шихты, свежих формовочных материалов, опок, приспособлений, отливок. Служебно-бытовых помещений: контора цеха, технологическое бюро, службы механика и энергетика, бухгалтерия, ОТиЗ, БТК, душевые, комната отдыха.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

1.2 Фонды времени и режимы работы цеха

Существует три фонда времени: календарный, номинальный и действительный. В условиях мелкосерийного производства в проектируемом цехе предусматриваем двухсменный параллельный режим работы.

Календарный фонд определяется из расчета $365 \times 24 = 8760$ ч.

Номинальный фонд определяется из выражения:

$$T_n = (D - P) \times C \times Ч,$$

где D – число дней в году;

P – число выходных и праздничных дней в году;

C – число смен работы оборудования;

$Ч$ – продолжительность одной смены, ч.

$$T_n = 247 * 16 = 3952 \text{ ч.}$$

Действительный фонд времени учитывает простои оборудования, связанные с плановыми ремонтами или болезнью рабочего. Этот фонд времени можно рассчитать приняв число часов простоя как 4,5 % от номинального времени при двухсменной работе. Вычитая это время из номинального, получим действительный фонд времени.

$$T_d = 3952 - 178 = 3774 \text{ ч.}$$

1.3 Производственная программа цеха

Производственная программа цеха – служит основанием для проектирования всех отделений, содержит задание на годовой выпуск литья по каждому изделию основной продукции.

Составим производственную программу цеха производительностью 25000т годного литья в год.

Производственная программа цеха приведена в таблице 1.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Таблица 1 – Производственная программа цеха

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------|-----------------------|--------------|---------------------|--|-----------------------------------|---------------------------------|--|---------------------------------|--------------------------|
| Массовая группа | Наименование отливков | Марка сплава | Масса 1 отливки, кг | Масса жидкого металла на 1 отливку, кг | Кол-во отливок в одной форме, шт. | Масса отливков на программу, т. | Масса жидкого металла на программу, т. | Количество отливок на программу | Количество форм тыс. шт. |
| 5-50 | Ролик | 65Г | 9.2 | 12.8 | 4 | 500 | 696 | 54378 | 13,5 |
| | Крышка | 25Л | 28 | 39 | 4 | 500 | 696 | 17857 | 4,4 |
| | Втулка | 25Л | 32 | 45 | 3 | 500 | 703 | 15625 | 5,2 |
| | Стакан | 35Л | 43 | 60 | 3 | 500 | 697 | 11627 | 3,8 |
| | Корпус | 35Л | 50 | 70 | 2 | 1000 | 1400 | 20000 | 10 |
| | Итого | | | | | 3000 | 4192 | 119478 | 48,95 |
| 50-250 | Обойма | 25Л | 52 | 73 | 2 | 500 | 701 | 9615 | 4,8 |
| | Обойма | 25Л | 61 | 85.5 | 2 | 500 | 700 | 8196 | 4,1 |
| | Рычаг | 25Л | 68 | 95 | 2 | 500 | 698 | 7352 | 3,7 |
| | Крышка | 65Г | 73 | 102 | 2 | 500 | 698 | 6849 | 3,4 |
| | Крышка | 35Л | 89 | 124,5 | 2 | 750 | 1049 | 8426 | 4,2 |
| | Фланец | 65Г | 96 | 144 | 2 | 750 | 1124 | 7812 | 3,9 |
| | Кронштейн | 25Л | 112 | 171 | 1 | 750 | 1145 | 6696 | 6,7 |
| | Фланец | 35Л | 150 | 210 | 1 | 750 | 1050 | 5000 | 5,0 |
| | Кронштейн | 35Л | 164 | 230 | 1 | 750 | 1051 | 4573 | 4,6 |
| | Подпятник | 50Л | 182 | 255 | 1 | 750 | 1050 | 4120 | 4,1 |
| | Втулка | 30Л | 200 | 280 | 1 | 750 | 1050 | 3750 | 3,7 |
| Обойма | 65Г | 205 | 287 | 1 | 750 | 1049 | 3658 | 3,6 | |
| Рычаг | 50Л | 250 | 350 | 1 | 1000 | 1400 | 4000 | 4,0 | |
| | Итого | | | | | 9000 | 12765 | 80047 | 55,8 |
| 250-500 | Втулка | 35Л | 271 | 379 | 1 | 500 | 699 | 1845 | 1,8 |
| | Обойма | 25Л | 285 | 399 | 1 | 500 | 699 | 1754 | 1,7 |
| | Крышка | 25Л | 300 | 420 | 1 | 500 | 699 | 1666 | 1,7 |
| | Крышка | 35Л | 356 | 498 | 1 | 500 | 1048 | 2106 | 2,1 |
| | Шайба | 35Л | 384 | 537 | 1 | 500 | 1048 | 1953 | 1,9 |
| | Хомут | 25Л | 393 | 550 | 1 | 500 | 1049 | 1908 | 1,9 |
| | Корпус | 50Л | 402 | 563 | 1 | 750 | 1049 | 1865 | 1,8 |
| | Фиксатор | 50Л | 425 | 595 | 1 | 750 | 1049 | 1764 | 1,8 |
| | Подшипник | 50Л | 438 | 613 | 1 | 750 | 1049 | 1712 | 1,7 |
| | Рычаг | 35Л | 456 | 638 | 1 | 750 | 1048 | 1644 | 1,6 |
| | Втулка | 35Л | 467 | 654 | 1 | 750 | 1049 | 1605 | 1,6 |
| | Плита | 35Л | 472 | 661 | 1 | 750 | 1050 | 1588 | 1,6 |
| | Шкив | 50Л | 488 | 683 | 1 | 750 | 1049 | 1536 | 1,5 |
| | Крышка | 50л | 490 | 686 | 1 | 750 | 1049 | 1530 | 1,5 |
| Сегмент | 50л | 500 | 700 | 1 | 1000 | 1400 | 2000 | 2,0 | |

ДП 051000.62.528.ПЗ

Лист

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

| | | | | | | | | | |
|----------|----------|-----|-----|------|---|------|-------|-------|------|
| | Итого | | | | | 9000 | 15034 | 26476 | 26,2 |
| 500-1000 | Корпус | 50Л | 550 | 770 | 1 | 750 | 1049 | 1363 | 1,3 |
| | Траверса | 50Л | 644 | 902 | 1 | 750 | 1049 | 1164 | 1,2 |
| | Стойка | 50Л | 710 | 994 | 1 | 750 | 1050 | 1056 | 1,1 |
| | Плита | 50Л | 830 | 1162 | 1 | 750 | 1049 | 903 | 0,9 |
| | Корпус | 50Л | 912 | 1277 | 1 | 1000 | 1399 | 1096 | 1,1 |
| | Итого | | | | | 4000 | 5596 | 5582 | 5,6 |

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Выбор технологии производства отливок

Для производства отливок в условиях серийного производства выбрана машинная формовка. Изготовление отливок целесообразно проводить в песчано-глинистые формы с применением машинной формовки. Формовочные машины позволяют механизировать самые трудоемкие процессы изготовления форм: уплотнение смеси в опоке и извлечение модели из формы. Механизация формовки обеспечивает более высокое качество, и в первую очередь большую точность отливок, облегчает условия труда формовщиков, повышает производительность труда.

Для индивидуального и мелкосерийного производства присутствует участок ручной формовки. Все отливки изготавливаются литьем в песчано-глинистые формы, как самый дешевый и эффективный способ литья.

2.2 Технические условия и характеристика детали

Деталь «Корпус катушки» является барабаном катушки с передачей, входящей в конструкцию буровой лебёдки ЛБУ-1200 и предназначена для работы по перемещению грузов с приёмных мостков на буровую площадку внутри буровой. Деталь условно разделили на две части: на левой части барабана $d=350$ мм постоянно намотан канат, правая часть $d=260$ мм служит для намотки каната при свинчивании труб.

Масса детали- 250 кг.

Габаритные размеры- $d=640$ мм; $H=420$ мм.

Средняя толщина стенки равна 35 мм.

Исходя из условий эксплуатации детали, в качестве конструктивного материала применяется углеродистая сталь марки 35Л ГОСТ 977-88 [1].

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|---------------------|------|
| | | | | | ДП 051000.62.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

2.3 Материал отливки и его свойства

Химический состав и механические свойства стали марки 35К приведены табл. 2 и 3.

Таблица 2 – Химический состав стали марки 35Л [1]

| C | Si | Mn | Cr | Ni | Cu | S | P |
|-----------|-----------|-----------|-------|-------|-------|--------|-------|
| 0,32-0,40 | 0,20-0,52 | 0,50-0,80 | ≤0,30 | ≤0,30 | ≤0,30 | ≤0,045 | ≤0,40 |

Таблица 3 – Механические свойства стали марки 35Л [1]

| Предел текучести, δ_T , МПа | Временное сопротивление, δ_B , МПа | Относительное удлинение, δ , % | Относительное сужение, ψ , % | Ударная вязкость, КСU, кДж/м ² |
|------------------------------------|---|---------------------------------------|-----------------------------------|---|
| 343 | 540 | 16 | 20 | 294 |

Линейная усадка: 2,2-2,3%

Свойства и полезная информация:

Удельный вес: 7850 кг/м³

Термообработка: Состояние поставки

Твердость материала: НВ 10⁻¹ = 241 Мпа

Температура критических точек: $A_{c1} = 721$, $A_{c3}(A_{cm}) = 745$, $A_{r3}(A_{rcm}) = 720$, $A_{r1} = 670$, $Mn = 270$

Температураковки, С: начала 1250, конца 780-760. Охлаждение заготовок сечением до 100 мм производится на воздухе, сечения 101-300 мм в мульде.

Обрабатываемость резанием: в закаленном и отпущенном состоянии при НВ 240 и $\sigma_B=820$ МПа, $K_{v_{тв.спл}}=0,85$ и $K_{v_{б.ст}}=0,80$

Свариваемость материала: не применяется для сварных конструкций. КТС - без ограничений.

Флокеночувствительность: малочувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости: склонна при содержании $Mn \geq 1\%$

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | ДП 04.03.04.528.ПЗ | | | | | |

2.4 Выбор способа производства отливки

Изготовление отливки целесообразно проводить в сырые песчано-глинистые формы с применением машинной формовки. Формовочные машины позволяют механизировать самые трудоемкие процессы изготовления форм: уплотнение смеси в опоке и извлечение модели из формы. Механизация формовки обеспечивает более высокое качество, и в первую очередь большую точность отливок, облегчает условия труда формовщиков, повышает производительность труда.

Изготовление отливок в сырых формах является наиболее экономичным способом, так как в этом случае не требуется площадь для установки сушильных агрегатов и складирования форм перед сушкой и дополнительный расход топлива. При изготовлении формы этим способом по сравнению с формовкой по-сухому значительно сокращается цикл изготовления отливки и снижается ее себестоимость.

В зависимости от способа литья, максимального размера отливки и типа металла определяем класс точности отливки и припуски на механическую обработку ГОСТ Р 53464-2009[3].

В зависимости от способа изготовления, конфигурации поверхностей, массы, максимального геометрического размера, толщины стенок, характеристики выступов, ребер, утолщений, отверстий, количества стержней, характера механической обработки и шероховатости обработанных поверхностей, назначения и особых технических требований предусмотрено деление отливок на 5 групп сложности.

Для нашей отливки выбираем 2 группу сложности.

Характеристики точности отливки выбираем по ГОСТ Р 53464-2009[3].

Класс размерной точности: 9-13

Принимаем класс размерной точности 11 (средняя сложность конфигурации и серийное производство).

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Находим класс точности массы отливки: 9Т-16

Принимаем класс точности массы 12 (средняя сложность конфигурации и серийное производство).

Находим степень точности поверхности отливки: 13-19

Принимаем степень точности поверхности 14.

Принимаем ряд припусков 6.

Определяем допуски на обрабатываемые поверхности и припуски на механическую обработку в таблице 4.

Таблица 4 - Допуска и припуски на механическую обработку.

| Поверхности, мм. | Допуск, мм. | Припуск, мм. |
|------------------|-------------|--------------|
| 5 | 2,2 | 3,3 |
| 17 | 3,2 | 4,4 |
| 20 | 3,2 | 4,4 |
| 100 | 4,4 | 5,6 |

Определяем степень коробления элементов отливки- 6.

Точность отливки 11 – 6 – 14 – 12 ГОСТ Р 53464-2009

2.5 Формовочные и стержневые смеси

Формовочная смесь, образуя литейную форму, испытывает в процессе затвердевания в ней отливки сложные термические, механические и физико-химические воздействия.

Формовочные наполнители образуют основу смеси и должны удовлетворять следующим требованиям:

- высокая огнеупорность, так как температура плавления наполнителя должна быть выше температуры плавления заливаемого в форму металла;
- минимальная газотворность;
- низкая себестоимость;

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

- низкое содержание вредных примесей.

В качестве наполнителя формовочной смеси используем кварцевые пески.

Связующие материалы предназначены для обеспечения сил связи между зернами наполнителя в формовочных и стержневых смесях. Для того чтобы смеси имели достаточные механические и технологические свойства.

Связующие должны удовлетворять следующим требованиям:

- придавать смеси высокую удельную прочность;
- не допускать прилипания смеси к поверхности модели или стержневого ящика;
- обеспечить получения качественной поверхности отливок без пригара.

Формовочные смеси готовятся с использованием отработанной смеси. Перед повторным использованием отработанная смесь проходит регенерацию. Максимальное использование отработанной смеси в литейном производстве обусловлено не только экономическими и технологическими соображениями, но и необходимо с экологической точки зрения, так как многие смеси содержат вредные вещества и хранение их в отвалках недопустимо[27]. Состав формовочной смеси в таблице 5.

Таблица 5 - Формовочная смесь

| Масса отливки, кг | Толщина стенки отливки, мм | Зерновой состав песка | Смесь | Состав смеси | | | | Свойства | | |
|-------------------|----------------------------|-----------------------|--------------|-----------------|-----------------|----------|-------------------|--------------|---------------------------|----------------------------------|
| | | | | Отраб. смесь, % | Кварц. песок, % | Глина, % | Сульфит. барда, % | Влажность, % | Газопроницаемость, ст.ед. | Предел прочности при сжатии, кПа |
| 90,3 | 40 | 02 | Облицовочная | 75-90 | 20,5-51,5 | 4-8 | 0,3-0,5 | 4-5 | 100-120 | 40-60 |
| | | | Единая | 92-90 | 6,5-8 | 1,0-1,5 | 0,5-1,0 | 3,4-4,5 | 80-100 | 30-50 |

Состав стержневой смеси в таблице 6.

Таблица 6 - Стержневая смесь

| Состав смеси, вес. % | | Лигносульфанат, % | Крепитель УСК, % | Свойства | | |
|----------------------|-----------------------|-------------------|------------------|--------------|---------------------------|----------------------------------|
| Песок кварц. | Глина огнеуп. молотая | | | Влажность, % | Газопроницаемость, ст.ед. | Предел прочности при сжатии, кПа |
| 95-97 | 3-5 | 5,0-6,0 | 3,2-4,0 | До 3,5 | >90 | 0,17-0,3 |

2.6 Определение количества стержней и их размеров

В данной технологии мы используем два типа стержней:

Первый стержень выполняет внутреннее отверстие в ступице диаметром 85мм, расположенный вертикально при заливке. Знак высотой 30мм увеличен по диаметру до 85 мм для предотвращения всплытия стержня. $S_1=1,1$ мм, уклон – 4°.

Второй выполняет полость на внешнем ободе, расположен горизонтально кругом. Для удобства сборки стержень разделен на четыре части.

2.7 Конструирование и расчет литниковой системы

Литниковая система - это совокупность каналов в литейной форме, через которые металл из ковша поступает в полость формы. Литниковая система состоит из литниковой воронки, стояка, зумпфа, литникового хода и питателей.

Литниковая воронка - металлоприемник предназначенный для направления потока жидкой стали в стояк.

Стояк - вертикальный литниковый канал, примыкающий к литниковой воронке.

Зумпф- углубление под стояком, предназначенное для смягчения

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

ДП 04.03.04.528.ПЗ

удара струи металла в стенку формы, уменьшая возможность образования корольков в начале заливки формы и предохранения от попадания в поток жидкого металла неметаллических составляющих со дна стояка.

Литниковый ход — промежуточный распределительный канал, соединяющий стояк с другими элементами литниковой системы.

Питатели - литниковые каналы, примыкающие непосредственно к отливке.

Литниковая система должна обеспечить:

1. заполнение формы за оптимальное время;
2. плановое поступление металла в полость формы без разбрызгивания и размывания стенок формы и стержней.[28]

При производстве отливок на автоматических формовочных линиях наибольшее применение находят автоматические заливочные установки, которые обеспечивают точную дозировку металла, минимальные потери жидкого металла при заливке и не тормозят процесс изготовления форм на линии, т. е. заливку можно производить при непрерывном ходе автоматической линии, что повышает производительность.

2.8 Конструирование и расчет прибылей

Прибыль - это элемент литниковой системы для питания отливки жидким металлом в период затвердевания и усадки.

Для обеспечения питания отливки жидким металлом из прибыли необходимо выполнять следующие условия:

- запас металла в прибыли должен быть таким, чтобы его хватало на компенсацию усадки во время затвердевания отливки;
- прибыль должна затвердевать позже отливки;
- прибыль должна обеспечивать гидростатический напор для постоянной подпитки зоны затвердевания;

| | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|--------------------|------|
| | | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | |

- прибыль на отливке необходимо ставить там, где она обеспечивает доступ жидкого металла в участки отливки, затвердевающие последними.

Для отливки «Корпус катушки» наилучшим местом установки прибылей является верхняя поверхность отливки. Для лучшего питания отливки необходимо установить две прибыли.

Для расчёта прибылей применим метод Й. Пржибыла. Этот метод применим для многих литейных сплавов, и даёт более надёжные результаты в случае образования концентрированных усадочных раковин.

Для расчёта прибылей используем формулу [3]:

$$V_{\text{пр}} = \frac{\beta \cdot \varepsilon_v}{1 - \beta \cdot \varepsilon_v} \cdot V_0,$$

где β - коэффициент, зависящий от рода сплава и от рабочего давления в прибыли;

ε_v - часть объёмной усадки сплава, принимающей участие в формировании усадочной раковины;

V_0 - объём питаемого узла.

Для питания отливки устанавливаем две закрытые куполообразные цилиндрические прибыли.

Определим объём одной прибыли:

$$V_{\text{пр}} = \frac{11 \cdot 0,04}{1 - 11 \cdot 0,04} \cdot 12,3 = 9,65 \text{ дм}^3.$$

Определим массу одной прибыли:

$$Q_{\text{пр}} = V_{\text{пр}} \cdot \rho,$$

где $Q_{\text{пр}}$ – масса прибыли, кг;

$V_{\text{пр}}$ – объём прибыли, дм³;

ρ – плотность стали, кг/дм³.

$$Q_{\text{пр}} = 9,65 \cdot 7,8 = 69,5 \text{ кг}.$$

Суммарная масса прибылей равна $69,5 \cdot 2 = 139$ кг.

Рассчитаем высоту прибыли по формуле [3]:

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

$$h_{\text{пр}} = \frac{V_{\text{пр}}}{\pi \cdot r^2} - \frac{2}{3} \cdot r,$$

где $h_{\text{пр}}$ – высота прибыли, мм;

r – радиус прибыли, мм.

$$H_{\text{пр}} = h_{\text{пр}} + r,$$

где $H_{\text{пр}}$ – общая высота прибыли, мм.

$$h_{\text{пр}} = \frac{9650000}{3,14 \cdot 115^2} - \frac{2}{3} \cdot 115 = 155 \text{ мм.}$$

$$H_{\text{пр}} = 155 + 115 = 270 \text{ мм.}$$

Для питания отливки «Корпус катушки» устанавливаем две закрытые конусообразные цилиндрические прибыли $d=230$ мм, $H=270$ мм.

2.9. Выбор внутреннего холодильника

В нижний тепловой узел установим внутренний холодильник в виде спирали.

Исходя из размеров теплового узла, принимаем для изготовления спирали проволоку диаметром 3 мм. Диаметр спирали D составит 25 мм, шаг навивки спирали t – 10 мм.

Определим длину внутреннего холодильника :

$$l = (0,04 \dots 0,02) \cdot m_y / q,$$

где m_y – масса теплового узла, кг;

q – масса одного погонного метра спирального холодильника, кг.

$$l = 0,02 \cdot 47 / 0,546 = 1,7 \text{ м.}$$

На рисунке 1 показан внутренний холодильник для отливки «Корпус катушки».

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

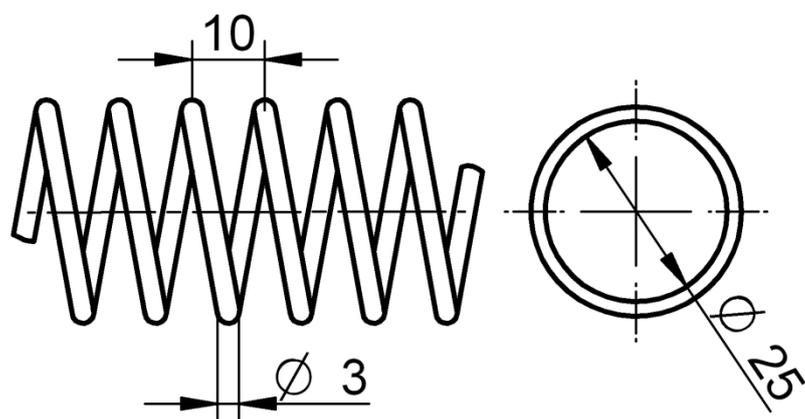


Рисунок 1 – Внутренний холодильник.

2.10 Выбор и обоснование типа литниковой системы и способа заливки сплава в форму

Правильная конструкция ЛС должна обеспечить непрерывную подачу расплава в форму по кратчайшему пути, спокойное и плавное ее заполнение, создание направленного затвердевания отливки, минимальный расход металла на ЛС, не вызывать местных разрушений формы вследствие большой скорости металла.

Для отливки из стали ЛС состоит из воронки, стояка, шлакоуловителя и питателя .

Расход сплава, протекающего через ЛС, определяется площадью узкого места системы. При литье сплавов, не склонных к окислению и вспениванию (типа углеродистых), в качестве узкого места принимают питатели. Поэтому выбираем замкнутую ЛС, то есть по ходу потока сплава площади сечений элементов системы уменьшаются. Замкнутость ЛС имеет важное значение для обеспечения улавливания шлака и неметаллических включений.[30]

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

2.11 Расчет оптимальной продолжительности заливки и площадей сечений литниковых каналов

Литниковая система - это совокупность каналов в литейной форме, через которые металл из ковша поступает в полость формы.

Литниковая система состоит из литниковой воронки, стояка, зумпфа, шлакоуловителя и питателей.

Литниковая система должна обеспечивать:

- заполнение формы за оптимальное время;
- плавное поступление металла в полость формы без разбрызгивания и размывания стенок формы и стержней;
- направленное затвердевание металла в отливке.

Для отливки «Корпус катушки» подвод металла осуществляется в нижнюю часть отливки, используя при этом, наружные стержни.

Рассчитаем литниковую систему при заливке из стопорного ковша без торможения струи. Используем следующий порядок расчёта:

- расчёт оптимальной продолжительности заливки;
- расчёт средней скорости подъёма уровня сплава;
- выбор узкого места литниковой системы;
- расчёт параметров стопорного ковша.

Для каждой отливки существует оптимальная продолжительность заполнения формы, удовлетворяющая неравенству [3]:

$$\tau_{\min} \leq \tau_{\text{зап}} \leq \tau_{\max}$$

Поэтому расчет литниковой системы произведем для первой и последней формы.

Произведем расчет литниковой системы для первой формы:

$$\tau_{\text{зап}} = S_1 \cdot \sqrt[3]{\delta \cdot Q_{\text{ж}}},$$

где $\tau_{\text{зап}}$ - продолжительность заливки, с;

S_1 - коэффициент, зависящий от рода сплава и массы жидкого металла;

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

δ - преобладающая толщина стенки отливки, мм;

$Q_{ж}$ - масса жидкого металла, приходящегося на одну отливку в форме, кг.

$$Q_{ж} = Q_{отл} + Q_{пр} + Q_{л.с.},$$

где $Q_{отл}$ - масса отливки, кг;

$Q_{пр}$ - масса прибылей, кг;

$Q_{л.с.}$ - масса литниковой системы, кг

$$Q_{л.с.} = 0,03 - 0,1(Q_{отл} + Q_{пр}),$$

$$Q_{л.с.} = 0,09 \cdot (490 + 139) = 56,6 \text{ кг},$$

$$Q_{ж} = 490 + 139 + 56,6 = 685,6 \text{ кг}.$$

Примем массу жидкого металла 690 кг.

$$\tau_{зап} = 1,2 \cdot \sqrt[3]{60 \cdot 690} = 41,5 \text{ с}.$$

Определим скорость подъема уровня сплава по формуле [3]:

$$v = H_0 / \tau_{зап},$$

где H_0 - высота отливки, мм.

$$v = 437 / 41,5 = 10,5 \text{ мм/с}.$$

Сравним среднюю скорость подъема уровня сплава в полости литейной формы с табличным значением. Скорость подъема уровня металла должна быть не менее 8 мм /с. Это удовлетворяет полученному значению скорости подъема.

Определим напор металла в ковше в начале заливки

$$\frac{G}{\rho} = \frac{(\pi \cdot D_k^2)}{4} \cdot (H_1' - H_1''),$$

где D_k - средний диаметр ковша, см;

H_1' - начальный уровень металла в ковше, см;

H_1'' - конечный уровень металла в ковше, см.

Принимаем уровень сплава в начале заливки:

$$H_1' = \frac{12}{16} \cdot H_{ковш} = \frac{12}{16} \cdot (1900 - 180) = 129 \text{ см},$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Средний диаметр ковша равен 180,5 см [3].

$$\frac{690}{0,0078} = \frac{3,14 \cdot 180,5^2}{4} \cdot (129 - H_1'');$$

$$H_1'' = 125,5 \text{ см.}$$

Определим площадь сечения стаканчика по формуле:

$$\frac{G}{\rho \cdot \tau_{\text{зап}}} = \mu_k \cdot \beta_p \cdot F_{\text{ст}} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_{\text{cp}}},$$

$$\sqrt{H_{\text{cp}}} = \frac{1}{2} \cdot (\sqrt{H_1'} + \sqrt{H_1''}),$$

где μ_k - коэффициент расхода металла при истечении через отверстие ковша,
 $\mu_k=0,8$;

β_p - коэффициент размыва стаканчика,

$\beta_p = 1$ в начале заливки,

$\beta_p = 1,25$ в конце заливки.

H_{cp} - средний напор металла в ковше, м;

$F_{\text{ст}}$ - площадь отверстия стаканчика, м²;

g - ускорение свободного падения, м/с².

$$\sqrt{H_{\text{cp}}} = \frac{1}{2} \cdot (\sqrt{129} - \sqrt{125,5}) = 11,3 \text{ см.}$$

$$H_{\text{cp}} = 127,7 \text{ см.}$$

$$\frac{690}{0,0078 \cdot 41,5} = 0,8 \cdot 1 \cdot F_{\text{ст}} \cdot \sqrt{2 \cdot 981 \cdot 127,7};$$

$$F_{\text{ст}} = 5,3 \text{ см}^2.$$

Определим диаметр стопорного стаканчика:

$$D_{\text{ст}} = \sqrt{\frac{F_{\text{ст}} \cdot 4}{\pi}};$$

$$D_{\text{ст}} = \sqrt{\frac{5,3 \cdot 4}{3,14}} = 26 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр стопорного стаканчика ковша 30 мм, тогда

$$F_{\text{ст}} = 7,075 \text{ см}^2.$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Рассчитаем площади узкого места литниковой системы. Площадь узкого места литниковой системы выбирается исходя из равенства расходов металла ковша и через литниковую систему. Исходя из равенства расходов, получим следующие формулы для расчета площади узкого места литниковой системы для начального и конечного моментов заполнения формы [3].

$$\sum F_{\text{лит.н}} = \frac{\mu_{\text{к}} \cdot \beta_{\text{п}}' \cdot F_{\text{ст}} \cdot \sqrt{H_1'}}{\mu \cdot \sqrt{h_{\text{н}}}},$$

$$\sum F_{\text{лит.к}} = \frac{\mu_{\text{к}} \cdot \beta_{\text{п}}'' \cdot F_{\text{ст}} \cdot \sqrt{H_1''}}{\mu \cdot \sqrt{h_{\text{к}}}},$$

где $F_{\text{ст}}$ – площадь сечения стаканчика ковша, см²;

μ – коэффициент расхода литниковой системы, $\mu=0,47$ [3];

$\beta_{\text{п}}'$ – коэффициент размыва стаканчика в начале заливки, $\beta_{\text{п}}'=1$;

$\beta_{\text{п}}''$ – коэффициент размыва стаканчика в конце заливки, $\beta_{\text{п}}''=1,25$;

H_1' – начальный уровень металла в ковше для данной отливки, см;

H_1'' – конечный уровень металла в ковше для данной отливки, см;

$h_{\text{н}}$ – начальный уровень металла в стояке, см;

$h_{\text{к}}$ – конечный уровень металла в стояке, см.

$$h_{\text{н}} = H_3' - (5 - 10),$$

$$h_{\text{к}} = H_3'' - (5 - 10),$$

где H_3' – уровень металла в стояке от места подвода до контрлада верхней опоки в начальный момент заливки металла в форму, $H_3'=780$ мм;

H_3'' – уровень металла в стояке от верха отливки до контрлада верхней опоки, $H_3''=500$ мм.

$$h_{\text{н}} = 78 - 5 = 73 \text{ см},$$

$$h_{\text{к}} = 50 - 5 = 45 \text{ см}.$$

$$\sum F_{\text{лит.н}} = \frac{0,8 \cdot 1 \cdot 7,065 \cdot \sqrt{129}}{0,47 \cdot \sqrt{73}} = 15,99 \text{ см}^2;$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

$$\sum F_{\text{пит.к}} = \frac{0,8 \cdot 1,25 \cdot 7,065 \cdot \sqrt{125,5}}{0,47 \cdot \sqrt{45}} = 25,1 \text{ см}^2.$$

Из полученных значений суммарной площади питателей выбираем наибольшее, т.е. 25,1 см².

Площади остальных элементов литниковой системы определим из соотношения:

$$\sum F_{\text{пит}} : \sum F_{\text{л.х}} : \sum F_{\text{ст}} = 1 : 1,15 : 1,3.$$

Литниковая система отливки «Корпус катушки» включает в себя два питателя, два литниковых хода, стояк и воронку.

Определим площадь сечения одного питателя.

$$F_{\text{пит}} = \sum F_{\text{пит}} / 2 = 25,1 / 2 = 12,55 \text{ см}^2.$$

Определим площадь сечения литникового хода.

$$\sum F_{\text{л.х.}} = 1,15 \cdot \sum F_{\text{пит}} = 1,15 \cdot 25,1 = 28,86 \text{ см}^2.$$

$$F_{\text{л.х.}} = \sum F_{\text{л.х.}} / 2 = 28,86 / 2 = 14,43 \text{ см}^2.$$

Определим площадь сечения стояка и его диаметр.

$$F_{\text{ст}} = 1,3 \cdot \sum F_{\text{пит}} = 1,3 \cdot 25,1 = 32,63 \text{ см}^2.$$

$$D_{\text{ст}} = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\text{ст}}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 32,63}{3,14}} = 6,4 \text{ см.}$$

Размеры литниковой воронки рассчитываем в зависимости от диаметра стояка и с учетом обеспечения нормальной заливки формы.

$$D_{\text{в}} = (2,7 \dots 3) \cdot D_{\text{ст}};$$

$$D_{\text{в}} = 3 \cdot 6,4 = 19,2 \text{ см.}$$

$$H_{\text{в}} = D_{\text{в}};$$

$$H_{\text{в}} = 19,2 \text{ см.}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

3. РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ ЦЕХА

3.1 Формовочное отделение

Формовочные и стержневые смеси — это многокомпонентные смеси формовочных материалов, соответствующих условиям технологического процесса изготовления неметаллических литейных форм (или стержней).

Формовочные смеси, приготовленные из кварцевых песков и глин, называют синтетическими, а из глинистых песков без добавления глины — естественными.

Формовочную или стержневую смесь для изготовления рабочего слоя формы или стержня называют облицовочной. Из такой смеси выполняют поверхностный слой (20—100 мм) разовой формы или стержня.

Формовочную или стержневую смесь, предназначенную для заполнения опоки или стержневого ящика после нанесения на модель облицовочной смеси, называют наполнительной.

Формовочную или стержневую смесь, применяемую одновременно в качестве облицовочной и наполнительной, называют единой.

Формовочную и стержневую смесь, использованную в технологическом процессе получения отливок, называют отработанной. Отработанную смесь, подготовленную для повторного употребления в качестве составляющей части формовочной смеси, называют оборотной.

Облицовочные и наполнительные смеси в основном применяют при ручной и редко при машинной формовке крупных и частично средних по размеру форм и стержней. Единые смеси используют при ручной формовке мелких форм и стержней и при машинном изготовлении различных по размерам форм и стержней.

Соприкасающиеся с расплавом слои смеси сильно нагреваются, подвергаются динамическим и статическим нагрузкам. Поэтому

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

облицовочные смеси кроме высокой прочности должны иметь достаточную огнеупорность. Эти свойства обеспечиваются введением в смеси большого количества свежих формовочных материалов, а также в некоторых случаях различных связующих и специальных добавок.

Наполнительные смеси должны обладать достаточной прочностью и высокой газопроницаемостью, в них добавляют небольшое количество свежих формовочных материалов. Единые формовочные смеси состоят из 95—85% оборотной смеси и 5—15% свежих формовочных материалов. Единые и облицовочные смеси в сыром состоянии имеют предел прочности на сжатие 0,3—0,8 кгс/см², а после сушки— 1—2 кгс/см², газопроницаемость смесей 60—120 ед.

К стержневым смесям предъявляют более высокие требования, чем к формовочным по прочности, податливости, газопроницаемости и огнеупорности. Приготавливают стержневые смеси в основном из свежих формовочных материалов и только иногда с использованием небольшого количества оборотной смеси. В такие смеси вводят от 2 до 7% связующих и добавок.

В современном литейном производстве помимо песчано-глинистых смесей используют химически твердеющие смеси на жидком стекле (СО₂-процесс), различные самотвердеющие смеси (ЖСС и ХТС) и смеси для получения стержней в нагреваемых ящиках.

Формовочные и стержневые смеси, химическое твердение которых производят продувкой углекислым газом, приготавливают из 95—97% песка 1К01А—3К02А и 5—3% глины, сверх 100% в смесь добавляют 5—7% жидкого стекла и 3—4,5% воды. Для уменьшения прилипаемости смеси в нее иногда вводят до 0,5% мазута. После продувки углекислым газом предел прочности смеси на разрыв составляет 3—5 кгс/см², а после тепловой сушки — до 20 кгс/см², газопроницаемость смеси 100—150 ед. Смесь применяют для изготовления крупных и средних по размеру форм и стержней,

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | ДП 04.03.04.528.ПЗ | | | | | |

используемых для получения стальных и реже чугуновых отливок.

Для приготовления жидкоподвижных самотвердеющих смесей (ЖСС) используют сухой кварцевый песок, а в качестве связующих применяют жидкое стекло, портландцемент, глиноземный цемент, синтетические смолы и др. Добавкой, которая приводит к отверждению и самоупрочнению смеси, служит шлак феррохромового производства и другие материалы.

Текущность ЖСС обеспечивается введением в них поверхностно-активных веществ (контакта Петрова, ДС-РАС и др.), а также за счет интенсивного перемешивания смеси, сопровождающегося образованием мелких пузырьков воздуха и устойчивой пены. Приготовленные для использования ЖСС обладают в течение 8—12 мин способностью течь и заполнять стержневой ящик (или опоку) без уплотнения. По истечении указанного времени смесь теряет «живучесть» и необратимо отверждается до состояния, когда от нее можно отделить стержневой ящик без разрушения стержня. Прочность смесей при 90-минутной выдержке на воздухе достигает 2—4 кгс/см² и с увеличением выдержки повышается.

Формовочные пески проходят следующие подготовительные операции:

- Разрыхление и дробление комьев при получении смерзшегося песка.
- Просев в полигональных барабанных ситах, где отделяются крупные включения и дробятся непрочные комки сырого и ссохшегося песка.
- Сушка при температуре для кварцевых песков $\leq 600^{\circ}\text{C}$, для глинистых $\leq 200^{\circ}\text{C}$ до влажности 0,5...1,0 %. Применяют барабанные сушилки.
- Охлаждение до $+30^{\circ}\text{C}$ при отсутствии склада сухого песка.
- Просев через мелкое сито.

Передача материалов в отделение осуществляется при помощи ленточных транспортеров. Формовочный материал (песок) просушивают на в барабанных сушилках. [31]

Трёхходовое барабанное сушило (рис. 2) состоит из топки 3, загрузочной воронки 1, трёхходового барабана 2, разгрузочного желоба 5 и механизма вращения 4 барабана. Благодаря такой конструкции путь

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

ДП 04.03.04.528.ПЗ

перемещения материала при сушке в барабане в 3 раза больше его длины, а значит, одна и та же производительность достигается при меньших габаритных размерах. Потери тепла в трёхходовой сушилке снижаются на 75 % по сравнению с одноходовой за счет снижения температуры отходящего газа и уменьшения поверхности контакта барабана с окружающей средой.

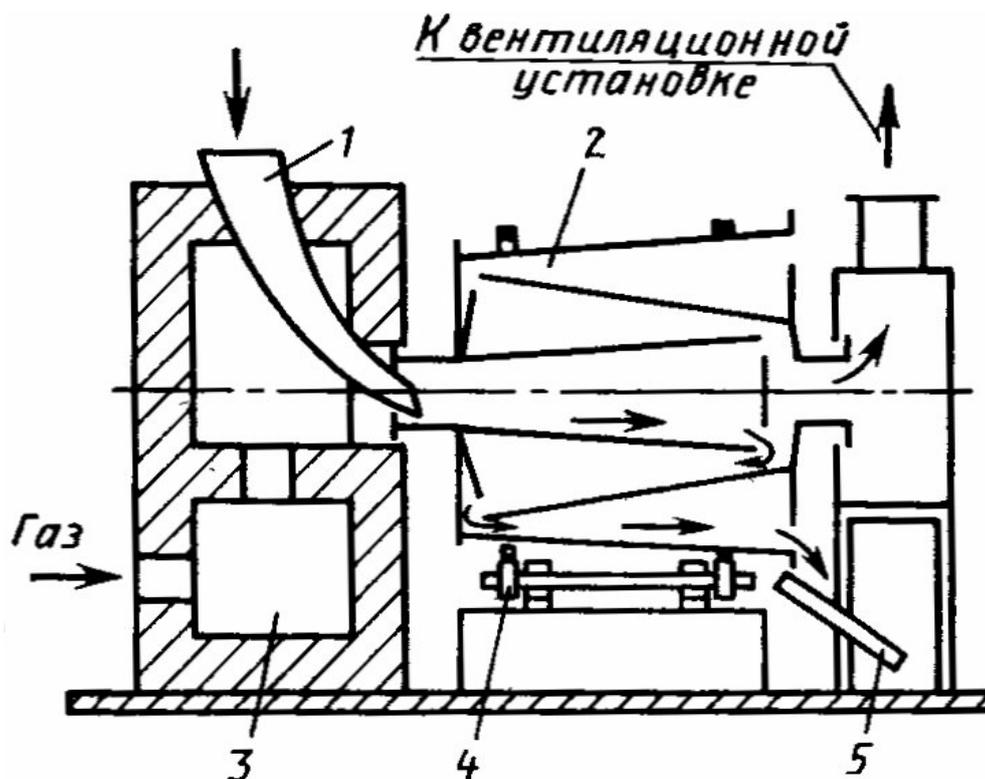


Рисунок 2 - Трёхходовое барабанное сушило

Вертикальные сушилки для песка строят по принципу многоподовых печей. Песок в них пересыпается с вращающихся тарелок на неподвижные кольца, а с колец снова на тарелки и т. д. Пересыпание осуществляется с помощью скребков. Вертикальные сушилки делают обычно с противотоком – топочные газы движутся навстречу песку. Расход условного топлива в таких сушилках составляет 40... 60 кг топлива на 1 т песка.

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

ДП 04.03.04.528.ПЗ

Лист

3.2 Расчет программы формовочного отделения

В соответствии с выбранным технологическим процессом необходимо рассчитать количество формовочного оборудования. Прежде всего составляется расчетная программа формовочного отделения, цель которой – определить годовое количество форм для каждого технологического процесса.

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 смеси в одной форме определяется из выражения:

$$V_{\text{смеси}} = 2 V_{\text{опоки}} - V_{\text{металла}} - V_{\text{стержня}}$$

где $V_{\text{опоки}}$ – объем опоки, определяемый ее размерами, дм^3 ;

$V_{\text{металла}}$ – объем металла в форме, определяемый отношением массы металла к его плотности, дм^3 ;

$V_{\text{стержня}}$ – объем стержня, принимается из данных производства или рассчитывается по чертежу отливки, дм^3 .

В современных металлургических цехах необходимо проектировать автоматические формовочные линии, в состав которых входят формовочные, заливочные и выбивные участки, а также участок охлаждения отливок.

На участке машинной формовки установлена поточная формовочная линия Л013 (габариты опок 1200х1600), производительностью 15 ф/ч.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Таблица 7 - Производительность линии Л013

| Наименование и марка оборудования | Часовая производительность | Действительный фонд времени T_d , ч | Количество единиц оборудования в цехе N , шт. | Суммарная годовая производительность $ПГ = П \cdot T_d \cdot N$ |
|---|----------------------------|---------------------------------------|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Поточная формовочная линия Л013 (габариты опок 1200x1600) | 15 ф/ч | 3774 | 1 | 56610 форм |

Таблица 8 - Технические характеристики линии Л013

| | Л013 |
|---|------------------|
| Размеры опок в свету, мм | 1200 × 1600 |
| Производительность цикловая форм/ч для опок высотой 500 мм | 15 |
| Число формовочных машин | 1 |
| Расход формовочной смеси, м ³ /ч | 10 |
| Скорость перемещения опок и форм по роликовым конвейерам, м/мин | 7,13 |
| Время охлаждения форм, мин | 100 |
| Установленная мощность, кВт | 130 |
| Габаритные размеры, мм | 40000×21000×3500 |

Число таких линий рассчитывается по формуле:

$$N_l = \frac{Q_{\phi}}{T_d \cdot q_l},$$

где Q_{ϕ} – количество форм на программу

q_l – производительность линии, форм/ч.

$$N_l = \frac{48950}{3774 \cdot 15} = 0,86 \text{ шт.}$$

Принимаем 1 автоматическую линию.

Находим коэффициент загрузки:

$$K_z = \frac{N_l}{N},$$

где N – количество принятых линий, шт.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

$$K_3 = \frac{0,86}{1} = 0,86.$$

Линия работает следующим образом:

В формовочный блок, с отделения оснастки, модельный комплект на плите, подается на участок заполнения. При помощи смесителя полость заполняется смесью. Следующим шагом является перемещение опоки на устройство вибростол. Вибростол позволяет уплотнить формовочную смесь непосредственно около модельного комплекта, что уменьшает шероховатость поверхности формы. При помощи прессы смесь дополнительно подпрессовывается. Полуформа переворачивается на 180° и из опоки извлекается модельный комплект, она отправляется на участок замены оснастки. В полуформы производят простановку стержней ручным способом

Далее полуформы перемещаются в зону сборки форм. Сборка форм производится путем поднятия верхней полуформы, переворотом ее на 180°, и установкой на нижнюю полуформу.

Собранные формы движутся на участок заливки, где производят заполнение форм сплавом.

По зоне охлаждения формы движутся и выдерживаются для кристаллизации металла.

Остывшие формы подаются на позицию выбивки, где при помощи прессы и выбивной решетки происходит очистка отливки от формовочной и стержневой смеси.

3.3 Стержневое отделение

В стержневом отделении выполняются следующие операции: изготовление, покраска, сушка, зачистка и сборка стержней, их контроль. Здесь размещается каркасный участок, склады для суточного хранения стержневых ящиков, плит и сухих стержней. Номенклатуру стержней,

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

разбивают на весовые группы. Для каждой группы назначают способ изготовления.

Таблица 9 - Производственная программа стержневого отделения

| Массовая группа | Наименование отливок | Наименование стержней | Количество стержней данного наименования | Объем стержня, дм ³ | Количество стержней на программу, шт | Количество гнезд в ст. ящике | Количество съёмов | Объем стержневой смеси на программу, м ³ |
|-----------------|----------------------|-----------------------|--|--------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|-------------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| До 50 кг | Ролик | №1 | 1 | 1,2 | 54378 | 2 | 27189 | 65,25 |
| | | №2 | 4 | 1,8 | 217512 | 2 | 108756 | 319,52 |
| | Крышка | №1 | 1 | 2,4 | 17857 | 2 | 8928 | 42,85 |
| | Втулка | №1 | 1 | 2,2 | 15625 | 2 | 7812 | 34,36 |
| | Стакан | №1 | 1 | 3,0 | 11627 | 2 | 5813 | 34,88 |
| | Корпус | №1 | 1 | 3,6 | 20000 | 2 | 10000 | 72,00 |
| | Итого | | | | 336999 | | 168499 | 568,88 |
| 50-250 | Обойма | №1 | 2 | 2,6 | 19230 | 2 | 9615 | 49,99 |
| | Крышка | №1 | 1 | 3,5 | 8426 | 3 | 2808 | 29,49 |
| | Фланец | №1 | 2 | 1,8 | 15624 | 2 | 7812 | 28,12 |
| | | №2 | 2 | 4,2 | 15624 | 2 | 7812 | 65,62 |
| | Кронштейн | №1 | 1 | 5,0 | 4573 | 2 | 2286 | 22,86 |
| | Подпятник | №1 | 1 | 3,9 | 4120 | 3 | 1373 | 16,06 |
| | Втулка | №1 | 3 | 2,5 | 11250 | 2 | 5625 | 28,12 |
| | Обойма | №1 | 1 | 4,0 | 3658 | 2 | 1829 | 14,63 |
| | | №2 | 2 | 2,6 | 7316 | 2 | 3658 | 19,02 |
| Рычаг | №1 | 2 | 3,2 | 8000 | 3 | 2666 | 25,60 | |
| | Итого | | | | 97821 | | 45484 | 299,51 |
| 250-500 | Рычаг | №1 | 2 | 2,6 | 3246 | 2 | 1623 | 8,4 |
| | Корпус | №1 | 4 | 2,1 | 8768 | 2 | 4384 | 18,41 |
| | Шайба | №1 | 1 | 6,1 | 1953 | 2 | 977 | 11,91 |
| | Корпус | №1 | 2 | 3,3 | 3730 | 2 | 1865 | 12,30 |
| | | №2 | 3 | 2,5 | 5595 | 2 | 2798 | 13,98 |
| | Фиксатор | №1 | 2 | 3,0 | 3528 | 3 | 1176 | 10,58 |
| | Втулка | №1 | 2 | 3,4 | 3210 | 4 | 803 | 10,91 |
| | Шкив | №1 | 4 | 2,2 | 6144 | 2 | 3072 | 13,51 |
| | Сегмент | №1 | 1 | 4,3 | 2000 | 2 | 1000 | 8,6 |
| | Итого | | | | 38177 | | 17698 | 108,6 |

| | | | | | | | | |
|----------|----------|----|---|-----|-------|---|------|---------|
| 500-1000 | Траверса | №1 | 1 | 3,0 | 1363 | 2 | 682 | 4,1 |
| | | №2 | 3 | 2,0 | 4089 | 2 | 2045 | 8,2 |
| | | №3 | 2 | 4,8 | 2726 | 2 | 1363 | 13,08 |
| | Стойка | №1 | 1 | 3,8 | 1056 | 2 | 528 | 4,0 |
| | | №1 | 2 | 5,2 | 2112 | 2 | 1056 | 10,98 |
| | Корпус | №2 | 2 | 6,4 | 2192 | 4 | 548 | 14,02 |
| | Итого | | | | 13538 | | 6222 | 54,38 |
| | Всего | | | | | | | 1031,37 |

Для изготовления стержневой смеси выбираем смеситель непрерывного действия 19653.

Лопастной смеситель непрерывного действия 19653, предназначен для приготовления холоднотвердеющих смесей (ХТС) и заполнения ими литейных форм и стержней в разносерийном производстве отливок. Общий вид установки ХТС для изготовления стержней приведен на (рис. 3).

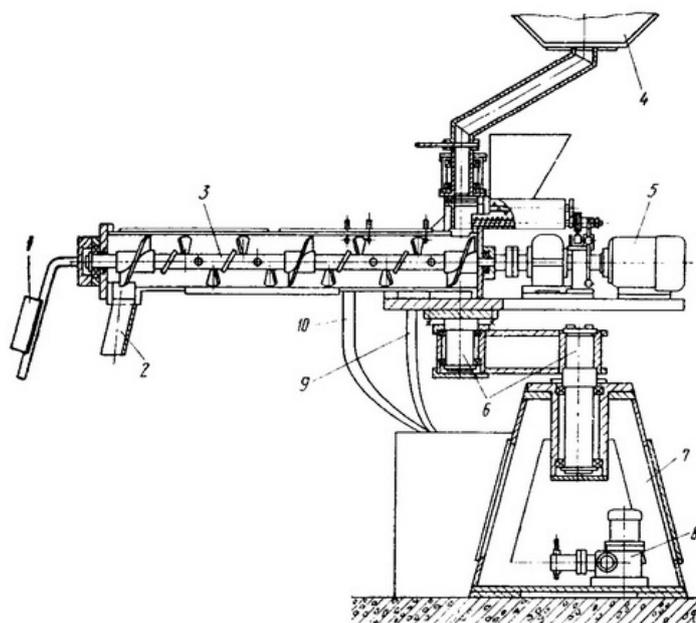


Рисунок 3 . Общий вид установки ХТС для изготовления стержней [32]

1 — рукоятка с пультом управления. 2 — лоток выдачи смеси, 3 — лопастной смеситель. 4 — бункер с песком, 5 — привод, 6 — ось поворота смесителя, 7 — основание, 8 — насосы-дозаторы для перекачки жидких компонентов в смеситель, 9 — шланг для подачи смолы, 10 — шланг для подачи катализатора

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

ДП 04.03.04.528.ПЗ

Лист

Таблица 10 - Производительность смесителя непрерывного действия 19653

| Тип и марка оборудования | Производительность П, т/ч | Действительный фонд времени T_d , ч | Кол-во единиц оборудования | Годовая производительность, т |
|-------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| Стержневое отделение | | | | |
| Стержневая машина 19653 (ХТС) | 1 | 3774 | 1 | 3774 |

Технические характеристики смесителя непрерывного действия для приготовления холоднотвердеющих смесей 19653 показаны в таблице 8.

Таблица 11 - Технические характеристики смесителя 19653

| | |
|-----------------------------|-------|
| Параметр | 19653 |
| Производительность, т/ч | 1 |
| Радиус действия, мм | |
| наибольший | 2250 |
| наименьший | 1015 |
| Угол поворота плеча, град | 240 |
| Установленная мощность, кВт | 6,93 |
| Габаритные размеры, мм | |
| длина | 3745 |
| ширина | 700 |
| высота | 3200 |
| Масса, кг | 2520 |

Количество единиц оборудования определяется по формуле:

$$N = \frac{Q}{T_d \times q}, \text{ шт.}$$

где Q- объем производства по стержневому отделению

T_d - действительный фонд времени;

q- часовая производительность.

Масса смеси равна:

$$m = V \times \rho,$$

Для рыхлой формовочной и стержневой смеси значение плотности равно 1,2 г/см³

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | ДП 04.03.04.528.ПЗ | | | | | |

$$N = \frac{1236,4}{3774 \cdot 1} = 0,32 \text{ шт.}$$

Принимаем 1 стержневую машину.

Находим коэффициент загрузки:

$$K_3 = \frac{N_n}{N},$$

где N – количество принятых машин, шт.

$$K_3 = \frac{0,32}{1} = 0,32.$$

3.4 Описание конструкции установки

Принцип работы смесителя: в рабочей полости смесителя быстровращающийся горизонтальный вал со смешивающими лопатками производит перемешивание песка, смолы и катализатора (см. рис. 2.). Компоновка смешивающих лопаток позволяет достичь необходимых прочностных характеристик смеси, при минимальных расходах используемых связующих. Каждая лопатка имеет вольфрамовое покрытие, обеспечивающее высокую износостойкость, и крепится на вал отдельным болтом, что обеспечивает лёгкую процедуру её замены. Эффективная система смешивания, подачи связующего и катализаторов гарантируют стабильно высокое качество смеси в начале и конце смешивания. Очистка смесителя от налипшей смеси обеспечивается за счёт горизонтального раскрытия створок рукава.

Регулирование подачи песка в смешивающую полость осуществляется дозирующей заслонкой, которая позволяет работать по нескольким программам: только свежий песок, только регенерат, свежий песок плюс регенерат. Это позволяет подбирать оптимальную рецептуру смеси для приготовления стержня. Дозирующая заслонка устанавливается между питающим бункером песка и смесителем.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Для дозирования жидких связующих и катализаторов применяются шестерёнчатые насосы, обеспечивающие высокую точность подачи. Конструкция насосов обеспечивает отсутствие протечек при воздействии кислоты на уплотнения, так как вращающий момент на вал ведущей шестерни передаётся с помощью магнитной муфты.

Для простоты обслуживания и соблюдения чистоты электрическая панель управления и насосы для жидких химических компонентов вынесены в отдельный шкаф управления, который устанавливается в удобном месте.

Географическое местоположение наших литейных заводов характеризуется большим диапазоном изменения температуры в зависимости от времени года. В связи с этим не всегда удаётся обеспечить оптимальную температуру (18...25 °С) на участке смесеприготовления. Для стабильности техпроцесса и поддержания нужной температуры песка предлагаются электрические нагреватели различной производительности. Нагреватель устанавливается между бункером и дозирующей заслонкой подачи песка в смеситель. Поступление песка в нагревательное устройство контролируется пневмозаслонкой. Песок проходит через несколько блоков нагревательных элементов.

Температура постоянно контролируется термодатчиками, которые дают сигнал системе управления блоком питания нагревательных элементов. В случае перегрева вся система отключается. Во время тёплого летнего периода песок подаётся в смеситель, минуя нагреватель (через обходной клапан) [33].

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

3.5 Смесеприготовительное отделение

Сухой формовочный материал смешивают для получения формовочной смеси в бегунах. Над бегунами расположены бункера, с различными компонентами. Схема смесителей с вертикальными катками приведена на рисунке 4.

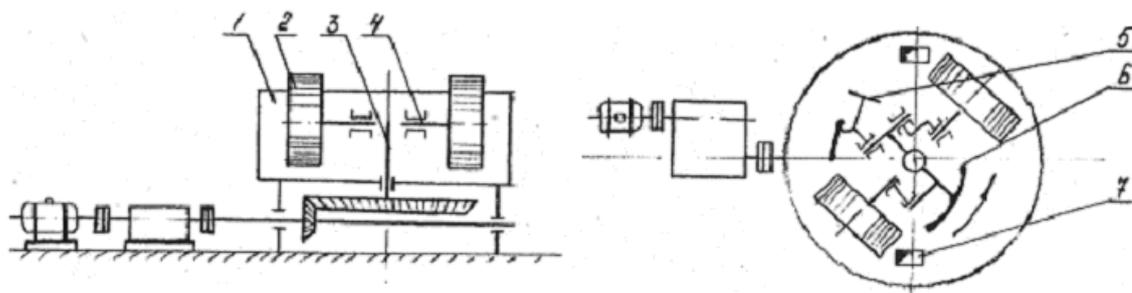


Рисунок 4 - Схема смесителей с вертикальными катками

1-неподвижная чаша; 2-два гладких катка; 3-центральный вертикальный вал; 4-оси; 5,6- плужки; 7- люк.

Катковые бегуны имеют неподвижную чашу 1 два катка с (посаженными на оси 4), которые катятся по слою смешиваемого материала вокруг центрального вертикального вала 3. При помощи плужков 5 и 6 смешиваемый материал направляется под катки. Между катками и днищем чаши имеется регулируемый зазор (до 25 мм), который предотвращает дробление катками песчаных зерен смеси. Готовый замес выгружается из смесителя через люк 7 в днище чаши. Качество смешивания проверяется пробами смеси и анализа в лаборатории. После чего ленточным транспортером смесь поступает в основной корпус цеха.

Производительность катковых бегунов показана в таблице 9.

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|--|--|--|------|--|
| | | | | | | | | | Лист | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | ДП 04.03.04.528.ПЗ | | | | | |

Таблица 12 - Производительность катковых бегунов 15104

| Тип и марка оборудования | Производительность P , т/ч | Действительный фонд времени T_d , ч | Кол-во единиц оборудования, шт | Годовая производительность B, T |
|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| Смесеприготовительное отделение | | | | |
| Бегуны 15104 | 20 | 3774 | 1 | 79500 |

Таблица 13 - Технические характеристики бегунов 15104

| Технические характеристики | Бегуны 15104 |
|---|--------------|
| Объем замеса, м ³ | 1,0 |
| Производительность т/ч | 20 |
| Внутренний диаметр чаши, мм | 2016 |
| Высота чаши, мм | 980 |
| Диаметр катка, мм | 815 |
| Ширина катка, мм | 305 |
| Частота вращения вертикального вала, об/мин | 34 |
| Усилие давления катка, кН | 0-5,4 |
| Расход сжатого воздуха, м ³ /ч | До 2 |
| Габаритные размеры А×В×Н, мм | |
| длина | 2525 |
| ширина | 2058 |
| высота | 2759 |
| Масса, кг | 7334 |

Количество единиц оборудования определяется по формуле:

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

где Q- объем производства по стержневому отделению

T_d -действительный фонд времени;

q- часовая производительность.

$$N = \frac{1236,4 + 48950}{3774 \cdot 20} = 0,67.$$

Принимаем 1 катковый смеситель.

Находим коэффициент загрузки:

$$K_z = \frac{N_z}{N},$$

где N_z – количество принятых машин, шт.

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

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | ДП 04.03.04.528.ПЗ | | | | |

3.6 Шихтовый двор

Назначение шихтового отделения — приемка и разгрузка поступающих в цех материалов, хранение определенного запаса материалов, обеспечивающего работу цеха в случае перерывов в снабжении и подготовка материалов к загрузке в плавильные агрегаты. К операциям подготовки относятся взвешивание и погрузка материалов в мульды, совки, бункера, в приемные устройства конвейерных систем выдачи материалов из отделения; иногда проводят также сушку материалов (например, боксита, железной руды), помол (например, помол ферросплавов, извести и др.).

Шихтовой двор состоит из двух отделений: магнитных и сыпучих материалов. В связи с тем что сталелитейный цех является цехом с большим объёмом производства склад шихтовых материалов находится в здании самого цеха. На шихтовом пролете установлены дробилки для измельчения известняка, каменного угля, ферросплавов; магнитно – грейферные краны, закрома, сушилочная печь с выкатным подом, шаровая мельница.

На этом складе хранятся также исходные формовочные материалы, огнеупорные материалы. Склад имеет ворота для железнодорожного состава. Таким образом, шихтовые и формовочные материалы на склад подаются по железной дороге

Количество материалов, хранящихся на складе, определяется согласно расчётам плавильного и смесеприготовительного отделений.

Места хранения представляют собой закрома для различных материалов, разделенные перегородками. Высота хранения в них составляет 5...6 м. Размельчение руды, производится в две ступени: сначала грубое (дробление), а затем тонкое (размалывание). Шихтовые материалы разгружаются с платформы с помощью электромагнитной шайбы. Сыпучие материалы разгружают с помощью грейфера. Шихтовые материалы хранятся в закромах. Имеются закрома для : передельного чугуна, закрома для железного лома, закрома для отходов собственного производства, закрома

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

для электродов. Также есть закрома для хранения ферромарганца, ферросплавов, плавикового шпата.

Сыпучие материалы хранятся в следующих бункерах: бункера для хранения кокса, бункера для хранения молотой огнеупорной глины, бункер для хранения железной руды.

3.7 Плавильное отделение

Плавка ведется в трех электродуговых печах типа ДСПТ-6

Таблица 14 - Производительность электродуговых печей ДСПТ-6

| Тип и марка оборудования | Производительность P , т/ч | Действительный фонд времени T_d , ч | Кол-во единиц оборудования | Годовая производительность, т |
|--------------------------|------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| Плавильное отделение | | | | |
| Печь плавильная ДСПТ-6 | 4 | 3774 | 3 | 45288 |

Процесс выплавки металла в электродуговых печах заключается в расплавлении заваленных в нее шихтовых материалов, теплом, которое выделяется при преобразовании электрической энергии в тепловую в дугах между угольными (графитовыми) электродами и металлической шихтой. Доводка металла до необходимого состава и раскисление его проводятся также под воздействием тепла дуги.

Работа печи основана на отражении лучистого тепла, выделяемого электрической дугой, и аккумуляции его расплавом. Горение дуги поддерживается сведением электродов по мере их сгорания и, может осуществляться как в ручном режиме, так и в автоматическом режимах. Подача электродов в печь осуществляется через торцевые отверстия, устроенные в торцах печи.

Особенность плавки в том, что она состоит из трех основных периодов:

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | ДП 04.03.04.528.ПЗ | | | | | |

- 1 - плавление шихты;
- 2 - окислительный период;
- 3 - восстановительный период.

В период плавления обеспечивается раннее образование шлака, предохраняющего металл от насыщения газами и науглероживания электродами. При этом происходит также частичное удаление в шлак фосфора и серы.

Во время окислительного периода необходимо достичь уменьшения содержания фосфора в металле до 0,01-0,015%, снижения содержания в металле водорода и азота; окисления углерода до нижнего предела его требуемого содержания в выплавляемой стали; нагрева металла до температуры, близкой к температуре выпуска (на 120-130 выше температуры ликвидуса).

Для окисления примесей используют либо железную руду (окалину), либо газообразный кислород.

За восстановительный период необходимо удалить серу; довести химический состав стали до заданного; скорректировать температуру. Эти операции и процессы идут параллельно в течение всего восстановительного периода. Последующее раскисление металла производят одновременно осаждающим и диффузионным методами

Количество печей рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{M \times K_n}{T_d \times q},$$

где М- металлозавалка, т;

K_n – коэффициент неравномерности работы печи ($K_n=1,0 - 1,4$);

q - производительность печи, т/ч.

$$M = \frac{Q}{100 - Y - C} \times 100. \quad (3.6)$$

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | ДП 04.03.04.528.ПЗ | | | | | |

где Q – количество жидкого металла на программу;

$У$ – величина угара, %;

$С$ – скрап, % (не более 5 %).

Угар элементов для электродуговой печи составляет 4-5%.

Принимаем угар равный 4% и скрап 4%., тогда

$$M = \frac{42184}{100 - 4 - 4} \times 100 = 45852 \text{ т.}$$

Количество печей равно:

$$N_{\text{п}} = \frac{42184 \times 1}{3774 \times 4} = 2,79.$$

Принимаем 3 печи..

Находим коэффициент загрузки:

$$K_z = \frac{N_{\text{л}}}{N},$$

где N – количество принятых машин, шт.

$$K_z = \frac{2,79}{3} = 0,93.$$

В плавильном отделении выбирается и количество ковшей для заливки сплава в формы. Количество ковшей включает: одновременно работающие ковши, ковши в ремонте и 20% от этого суммарного количества - ковши запасные.

Количество одновременно работающих ковшей определяется по формуле :

$$N_{\text{к}} = \frac{N_{\text{п}} \times q \times t_{\text{ц}}}{60 - M_{\text{к}}},$$

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

q - производительность печи, т/ч;

$t_{\text{ц}}$ - время оборота ковша, мин;

$M_{\text{к}}$ - емкость ковша, т.

Время оборота ковша складывается из времени слива металла в ковш, времени разливки металла в формы и времени возвращения ковша к печи.

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

ДП 04.03.04.528.ПЗ

Так как емкость печи 6 тонн , принимаем емкость ковша 6 тонн.

$$N_k = \frac{3 \times 4 \times 50}{60 \times 6} = 1,66.$$

Принимаем 2 работающих ковша.

Данные о времени работы ковша до ремонта и длительность работы в зависимости от емкости ковша принимаем по таблице 15.

Таблица 15 - Данные о времени работы ковшей до ремонта T_k и длительности ремонта T_p

| № | Емкость ковша, кг | T_k , ч. | T_p , ч |
|---|-------------------|------------|-----------|
| 1 | до 10 | 2 | 6 |
| 2 | 10-30 | 2 | 6 |
| 3 | 30-50 | 2-3 | 6-8 |
| 4 | 50-100 | 2-3 | 6-8 |
| 5 | 100-250 | 3-4 | 6-8 |
| 6 | 250-500 | 4-6 | 8-16 |
| 7 | 500-2000 | 8 | 8-16 |
| 8 | 2000-5000 | 8 | 16 |
| 9 | 5000-10000 | 8 | 16 |

Расчет числа ковшей, находящихся в ремонте, приводим путем логических рассуждений.

Начав работу с начала первой смены, 2 ковша к концу смены должны быть переданы на ремонт ($T_k = 8$ ч.). На смену им должны придти новые 3 ковша, которые будут работать до конца второй смены, после чего будут переданы на ремонт. Так как к началу следующих суток первые 2 ковша к этому моменту из ремонта не выйдут ($T_p = 16$ ч.), то для продолжения нужны еще 3 ковша. Эти ковши должны быть, переданы на ремонт через 8 часов. К этому моменту выйдут из ремонта первые 3 ковша, которые будут работать до конца второй смены, после этого уйдут на ремонт. Таким образом, одновременно работают 3 ковша и 6 находится в ремонте. С учетом 20%-ного запаса получаем округленно, что общий парк - 11 ковшей.

Результаты расчета парка ковшей сводим в таблицу 16.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Таблица 16 - Расчет парка ковшей

| Емкость ковша, кг | Число, одновременно работающих ковшей | Число ковшей в ремонте | Запас ковшей в 20% | Общее количество ковшей |
|-------------------|---------------------------------------|------------------------|--------------------|-------------------------|
| 6000 | 2 | 6 | 2 | 10 |

3.8 Технология плавки в дуговой печи

Плавка в дуговой печи начинается с заправки печи. Жидкоподвижные нагретые шлаки сильно разъедают футеровку, которая может быть повреждена при загрузке. Если подина печи во время не будет закрыта слоем жидкого металла и шлака, то она может быть повреждена дугами. Поэтому перед началом плавки производят ремонт – заправку подины. Перед заправкой с поверхности подины удаляют остатки шлака и металла. На поврежденные места подины и откосов – места перехода подины в стены печи – забрасывают сухой магнезитовый порошок, а в случае больших повреждений – порошок с добавкой пека или смолы.

Заправку производят заправочной машиной, выбрасывающей через насадку при помощи сжатого воздуха заправочные материалы, или, разбрасывающей материалы по окружности с быстро вращающегося диска, который опускается в открытую печь сверху.

Для наиболее полного использования рабочего пространства печи в центральную ее часть ближе к электродам загружают крупные куски (40 %), ближе к откосам средний лом (45%), на подину и на верх загрузки мелкий лом (15%). Мелкие куски должны заполнять промежутки между крупными кусками.

Выплавка сталей включает следующие операции: расплавление металла, удаление содержащихся в нем вредных примесей и газов, раскисление металла, и выливание его из печи в ковш для разлива по

изложницам или формам. Значение этих операций и требования, которые они предъявляют к дуговой печи, могут быть весьма различными.

Расплавление скрапа необходимо вести по возможности скорее и с минимальным расходом энергии. Зачастую длительность его превосходит половину продолжительности всей плавки и при этом расходуется 60-80% всей электроэнергии. Характерной особенностью периода является беспокойный электрический режим печи. Горящая между концом электрода и холодным металлом дуга нестабильна, ее длина невелика и сравнительно небольшие изменения в положении электрода или металла (обвал, сдвиг подплавленного куска скрапа) вызывают либо обрыв дуги, либо, наоборот, короткое замыкание.

3.9 Выплавка стали в кислых дуговых печах

Принципиальные особенности кислого процесса определяют ряд отличий технологии выплавки стали в кислых дуговых печах по сравнению с плавкой в основных печах.

В кислых печах сталь обычно выплавляют методом переплава, применяя или не применяя кипения. Технология без кипения находит ограниченное применение при переплаве хромистых, хромоникелевых, хромосилицистых и хромомолибденовых сталей, так как отсутствие кипения позволяет полнее использовать хром из отходов. В основном же плавка в кислой печи проводится с кипением ванны, поскольку оно, как и в основном процессе, способствует рафинированию металла от газов.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

3.10 Область применения. Преимущества и недостатки.

Шлаки кислого процесса

Дуговые печи с кислой футеровкой подины, стен и свода применяют при производстве отливок из ковкого чугуна и стали с повышенным содержанием серы и фосфора для фасонного литья. Возможность быстрого нагрева металла в кислой печи используют для получения мелких и тонкостенных отливок. К недостаткам этих печей относят меньшую тепловую и электрическую проводимость кислых огнеупоров и шлаков. Из-за повышенного сопротивления кислых шлаков электрические дуги в кислых печах короче, что обеспечивает более быстрый нагрев металла до заданной температуры при меньшем расходе электроэнергии (на 10-15%). Материалы для футеровки кислых печей менее дефицитны, в 2 раза дешевле, чем основные огнеупоры, и обеспечивают достаточно высокую стойкость подины, стен и свода при периодической выплавке стали. Значительным недостатком кислых печей является невозможность осуществления в них процессов дефосфорации и десульфурации металла и потребность в шихтовых материалах, содержащих малое количество серы и фосфора.

Сталь, полученная в кислых печах путем кремнийвосстановительного или активного процесса, обладает пониженными пластическими свойствами, обусловленными присутствием в ней хрупких кремнистых включений, выделяющихся по границам зерен. Из-за активного взаимодействия металла с футеровкой в кислых печах трудно получать стали и сплавы с повышенным содержанием марганца, алюминия, титана и некоторых других элементов.

Продолжительность плавки в кислых дуговых печах определяет период загрузки шихты и ее расплавления. Выдержка жидкого металла в печах с кислой футеровкой значительно короче, чем в печах с основной футеровкой. Длительность плавления шихты сокращается за счет повышения удельной мощности трансформатора, применения подогрева металлической шихты,

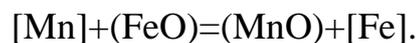
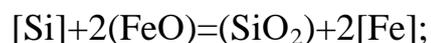
| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | ДП 04.03.04.528.ПЗ | | | | | |

сокращения времени на завалку и строгого соблюдения шихтовки по габаритности.

Количество собственных отходов, используемых в шихте, не превышает 50%. Остальную часть шихты составляют из отходов углеродистой стали с низким содержанием фосфора и серы. Плавление шихты ведут на повышенной мощности трансформатора. Шлак образуют из задаваемого в печь шамотного боя или оборотного шлака (1-2% от массы шихты), кремнистых материалов футеровки и оксидов шихты. Во время расплавления шихты в кислой печи происходит окисление марганца, кремния, фосфора и углерода оксидами железа, растворенными в металле. Как и при основном процессе выплавки стали, железо окисляется при достаточной температуре до FeO под воздействием кислорода воздуха или оксидов железа по реакциям



Образовавшийся FeO взаимодействует с кремнием и марганцем по реакциям



Оксиды марганца с кремнеземом образуют прочные соединения - силикаты марганца. Оксиды фосфора (фосфорный ангидрид P₂O₅) образуют с FeO неустойчивое соединение (FeO)₃ · P₂O₅, которое при избытке кремнезема и отсутствии свободного CaO в шлаке легко восстанавливается до Fe₃P, поэтому фосфор при кислом процессе не может быть удален из металла.

Монооксид железа легко вступает во взаимодействие с кремнеземом шлака и футеровки, образуя силикат 3FeO·SiO₂, и недостаточно активно реагирует с углеродом металла. Недостаток свободного (FeO) в шлаке уменьшает примерно в два раза скорость окисления углерода (0,003-0,004 %/мин). Отсутствие свободной извести в кислом шлаке делает невозможным удаление серы из металла.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Для лучшего обезуглероживания и кипения ванны в шлак добавляют известь, которая связывает кремнезем в силикат кальция, увеличивая содержание в шлаке свободного (FeO). В период окисления общее содержание (FeO) кислой печи достигает 25-30%. Интенсивное кипение металла в течение 30-40 мин способствует перемешиванию ванны и удалению из металла силикатных неметаллических включений и газов. Кислые шлаки, содержащие 45% SiO₂, связывают почти все количество FeO и MnO в силикаты. В шлаке восстановительного периода (восстановление кремния) содержание SiO₂ превышает эту цифру. Для уменьшения восстановления кремния содержание SiO₂ не должно превышать 55%. Кремний восстанавливается углеродом металла из кремнезема шлака и футеровки печи по реакции $(SiO_2)+2[C]=[Si]+2CO$.

При повышенных температурах реакция восстановления кремния из кремнезема железом ванны сопровождается повышением содержания FeO в шлаке и металле: $(SiO_2)+2[Fe]=[Si]+2(FeO)$.

Для предупреждения высокой восстановимости кремния и получения заданного химического состава по кремнию в процессе плавки снижают температуру металла и уменьшают присадкой извести концентрацию свободного кремнезема в шлаке. Для доводки содержания марганца в стали добавку ферромарганца производят в печь перед выпуском плавки или в ковш.

Кремнийвосстановительный процесс наиболее приемлем при выплавке среднеуглеродистых сталей. Низкоуглеродистые стали (содержащие менее 0,25% C) выплавляют путем активного процесса, предусматривающего содержание углерода в ванне по расплавлению на 0,1-0,3% выше заданного его содержания в готовом металле. При 1540-1580 °С на шлак присаживают порции железной руды и поддерживают нормальное кипение ванны. Требуемый состав шлака получают присадками песка, шамотного боя, формовочной земли и извести в соотношении 2:6:1:2.

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | ДП 04.03.04.528.ПЗ | | | | | |

Общий расход шлакообразующей смеси для освежения шлака составляет 0,5-0,6% от массы шихты, при наведении нового шлака - 1,5—2,0%. Для ускорения раскисления ванны на шлак присаживают до 0,2% от массы садки молотые ферросилиций и кокс. Конечный кислый шлак активного процесса обычно содержит, %: 40-50 SiO₂; 10-13 FeO; 14-18 MnO; 3-6 CaO; 1,0-1,5 Cr₂O₃; 3-4 Fe₂O₃; 5-7 Al₂O₃; 0,5-1,1 MgO; 0,01 P₂O₅. Содержание углерода в металле корректируют в ковше при выпуске ферросплавами, чугуном и карбюризаторами.

Наряду с диффузионным раскислением стали при кислом процессе применяют осадочное раскисление комплексными раскислителями - силикомарганцем, силикокальцием (2-3 кг/т), силикобарием. Конечное раскисление стали проводят алюминием (до 1 кг/т).

Продолжительность плавки углеродистой стали в 10-тонной дуговой кислой печи составляет около 3 ч: очистка, заправка - 15 мин, загрузка шихты - 10 мин, плавление - 90 мин, окисление - 30 мин, доводка и выпуск - 30 мин.

3.11 Особенности выплавки стали в кислых печах

В кислых дуговых печах выплавляют углеродистые, конструкционные легированные и высоколегированные стали. Шихту для хромоникелевой конструкционной стали составляют из легированных отходов (до 80%) и шихтовой заготовки с низким содержанием серы и фосфора. В завалку для образования шлака вводят кварцевый песок или шамотный бой. После расплавления шихты и подогрева ванны до 1540-1580 °С металл начинает кипеть вследствие взаимодействия углерода с SiO₂ и другими оксидами. Для лучшего закипания ванны в печь присаживают железную руду (до 8 кг/т). Кипение заканчивают с получением в стали необходимого содержания углерода. В процессе кипения изменяется химический состав шлака.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Содержание SiO_2 увеличивается с 40 до 55%, а содержание FeO и Cr_2O_3 снижается соответственно с 20-25 до 10-15% и с 12-17 до 5-8%. Содержание MnO изменяется незначительно.

После скачивания шлака в ванну вводят ферромарганец (5-6 кг/т) и шлаковую смесь из извести, песка и порошков кокса и ферросилиция. Через 10-15 мин шлак содержит, %: 55-65 SiO_2 , 20-25 CaO , менее 4,0 FeO , 6-9 MnO ; 3-5 Al_2O_3 и не более 1,5 Cr_2O_3 . Под таким шлаком металл сливают в ковш. Перед выпуском ванну раскисляют кусковым алюминием (до 0,3 кг/т). Для ускорения плавления шихты и интенсификации окисления углерода в кислых дуговых печах можно использовать кислород. Применение кислорода в окислительный период повышает скорость окисления углерода до 0,005-0,008 %/мин. Наиболее эффективно использование кислорода при выплавке в дуговой печи с кислой футеровкой коррозионностойкой стали типа 0X18H10. Для этой стали шихту составляют из 85% легированных хромом и никелем отходов и 15% углеродистого скрапа и никеля, содержащих малое количество серы и фосфора. Для образования шлака используют песок, шамотный бой и отработанную формовочную смесь. Шихтовку плавки составляют таким образом, чтобы получить по расплавлению содержание в металле 0,2% C, 11% Ni и 12-15% Cr.

После подогрева ванны до 1650-1700 °C выключают ток и ванну продувают кислородом через сводовую фурму. Продувку прекращают при содержании в металле 0,04% C. При этом температура расплава повышается до 1800 °C и более.

Для восстановления хрома из оксидов на шлак задают порошок алюминия из расчета до 5 кг/т. Извлечение хрома составляет в среднем 85-88%. Продолжительность выдержки металла в печи после присадки феррохрома не превышает 15-25 мин. После корректировки химического состава стали по марганцу и никелю плавку сливают из печи в ковш.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

3.12 Устройство и принцип действия дуговой печи

постоянного тока

Дуговые печи постоянного тока имеют ряд преимуществ по сравнению с дуговыми печами переменного тока:

- более низкий уровень шума;
- меньшая загазованность окружающей среды;
- отсутствие толчков и помех, осложняющих работу питающей энергосистемы;
- более высокий коэффициент мощности;
- более низкий удельный расход электродов (в 2 раза при обычной атмосфере и в 8-10 раз при нейтральной атмосфере).

Дуговая печь постоянного тока имеет один графитированный электрод, расположенный по центру свода, и один охлаждаемый металлический электрод, устанавливаемый в подине печи. Его верхняя часть соприкасается с жидким металлом, а к противоположной части присоединяется токоподвод

Для нормальной эксплуатации подового электрода в печи при выпуске оставляют немного жидкого металла, закрывающего электрод при последующей загрузке шихты. Электрическая дуга между сводовым электродом и металлом в печи имеет форму спирали, радиус витков которой увеличивается по направлению от сводового электрода к расплавляемому металлу. Взаимодействие тока дуги с собственным магнитным полем приводит к интенсивному вращению столба дуги вокруг центральной оси спирали, так что дуга визуально воспринимается в виде усеченного конуса.

Дуговая печь постоянного тока работает практически бесшумно. Электрическая дуга горит устойчиво, поскольку напряжение поддерживается постоянным и периодически не проходит через ноль. Дуга гаснет и снова зажигается лишь в моменты начала плавки и слива металла.

Дуговая печь постоянного тока достаточно герметична, узел ввода

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

сводового электрода и дверца рабочего окна имеют хорошие уплотнения, что позволяет полностью ликвидировать подсос воздуха в рабочее пространство печи и неорганизованный выброс продуктов плавки в атмосферу цеха.

Основные элементы печи практически аналогичны узлам печи переменного тока. Принципиальным отличием является электрическое оборудование, и в первую очередь выпрямитель тока.

3.13 Заливка стали

Заливка — операция, при которой приготовленный расплав заданной температуры и химического состава заливают в форму непрерывной струей из ковшей и реже из автоматических дозаторов и заливочных машин, максимально приблизив носок ковша или другого заливочного устройства к чаше литейной формы. Разливочный ковш представляет собой стальной сосуд, футерованный внутри высокоогнеупорным материалом.

В технологическом процессе получения отливки самая короткая операция – заливка литейных форм. Вместе с тем она значительно влияет на качество отливки. Шлаковые и усадочные раковины, недоливы, спаи, пригар – это причины брака при заливке, встречающиеся достаточно часто. Поэтому имеет смысл остановиться на способах заливки форм.

В зависимости от места расположения форм, от требований, предъявляемых к отливке, существует ряд способов заливки форм: на плацу, на рольганге, на конвейере. В сложных случаях применяют специальные способы – заливку в поворотные и наклонные формы, в среде инертных газов и под вакуумом, в автоклаве.

Для разлива стали выбираем стопорный ковш .

СТОПОРНЫЙ КОВШ - ковш, металл из которого выливают в форму через отверстие в днище ковша, закрываемое пробкой с помощью стопорного устройства. Большие стопорные ковши изготавливают с двумя стопорами.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Стопорные ковши применяют для разливки стали.

Характеристика стопорного ковша показана в таблице 17.

Таблица 17 - Характеристика стопорного ковша

| Диаметр, мм | Высота, мм | Толщина футеровки, мм | | Внутренний диаметр, мм | Емкость, т |
|----------------|---------------|--------------------------|-----|---------------------------|------------|
| | | стенка | дно | | |
| 1408 | 1400 | 120 | 160 | 1318 | 6 |

3.14 Футеровка сталеразливочного ковша

Футеровка сталеразливочных ковшей предназначена для защиты металлоконструкции ковша от действия расплавленного металла и удержания его в ковше. Футеровку выполняют из огнеупорных материалов с различными структурами, химико-минералогическим составом и физическими свойствами. Футеровка должна быть устойчивой к агрессивному действию расплавленного шлака и стали, а скорость охлаждения стали и шлака за время пребывания в ковше должна быть такой, чтобы их жидкотекучесть была достаточной для разливки с минимальным настылеобразованием.

Правильный выбор огнеупорного материала, схемы кладки и режима сушки футеровки имеет большое значение, так как расплавленный металл и шлак оказывают агрессивное действие на футеровку. Это приводит к уменьшению срока службы футеровки. Время ремонта футеровки (мелкого и капитального) значительно превышает время работы ковша. По этой причине коэффициент использования ковшей остается до сих пор весьма низким.

Преимущественное распространение для изготовления футеровки сталеразливочных ковшей нашли огнеупорные материалы алюмосиликатного типа, состоящие в основном из окислов Al_2O_3 и SiO_2 . Это объясняется тем, что изделия из этих материалов обладают наиболее высокими показателями

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | ДП 04.03.04.528.ПЗ | | | | | |

химической и термической стойкости, а все остальные свойства в зависимости от предъявляемых к футеровке требований могут быть изменены в широких пределах изменением количественных соотношений окиси алюминия и кремнезема. В соответствии с процентным содержанием этих окислов огнеупоры алюмосиликатного типа, согласно ГОСТ 28874–2004, подразделяются на шесть групп:

- полукислые.....от 65–85 % SiO_2 включительно;
- шамотные.....28–45 % Al_2O_3 включительно;
- муллитокремнеземистые.....свыше 45–62 % Al_2O_3 включительно;
- муллитовые.....свыше 62–72 % Al_2O_3 включительно;
- муллитокорундовые.....свыше 72–95 % Al_2O_3 включительно;
- из глиноземокремнеземистого стекла..от 40–90 % Al_2O_3 включительно.

Наибольшее распространение для изготовления ковшевого припаса получили шамотные огнеупоры. Шамот представляет собой хорошо обожженную при высокой температуре огнеупорную глину.

Шамотный кирпич изготовляют из огнеупорной глины, способствующей сохранению формы изделия после обжига и отощителя – шамота или непластичной глинистой породы, которые уменьшают усадку при сушке и обжиге и повышают огнеупорность и термостойкость изделия. Смесь представляет собой неоднородную массу, состоящую из зерен шамота, соединенных между собой связующим глинистым веществом.

Свойства шамотных изделий чрезвычайно разнообразны и определяются главным образом химическим составом шихты, ее зерновым строением и технологией изготовления изделий.

Влияние химического состава. Наиболее ценной и огнеупорной составляющей шихты является глинозем Al_2O_3 . Повышение содержания глинозема увеличивает огнеупорность и шлакоустойчивость изделия благодаря высокой температуре плавления глинозема, которая составляет 2050°C . Но установлено, что увеличение содержания Al_2O_3 в связке свыше

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | ДП 04.03.04.528.ПЗ | | | | |

55–60 % (при содержании глинозема в готовом изделии 46–48 %) не дает существенного повышения шлакоустойчивости. С другой стороны, эксплуатация муллитокремнеземистых огнеупоров вызывает некоторые трудности вследствие их высокой дополнительной усадки и склонности к насталеобразованию. Поэтому муллитокремнеземистые огнеупоры, несмотря на их высокую огнеупорность (1800–1850 °С), широкого распространения для футеровки ковшей, в которые разливают стали рядовых марок, не получили. Применяют эти огнеупоры главным образом при разливке сталей, к которым предъявляют повышенные требования по чистоте.

Увеличение количества примесей (CaO , MgO , Fe_2O_3 и др.) в шихте отрицательно сказывается на огнеупорности и температуре размягчения обожженных изделий.

Влияние зернового состава шихты. Введение в шихту зерен шамота одной фракции ведет к образованию пористого кирпича, это снижает механическую прочность и шлакоустойчивость кирпича. В присутствии крупных фракций шамота повышается огнеупорность, термостойкость, газопроницаемость и температура размягчения кирпичей, но понижается их химическая устойчивость при воздействии шлаков и газов.

Влияние технологии изготовления. Из технологических факторов наибольшее влияние на свойства огнеупорных изделий оказывают метод прессования, тщательность перемешивания всех составляющих шихты и температура обжига.

Метод полусухого прессования в отличие от пластичного метода обеспечивает увеличение плотности и улучшение структуры и, как следствие этого, увеличение механической прочности готовых изделий и возможность получения изделий заданной формы и размеров. Кроме того, при уменьшении количества связки в шихте, которое является одним из следствий полусухого прессования, уменьшается склонность к скалыванию и растрескиванию, в результате чего также повышается шлакоустойчивость

| | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|--------------------|------|
| | | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | |

футеровки. Этими причинами объясняется повсеместное распространение полусухого способа прессования при производстве огнеупоров.

На свойства огнеупорных изделий оказывает влияние очень большое число факторов, а это приводит к тому, что даже в пределах одной подгруппы свойства меняются в весьма широких пределах.

Ниже приведены средние показатели шамотных огнеупоров:

Химический состав, %:

- Al_2O_330–45;
- SiO_252–60;
- огнеупорность, °С.....1610–1770;
- температура начала деформации под нагрузкой
0,2 МН/м²(2 кг/см²), °С.....1150–1400;
- пористость кажущаяся, %.....13–28;
- дополнительная усадка при 1350–1450 °С за 4 ч, %..0,2–0,8;
- термическая стойкость, число теплосмен.....5–25;
- химическая стойкость при действии:
 - кислых шлаков.....удовлетворительная;
 - основных шлаков.....плохая;
- Температура обжига, °С.....1530–1550.

Для изготовления сталеразливочных стаканов широкое распространение получили магнезитовые огнеупоры, характерной особенностью которых является высокое содержание в них оксида магния. Массу для формовки стаканов готовят из спекшегося магнезита фракции 2,0–0,8 мм и клеящих добавок. Обжиг изделий ведут при 1550–1600 °С.

Свойства магнезитовых изделий характеризуются следующими показателями:

- Химический состав, %:
- MgO.....≥90;
- CaO.....≤3;

- огнеупорность, °С.....≥2000;
- Температура начала деформации под нагрузкой
0,2 Мн/м²(2 кг/см²).....≥1500;
- пористость, %.....15–25;
- предел прочности при сжатии, Мн/м²(кг/см²).....39 (400);
- объемная масса, г/см³.....2,6;
- термическая стойкость, число теплосмен.....1–2;
- химическая стойкость при действии:
 - кислых шлаков.....плохая;
 - основных шлаков.....хорошая.

Ограниченное применение для изготовления ковшевого и стопорного припаса нашли и некоторые другие огнеупорные материалы. Так, для изготовления пробок и стаканов иногда используют шамотноуглеродистые огнеупоры, характеризующиеся более высокими показателями по сравнению с шамотными огнеупорами. Шихту для их приготовления составляют из огнеупорной глины, графита и шамота. После перемешивания и формовки изделия подвергают обжигу при 900–1000 °С.

Характеристика шамотноуглеродистые огнеупоров следующая:

Химический состав, %:

- С.....свыше 40;
- Al₂O₃.....до 40;
- огнеупорность, °С.....>1900;
- пористость кажущаяся, %.....25,8–26,8;
- объемная масса, г/см³.....1,83–1,84;
- термическая стойкость, число теплосмен.....25;
- химическая стойкость при действии:
 - кислых шлаков.....плохая;
 - основных шлаков.....удовлетворительная.

Вследствие высокой стоимости применение шамотноуглеродистых изделий ограничивается в основном разливкой высоколегированных и

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

специальных сталей.

В последние годы находят все большее (хотя и недостаточное) распространение футеровки из набивных масс.

3.15 Промежуточный ковш-дозатор

Жидкая сталь, полученная в сталеплавильном агрегате, выпускается в сталеразливочный ковш, вместимость которого равна массе одной плавки.

Промежуточный ковш (промковш) является одним из важнейших технологических элементов при разливке стали. Он обеспечивает прием металла из сталеразливочного ковша и поступление его в форму с определенным расходом и хорошо организованной струей и осуществлять серийную разливку методом плавка на плавку при смене сталеразливочных ковшей без прекращения и снижения скорости разливки. Промежуточный ковш является буферной емкостью, так как с его помощью согласовывается поступление металла из сталеразливочного ковша в форму. Масса металла в промковше может составлять 6-12 тонн в зависимости от типа поточной линии.

Предварительно подготовленный к эксплуатации и подогретый промковш перемещается на разливочный участок и устанавливается над формами с помощью специальной транспортной тележки. При разливке стали длинными и сверхдлинными сериями в случае износа футеровки (или переходе на разливку другой марки стали) осуществляется замена промковша на новый, который подается другой транспортной тележкой. Стабильное функционирование промковша в процессе разливки в значительной мере определяет устойчивость процесса литья.

Оптимальная емкость промковша определяется сечением (шириной) отливаемых заготовок, скоростью разливки, требованиями к возможности всплытия неметаллических включений и ассимиляции их шлакообразующим покрытием. Геометрическая форма промковша выбирается по возможности

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

наиболее простой и приближенной к параллелепипеду, что упрощает процесс изготовления футеровки промковша и его обслуживания (например, извлечения остатка металла после разливки).

Футеровка промковша работает в чрезвычайно сложных условиях, поскольку ее рабочий слой непрерывно контактирует с жидкой сталью в течение длительного времени (10-25 часов и более). После окончания разливки футеровка охлаждается вместе с остатком металла, которые затем удаляются из промковша. При этом многократно используемая часть футеровки подвергается дополнительным нагрузкам, связанным с циклическим изменением температуры и механическими воздействиями (при удалении остатка).

Рабочий слой футеровки обычно работает только один цикл разливки. Он, как правило, наносится на арматурный методом мокрого торкретирования (набрызгивания).

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

3.16 Охлаждение отливок

Охлаждение — процесс, при котором полностью затвердевшая отливка выдерживается в форме до температуры, когда она приобретает прочность, исключаящую ее разрушение при выбивке. Чугунные тонкостенные отливки выбивают из форм при температуре не выше 400°С, отливки средней по форме сложности и со средней толщиной стенок — не выше 500°С, а толстостенные — не выше 600°С. Стальные отливки в зависимости от содержания в стали углерода и условий (затрудненной, свободной усадки), выбивают из песчаных форм при температуре 200— 800°С.

После заливки формы охлаждают естественным путем — на воздухе — или принудительно — обдувкой холодным воздухом, душированием водой. Естественное охлаждение происходит весьма медленно. Например, средняя скорость охлаждения стальных отливок, залитых в форму с опорным наполнителем при 900 °С, составляет ~6 °С/мин. Та же форма, но без наполнителя, охлаждается со скоростью 30 °С/мин. В механизированных цехах формы с наполнителем охлаждают на конвейере, имеющем кожух с отсасывающей вентиляцией (скорость охлаждения до 12 °С/мин) или же с душированием извлеченных из накопителя блоков водой на агрегатах мод. 675 (до 80 °С/мин).

Практика работы цехов литья по выплавляемым моделям и исследования показывают, что при медленном охлаждении металла (например, при заливке в формы, нагретые до 900 °С) качество металла выше, чем при заливке в подстуженные или холодные формы. Несмотря на практически одинаковую плотность отливок и более измельченную кристаллическую структуру (в 1,5 раза меньше условный диаметр зерна стали по ГОСТ 5639—82), механические свойства отливок с крупнокристаллической структурой, охлаждаемых с малой скоростью, выше, чем при быстром охлаждении .

Исследования показали, что основное влияние на механические

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

свойства металла отливок оказывают не плотность, степень раздробленности и число пор, а размер пор и их форма. С увеличением скорости охлаждения число пор N на 1 см поверхности шлифа металла уменьшается, однако их суммарная площадь в сечении шлифа S и диаметр увеличивается. Чем меньше размер усадочной поры, тем больше ее форма приближается к сферической и тем; меньше она оказывает отрицательное влияние на механические свойства металла. Крупные поры разветвленной хлопьевидной формы, являясь концентраторами напряжений, снижают прочность и пластичность стали отливок.

Следует отметить, что ускоренное охлаждение затвердевших отливок, например душированием, способствует увеличению внутренних напряжений в них и может вызвать образование трещин.

3.17 Выбивка

После охлаждения отливки, литейную форму разрушают – производится выбивка. В зависимости от объема производства и сложности отливки выбивают из форм вручную или механизировано. С помощью молотков и клещей выбивают вручную. При механизированном способе применяют вибрационные скобы, коромысла, механические и инерционные решетки, а также пневматические рубильные молотки и гидравлические установки. Познакомимся немного с этими инструментами.

Вибрационная скоба – это приводимый в действие сжатым воздухом переносной вибрационный механизм, предназначенный для выбивки из опок формовочной смеси и отливок.

Удобное подвесное устройство, которое создает вибрацию опоки, называется вибрационным коромыслом, оно обеспечивает равномерное вытряхивание смеси и ускоряет процесс выбивки.

Принцип работы механических выбивных решеток в том, что они после приведения в колебательное движение подбрасывают опоку, и она,

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

ударяясь о решетку, разбивается. Стержни из отливок удаляют пневматическими рубильными молотками, вибрационными машинами и гидравлическими установками, из которых самыми совершенными являются последние, так как они работают бесшумно и не создают запыленности, а к недостаткам относятся высокая стоимость и необходимость сушки отливки.

Отливка после выбивки из формы имеет на поверхности выпоры, литники и прибыли, могут образоваться и заливы. Если они имеют небольшую толщину, с помощью молотка и зубила их удаляют вручную. У скульптурных и архитектурных форм – пневматическими зубилами. У отливок из цветных сплавов дефекты удаляют ножовками или на специальных станках с ленточными пилами. Этот процесс удаления литников, выпоров и т. д. называется обрубкой.

Выбивка стержней из отливок является трудоемкой технологической операцией. Особенно трудно выбиваются стержни, изготовленные из смесей на основе жидкого стекла. Такие стержни удаляют из отливок вручную, на специальных вибрационных машинах, в гидравлических камерах струей воды (или водо-песчаной смесью) под давлением до 200 кгс/см² или способом электрогидравлической выбивки.

Стержни из мелких и средних по массе отливок удаляют в галтовочных барабанах непрерывного или периодического действия.

В нашем цехе установлена инерционная эксцентриковая решетка 423.

Основные узлы: собственно решетка, эксцентриковый вал, рама-основание, электродвигатель. У решетки 423 рабочее полотно, устанавливаемое между боковинами, щеками корпуса, выполнено сварным из отрезков двутавровых балок.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Таблица 18 - Технические характеристики одновальной выбивной решетки 423 [34]

| | |
|-------------------------------|------|
| Параметр | 423 |
| Грузоподъемность, т | 2,5 |
| Размеры полотна,мм | |
| длина | 2000 |
| ширина | 1600 |
| Частота вращения вала, об/мин | 830 |
| Эксцентриситет, мм | 3 |
| Амплитуда колебаний, мм | 3 |
| Число амортизаторов | 8 |
| Установленная мощность, кВт | 7,5 |
| Габаритные размеры, мм | |
| длина | 2355 |
| ширина | 2230 |
| высота | 960 |
| Масса, кг | 2900 |

Во избежание перегрева подшипников эксцентрикового вала от просыпающейся горячей отработанной смеси в кожухе вала имеется полость с циркуляцией охлаждающей воды.

Вращение эксцентриковому валу сообщается от электродвигателя через клиноременную передачу

3.18 Расчет шихты для приготовления сплава 35Л на 100кг

Расчет шихты ведётся, для электродуговой печи, выплавки стали 35Л на 100 кг металлозавалки. Химический состав стали, принимаем из таблицы 19.

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

ДП 04.03.04.528.ПЗ

Таблица 19 - Химический состав стали 35Л

| Массовая доля, % | | | | | | |
|-----------------------------|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| C | Mn | Si | P | S | Cr | Ni |
| 0,32-0,40 | 0,50-0,80 | 0,20-0,52 | До 0,06 | До 0,06 | До 0,03 | До 0,03 |
| Расчетный химический состав | | | | | | |
| 0,25 | 0,6 | 0,25 | 0,045 | 0,04 | 0,03 | 0,03 |

В таблице 20 приведен химический состав шихтовых материалов и раскислителей.

Таблица 20 - Химический состав шихтовых материалов и раскислителей

| Наименование материала | Содержание в шихте, % | Химический состав, % | | | | |
|----------------------------------|-----------------------|----------------------|------|------|------|---------|
| | | C | Mn | Si | S | P |
| Отходы собственного производства | 30 | 0,35 | 0,6 | 0,25 | 0,04 | 0,045 |
| Стружка в брикетах | 7 | 0,35 | 0,6 | 0,25 | 0,04 | 0,045 |
| Стальной лом 1А | 60 | 0,25 | 0,5 | 0,37 | 0,03 | 0,035 |
| Чугун передельный М1 | 3 | 3,0 | 2,0 | 1,0 | 0,03 | 0,150 |
| Ферромарганец ФМнб | | 6,0 | 75,0 | 2,0 | 0,03 | 0,350 |
| Ферросилиций ФС45 | | 0,25 | 0,6 | 45,0 | 0,03 | 0,04 |
| Алюминий | Al – 98% | | | | | Fe – 2% |

Содержание элементов в каждой из составляющих шихты определяется произведением содержания в шихте этой составляющей на содержание в ней элемента. Рассчитаем количество элементов, вносимых отдельными составляющими шихты.

Отходы собственного

производства вносят, %:

Углерода $0,30 \cdot 0,35 = 0,105$;

Марганца $0,30 \cdot 0,6 = 0,18$;

Кремния $0,30 \cdot 0,25 = 0,075$;

Серы $0,30 \cdot 0,04 = 0,012$;

Фосфора $0,30 \cdot 0,045 = 0,0135$;

Железа 29,615.

Стальной лом вносит, %:

Углерода $0,6 \cdot 0,25 = 0,15$;

Марганца $0,6 \cdot 0,5 = 0,30$;

Кремния $0,6 \cdot 0,37 = 0,224$;

Серы $0,6 \cdot 0,03 = 0,018$;

Фосфора $0,6 \cdot 0,035 = 0,021$;

Железа 59,29.

Стружка в брикетах вносит,
%:

Углерода $0,07 \cdot 0,35 = 0,024$;
 Марганца $0,07 \cdot 0,6 = 0,042$;
 Кремния $0,07 \cdot 0,25 = 0,0175$;
 Серы $0,07 \cdot 0,04 = 0,0028$;
 Фосфора $0,07 \cdot 0,045 = 0,003$;
 Железа 6,91.

Чугун переделный вносит,
%:

Углерода $0,03 \cdot 3 = 0,09$;
 Марганца $0,03 \cdot 2 = 0,06$;
 Кремния $0,03 \cdot 1 = 0,03$;
 Серы $0,03 \cdot 0,03 = 0,001$;
 Фосфора $0,03 \cdot 0,015 = 0,0045$;
 Железа 2,815.

В таблице 21 приведен средний химический состав шихты.

Таблица 21 - Средний химический состав шихты

| Элементы | Вносят элементов, % | | | | Средний химический состав, % |
|----------|----------------------------------|--------------------|--------------|------------------|------------------------------|
| | Отходы собственного производства | Стружка в брикетах | Стальной лом | Чугун переделный | |
| Углерод | 0,105 | 0,024 | 0,15 | 0,09 | 0,369 |
| Марганец | 0,18 | 0,042 | 0,30 | 0,06 | 0,582 |
| Кремний | 0,075 | 0,0175 | 0,22 | 0,03 | 0,343 |
| Сера | 0,012 | 0,0028 | 0,018 | 0,001 | 0,034 |
| Фосфор | 0,0135 | 0,003 | 0,021 | 0,0045 | 0,042 |
| Железо | 29,615 | 6,91 | 59,29 | 2,0815 | 98,630 |

4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1 Расчет списочного состава работающих

Прежде всего, необходимо определить качественный (квалификационный) и количественный состав основных и вспомогательных рабочих. При определении квалификации рабочего необходимо руководствоваться видом обслуживаемого оборудования, сложностью выполняемых работ и тарифно-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.

Расчет численности рабочих выполняем по формуле:

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

где H_i - норма обслуживания оборудования в смену, чел;

A_i - количество одновременно работающих однотипных агрегатов, шт;

C_i - число смен в сутки.

Списочное число работающих определим по формуле:

$$N = N_{я} \times K_{сп},$$

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

$$K_{сп} = \frac{T_n}{T_d},$$

где T_n - номинальный фонд времени в сутки;

T_d - действительный фонд времени в сутки.

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

Баланс рабочего времени основных рабочих представлен в таблице 21.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Таблица 21 - Баланс рабочего времени основных рабочих

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

Баланс рабочего времени вспомогательных рабочих представлен в таблице 22.

Таблица 22 - Баланс времени вспомогательных рабочих

| Статья баланса | Фонд времени | |
|---|--------------|------|
| | сутки | часы |
| Календарный фонд времени | 365 | 2920 |
| Выходные дни | 104 | - |
| Праздничные дни | 9 | - |
| Предпраздничные дни | 8 | - |
| Номинальный фонд времени | 251 | 2008 |
| Плановые не выходы на работу | 30 | 240 |
| В том числе: | | |
| основной отпуск | 28 | - |
| по болезни | 7 | - |
| выполнение государственных обязанностей | 1 | - |
| отпуск учащихся | 1 | - |
| Действительный фонд времени | 221 | 1768 |
| Коэффициент списочного состава | 1,14 | - |

С учетом данных баланса рабочего времени рабочих выполняем расчет численности рабочих, который сводим в таблице 23.

Таблица 23 - Расчет списочного состава основных рабочих

| Наименование отделений, оборудования и профессий | Тарифный разряд | Число смен в сутки | Норма обслуживания, чел | Количество агрегатов, шт | Количество рабочих, чел | | | K _{сп} |
|---|-----------------|--------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------|---------|-----------|-----------------|
| | | | | | Явочное | | Списочное | |
| | | | | | В смену | В сутки | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Основные рабочие | | | | | | | | |
| 1. Плавильное отделение | | | | 3 | | | | 1,16 |
| 1.1. ДСПТ-6 | | | | | | | | |
| Сталевар | 6 | 2 | 1 | | 2 | 4 | 5 | |
| Подручный сталеваара | 4 | 2 | 1 | | 2 | 4 | 5 | |
| Шихтовщик | 3 | 2 | 1 | | 2 | 4 | 5 | |
| Завальщик | 3 | 2 | 1 | | 2 | 4 | 5 | |
| Разливщик металла | 4 | 2 | 2 | | 2 | 4 | 5 | |
| Итого | | | | | 12 | 24 | 30 | |
| 2.Формрвочное отделение | | | | 1 | | | | 1,16 |
| 2.1.Линия Л013 | | | | | | | | |
| Оператор | 4 | 2 | 1 | | 1 | 2 | 3 | |
| Формовщик | 3 | 2 | 1 | | 1 | 2 | 3 | |
| Установщик стержней | 3 | 2 | 1 | | 1 | 2 | 3 | |
| Сборщик форм | 3 | 2 | 1 | | 1 | 2 | 3 | |
| Маляр | 3 | 2 | 1 | | 1 | 2 | 3 | |
| Выбивщик | 3 | 2 | 1 | | 1 | 2 | 3 | |
| 2.2.Установка регенерации | | | | 2 | | | | |
| Оператор | 4 | 2 | 1 | | 2 | 4 | 5 | |
| Итого | | | | | 8 | 16 | 23 | |
| 3.Стержневое отделение | | | | 1 | | | | 1,16 |
| 3.1 Смеситель 19653 | | | | | | | | |
| Стерженщик | 4 | 2 | 1 | | 3 | 6 | 7 | |
| Оператор | 4 | 2 | 1 | | 1 | 2 | 3 | |
| Маляр | 3 | 2 | 1 | | 2 | 4 | 5 | |
| Итого | | | | | 6 | 12 | 15 | |
| 4.Отделение подготовки формовочных материалов | | | | 1 | | | | 1,16 |
| 4.1 Бегуны 15104 | | | | | | | | |
| Оператор | 4 | 2 | 1 | | 1 | 2 | 3 | |
| Итого | | | | | 1 | 2 | 3 | |

Окончание таблицы 23

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|----|-----|-----|------|
| 5.Отделение термообработки и отчистки | | | | | | | | 1,16 |
| 5.1.Дробомерная БРЛ-2200М Чистильщик металла | 3 | 2 | 2 | 1 | 4 | 8 | 9 | |
| 5.2.Газовая резка Газорезчик | 4 | 2 | 1 | 5 | 5 | 10 | 12 | |
| Сварщик | 4 | 2 | 1 | | 4 | 8 | 9 | |
| 5.3. МЗ – 11В Шлифовщик | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | |
| Итого | | | | | 14 | 28 | 33 | |
| 5.4.Комплекс механизированной зачистки отливок | | | | 4 | | | | 1,16 |
| Шлифовщик | 4 | 2 | 1 | | 4 | 8 | 10 | |
| 5.5.Термическая печь Термист | 4 | 2 | 1 | 3 | 2 | 4 | 5 | |
| 5.6.Участок грунтовки Маляр | 3 | 2 | 1 | | 2 | 4 | 5 | |
| Итого | | | | | 22 | 44 | 53 | |
| Всего основных рабочих | | | | | 49 | 98 | 126 | |
| Вспомогательные рабочие | | | | | | | | |
| 1.Модельщик по ремонту моделей | | | | | | | | 1,14 |
| 2.Комплектовщик моделей | 4 | 2 | 1 | | 1 | 2 | 3 | |
| 3.Футеровщик ковшей | 3 | 2 | 1 | | 1 | 2 | 3 | |
| 4.Кладовщик | 4 | 2 | 1 | | 2 | 4 | 5 | |
| 5.Лаборант экспресс лаборатории | 3 | 2 | 1 | | 1 | 1 | 1 | |
| 6. Лаборант | | | | | | | | |
| 7.Грузчик | 4 | 2 | 1 | | 1 | 2 | 3 | |
| 10.Машинист крана | 4 | 2 | 1 | | 2 | 4 | 3 | |
| 11.Стропальщик | 4 | 2 | 1 | | 2 | 4 | 5 | |
| 12.Водитель погрузчика | 3 | 2 | 1 | | 3 | 6 | 7 | |
| 13. Контролер БТК | 3 | 2 | 1 | | 3 | 6 | 7 | |
| 14.Огнеупорщик | | 2 | 1 | | 1 | 2 | 3 | |
| 15. Электрик | 4 | 2 | 1 | | 1 | 2 | 3 | |
| 16.Слесарь-ремонтник | 4 | 2 | 1 | | 2 | 4 | 5 | |
| 17.Слесарь СТС | 4 | 2 | 1 | | 4 | 8 | 9 | |
| | 4 | 2 | 1 | | 4 | 8 | 9 | |
| | 4 | 2 | 1 | | 2 | 4 | 5 | |
| Всего вспомогательных рабочих | | | | | 33 | 59 | 71 | |
| Всего рабочих | | | | | 82 | 157 | 195 | |

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

ДП 04.03.04.528.ПЗ

Лист

Таблица 24 - Штатное расписание ИТР, служащих и МОП

| Должность | Количество, чел | Оклад, руб | Сумма оклада с учетом районного коэф., Рт | |
|--|--------------------|------------|--|----------------|
| | | | За месяц | За год |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ИТР | | | | |
| 1.Нацальный цеха | 1 | 50000 | 57500 | 690000 |
| 2.Заместитель начальника цеха | 2 | 30000 | 69000 | 828000 |
| 3.Начальник ПДБ | 1 | 30000 | 34500 | 414000 |
| 4.Инженер по планированию | 1 | 25000 | 28750 | 345000 |
| 5.Начальник тех.бюро | 1 | 25000 | 28750 | 345000 |
| 6.Инженер-технолог | 2 | 20000 | 46000 | 552000 |
| 7.Старший экономист | 1 | 25000 | 28750 | 345000 |
| 8.Заведующий лабораторией | 1 | 20000 | 23000 | 276000 |
| 9.Старший мастер плавильного отделения | 1 | 25000 | 28750 | 345000 |
| 10.Мастер плавильного отделения | 2 | 20000 | 46000 | 552000 |
| 11.Старший мастер формовочного отделения | 1 | 25000 | 28750 | 345000 |
| 12.Мастер формовочного отделения | 2 | 20000 | 46000 | 552000 |
| 13.Старший мастер стержневого отделения | 1 | 25000 | 28750 | 345000 |
| 14.Мастер стержневого отделения | 2 | 20000 | 46000 | 552000 |
| 15.Старший мастер отделения термообработки и отчистки | 1 | 25000 | 28750 | 345000 |
| 16.Мастер отделения термообработки и очистки | 2 | 20000 | 46000 | 552000 |
| 17.Механик цеха | 1 | 30000 | 34500 | 414000 |
| 18.Энергетик цеха | 1 | 30000 | 34500 | 414000 |
| 19.Начальник смены | 2 | 25000 | 57500 | 690000 |
| 20.Старший бухгалтер | 1 | 25000 | 28750 | 345000 |
| Итого: | 27 | | 770500 | 9246000 |

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

ДП 04.03.04.528.ПЗ

Лист

Окончание таблицы 24

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------------------------|----|------|--------|---------|
| Служащие | | | | |
| 1. Бухгалтер по расчетам | 3 | 8000 | 27600 | 331200 |
| 2. Нормировщик | 1 | 7800 | 8970 | 107640 |
| 3. Табельщик | 1 | 7500 | 8625 | 103500 |
| 4. Инструктор по кадрам | 1 | 7800 | 8970 | 107640 |
| 5. Секретарь | 1 | 7600 | 8740 | 104880 |
| 6. Хозмастер | 1 | 7600 | 8740 | 104880 |
| Итого: | 8 | | 79695 | 956340 |
| Младший обслуживающий персонал | | | | |
| 1. Уборщица | 2 | 5500 | 12650 | 151800 |
| 2. Курьер | 1 | 5200 | 11960 | 143520 |
| Итого: | 3 | | 24610 | 295320 |
| Всего: | 40 | | 426880 | 5122560 |

Таблица 25 - Структура трудящихся в цехе

| Категория персонала | Количество, чел | Удельный вес, % |
|-----------------------------|-----------------|-----------------|
| Рабочие всего, в том числе: | 195 | 82,9 |
| основные | 126 | 52,7 |
| вспомогательные | 71 | 30,2 |
| ИТР | 27 | 11,4 |
| Служащие | 9 | 3,0 |
| 4. МОП | 4 | 1,7 |
| Итого: | 235 | 100,0 |

4.2 Организация и планирование заработной платы

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

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

По действующему в Российской Федерации Трудовому кодексу, выбор системы оплаты труда и тарифных ставок осуществляется предприятием самостоятельно.

При планировании фонда заработной платы применяется его расчёт, исходя из трудоёмкости производственной программы, исчисленной по профессиям и разрядам с учётом условий труда, то есть определения прямой (тарифной) заработной платы и различных выплат и доплат.

Расчет фонда заработной платы осуществляется укрупнено (по средней тарифной ставке) по всем отделениям цеха по формуле:

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

где $T_{ct.i}$ - тарифная ставка рабочего 1-го разряда;

N_i - явочное число рабочих соответствующего разряда;

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

Аналогично определяется средняя тарифная ставка вспомогательных рабочих.

Фонд заработной платы по каждой группе рабочих (определению) рассчитывается по формулам:

$$З_{т.ф.} = T_{cp} \cdot H_{ч},$$

$$З_{т.ф.с.} = З_{т.ф.} + \Delta З_{с},$$

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

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

$$H_{ч} = N_{сп} \cdot T_{д},$$

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

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

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Фонд основной заработной платы рабочих находится по формуле:

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

где $K_{пр}$ - коэффициент премиальных доплат;

$K_{ст}$ - коэффициент стимулирующих доплат;

$K_{ком}$ - коэффициент компенсационных доплат;

$K_{рк}$ - районный коэффициент.

К стимулирующим доплатам относятся доплаты и надбавки к тарифным ставкам и окладам (за профессиональное мастерство, совмещение профессий и должностей и т.п.), а также ежемесячные или ежеквартальные вознаграждения за выслугу лет, стаж работы.

Компенсационные доплаты связаны с режимом работы и условиями труда.

Дополнительная заработная плата (за неотработанное время) включает оплату отпусков, времени выполнения государственных обязанностей, время нахождения на обследовании в медицинских учреждениях, учебных отпусках и т.п.

Дополнительная заработная плата вычисляется по формулам:

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

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

$$K_{доп} = \frac{T_{отл} \cdot 100}{T_{д}} + \frac{T_{г.о} \cdot 100}{T_{д}} + \frac{T_{у.о} \cdot 100}{T_{д}} + 0,5 + \frac{T_{\delta} \cdot 70}{T_{д}},$$

где $T_{отл}$ - длительность отпуска рабочего, сут;

$T_{д}$ - действительный фонд рабочего времени, сут.;

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

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

0,5 - размер прочих составляющих дополнительной заработной платы;

T_{δ} - время нахождения на обследовании в медицинских учреждениях, сут.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

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

$$З_{г.ф} = З_{ос} + З_{доп} ,$$

Для определения среднемесячной заработной платы по отделениям годовой фонд делится на 12, а по отношению к рабочему еще и на списочный состав рабочих отделения. Результаты сводим в таблице 26.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Таблица 26 - Расчет фонда заработной платы основных и вспомогательных рабочих

| Отделение | Количество рабочих, чел | Средняя тарифная | Заплаты времени на программу, | Заработная плата за отработанное время, тыс. р | | | | | | Итого | коэффициент |
|--|-------------------------|------------------|-------------------------------|--|----------------|---------------|---------------|---------|----------------|-------|-------------|
| | | | | По тарифу | Премии | Доплаты | Стимулирующие | Доплаты | Компенсирующие | | |
| Плавильное | 30 | 30,2 | 51120 | 1543,83 | 40% 617,53 | 10% 154,38 | 8% 123,5 | 2439,24 | 2805 | | |
| Формовочное | 23 | 28,9 | 39928 | 1153,92 | 30% 346,18 | 8% 92,31 | 8% 92,31 | 1684,72 | 1937 | | |
| Стержневое | 15 | 27,8 | 26040 | 723,91 | 30% 217,17 | 8% 57,91 | 8% 57,91 | 1056,9 | 1215 | | |
| Подготовки формовочных материалов | 3 | 27,3 | 5208 | 142,18 | 25% 35,55 | 8% 11,37 | 8% 11,37 | 200,47 | 230,3 | | |
| термообработки и отчистки | 53 | 29,1 | 90312 | 2628,08 | 40% 1051,23 | 10% 262,8 | 8% 210,25 | 4152,36 | 4775 | | |
| Итого основных рабочих | 126 | | | | | | | | 1096 | | |
| Вспомогательные рабочих | 71 | 25,4 | 125528 | 3188,41 | 25% 797,1 | 8% 255,07 | 8% 255,07 | 4495,65 | 5169 | | |
| Итого всего основных вспомогательных рабочих | 195 | | | | | | | | 1913 | | |

4.3 Отчисления на социальные нужды

В соответствии с законодательством отчисления на социальные нужды с 2011 составляют 30%. [15]:

Отчисления на социальные нужды от фонда оплаты труда основных и остальных трудящихся приведены в таблице 27.

Таблица 27 - Отчисления на социальные нужды по фонду оплаты труда

| Фонд заработной платы | Отчисления в фонд, тыс. руб. |
|-----------------------|------------------------------|
| 1. Рабочие: | |
| Основные | 4906,85 |
| Вспомогательные | 2161,56 |
| 2. ИТР | 2311,1 |
| 3. Служащие | 286,49 |
| 4. МОП | 88,59 |

Данные по общему фонду заработной платы с учетом доплат из фонда потребления приведены в таблице 28.

Таблица 28 - Общий фонд заработной платы по цеху

| Фонд заработной платы | Виды доплат из фонда потребления, тыс. р. | | | | Общий фонд заработной платы, тыс. р. |
|---|---|-------------------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| | Одновременные выплаты, 5% | Вознаграждение за выслугу лет, 4,5% | Материальная помощь, 3% | Доплаты к отпуску, 2% | |
| Основные рабочие | 644,06 | 579,65 | 386,43 | 257,62 | 14749,09 |
| Вспомогательные рабочие | 292,1 | 262,89 | 175,26 | 116,84 | 6589,17 |
| Управленческий и обслуживающий персонал | 256,12 | 230,51 | 153,67 | 102,45 | 5865,31 |
| Итого | | | | | 27203,57 |

4.4 Расчет капитальных затрат и амортизационных отчислений

Расчеты выполняются по ориентировочным нормативам. Стоимость здания литейного цеха примем 14000 рублей за 1 м^2 , стоимость бытовых помещений 15500 рублей за 1 м^2 . Затраты на здание и бытовые помещения вычисляем по формулам:

$$C_{\text{зд}} = V_{\text{зд}} \cdot C_{\text{тзд}} ,$$

$$C_{\text{бп}} = V_{\text{бп}} \cdot C_{\text{тбп}} ,$$

где $V_{\text{зд}}$ и $V_{\text{бп}}$ - объемы здания и бытовых помещений м^2 ;

$C_{\text{тбп}}$ и $C_{\text{тзд}}$ - удельная цена здания и помещений, тыс.р./ м^2 .

$$C_{\text{зд}} = 10260 \cdot 14 = 143640 \text{ тыс.р.}$$

$$C_{\text{бп}} = 1080 \cdot 15,5 = 16740 \text{ тыс.р.}$$

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

Затраты на приобретение и монтаж подъемно транспортного оборудования можно принять 40% от стоимости технологического оборудования; затраты на вспомогательное оборудование примем в размере 25% от стоимости технологического оборудования.

Затраты на инструмент и приспособления 350 р на 1 т.годных отливок. Стоимость хозяйственного инвентаря на одного работающего 1000 р.

Для выполнения расчетов принимаем следующие значения норм амортизации:

- для зданий и сооружений - 2%;
- для плавильных агрегатов - 7%;
- для технологического оборудования - 9%;
- для подъемно-транспортного оборудования - 10%;
- для вспомогательного оборудования - 10%.

Результаты расчетов капитальных затрат и амортизационных отчислений сведем в таблицу 29.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Таблица 29 - Расчет капитальных и амортизационных отчислений

| Наименование | Модель оборудования | Количество, шт | Стоимость единицы оборудования | | |
|------------------------------|---------------------|----------------|--------------------------------|--------|--------|
| | | | Цена, тыс. р | Монтаж | |
| | | | | % | Тыс. р |
| Здание цеха | | | 15 за м ² | | |
| Бытовые помещения | | | 17 за м ² | | |
| Итого | | | | | |
| Основное оборудование | | | | | |
| - плавильная печь | ДСПТ-6 | 3 | 1400 | 10 | 140 |
| - формовочная линия | Линия Л013 | 1 | 11700 | 10 | 1170 |
| - стержневая машина | 19653 | 1 | 1250 | 10 | 125 |
| - линия регенерации смеси | 15104 | 1 | 2300 | 10 | 230 |
| - трубное сушило | М 42734 | 1 | 800 | 10 | 80 |
| - дробеметная камера | | 1 | 1300 | 10 | 130 |
| - сварочное оборудование | МЗ – 11В | 5 | 150 | 10 | 15 |
| - шлифовальный станок | | 1 | 85 | 10 | 8,5 |
| | | 4 | 550 | 10 | 55 |
| | | 3 | 900 | 10 | 90 |
| Итого | | 21 | | | |
| Грузоподъемное оборудование | | | | | |
| Инструмент, оснастка | | | | | |
| Вспомогательное оборудование | | | | | |
| Хозяйственный инвентарь | | | | | |
| Итого | | | | | |
| Всего затрат | | | | | |

Затраты на содержание и ремонт оборудования рассчитываем в процентах от балансовой стоимости, они приведены в таблице 30.

Таблица 30 – Смета расходов на ремонт и содержание оборудования

| Наименование статьи затрат | Сумма, тыс. р | Примечание |
|--|---------------|------------------------------|
| Эксплуатация оборудования | 423,88 | 1% от стоимости оборудования |
| Текущий ремонт оборудования | 2119,42 | 5% от стоимости оборудования |
| Внутрипроизводственное перемещение груза | 520 | 20 р. на 1 т годного литья |
| Износ быстроизнашивающегося оборудования | 780 | 30 р. на 1 т годного литья |
| Итого | 3843,3 | |

4.5 Определение затрат и планирование себестоимости

продукции

В себестоимость продукции включают следующие группы затрат:

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

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

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

Количество основных и вспомогательных материалов и затрат на их приобретение приведены в таблице 31.

Таблица 31 – Количество основных и вспомогательных материалов и затраты на их приобретение

| Наименование материала | Расход, т | | Цена, тыс. р. /т | Затраты, тыс.р. | |
|---|----------------------|----------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| | На годовую программу | На 1 т годного литья | | На годовую программу | На 1 т годного литья |
| Основные материалы: | | | | | |
| Отходы собственного производства | 9245,38 | 0,355 | 4,0 | 36981,52 | 1,42 |
| Стружка в брикетах | 3558,47 | 0,136 | 4,0 | 14233,88 | 0,547 |
| Стальной лом | 18170,94 | 0,698 | 4,5 | 81769,23 | 3,144 |
| Чугун предельный | 1097,82 | 0,042 | 7,5 | 8233,65 | 0,316 |
| Ферросилиций | 189,28 | 0,007 | 10,6 | 2006,36 | 0,077 |
| Феррохром | 340,7 | 0,013 | 20,3 | 6916,21 | 0,266 |
| Ферромарганец | 340,7 | 0,013 | 19,6 | 6677,72 | 0,256 |
| Алюминий | 37,85 | 0,001 | 30 | 1135,5 | 0,043 |
| Итого: | | | | 156485,3 | 6,069 |
| Феррохром Формовочные материалы: | | | | | |
| Песок | 67724,39 | 2,77 | 0,6 | 40634 | 1,56 |
| Газ амин, м ³ | 650 | 0,025 | 1,3 | 850 | 0,32 |
| Связующие | 1026,43 | 0,065 | 45 | 76189,5 | 2,93 |
| Итого: | | | | 117673,5 | 4,81 |

Сумма производственных и непроизводственных затрат образует полную себестоимость.

Смета цеховых расходов представлена в таблице 32.

Калькуляция себестоимости 1 тонны годных отливок представлена в таблице .

Общезаводские расходы примем в размере 80% от заработной платы производственных рабочих и расходов на ремонт и эксплуатацию оборудования. Непроизводственные расходы примем 3% от себестоимости с общезаводскими расходами.

Таблица 32 – Смета цеховых расходов

| Статья затрат | Сумма | |
|--|------------------------|-------------------------|
| | На 1 тонну литья, р | На программу, тыс. р |
| Затраты на оплату основных и вспомогательных рабочих, управленческого и обслуживающего персонала | 917,15 | 23845,64 |
| Отчисления на социальные нужды | 357,68 | 9299,87 |
| Амортизация здания | 123,36 | 3207,6 |
| Затраты на НИОКР (5% от основной заработной платы производственных рабочих) | 39,63 | 1030,5 |
| Затраты на охрану труда (10% от основной зарплаты производственных рабочих) | 49,54 | 1288,13 |
| Итого | 1707,68 | 44400,06 |
| Транспортный налог (1% от цехового фонда заработной платы) | 9,17 | 238,45 |
| Прочие расходы (5% от суммы всех предыдущих расходов) | 83,4 | 2168,47 |
| Итого цеховых расходов | 1800,25 | 46806,98 |

ДП 04.03.04.528.ПЗ

№

П

Таблица 33 – Калькуляция себестоимости 1 т годных отливок

| Статья затрат | На 1 т литья | | | На программу | |
|---|----------------------|---------|----------|------------------------------|---------------|
| | Количество | Цена, р | Сумма, р | Количество, т | Сумма, тыс. р |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Сырье и основные материалы | 1,434 т | 6069 | 8619 | 35356,14 | 156485,3 |
| Возвраты (литники, прибыли) | 0,413 т | 4000 | 1420 | 8745,38 | 36981,52 |
| Угар и безвозвратные потери | 0,021 т | 4000 | 84 | 559,45 | 2237,8 |
| Итого за вычетом возврата и угара | 1,000 | | 8703 | | 119503,78 |
| Вспомогательные материалы: | | 600 | 1560 | 67724,39 | 40634 |
| Песок | 2,77 т | 45000 | 2930 | 1026,43 | 76189,5 |
| Связующие | 0,065 т | 1300 | 320 | 650 | 850 |
| Газ амин, м ³ | 0,025 м ³ | | | | |
| 4. Оплата труда работающих в цехе | | | 1046,29 | | 27203,57 |
| 5. Отчисления на социальные нужды | | | 344,2 | | 8949,35 |
| Технологическая энергия | 2460 кВт | 1,5 | 3690 | 91750,52 МВт | 137624,78 |
| Энергоносители | | | | | |
| вода м ³ | 35 м ³ | 1,0 | 35 | 1305,38 тыс. м ³ | 1305,38 |
| воздух м ³ | 560 м ³ | 0,5 | 280 | 20886,14 тыс. м ³ | 10443,07 |
| газ м ³ | 30 м ³ | 1,2 | 36 | 1118,4 тыс. м ³ | 1342,68 |
| Расходы на ремонт и эксплуатацию оборудования | | | 147,81 | | 3843,3 |
| Отчисления на амортизацию оборудования | | | 404,31 | | 10512,31 |
| Цеховые расходы | | | 1800,25 | | 46806,98 |
| Цеховая себестоимость | | | 22460,36 | | 485209,2 |
| Общезаводские расходы | | | 514,6 | | 13379,68 |
| Себестоимость с общезаводскими расходами | | | 22974,96 | | 498588,88 |
| Непроизводственные расходы | | | 689,24 | | 14957,66 |
| Полная себестоимость | | | 25666,5 | | 513680,4 |

4.6 Расчет плановых постоянных и переменных затрат

Постоянные затраты складываются из следующих составляющих:

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

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

FC_2 - отчисления на эксплуатацию и ремонт оборудования;

FC_3 - затраты на оплату вспомогательных рабочих управленческого и обслуживающего персонала плюс отчисления на социальные нужды;

FC_4 - расходы на охрану труда;

FC_5 - затраты на НИОКР,

FC_6 - прочие цеховые расходы;

FC_7 - общезаводские расходы;

FC_8 - непроизводственные расходы.

$$FC = 10512,31 + 3843,3 + 16730,66 + 1288,13 + 1030,5 + 2168,47 + 13379,68 + 14957,66 = 62640,58 \text{ тыс.р.}$$

Средние удельные постоянные расходы равны:

$$APC = FC / M ,$$

где M - годовой выпуск годного литья на программу

$$APC = 62640,58 / 28000 = 2,23 \text{ тыс.р.}$$

Расчет переменных затрат производится по выражению:

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

где VC_1 - суммарные затраты на сырье 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 технологическое топливо;

VC_5 - затраты на энергоносители;

VC_6 - транспортный налог.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

$$VC = 274158,8 + 19772,78 + 137624,78 + 0 + 13091,13 + 238,45 = 444883,94 \text{ тыс.р.}$$

Средние удельные переменные расходы равны:

$$AVC = VC / M,$$

$$AVC = 444883,94 / 21000 = 21,18 \text{ тыс.р.}$$

Общие годовые затраты равны:

$$TC = FC + VC,$$

$$TC = 62640,58 + 444883,94 = 507524,52 \text{ тыс.р.}$$

Общие удельные затраты равны:

$$ATC = APC + AVC,$$

$$ATC = 2,23 + 21,18 = 23,41 \text{ тыс. р.}$$

4.7 Техничко-экономические показатели

При установлении цен на продукцию используют следующие методы ценообразования:

обеспечение безубыточности и получение прибыли;

установление цены, исходя из ценности товара;

ориентацию на издержки производства.

Рассчитаем цену по формуле:

$$P = 1,7 \cdot S,$$

где S - себестоимость тонны годного литья, р.;

1,7 – коэффициент востребованности продукции

$$P = 1,7 \cdot 25666,5 = 43633,05 \text{ р.}$$

Примем цену на тонну годного литья, равную 44000 р.

Доход от продаж определим по формуле:

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

$$D = P \cdot Q,$$

где D - доход от продаж, тыс. руб.;

P - цена продукции, тыс. руб.;

Q - объем производства, тыс.т.

$$D = 44 \cdot 28000 = 1232000 \text{ тыс.р.}$$

Прибыль определим по формуле:

$$\Delta\Pi = D - BЗ,$$

где BЗ - валовые затраты равные полной себестоимости, тыс.р.

$$\Delta\Pi = 1232000 - 513680,40 = 718320 \text{ тыс.р.}$$

Срок окупаемости проектируемого цеха определим по формуле:

$$T = \Delta\Pi / K, \quad (4.21)$$

где K - капитальные затраты, тыс.р.

$$T = 718320 / 249618,02 = 2,54 \text{ года}$$

Технико-экономические показатели цеха представлены в таблице №32

В таблице 34 базовый вариант взят на примере работающего цеха ОАО «ПНТЗ» №17, который лежит в основе проекта.

Таблица 34 – Технико-экономические показатели

| Показатели | Единица измерения | Величина показателей | |
|-------------------------------------|-------------------|----------------------|---------------|
| | | Базовый | Проектируемый |
| Годовой выпуск продукции | Т | 28000 | 28000 |
| Выход годного | % | 58,49 | 60,46 |
| Общая численность работающих в цехе | чел | 273 | 235 |
| Основных рабочих | чел | 148 | 148 |
| Вспомогательных рабочих | чел | 85 | 71 |
| ИТР | чел | 28 | 27 |
| Служащих | чел | 9 | 9 |
| Младшего обслуживающего персонала | чел | 4 | 4 |
| Фонд заработной платы | тыс. р | 31704,56 | 27210,52 |
| Капитальные вложения | тыс. р | 249618,02 | 248585,50 |
| Себестоимость 1т отливок | р | 25868,70 | 25666,5 |
| Прибыль | тыс. р | 704120 | 718320 |
| Срок окупаемости | год | - | 2,54 |

5. МЕТОДИЧЕСКИЙ ПЛАН ПОДГОТОВКИ И ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ ПО ПРОФЕССИИ МАДЕЛЬЩИК ПО МЕТАЛЛИЧЕСКИМ МАДЕЛЯМ.

Цель методической части является: использование разработанной технологии изготовления отливки для проектирования учебно-производственной работы на тему: «Подмодельные плиты, для установки модели отливки и литниковой системы» в специальности «Модельщик по металлическим моделям».

Задачи методической части дипломного проекта:

1.Изучить квалификационную характеристику для разных разрядов по выбранной специальности «Модельщик по металлическим моделям», используя ЕТКС.

2.Провести анализ федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности «Модельщик по металлическим моделям». Результаты представить в виде перечня компетенций и комментариев к ним.

3.Предложить и обосновать перечень и объемы предметов теоретической подготовки общепрофессионального и профессионального циклов .

4.Выбрать предметы, при изучении которых возможно использование материалов дипломного проекта, и обосновать выбор.

5.Выделить предмет и выбрать урок, в котором будут максимально использованы результаты дипломного проекта.

6. Разработать средства обучения для данного урока;

7.Оформление фрагмента конспекта урока с описанием методики применения наглядности;

8.Написать вывод по разделу.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

5.1 Изучение квалификационной характеристики для разных разрядов по выбранной специальности «Модельщик по металлическим моделям», используя ЕТКС.

ЕТКС - это сокращенно Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих. В соответствии со ст. 143 Трудового кодекса РФ тарификация работ и присвоение тарифных разрядов работникам производится с учетом Единого тарифно-квалификационного справочника работ и профессий рабочих, Единого квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и служащих.[6]

.В нашей работе мы рассматривали повышение квалификации модельщика по металлическим моделям с 3 на 4 разряд, с целью изготовления более сложных металлических моделей, для этого приведем данные справочника.[7]

Для изучения квалификационной характеристики разных разрядов необходимо их сравнить. Сравнение приведем в таблице 35.

Таблица 35 - Квалификационная характеристика 3 и 4 разрядов по специальности «Модельщик по металлическим моделям»

| Модельщик по металлическим моделям 3-го разряда | Модельщик по металлическим моделям 4-го разряда |
|--|---|
| Характеристика работ | |
| 1. Изготовление и ремонт моделей средней сложности из алюминия, чугуна, стали и других металлов и сплавов с малым числом криволинейных поверхностей и стержневых ящиков. Изготовление кокилей средней сложности. | 1. . Изготовление и ремонт сложных фасонных моделей из алюминия, чугуна, стали и других металлов и сплавов с большим числом стержневых ящиков, постоянных металлических форм, кокилей и шаблонов сложной конфигурации |
| 2. Выполнение отдельных операций по изготовлению моделей сложной конфигурации под руководством модельщика по металлическим моделям более высокой квалификации. | 2. Изготовление крупных моделей средней сложности Изготовление крупных моделей средней сложности |

| | |
|---|--|
| 3. Ремонт несложных металлических моделей. Разметка моделей, стержневых ящиков и кокилей средней сложности на плите. | 3. Вычерчивание в натуральную величину моделей и стержневых ящиков. Установка на подмодельных плитах сложных спаривающихся моделей с криволинейным контуром. |
| 4. Запайка раковин в сложных моделях и стержневых ящиках. | 4. Приготовление сплавов для пайки |
| 5. Установка разъемных моделей и кокилей на подмодельные плиты. Вычерчивание эскизов. Оковка и армирование деревянных моделей с криволинейными поверхностями. Определение необходимых припусков на усадку и механическую обработку. | 5. Установка на подмодельных плитах сложных спаривающихся моделей с криволинейным контуром. |

Должен знать

| | |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Последовательность операций и наиболее рациональные способы изготовления и ремонта моделей. 2. Основы технологии металлов в пределах выполняемой работы 3. Слесарное дело. 4. Способы установки моделей на формовочных машинах и монтажа изложниц на центробежных машинах. 5. Размеры формовочных уклонов для ручной и машинной формовки. 6. Припуски на усадку и механическую обработку металлов. 7. Устройство и способ применения слесарного и контрольно-измерительного инструмента и используемых приспособлений. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Назначение и расположение отъемных частей в моделях и стержневых ящиках. 2. Основы технологии формовки отливок деталей из чугуна или цветных сплавов. 3. Требования, предъявляемые к металлическим моделям. 4. Конструкцию контрольно-измерительного и рабочего инструмента и используемых приспособлений. 5. Систему допусков и посадок. |
|---|--|

Примеры работ:

| | |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Блоки канатные диаметром до 300 мм - изготовление металлических моделей. 2. Колодки тормозные локомотивов и вагонов - изготовление металлических моделей. 3. Корпуса и крышки редукторов диаметром до 150 мм - изготовление металлических моделей. 4. Маховики диаметром до 500 мм - изготовление металлических моделей. 5. Приклоны - изготовление металлических моделей. 6. Резцы фигурные - изготовление металлических моделей. 7. Тройники - окончательная слесарная обработка моделей с установкой их на | <ol style="list-style-type: none"> 1. Блоки канатные диаметром свыше 300 мм. 2. Картеры блоков двигателей внутреннего сгорания мощностью до 36,8 кВт (50 л.с.). 3. Коробки подачи металлорежущих станков. 4. Корпуса и крышки редукторов диаметром свыше 150 до 200 мм. 5. Крышки корпусов двигателей. 6. Маховики диаметром свыше 500 мм. 7. Фитинги сложной конфигурации - сборка, ремонт металлических моделей. 8. Шестерни с литым зубом диаметром до 500 мм. |
|--|---|

| | |
|--|--|
| подмодельной плите. 8. Фитинги простой конфигурации - сборка, ремонт металлических моделей. 9. Ящики стержневые - армирование по разъему с пригонкой по рабочей поверхности. | |
|--|--|

При изучение и анализе квалификационной характеристики для 3 и 4 разрядов по профессии «Модельщик по металлическим моделям», используя ЕТКС, мы выяснили, что для 4 разряда предъявляются более высокие требования. Значит 4 разряд является более высокой квалификацией.

5.2 Анализ федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности «Модельщик по металлическим моделям».

Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС) – это совокупность требований, обязательных при реализации основных образовательных программ образовательными учреждениями, имеющими государственную аккредитацию.[8]

Рассмотрим федеральный государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования по профессии 150406.01 Модельщик. [9]

В профессию 150406.01 Модельщик входят соответствующие квалификации:

- Модельщик по деревянным моделям
- Модельщик по металлическим моделям
- Модельщик выплавляемых моделей
- Модельщик гипсовых моделей

Перечень компетенций:

Выпускник, освоивший ППКРС, должен обладать профессиональными

компетенциями, соответствующими видам деятельности:

1. Производство деревянных моделей и стержневых ящиков.

ПК 1.1. Обработать древесину вручную.

ПК 1.2. Обработать древесину на станках.

ПК 1.3. Соединять деревянные заготовки и детали.

ПК 1.4. Отделывать поверхности моделей.

ПК 1.5. Изготавливать стержневые ящики.

ПК 1.6. Изготавливать модели элементов литниковой системы.

ПК 1.7. Изготавливать шаблоны и скелетные модели.

2. Производство металлических моделей и стержневых ящиков.

ПК 2.1. Обработать металл резанием.

ПК 2.2. Получать металлические заготовки моделей и стержневых ящиков методом литья в песчаные формы по деревянным моделям.

ПК 2.3. Изготавливать стержневые ящики для холодного и горячего отверждения стержней.

ПК 2.4. Изготавливать модельную оснастку для автоматических формовочных линий.

3. Отделка и контроль модельных комплектов.

ПК 3.1. Осуществлять контроль за соответствием размеров модельного комплекта чертежу.

ПК 3.2. Осуществлять окраску готового модельного комплекта.

ПК 3.3. Маркировать модели стержневых ящиков.

ПК 3.4. Осуществлять периодический контроль рабочих модельных комплектов.

4. Ремонт модельных комплектов.

ПК 4.1. Составлять ведомость дефектов модельной оснастки.

ПК 4.2. Выявлять основные причины поломок и износа элементов модельных комплектов.

ПК 4.3. Производить ремонт модельных комплектов)

Нас интересует соответствующая квалификация Модельщик по

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

металлическим моделям. На основании этих компетенций можно сформировать темы для образовательной программы подготовки рабочего:

- Выполнение требований к качеству и точности ремонтируемых модельных комплектов
- Допуски, посадки и технические измерения
- Изготовление металлических заготовок моделей и стержневых ящиков методом литья в песчаные формы по деревянным моделям
- Изготовление модельной оснастки для автоматических формовочных линий
- Изготовление стержневых ящиков для холодного и горячего отверждения стержней
- Изготовление стержневых ящиков, моделей элементов литниковой системы
- Методы устранения дефектов моделей и стержневых ящиков
- |Обработка древесины и соединение деревянных заготовок
- Обработка металла резанием
- Общая технология производства
- Организация работ по осуществлению отделки и контроля модельных комплектов
- Основы инженерной графики
- Основы материаловедения
- Основы электротехники
- Отделка поверхности моделей
- Охрана труда

5.3 Разработка учебного плана по профессии «Модельщик по металлическим моделям».

При разработке учебно-производственной документации должны учитываться особенности содержания профессиональной деятельности

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

рабочего. Для проектируемого цеха, где процесс формовки автоматизирован рабочий по специальности «Модельщик по металлическим моделям» должен иметь хорошие знания в области модельно-литейной оснастки технологического процесса. Наиболее удобной формой представления учебного процесса можно рассмотреть разработку в виде плана-конспекта одного урока по теме «Модельно-литейная оснастка»

Таблица 35 - Учебный план теоретической подготовки общепрофессионального цикла

| № темы | Темы | Количество часов |
|--------|--|------------------|
| 1 | Основы электротехники | 32 |
| 2 | Охрана труда | 32 |
| 3 | Общая технология производства | 32 |
| 4 | Основы инженерной графики | 32 |
| 5 | Основы материаловедения | 32 |
| 6 | Допуски, посадки и технические измерения | 32 |
| 7 | Безопасность жизнедеятельности | 26 |
| Итого | | 218 |

Таблица 36 - Учебный план теоретической подготовки профессионального цикла

| № темы | Темы | Количество часов |
|--------|---|------------------|
| 1 | Обработка древесины и соединение деревянных заготовок | 20 |
| 2 | Обработка металла резанием | 30 |
| 3 | Изготовление модельной оснастки для автоматических формовочных линий | 35 |
| 4 | Изготовление металлических заготовок моделей и стержневых ящиков методом литья в песчаные формы по деревянным моделям | 30 |

| | | |
|-------|--|-----|
| | | |
| 5 | Изготовление стержневых ящиков для холодного и горячего отверждения стержней | 30 |
| 6 | Методы устранения дефектов моделей и стержневых ящиков | 30 |
| 7 | Выполнение требований к качеству и точности ремонтируемых модельных комплектов | 25 |
| 8 | Отделка поверхности моделей | 25 |
| 9 | Организация работ по осуществлению отделки и контроля модельных комплектов | 25 |
| Итого | | 250 |

В проектируемом цехе большинство технологических процессов механизированы и автоматизированы, это требует от рабочих определенных знаний и умений для освоения новой техники, передовой технологии и улучшения качества изготовления отливок.

Вывод

В методической части дипломного проекта использовали разработку программы для обучения профессии «Модельщик» специальности «Модельщик по металлическим моделям», а также разработали средство обучения для данного урока -это плакат «Модельно-литейная оснастка отливки и план-конспект урока по теме: «Модельно-литейная оснастка».

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

6. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

6.1. Безопасность труда

Органами государственной и местной власти в настоящее время проводится большая работа по повышению обеспечения безопасности труда на производстве, снижению случаев гибели и травматизма трудящихся.

Не смотря на предпринимаемые меры по обеспечению безопасности труда на производстве не прекращаются случаи гибели и травматизма рабочих на предприятиях. Статистика производственных травм остаётся тревожной.

Производственный травматизм – явление, характеризующее совокупность производственных травм за определенный период. Производственная травма – это травма, полученная работающим на производстве и вызванная несоблюдением требований безопасности труда. Травма (несчастный случай) на производстве обычно бывает следствием внезапного воздействия на работника какого-либо опасного производственного фактора при выполнении им трудовых обязанностей или заданий руководителя работ.[13]

Согласно данным оперативного учета за 1 квартал 2015 года в Свердловской области поступило извещений о несчастных случаях 116 (в 2014г. – 148 извещений). Всего с начала года тяжелых несчастных случаев зафиксировано – 60, смертельных - 14, групповых- 5. Число погибших в Свердловской области за 1 квартал 19 человек в аналогичном периоде 2014 года погибли 12 человек.[14]

Россия по уровню производственного травматизма занимает одно из первых мест в мире. При этом ущерб от производственного травматизма превышает почти 1 млрд. долларов. Это вызвано тем, что система управления охраной труда не соответствует современным экономическим и трудовым отношениям. Многие российские работодатели пытаются таким образом

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

"экономить" средства, обеспечивающие безопасные условия труда работников, а в результате подвергают опасности их здоровье и жизнь. По данным профсоюзов на производстве ежегодно гибнет свыше 2 млн. человек, из них около 600 тыс. - в трудоспособном возрасте. К 2016 г., по прогнозу Росстата, коэффициент демографической нагрузки (количество нетрудоспособных на тысячу трудоспособных) возрастет по сравнению с 2005 г. на 20%. [15]

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что на наших предприятиях наблюдаются негативные тенденции с обеспечением безопасности труда на производстве, в настоящее время руководители многих предприятий и организаций не уделяет должного внимания вопросам обеспечения безопасности труда своих работников. На реализацию предупредительных мер не выделяются должные денежные средства.

Статистика травматизма выявляет недостаточную работу руководящего состава предприятий в обеспечении безопасности труда на производстве, низкий уровень знаний основных положений действующего законодательства в вопросах охраны труда.

Все это указывает на актуальность и значимость в настоящее время проблемы обеспечения безопасности труда на производстве.

6.1.1. Характер трудового процесса

Профессиографический анализ труда оператора автоматической поточной формовочной линии Л013

Общее описание профессиональной деятельности оператора автоматической поточной формовочной линии Л013:

1. Введение процесса формовки, изготовления стержней, заливки форм, выбивки отливок;

2. Раздача формовочной и стержневой смесей на автоматах и автоматических линиях при помощи штурвальных кнопочных станций

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | ДП 04.03.04.528.ПЗ | | | | |

пульта управления, распределительных щитов и телевизионных камер, удаленных или изолированных от участков литейного производства;

3. Наблюдение за работой контролируемого объекта по пневматической схеме, световой и звуковой сигнализации;

4. Осуществление взаимодействия работ на участках;

5. Ведение оперативного журнала.[16].

Работа оператора автоматической поточной формовочной линии Л013 производится с поста управления. В проектируемом проекте был усовершенствован разливочный участок, а именно, вместо поворотного разливочного ковша был установлен автоматический дозатор заливки металла. Это усовершенствование благоприятно отразилось на работе оператора. Необходимости покидать пульт управления для заливки металла больше нет, а значит заходить в зону повышенной опасности нет необходимости.

6.1.2. Условия труда

Производственная среда – совокупность факторов, воздействующих на человека в процессе трудовой деятельности.

Негативные факторы производственной среды в цехе:

Физические (пыль; вибрация; акустические колебания; статическое электричество; электромагнитные поля и излучения; электрический ток; движущиеся машины; высота; падающие предметы; острые кромки; повышенная или пониженная температура).

Химические (загазованность рабочей зоны, запылённость рабочей зоны).

Психофизиологические (физические перегрузки: статические – работа в неудобной позе; динамические – подъём и перенос тяжестей, ручной труд. Нервно-психологические перегрузки: умственное перенапряжение; эмоциональные перегрузки).

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

На оператора автоматической поточной формовочной линии Л013 оказывают влияние следующие факторы

Производственная пыль

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.

Предельно-допустимые концентрации вредных веществ (ПДК) в воздухе рабочей зоны регламентируется ГН 2.2.5.1313-03. [5]. Предельно-допустимые концентрации вредных веществ (ПДК) в воздухе рабочей зоны показаны в таблице 37.

Таблица 37 - Предельно-допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны

| Наименование вещества | ПДК, мг/м ³ |
|---|------------------------|
| Кремнесо держащаяся пыль: | |
| кремния двуокись кристаллическая при содержании ее в пыли от 2 до 10%, | 4 |
| кремния двуокись кристаллическая при содержании ее в пыли от 10 до 70%, | 2 |
| Пыль, содержащая оксиды железа | 4-6 |
| Оксид углерода | 20 |
| Углеводороды | 300 |
| Озон | 0,1 |
| Оксид азота | 2,000 |

В проектируемом цехе предусмотрены следующие улучшения:

Производственная пыль

В проектируемом цехе производятся следующие мероприятия по оздоровлению воздушной среды:

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

- заливочная площадка литейного конвейера оборудована верхними боковыми отсосами на всю длину рабочей площадки и до начала охлаждающего кожуха;

- участок охлаждения форм оборудован сплошным вентиляционным кожухом с торцевыми проемами и патрубками для удаления газов;

- предусмотрены оконные проемы и аэрационные фонари;

- 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.[6]

Микроклимат

Источниками тепловыделения на участке являются расплавленный металл в процессе разливки в формы, отливки в процессе остывания.

Участок по удельному тепловыделению относится к горячему, так как тепловыделения превышают 23,26 Вт/м². Параметры метеорологических условий (температура воздуха, относительная влажность, скорость движения воздуха) регламентируются СанПиН 2.2.4.548-96. [7]

По СанПиН 2.2.4.548-96 допустимые величины показателей микроклимата в рабочих местах приведены в таблице 38. [7]

Таблица 38 - Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

| Период года | Категория работ по уровню энергозатрат, Вт | Температура воздуха, °С | Температура поверхностей, °С | Относительная влажность воздуха, % | Скорость движения воздуха, м/с |
|-------------|--|-------------------------|------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Холодный | Iа (до 139) | 22-24 | 21-25 | 60-40 | 0,1 |
| | Iб (140-174) | 21-23 | 20-24 | 60-40 | 0,1 |
| | IIа (175-232) | 19-21 | 18-22 | 60-40 | 0,2 |
| | IIб (233-290) | 17-19 | 16-20 | 60-40 | 0,2 |
| | III (более 290) | 16-18 | 15-19 | 60-40 | 0,3 |
| Теплый | Iа (до 139) | 23-25 | 22-26 | 60-40 | 0,1 |
| | Iб (140-174) | 22-24 | 21-25 | 60-40 | 0,1 |
| | IIа (175-232) | 20-22 | 19-23 | 60-40 | 0,2 |
| | IIб (233-290) | 19-21 | 18-22 | 60-40 | 0,2 |
| | III (более 290) | 18-20 | 17-21 | 60-40 | 0,3 |

Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха соответствует

требованиям СНиП 41-01-03. [14]

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.

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 обеспечения средствами защиты в соответствии с ГОСТ 12.1.011-89; [12]
- в цехе имеется подсоленная и газированная вода;
- предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция и воздушное отопление, совмещенное с ней.
- В качестве теплоносителя для систем отопления и вентиляции цеха применяется горячая вода с температурой не выше 150°C;
- удаление воздуха производится из верхней зоны через аэрационные фонари.

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

Производственный шум

Автоматическая формовочная линия является источником повышенного уровня шума. Шум неблагоприятно воздействует на организм

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

человека, вызывает физические и психические нарушения, которые снижают работоспособность и создают предпосылки для профессиональных заболеваний, а также производственного травматизма.

Предельно допустимая величина шума в цехе согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 – 80дБА. [8]

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности показаны в таблица 39.

Таблица 39 - Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности

| Категория напряженности трудового процесса | Категория тяжести трудового процесса | | | | |
|--|--------------------------------------|-----------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | легкая физическая нагрузка | средняя физическая нагрузка | тяжелый труд 1 степени | тяжелый труд 2 степени | тяжелый труд 3 степени |
| Напряженность легкой степени | 80 | 80 | 75 | 75 | 75 |
| Напряженность средней степени | 70 | 70 | 65 | 65 | 65 |
| Напряженный труд 1 степени | 60 | 60 | | | |
| Напряженный труд 2 степени | 50 | 50 | | | |

Для снижения уровня шума в цехе применяются следующие мероприятия:

- применяются автоматизированные линии с низким уровнем шума;
- системы вентиляции и местных отсосов снабжены шумопоглощающими устройствами;
- кожух выбивной решетки имеет внутреннюю облицовку из звукопоглощающих материалов;

- применение средств индивидуальной защиты от шума (противошумные заглушки «беруши», наушники противошумные ВЦНИИОТ-1) по ГОСТ 12.4.01 1-89. [6]

Освещение

В проектируемом цехе предусматривается естественное и искусственное освещение в соответствии с СНиП 23-05-95* для создания благоприятных условий выполнения работы, прохода людей и движения транспорта, обеспечивая достаточную освещенность рабочих мест. [9]

От условий освещения зависят сохранность зрения человека, состояние его нервной системы и безопасность на производстве.

По условиям гигиены труда должно быть 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.

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

- 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.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Электробезопасность

Наличие в цехе электрического оборудования предусматривает выполнение правил электро безопасности, несоблюдение которых может привести к электро травмам.

В цехе приняты следующие мероприятия по обеспечению безопасности труда:

- все токоведущие части электрических устройств и оборудования имеют специальные ограждения;

- все корпуса электродвигателей, а также металлические части, которые могут оказаться под воздействием тока, заземлены в соответствии с ГОСТ 12.1.030-96*. [10]

- электропроводка идет по трубам;

- питание пультов управления оборудования допускается не выше 36В;

- при неисправности механизмов - автоматическое отключение;

- защита персонала цеха от воздействия электрического тока предусматривает ГОСТ 12.1.019-09. [11]

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, ремонты и испытания технологического оборудования;

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

- герметизация оборудования;
- использование систем вентиляции;
- правильное размещение противопожарного оборудования (ящики с песком, пожарный кран с рукавом, огнетушители типа ОП-4) и его содержание;
- в цехе предусмотрена пожарная сигнализация и водопровод;
- обеспечена безопасная эвакуация людей при пожаре.

Общие требования пожарной безопасности предусматривает ГОСТ 12.1.004-96. [12]

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

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Выводы

Таким образом, спроектированный цех стального литья производительностью 25000 тонн годового литья в год полностью соответствует всем требованиям по организации и обеспечению безопасного труда. При рассмотрении факторов условий труда приняты меры защиты, которые содержит проект:

- производственные процессы, сопровождающиеся шумом, вибрацией, а также выделением пыли и вредных газов, изолированы друг от друга, размещены в разных пролетах и отдалены стенкой;

- литейные формы и производство стержней будут осуществляться на автоматических линиях, позволяющих исключить ручной труд, предохраняющих рабочих от травматизма и улучшающих условия труда;

- участок выбивки отливок из форм на автоматической линии оснащен устройствами для разделения опок, что значительно уменьшает шум и вибрацию

Приводимые в цехе мероприятия по охране труда работников позволят сократить число несчастных случаев и профессиональных заболеваний. В цехе во всех производственных отделениях предусмотрены помещения для отдыха рабочих и имеются сатураторные установки.

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

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

6.2 Экологическая безопасность проекта

6.2.1. Глобальные экологические проблемы современности

Глобальные проблемы порождены противоречиями общественного развития, резко возросшими масштабами воздействия деятельности человечества на окружающий мир и связаны также с неравномерностью социально-экономического и научно-технического развития стран и регионов. Решение глобальных проблем требует развертывания международного сотрудничества.

Важнейшие глобальные экологические проблемы, стоящие перед современным человеком, следующие: загрязнение окружающей среды, парниковый эффект, истощение «озонового слоя», фотохимический смог, кислотные дожди, деградация почв, обезлесевание, опустынивание, проблемы отходов, сокращение генофонда биосферы и др.

Парниковый эффект – это нагрев внутренних слоев атмосферы Земли, обусловленный прозрачностью атмосферы для основной части излучения Солнца (в оптическом диапазоне) и поглощением атмосферой основной (инфракрасной) части теплового излучения поверхности планеты, нагретой Солнцем.

В атмосфере Земли излучение поглощается молекулами H_2O , CO_2 , O_3 и др. Парниковый эффект повышает среднюю температуру планеты, смягчает различия между дневными и ночными температурами.

В результате антропогенных воздействий (сжигание топлива и промышленные выбросы) содержание углекислого газа, метана, пыли, фторхлоруглеродных соединений (и других газов, поглощающих в инфракрасном диапазоне) в атмосфере Земли постепенно возрастает. Смесь пыли и газов действует как полиэтиленовая пленка над парником: хорошо пропускает солнечный свет, идущий к поверхности почвы, но задерживает рассеиваемое над почвой тепло – в результате под пленкой создается теплый

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | ДП 04.03.04.528.ПЗ | | | | | |

которого выбрасывают в воздух по 1,5 млн. тонн в год. Производители цветных металлов больше «предпочитают» диоксид серы, которым обогащают атмосферный воздух на 2,5 млн. тонн ежегодно. Всего металлургические предприятия выбрасывают в атмосферу 5,5 млн. тонн загрязняющих веществ.

С позиции экологии и охраны труда литейное производство является одним из самых опасных. Отходы литейного производства, выбросы в атмосферу пагубно влияют на экологическое равновесие. При производстве одной тонны отливок из стали и чугуна выделяется около 50 кг пыли, 250 кг оксидов углерода, 1,5-2 кг оксидов серы и азота и до 1,5 кг других вредных веществ (фенола, формальдегида, ароматических углеводородов, аммиака, цианидов). В водный бассейн поступает до 3 куб.м сточных вод и вывозится в отвалы до 6 т отработанных формовочных смесей.

Загрязнение атмосферы является главной причиной экологических проблем, возникающих в результате деятельности металлургических гигантов. Выбросы из труб приводят к загрязнению почв, уничтожению растительности и образованию техногенных пустошей вокруг крупных заводов. Экологические проблемы отечественной металлургии обостряются из-за высокого износа оборудования и устаревших технологий. По данным Минпромэнерго, до 70% всех мощностей в отечественной металлургической промышленности являются изношенными, устаревшими и убыточными.

В то же время без металлургического производства невозможно представить себе современную промышленность. Рентабельность любого проекта является обязательным условием экономики. Однако целью модернизации литейных производств в государственном масштабе должно быть, прежде всего, не извлечение выгоды, а максимально возможное снижение вредного влияния литейных производств на окружающую среду.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

6.2.2 Анализ связей технологического процесса с экологическими системами

В дипломном проекте разрабатывается процесс технического производства детали «Ролик». Технологический контроль осуществляется как во время изготовления детали, что вызывает появление различного вида отходов

Связи технологического процесса технического контроля с внешней средой представлены на рисунке 5.

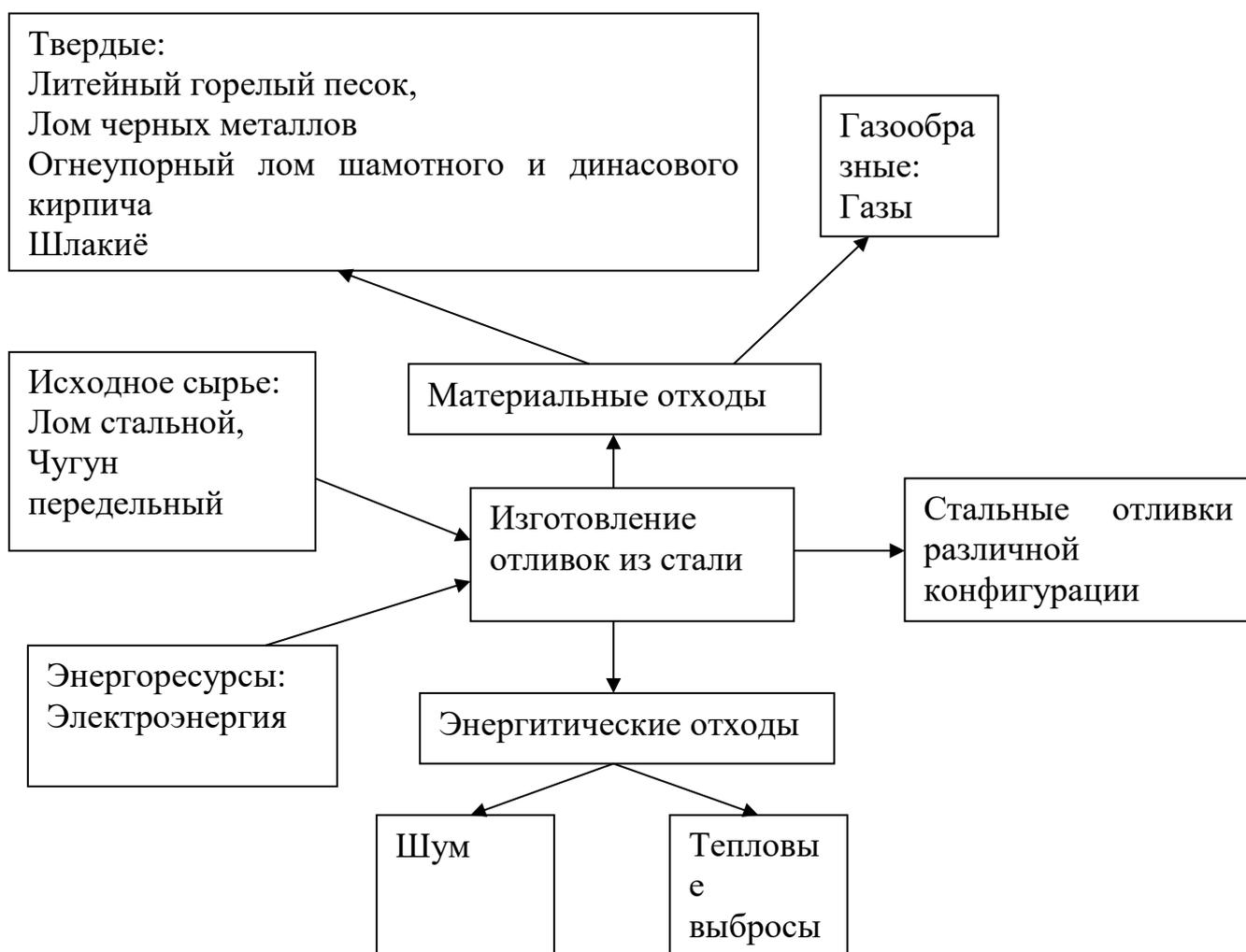


Рис.3... Связи технологического процесса технического контроля с внешней средой

При выполнении технологических операций в литейном цехе

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | ДП 04.03.04.528.ПЗ | | | | |

выделяется значительное количество загрязнителей в виде пыли, газов, избыточной теплоты и шума.

Наибольшее загрязнение окружающей среде дает плавильное отделение цеха. При производстве 1 тонны литья в цехе выделяется 200-300тыс. ккал. теплоты, причем половина ее приходится на плавильное отделение. Источником тепловыделения в плавильном отделении являются плавильные печи, расплавленный металл и шлак. Работа печей и их загрузка шихтой сопровождается шумом.

Источники формирования отходов:

Материальные отходы:

Горелый песок образуется при выбивке литья и опок на выбивных решетках. Этот вид отходов используется как инертный наполнитель при выравнивании поверхности земли в строительстве дорог и засыпке котлованов при рекультивации плодородных земель.

Отходы металлолома образуются при производстве отливок из литейной стали, используются в качестве шихты. Крупногабаритный лом черных металлов и лом легированных металлов создается заготовительными организациями для переработки с целью последующего использования их в плавильных агрегатах.

Огнеупорный лом шамотного и динасового кирпича, образующийся при капитальных ремонтах электропечи, подлежит сортировке его по видам и отправке на огнеупорные заводы для использования в качестве добавок при изготовлении новых огнеупорных изделий. Огнеупорный лом, может также использоваться при производстве порошков и масс различного происхождения, а также изделий строительной керамики и бетона.

Шлак от электропечей образуется в процессе выплавки стали и используется в строительной промышленности, а также при строительстве автомобильных дорог.

Газы образуются в процессе плавки в электросталеплавильной печи. Этот газ содержит продукты выгорания электродов, испарения, железа,

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

кремнезема, глинозема и других веществ, содержащихся в металле. Из электропечи газы выделяются во время загрузки шихты, в процессе плавки и слива стали в ковш.

Энергетические отходы:

Тепловые выбросы в процессе работы сталеплавильного агрегата. Сточные воды газоочистки электросталеплавильных цехов загрязняются мельчайшими ферромагнитными взвесями, включающими оксиды железа, алюминия, марганца, магния, никеля, кремния, кальция, хрома и др. Следует отметить, что пыль, выносимая из печи, склонна к слипанию, плохо смачивается водой, а примерно 70% частиц, содержащихся в сточных водах, характеризуется крупностью

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

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

6.2.3. Основные характеристики технологического процесса

Основные характеристики технологического процесса показаны в таблице 40.

Таблица 40 - Основные характеристики технологического процесса

| Показатели | Ед.изм | Количество |
|---------------------------------------|-------------------|------------|
| Сырье: | | |
| Лом стальной | т/год | 16800 |
| Чугун переделный | т/год | 11200 |
| Энергия: | | |
| Электроэнергия | млн. кВт×ч | 91750,52 |
| Продукция: | | |
| Стальные отливки | тыс т/год | 28000 |
| Отходы материальные: | | |
| Литейный горелый песок, | тыс т/год | 1026,43 |
| Лом черных металлов | тыс т/год | 9245,38 |
| Огнеупорный лом шамотного и | тыс т/год | 1204,45 |
| динасового кирпича | тыс т/год | 4734,67 |
| Шлаки | тыс т/год | 2800 |
| Газы(пыль) | | |
| Отходы энергитические: | | |
| Шум | м ³ /т | 84000 |
| Тепловые выбросы(Сточные воды | | |
| газоочистки, охлаждение оборудования, | | |
| бытовая вода) | | |

Объем сточных вод при электроплавке металла и в среднем составляет 3 м³/т [35]

6.2.4. Основные требования экологизации проекта

Производственные газы(пыль) оказывают 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.

Таблица 41 - Концентрации отходов производства

| Отходы | Химический состав | Массовая концентрация, % |
|---------------------|---|--------------------------|
| Газы(пыль) | Кремнесодержащая пыль: | |
| | - кремния двуокись кристаллическая при содержании ее в пыли от 2 до 10%, | 4 |
| | - кремния двуокись кристаллическая при содержании ее в пыли от 10 до 70%, | 2 |
| | Пыль, содержащая оксиды железа | 4-6 |
| | Оксид углерода | 20 |
| | Углеводороды | 300 |
| | Озон | 0,1 |
| | Оксид азота | 2,000 |
| Сточные воды | SiO ₂ | 80,6 |
| | Fe ₂ O ₃ | 1,99 |
| | Al ₂ O ₃ | 2,44 |
| | CaO | 6,9 |
| | MgO | 0,8 |
| | Летучие вещества | 7,27 |
| Горелый песок | SiO ₂ | 87,91 |
| | Al ₂ O ₃ | 12,09 |
| Лом черных металлов | Fe | 95 |
| | Fe ₂ O ₃ | 2 |
| | C | 3 |
| Шамотный лом | SiO ₂ | 51,60 |
| | Al ₂ O ₃ | 33,30 |
| | Fe ₂ O ₃ | 1,01 |
| | CaO | 0,53 |
| | MgO | 0,57 |
| | TiO ₂ | 1,20 |
| | (Na ₂ O+K ₂ O) | 3,13 |
| | Динасовый лом | SiO ₂ |
| | Al ₂ O ₃ | 1,70 |
| | Fe ₂ O ₃ | 0,95 |
| | CaO | 1,33 |
| | MgO | 0,40 |
| | TiO ₂ | 0,03 |

| | | |
|-------|--------------------------------------|---------|
| | (Na ₂ O+K ₂ O) | 2,53 |
| Шлаки | CaO | 29-30 |
| | MgO | 0-18 |
| | Al ₂ O ₃ | 5-23 |
| | SiO ₂ | 30-40 |
| | Оксиды железа | до 20 |
| | Оксиды марганца | до 10 |
| | Сера | 0,5-3,1 |

Список использованных источников

1. Утвержден и введен Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 22.12.88. №4458 «ГОСТ 977-88 Отливки стальные. Общие технические условия».
2. http://metallischekiy-portal.ru/marki_metallov/stk/65Л/ «Сталь марки 35Л».
3. Разработан МГТУ МАМИ Утвержден и введен Приказом Федерального агентства по техническому регулированию метрологии 9.12.2009. №610ст. «ГОСТ Р 53464-2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку».
5. <http://delta-grup.ru/bibliot/22/103.htm/> «Лопастные смесители непрерывного действия»
6. <http://alletks.ru/> «Единого тарифно-квалификационного справочника работ и профессий рабочих»
7. http://bizlog.ru/etks/etks-2_1/72.htm / Раздел ЕТКС «Литейные работы»
8. <http://kursak.net/a-a-zhuchenko-n-a-smirnova-yu-a-mitina-metodike-professionalnogo-obucheniya/> «А.А.Жученко, Н.А.Смирнова, Ю.А. Митина.Методика профессионального обучения.»
- 9.Приказ Министерства образования и науки РФ от 2 августа 2013г. N814 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по профессии 150406.01 Модельщик»
10. Коменский Я.А. Избранные педагогические сочинения: в 2 т. — М., 1982. — Т. 1. — С. 384.
11. <http://metodichka.web-box.ru/metodika/metody-obucheniya/>
12. . <http://kzbydocs.com/docs/3808/index-3924.html/>
13. <http://yurpsy.com/files/biblio/petr/030.htm/> « ВИДЫ ПАМЯТИ »
14. <http://studopedia.ru/> «Понятие производственного травматизма и

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 04.03.04.528.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

профессиональных заболеваний».

15. <http://git66.rostrud.ru/news/> «ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИНСПЕКЦИЯ ТРУДА В СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ».

16. <http://otd-lab.ru/stati/ohrana-truda/> «Производственный травматизм»

17. <http://alletks.ru/etks2/page97.html/> «Оператор-литейщик на автоматах и автоматических линиях»

18. http://snipov.net/c_4601_snip_106869.html/ « ГН 2.2.5.1313-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны»

19. <http://meganorm.ru/Index/11/11167.htm/> «ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация».

20. <http://base.garant.ru/4173106/#friends/> «Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548-96 "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений" (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 1 октября 1996 г. N 21)»

21. <http://meganorm.ru/Index2/1/4294851/4294851487.htm/> «СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки»

22. <http://files.stroyinf.ru/Index2/1/4294854/4294854801.htm> /« СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение»

23. <http://docs.cntd.ru/document/gost-12-1-030-ssbt> /«ГОСТ 12.1.030-96* ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление (с Изменением N 1)»

24. <http://standartgost.ru/g/> «ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»

25. <http://docs.cntd.ru/document/gost-12-1-004-91-ssbt/> «ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1)»

26. <http://met-met.ru/companies/pervouralskiy-novotrubnyy-zavod-pntz>

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | ДП 04.03.04.528.ПЗ | | | | | |

27. <http://studopedia.ru/> «Технология получения отливок»
28. <http://pereosnastka.ru/articles/> «Типы литниковых систем»
29. Б.С. Чуркин «Конструирование и расчет литниковых систем и прибылей для отливок» Екатеринбург РГППУ, 2012, 124с.
30. Н.Д. Титов, Ю.А. Степанов. «Технология литейного производства.»М.: Машиностроение, 1978, 432 с;
31. Скворцов В.Я., Кукуй Д.М., Андрианов Н.В., «Теория и технология литейного производства Часть 1. Формовочные материалы и смеси «Инфра-М» («Лань»), 2011 г.
32. Зайгеров И.Б.« Оборудование литейных цехов» / И.Б.Зайгеров. – М.: Высшая школа, 1980. - 368 с.
33. <http://www.stroitelstvo-new/> «Принцип работы литейного оборудования».
34. <http://delta-grup.ru/bibliot/22/127.htm/> «Решетки выбивные одновальные 421, 422М, 423, 424»
35. <http://knowledge.allbest.ru/ecology/> «Экологические проблемы металлопрокатного производства»

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