

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»  
Институт Инженерно Педагогического Образования  
Кафедра Инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и  
металлургии

**ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ  
ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ ИЗ ЧШГ С ГОДОВЫМ ВЫПУСКОМ 6000 ТОНН**

Выпускная квалификационная работа  
по направлению подготовки 44.03.04  
профилю подготовки **Металлургия  
профилизации Технологии и менеджмент в металлургических производствах**

Идентификационный код ВКР: 559

Екатеринбург 2018

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

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:  
Зав. Кафедрой Гузанов Б. Н.  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

### **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

**ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ  
ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ ИЗ ЧШГ С ГОДОВЫМ ВЫПУСКОМ 6000 ТОНН**

Исполнитель:

Обучающийся группы № МП – 403

Орлов А.А \_\_\_\_\_

Руководитель \_\_\_\_\_

Категоренко Ю.И., к.т.н. профессор

Консультант методического  
раздела \_\_\_\_\_

Бекетова Ю. А., к.п.н. доцент

Нормоконтролер \_\_\_\_\_ –

Категоренко Ю. И., к.т.н. профессор

Екатеринбург 2018

**СОДЕРЖАНИЕ**

|  |    |
|--|----|
| РЕФЕРАТ .....  | 6  |
| ВВЕДЕНИЕ .....   | 7  |
| 1 ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ .....  | 8  |
| 1.1 Обоснование и расчет производственной программы .....                              | 9  |
| 1.2 Выбор и обоснование места строительства цеха .....                                 | 3  |
| 1.3 Выбор режима работы литейного цеха. Расчёт фондов времени .....                    | 4  |
| 2 РАСЧЁТ ОСНОВНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ ЦЕХА .....   | 3  |
| 2.1 Плавильное отделение .....   | 3  |
| 2.1.1 Выбор плавильного агрегата .....   | 3  |
| 2.1.2 Шихтовые материалы индукционной плавки .....                                     | 5  |
| 2.1.3 Расчет количества плавильных агрегатов .....                                     | 3  |
| 2.1.4 Расчет количества машин центробежного литья с горизонтальной осью вращения ..... | 4  |
| 2.1.5 Расчет парка ковшей .....  | 5  |
| 2.2 Формовочное отделение .....  | 6  |
| 2.2.1 Расчет программы формовочного отделения .....                                    | 7  |
| 2.2.2 Изготовление формовочной смеси .....   | 8  |
| 2.2.3 Расчет количества формовочного оборудования .....                                | 9  |
| 2.2.4 Расчёт оборудования смесеприготовления .....                                     | 9  |
| 2.3.3 Процесс сушки форм .....   | 10 |
| 2.4 Участок финишных операций .....  | 12 |
| 2.4.1 Расчет оборудования для выбивки валков .....                                     | 12 |
| 2.4.2 Расчет оборудования для обработки валков после литья .....                       | 13 |
| 2.4.4 Расчет оборудования для термической обработки валков .....                       | 14 |
| 3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....  | 16 |
| 3.1 Разработка технологического процесса изготовления отливки .....                    | 16 |
| 3.1.1 Данные и характеристики отливки .....  | 16 |
| 3.1.2 Выбор типа плавильного агрегата .....  | 16 |
| 3.1.3 Выбор машины центробежного литья .....   | 17 |
| 3.1.4 Расчет литниковой системы .....  | 19 |
| 3.1.5 Прочностные свойства вала .....  | 20 |
| 3.1.6 Получение чугуна с шаровидным графитом .....                                     | 22 |
| 3.1.7 Процесс сборки форм .....  | 22 |
| 3.1.8 Выдержка валков в формах .....   | 23 |
| 3.1.9 Разборка залитых форм .....  | 24 |
| 3.1.10 Обрубка валков .....  | 25 |

|  |    |
|--|----|
| 3.1.11 Термическая обработка чугуновых валков .....  | 26 |
| 4 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА .....   | 28 |
| 4.1 Расчет численного состава рабочих .....  | 28 |
| 3.2 Организация и планирование заработной платы .....  | 4  |
| 3.3 Отчисления в социальные фонды .....  | 3  |
| 3.4 Расчет капитальных затрат и амортизационных отчислений .....   | 4  |
| 4.5 Определение затрат и планирование себестоимости .....  | 3  |
| БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА .....   | 6  |
| 5.1 Безопасность труда .....   | 6  |
| 5.1.1 Характеристика производства .....  | 7  |
| 5.1.2. Вентиляция .....  | 8  |
| 5.1.3. Производственный микроклимат .....  | 9  |
| 5.1.4 Производственный шум .....   | 10 |
| 4.1.5. Производственная вибрация .....   | 11 |
| 5.1.6 Электробезопасность .....  | 11 |
| 5.1.7 Пожарная безопасность .....  | 12 |
| 5.1.8 Безопасность при ЧС .....  | 13 |
| 5.2 Экологичность проекта .....  | 14 |
| 5.2.1 Глобальные экологические проблемы современности .....  | 14 |
| 5.2.2 Основные требования экологизации проекта .....   | 15 |
| 5.2.3 Предложения по экологизации технологического процесса .....  | 15 |
| 6 МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....   | 19 |
| 6.1 Особенности обязанностей и трудовых функций заливщика 3 разряда .....  | 19 |
| 6.1.1 Общие профессиональные компетенции профессии заливщика .....   | 19 |
| 6.2 Профессиональная подготовка профессии заливщик .....   | 21 |
| 6.3 Учебный план подготовки по профессии заливщик .....  | 21 |
| 6.4 Разработка средства обучения по теме урока “Производство черной металлургии” по МДК.02.02. основы производства черных и цветных металлов ..... | 23 |
| 6.5 Вывод .....  | 24 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....   | 25 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....  | 26 |

|             |             |                 |               |             |                        |                    |      |         |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|------------------------|--------------------|------|---------|
|             |             |                 |               |             | <b>НАЗВА ДОКУМЕНТУ</b> |                    |      |         |
| <b>Змн.</b> | <b>Арк.</b> | <b>№ докум.</b> | <b>Підпис</b> | <b>Дата</b> |                        |                    |      |         |
| Розроб.     |             | П.І.Б.          |               |             | <b>РЕФЕРАТ</b>         | Літ.               | Арк. | Акрушів |
| Перевір.    |             | П.І.Б.          |               |             |                        |                    | 6    | 7       |
| Реценз.     |             | П.І.Б.          |               |             |                        | <b>Організація</b> |      |         |
| Н. Контр.   |             | П.І.Б.          |               |             |                        |                    |      |         |
| Затверд.    |             | П.І.Б.          |               |             |                        |                    |      |         |

Выпускная квалификационная работа выполнена на 82 страницах содержит 40 таблиц, 30 источников литературы, а также графическую часть на 5 листах формата А1.

В данной ВКР разработан технологический процесс изготовления прокатных валков, с годовым выпуском 6000 тонн в год.

В ВКР произведен расчет оборудования литейного цеха, разработана технология изготовления детали «Прокатный валок».

Произведен расчет экономической части, расчет стоимости оборудования, расчет стоимости материалов для изготовления отливок, Расчет заработной платы и была рассчитана эффективность проекта.

Были рассмотрены вопросы по безопасности труда и экологичность проекта.

Была разработана методика обучения

Ключевые слова: ОТЛИВКА, ТЕХНОЛОГИЯ, ЦЕНТРОБЕЖНОЕ ЛИТЬЕ, СЕБЕСТОИМОСТЬ, ЛИТЬЕ В ХОЛОДНО ТВЕРДЕЮЩИЕ СМЕСИ, БЕЗОПАСНОСТЬ, ЭКОЛОГИЧНОСТЬ, МЕТОДИКА, КВАЛИФИКАЦИЯ.

## ВВЕДЕНИЕ

|      |      |          |         |      |                    |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
|      |      |          |         |      | НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА | Лист |
|      |      |          |         |      |                    | 7    |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                    |      |

Важность литейного производства в современном мире чрезвычайно высока, почти все машины и устройства имеют литейные части. Литье является одним из старейших методов, используемых в древние времена для производства металлических изделий: в начале меди и бронзы, а затем из чугуна.

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

Центробежное литье – перспективный способ производства фасонных изделий с формой тел вращения преимущественно при крупносерийном производстве. Этим способом получают водопроводные и канализационные трубы, заготовки гильз цилиндров двигателей внутреннего сгорания, облицовки судовых валов, корпуса сушильных машин, прокатные валки.

Процесс центробежного литья может быть полностью механизирован или автоматизирован. При этом потери от брака уменьшаются, а потребность в высококвалифицированной рабочей силе сокращается.

Центробежные отливки отличаются повышенными механическими свойствами. При этом значительные технико-экономические преимущества центробежного литья перед ковкой достигаются вследствие экономии металла, электроэнергии, трудозатрат. Однако центробежное литье имеет и недостатки: необходимые специальные машины, формы должны быть повышенной прочности, герметичности, необходимо дозирование металла для получения нужного размера внутреннего отверстия отливки, усиливается ликвация компонентов сплавов по плотности.

Целью выполнения данной выпускной квалификационной работы, является организация технологического процесса изготовления прокатных валков из ЧШГс годовым выпуском 6 тысяч тонн.

## **1 ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ**

## 1.1 Обоснование и расчет производственной программы

Производственная программа является основой для разработки технологической части проекта.

Проектом цеха для изготовления прокатных валков из ЧШГ предусмотрен выпуск 6000 тонн годной продукции в год, масса отливок от 520 до 3850 кг. Используется литейный сплав марки СШХН-50. Характер производства крупносерийный и массовый.

В проектируемом цехе вся номенклатура отливок разделяется на следующие массовые группы:

- группа – отливки массой от 500 до 700 кг;
- группа – отливки массой от 1000 до 1500 кг;
- группа – отливки массой от 3000 до 4000 кг;

Производственная программа цеха приведена в таблице 1.

Планируемая доля брака при изготовлении отливок составит 3%, брак форм – 1%. Просыпь и потеря технологических свойств смесей: формовочной – 1%.

|             |             |                 |                |             |                           |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                           | 9           |

|          |  |
|----------|--|
| ИЗМ      |  |
| Лис      |  |
| № докум. |  |
| Подпись  |  |
| Дата     |  |

Таблица 1 – Производственная программа цеха.

| 1               | 2                              | 3                | 4  | 5   | 6  | 7   | 8                                | 9             | 10                                 | 11                             | 12                                       | 13           | 14                                  | 15   | 16  | 17  | 18  |
|-----------------|--------------------------------|------------------|--|---|--|---|----------------------------------|---------------|------------------------------------|--------------------------------|--|--------------|-------------------------------------|--|---|---|---|
| Массовая группа | Наименование или номер отливки | Слав для отливки | Количество форм на годовую программу, шт | Масса отливок с литниками и прильями на годовую программу, кг | Оснастка (комплект)  | Чистовой габаритный размер валков, (мм) длина бочки X диаметр бочки X длина валка | Количество отливок в одной опоке | Вес валка, кг | Количество на годовую программу,шт | Масса на годовую программу, кг | масса отливки с литниками и прильями, кг | брак отливок | Масса формовочной смеси на форму,кг | Количество формовочной смеси на годовую программу,кг | Масса на годовую программу с литниками и прильями с учетом брака,кг | Количество формовочной смеси на годовую программу с учетом брака,кг | Количество форм на годовую программу с учетом брака, шт |
| 3000-4000       | Валок вертикальныйV630         | СШХН 50          | 420                                      | 1304100   | Оснастка№1 для получения чистового размера                     | 1000 X 0640 X3082   | 1                                | 3850          | 210                                | 808500                         | 6210,00                                  | 6,3          | 517,5                               | 217350   | 1343223   | 219523,5  | 424,2   |
|                 | Валок горизонтальный           | СШХН 50          | 430                                      | 1317950   |  | 1000 X 0640 X3090   | 1                                | 3800          | 215                                | 817000                         | 6130,00                                  | 6,45         | 510,8333333                         | 219658,3333  | 1357489   | 221854,9167   | 434,3   |
|                 | Валок горизонтальный           | СШХН 50          | 522                                      | 1473345   |  | 1000 X 0620 X3073   | 1                                | 3500          | 261                                | 913500                         | 5645,00                                  | 7,83         | 470,4166667                         | 245557,5   | 1517545   | 248013,075  | 527,22  |
| 1000-1500       | Валок горизонтальный Н400      | СШХН 50          | 620                                      | 604500  | Оснастка№2 для получения чистового размера валка 800X0480X2210 | 800X0430X2210   | 1                                | 1210          | 310                                | 375100                         | 1950,00                                  | 9,3          | 162,5                               | 100750   | 622635  | 101757,5  | 626,2   |
|                 | Валок горизонтальный Н400      | СШХН 50          | 700                                      | 700000  |  | 800X0440X2210   | 1                                | 1240          | 350                                | 434000                         | 2000,00                                  | 10,5         | 166,6666667                         | 116666,6667  | 721000  | 117833,3333   | 707   |
|                 | Валок горизонтальный Н400      | СШХН 50          | 480                                      | 492000  |  | 800X0450X2210   | 1                                | 1270          | 240                                | 304800                         | 2050,00                                  | 7,2          | 170,8333333                         | 82000  | 506760  | 82820   | 484,8   |
|                 | Валок горизонтальный Н400      | СШХН 50          | 500                                      | 528750  |  | 800X0460X2210   | 1                                | 1310          | 250                                | 327500                         | 2115,00                                  | 7,5          | 176,25                              | 88125  | 544612,5  | 89006,25  | 505   |
|                 | Валок горизонтальный Н400      | СШХН 50          | 540                                      | 592650  |  | 800X0470X2210   | 1                                | 1360          | 270                                | 367200                         | 2195,00                                  | 8,1          | 182,9166667                         | 98775  | 610429,5  | 99762,75  | 545,4   |
|                 | Валок горизонтальный Н400      | СШХН 50          | 500                                      | 581250  |  | 800X0480X2210   | 1                                | 1440          | 250                                | 360000                         | 2325,00                                  | 7,5          | 193,75                              | 96875  | 598687,5  | 97843,75  | 505   |
| 500-700         | Валок горизонтальный Н320      | СШХН 50          | 700                                      | 197750  | Оснастка№3 для получения чистового размера валка 500X0390X1700 | 500X 0335X1700  | 1                                | 500           | 350                                | 175000                         | 565,00                                   | 10,5         | 47,08333333                         | 32958,33333  | 203682,5  | 33287,91667   | 707   |
|                 | Валок горизонтальный Н320      | СШХН 50          | 680                                      | 295800  |  | 500 X 0345 X 1700   | 1                                | 540           | 340                                | 183600                         | 870,00                                   | 10,2         | 72,5                                | 49300  | 304674  | 49793   | 686,8   |
|                 | Валок горизонтальный Н320      | СШХН 50          | 688                                      | 316480  |  | 500 X 0360 X 1700   | 1                                | 570           | 344                                | 196080                         | 920,00                                   | 10,32        | 76,66666667                         | 52746,66667  | 325974,4  | 53274,13333   | 694,88  |
|                 | Валок горизонтальный Н320      | СШХН 50          | 600                                      | 285000  |  | 500 X 0370X 1700  | 1                                | 590           | 300                                | 177000                         | 950,00                                   | 9            | 79,16666667                         | 47500  | 293550  | 47975   | 606   |
|                 | Валок горизонтальный Н320      | СШХН 50          | 610                                      | 300425  |  | 500 X 0380X 1700  | 1                                | 610           | 305                                | 186050                         | 985,00                                   | 9,15         | 82,08333333                         | 50070,83333  | 309437,8  | 50571,54167   | 616,1   |
|                 | Валок горизонтальный Н320      | СШХН 50          | 610                                      | 309880  |  | 500 X 0390 X 1700   | 1                                | 630           | 305                                | 192150                         | 1016,00                                  | 9,15         | 84,66666667                         | 51646,66667  | 319176,4  | 52163,13333   | 616,1   |
|                 | Валок вертикальныйV320         | СШХН 50          | 702                                      | 294840  |  | 500 X 0335 X 1695   | 1                                | 520           | 351                                | 182520                         | 840,00                                   | 10,53        | 70                                  | 49140  | 303685,2  | 49631,4   | 709,02  |
| Итого           |                                |                  | 9302                                     | 9594720   |  |   |                                  |               |                                    | 6000000                        | 36766,00                                 |              |                                     | 1599120  | 9882562   | 1615111,2   | 9395  |

НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА



## 1.2 Выбор и обоснование места строительства цеха

Проект должен обеспечить создание цеха с технологией и оборудованием на соответствующем высокотехнологическом уровне с высоким уровнем механизации и автоматизации труда и производства с безопасными условиями труда с постоянным использованием мер и средств для предотвращения загрязнения окружающей среды. При выборе места строительства цеха учитывались следующие принципы:

- экономичности – проработка более подходящих проектных решений с целью обеспечения минимальных затрат на единицу продукции;
- перспективности – этот принцип предполагает необходимость резервирования территории для расширения цеха, резервирования коммуникаций и мощности обслуживающих отделений, участков и оборудования;
- учета территориальности – определение особенностей территориального расположения места сооружения цеха, при этом учитывается наличие источников снабжения, наличие в данном районе потребителей производимой продукции, природные условия и особенности климата.

Проектируемый цех будет располагаться не далеко от города Екатеринбурга. Он предназначен для выпуска прокатных валков из чугуна, используемых в машиностроении.

Шихтовые материалы будут доставляться с металлургических заводов, отходы производства будут перерабатываться. Поставку необходимого оборудования, строительных материалов и металлоконструкций обеспечат заводы, находящиеся не далеко от Екатеринбурга.

Потребность в рабочих кадрах и инженерно-технических работниках будут удовлетворять профессионально-технические училища, колледжи и ВУЗы Урала и Сибири.

|             |             |                 |                |             |                           |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                           | 3           |

### 1.3 Выбор режима работы литейного цеха. Расчёт фондов времени

В литейных цехах серийного производства применяют следующие виды режимов работ:

- параллельный - предусматривающий совмещение по времени и месту отдельных технологических операций производства литья, при этом операции со значительными выделениями шума, пыли и газа осуществляются в отдельных помещениях;
- ступенчатый - предусматривающий разделение технологических операций по времени и совмещение по месту их выполнения в неизолированных общих помещениях.

При крупносерийном и массовом поточном производстве в литейных цехах, как правило, применяют параллельный двухсменный режим работы с пятидневной рабочей неделей, продолжительностью рабочей смены 8,2 часа.

При проектировании литейных цехов различают три вида фондов времени работы оборудования и рабочих:

1) Календарный фонд ( $T_k$ ) — указывает количество календарных дней (часов) в году.  $T_k = 365 \text{ дней} = 5986 \text{ часов}$ . Используется при расчете складских помещений.

2) Номинальный фонд ( $T_n$ ) указывает время, в течение которого может выполняться работа по принятому режиму, без учета неизбежных потерь времени. Используется при расчетах оборудования:

$$T_n = (T_k - p) \times r \times c,$$

где  $p = 113$  - усредненное число выходных и праздничных смен;

$c$ —количество смен;

$r$ —продолжительность рабочей смены, ч,

$$T_n = (365 - 113) \times 2 \times 8,2 = 4132,8 \text{ ч};$$

Действительный фонд ( $T_d$ ) определяется путем исключения из номинального фонда неизбежных потерь времени на простои;

ремонт и так далее. Используется при более точном расчете оборудования.

Действительный фонд времени рассчитывается по формуле [1]:

|             |             |                 |                |             |                           |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | <i>Лист</i> |
|             |             |                 |                |             |                           | 4           |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                           |             |

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

где  $\Pi$  - коэффициент, учитывающий потери времени.

Действительный фонд времени работы оборудования отражен в таблице 2.

Таблица 2 – Действительный годовой фонд времени

| Оборудование   | Число смен |      |      |
|--|------------|------|------|
|  | 1          | 2    | 3    |
| 1. Формовочное, стержневое, смесеприготовительное оборудование | 2030       | 3975 | 5900 |
| 2. Оборудование для очистки и обрубки литья                    | 2030       | 3975 | 5900 |
| 3. Автоматизированные формовочные и стержневые линии           | -          | 3645 | 5340 |
| 4. Индукционные печи   | -          | 3850 | 5710 |
| 5. Термические печи  | -          | 3890 | 5840 |
| Сушильные печи   | 2010       | 3975 | 5840 |
| Станки металлорежущие  | 2030       | 4015 | 5960 |

## 2 РАСЧЁТ ОСНОВНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ ЦЕХА

### 2.1 Плавильное отделение

Перспективная технология для плавки чугуна должна обеспечивать:

- стабильное производство отливок из чугуна с заданными эксплуатационными свойствами;
- использование высокопроизводительных плавильных установок, включая методы интенсификации;
- сокращение потерь от брака по причинам, зависящим от качества чугуна (отклонение в химическом составе, строении отливок, усадке и т. д.);
- применение технологического оборудования для плавки и внепечной обработки чугуна, отвечающее высоким требованиям экологической технологии;
- Механизация и автоматизация технологических процессов;
- использование возврата;
- значительное снижение интенсивности труда и энергоёмкости технологических операций, в том числе вспомогательных работ по подготовке производства.

#### 2.1.1 Выбор плавильного агрегата

Чтобы выбрать оборудование для плавки, необходимо учитывать различные факторы, такие как - металлургическая способность, обеспечить заданное количество сплава, подлежащего выплавке, не в последнюю очередь важным фактором является доступность материалов и необходимых ресурсов в расположенных поблизости районах. Стоит отметить важность сохранения окружающей среды от газов, различных отходов.

Проектируемый цех ориентирован на производство отливок из шаровидного чугуна (СШХН-50).

Высокое качество чугуна должно быть обеспечено:

|             |             |                 |                |             |                           |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | <i>Лист</i> |
|             |             |                 |                |             |                           | 3           |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                           |             |

- технологией плавки;
- качеством шихтовых материалов;
- эффективными методами внепечной обработки.

Для выплавки чугуна в проектируемом цехе целесообразно применять индукционные тигельные электропечи.

Достоинства индукционных плавильных печей:

1) Энергия выделяется непосредственно в загрузке без промежуточных нагревательных элементов;

2) Интенсивная электродинамическая циркуляция расплава в тигле обеспечивает быстрое плавление мелкой шихты и отходов, выравнивание температуры по объёму ванны и отсутствие местных перегревов, гарантирует получение однородных по химическому составу сплавов;

3) Принципиальная возможность создания в печи любой атмосферы (окислительной, восстановительной или нейтральной) при любом давлении;

4) Высокая производительность, достигается благодаря высоким значениям удельной мощности, особенно на средних частотах;

5) Возможность полного слива металла из тигля и относительно малая масса футеровки печи, что создаёт условия для снижения тепловой инерции печи благодаря уменьшению тепла, аккумулируемого футеровкой. Печи этого типа удобны для периодической работы с перерывами между плавками и обеспечивают возможность быстрого перехода с одной марки сплава на другую;

6) Простота и удобство обслуживания печи, управления и регулировки процесса плавки, широкие возможности для механизации и автоматизации процесса;

7) Высокая гигиеничность процесса плавки и малое загрязнение воздуха. К недостаткам тигельных печей относятся относительно низкая температура шлаков, наводимых на зеркало расплава с целью его технологической обработки.

|             |             |                 |                |             |                           |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | <i>Лист</i> |
|             |             |                 |                |             |                           | 4           |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                           |             |

Шлак в индукционных тигельных печах разогревается от металла, поэтому его температура всегда ниже, а также сравнительно низкая стойкость футеровки при высоких температурах расплава и наличие теплосмен (резких колебаний температуры футеровки при полном сливе металла).

Однако преимущества индукционных тигельных печей перед другими плавильными агрегатами значительны, поэтому они нашли широкое применение в самых разных отраслях промышленности.

Анализ эффективности применения различных плавильных агрегатов (индукционные печи, электропечи и вагранки) показал, что приведенные затраты на 1 тонну годного литья при использовании индукционной печи меньше, чем например, при ваграночной плавке на 21 - 23%.

Устранение отрицательной наследственности шихты, связанной с наличием вредных примесей, достигается применением относительно высоких перегревов расплавов до температур разупорядочения структуры жидкости интенсивным перемешиванием ванны и шлаковой обработкой, с основной футеровкой и насыщением основных шлаков, с успехом осуществляется в индукционных печах.

### **2.1.2 Шихтовые материалы индукционной плавки**

Шихтой называется смесь материалов, предназначенных для расплавления в плавильных агрегатах с целью получения металла необходимого состава и качества. При выплавке чугуна в качестве шихтовых материалов используют отходы собственного производства, стальной и чугунный лом.

Перед плавлением готовятся шихтовые материалы. Приготовление состоит в удалении с поверхности металлических материалов оксидов, влаги, масел, эмульсий, остатков формовочной смеси, удаления железных армирующих вставок, фильтрующих сеток, разрезания на куски необходимых размеров. Соли, которые присутствуют в шихте, могут также содержать влагу и служить источником загрязнения сплавов оксидами и водородом.

|             |             |                 |                |             |                           |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | <i>Лист</i> |
|             |             |                 |                |             |                           | 5           |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                           |             |

Поэтому флюсы вначале переплавляют, затем измельчают и хранят в условиях, предупреждающих поглощение ими влаги (в закрытой емкости, сушильных шкафах при температуре 120-200°C). С экономической точки зрения, целесообразно переплавлять все отходы собственного производства.

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

В чугунных литых валках встречаются все структуры железоуглеродистых сплавов. Одним из основных факторов, определяющих заданную структуру валка, является химический состав металла и скорость охлаждения. В чугунных валках кроме железа и сопутствующих элементов, содержатся хром, никель, кальций, молибден, медь, магний.

Перечисленные элементы оказывают на расплав карбидообразующее или графитизирующее действие. Прочность отбеленных листопрокатных валков с повышенным содержанием углерода, предназначенных для работы в тяжелых условиях, можно увеличить путём отливки их из чугуна с шаровидной формой графита. Шаровидная форма графита в этих валках обеспечивает повышение прочности в два – три раза по сравнению с валками из чугуна с пластинчатым графитом. Повышается также их износостойкость за счет повышения термостойкости ЧШГ. Повысить твердость и износостойкость рабочего слоя валков можно также легированием его такими элементами как хром, никель, бор, но всё же углерод является основным элементом, обеспечивающим нужную твердость валков с перлитно – цементитной структурой рабочего слоя.

Расчет шихты ведется на 100 кг жидкого чугуна марки СШХН-50 предназначенного для изготовления отливок для машиностроения. Химический состав для СШХН приведен в таблице 3, а состав шихты в таблице 4.

|             |             |                 |                |             |                           |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                           | 6           |

Таблица 3 – Химический состав чугуна СШХН-50 [2]

| C       | Si      | Mn      | Cr      | Ni      | S    | P    |
|---------|---------|---------|---------|---------|------|------|
| 2,7-3,9 | 0,6-1,4 | 0,4-0,8 | 0,2-0,6 | 0,8-1,4 | 0,16 | 0,16 |

Шихта для прокатных валков состоит из чугунов различных марок, обычных и специальных, лома отработанных валков, лома стали, отходов собственного производства и ферросплавов.

От доменных чугунов, применяемых в шихту, требуется хорошая отбеливаемость, под которой понимают способность чугуна при отливке металлическую форму давать в изломе чушки зону четко выраженного отбела и сравнительно небольшую по глубине переходную зону, плавно переходящую в серый чугун.

Такое определение хорошей отбеливаемости не достаточно полное, так как высококремнистые чугуны вообще не имеют в изломе чушки отбела, а низкокремнистые могут давать отбел по всему сечению.

На практике содержание кремния в подходящих по отбеливаемости чушковых чугунах составляет 0,3-1 процент. Содержание углерода также может исказить картину – при низком его содержании в отбеленном слое такого чугуна могут появляться черные пятна, а при большом в серой части появляются отдельные отбеленные участки.

|      |      |          |         |      |                           |      |
|------|------|----------|---------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |         |      | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | Лист |
|      |      |          |         |      |                           | 7    |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                           |      |





### 2.1.3 Расчет количества плавильных агрегатов

Для расчета количества плавильных агрегатов необходимо составить баланс металла по цеху, который приведен в таблице 5.

Таблица 5 - Баланс металла по цеху

| Наименование статьи баланса   | СШХН - 50 |      |
|-------------------------------|-----------|------|
|                               | Т         | %    |
| Годные отливки, $M_{г.о.}$    | 6000      | 57,7 |
| Литники и прибыли, $M_{л.п.}$ | 3595      | 34,6 |
| Скрап, $C_k$                  | 287,85    | 2,7  |
| Итого жидкого сплава          | 9882,95   | 95   |
| Угар и безвозвратные потери   | 494,1425  | 5    |
| Итого металлозавалки, $M_m$   | 10429,35  | 100  |

Данные по годным отливкам берем из производственной программы. Процент скрапа  $C_k=2,7\%$ . Угар и безвозвратные потери составляют 5%.

Масса металлозавалки в тоннах рассчитывается по формуле:

$$M_m = \frac{M_{г.о.} + M_{л.п.}}{100 - Y - C_k} \times 100 ,$$

где  $M_{г.о.}$  – годные отливки, т;

$M_{л.п.}$  – литники и прибыли, т;

$Y$  – угар и безвозвратные потери, %;

$C_k$  – скрап, %.

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

$$M_c = \frac{M_m \times C_k}{100} ,$$

$$M_Y = \frac{M_m \times Y}{100} .$$

В проектируемом цехе в качестве плавильных агрегатов используем индукционную тигельную печь GW 8-4000-0,3 с основной футеровкой, емкостью 8 тонн и производительностью 7,9 т/ч. Технические характеристики печи приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Технические характеристики индукционной тигельной печи GW 8-4000-0,3

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| Номинальная вместимость печи, т | 8   |
| Производительность, т/ч         | 7,9   |
| Установленная мощность, кВт     | 4000  |
| Расход электроэнергии, кВт·ч/т  | 750   |
| Металлургические показатели     | Изменение химического состава практически не происходит |

Расчет необходимого количества плавильных печей проводим по формуле:

$$N = \frac{Q}{T_o \cdot K_n \cdot q},$$

где N – количество единиц оборудования, шт;

Q – металлозавалка;

$K_n$  – коэффициент неравномерности использования оборудования (для плавильного оборудования равен 1,3);

q – производительность оборудования.

$$N = \frac{10429,35}{1738 \times 3 \times 1,3} = 0,69.$$

.

Принимаем к установке 1 печи с коэффициентом загрузки:

$$K_{заг} = \frac{0,69}{1} = 0,69.$$

#### 2.1.4 Расчет количества машин центробежного литья с горизонтальной осью вращения

Из машин для центробежного литья валков наиболее распространены машины с горизонтальной осью вращения формы. Применяют также центробежные машины с изменяющейся осью вращения.

Для данного цеха выбираем три различные центробежные машины с горизонтальной осью вращения - ЦМ5520 , ЦМ5518 и ЦМ556, технические характеристики которых приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Технические характеристики центробежных машин

| Параметры                        | ЦМ556          | ЦМ5518         | ЦМ5520         |
|----------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| Максимальный диаметр отливки, мм | 630            | 1800           | 2000           |
| Максимальная нагрузка, кг        | 1200           | 5000           | 20000          |
| Общая мощность, кВт              | 15,5           | 75             | 132            |
| Габаритные размеры, мм           | 3100×1900×2000 | 4550×3600×3000 | 3800×3600×2800 |

Коэффициент загрузки для трёх центробежных машин с горизонтальной осью вращения:

$$K_3 = \frac{2,21}{3} = 0,74.$$

### 2.1.5 Расчет парка ковшей

Ковши служат для транспортировки жидких металлов и заполнителей. Ковш представляет собой стальной корпус, стены и дно которого облицованы огнеупорными кирпичами изнутри. Для литья мы используем поворотные ковши. Ковш должны быть тщательно высушен и прокален до темно-красного цвета. Для этого используем стенд для сушки ковшей газообразным топливом при температуре 500 - 600°C, который имеет местную вытяжку продуктов горения.

Расчет парка заливочных ковшей производится с учетом количества одновременно работающих ковшей, продолжительности работы ковша до ремонта и длительности ремонта. Время работы ковша до ремонта и длительность ремонта зависят от емкости ковша.

Принимаем для использования ковши ёмкостью 8т.

Рассчитаем необходимое количество одновременно работающих ковшей (N – ковши емкостью 8т) по формуле:

$$n = \frac{q \times N_{\text{п}} \times t_0}{M \times 60},$$

где q - производительность печи, т/ч;

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

$t_0$  - время оборота ковша, мин;

M - емкость ковша, т.

|      |      |          |         |      |                           |      |
|------|------|----------|---------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |         |      | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | Лист |
|      |      |          |         |      |                           | 5    |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                           |      |

$$n = \frac{7,9 \times 1 \times 24}{8 \times 60} = 0,395.$$

Принимаем 1 работающий ковш в смену.

Результаты расчёта парка ковшей сводим в таблице 8

Таблица 8 – Результаты расчёта парка ковшей

| Ёмкость ковша, кг | Число одновременно работающих ковшей | Число ковшей в ремонте | Запас ковшей | Общее количество ковшей |
|-------------------|--------------------------------------|------------------------|--------------|-------------------------|
| 8000              | 1                                    | 3                      | 1            | 4                       |

## 2.2 Формовочное отделение

В формовочно-заливочно-выбивном отделении производятся следующие операции: формовка полу форм, сборка форм, заливка форм жидким металлом, выдержка залитых форм перед выбивкой, выбивка отливок из форм. Трудоемкость этих операций составляет до 60% от общей трудоемкости максимальная механизация всех трудоемких основных и вспомогательных операций;

Поэтому при выборе технологического оборудования необходимо учитывать следующее:

- условия работы должны соответствовать современным требованиям техники безопасности;
- охрана труда и окружающей среды.

При изготовлении литейных форм валков применяют модели, шаблоны, опоки, кокили и различные крепежные и центрирующие детали. Техническим состоянием и качеством литейной оснастки во многом определяются уровень брака и припуски для механической обработки валков. При ручной формовке применяют пневматический инструмент.

Формовка нижних и верхних шеек валков и прибылей производится по чугунным и алюминиевым моделям, реже – по шаблонам. Чугунные модели лучше противостоят абразивному износу, случайным ударам и имеют более длительный срок службы.

В настоящее время для уплотнения смеси в форме все чаще применяют

|             |             |                 |                |             |                           |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | <i>Лист</i> |
|             |             |                 |                |             |                           | 6           |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                           |             |

пескометы. В этом случае под модельную плиту, опоку и модель устанавливают по центру специального вращающегося стола. Набивку производят при вращении стола и возвратно-поступательном движении головки пескомета на ширину заполняемой щели. Скорость перемещения уплотняемого участка формы относительно головки пескомета должна быть в пределах 0,2-0,35 метров в секунду. Скорость вращения стола регулируется в зависимости от диаметра шейки валка.

### **2.2.1 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.

Опираясь на данные производственной программы (таблица 1), составим производственную программу формовочного отделения (таблица 9).

|             |             |                 |                |             |                           |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                           | 7           |

Таблица 9 - Производственная программа формовочного отделения

| Наименование или номер отливки | Количество форм на годовую программу, шт | Количество формовочной смеси на годовую программу с учетом брака, кг | Количество форм на годовую программу с учетом брака, шт |
|--------------------------------|--|--|---|
| 2                              | 4  | 17   | 18  |
| Валок вертикальный V630        | 420                                      | 219524   | 424,2   |
| Валок горизонтальный           | 430                                      | 221855   | 434,3   |
| Валок горизонтальный           | 522                                      | 248013   | 527,22  |
| Валок горизонтальный H400      | 620                                      | 101758   | 626,2   |
| Валок горизонтальный H400      | 700                                      | 117833   | 707   |
| Валок горизонтальный H400      | 480                                      | 82820  | 484,8   |
| Валок горизонтальный H400      | 500                                      | 89006,3  | 505   |
| Валок горизонтальный H400      | 540                                      | 99762,8  | 545,4   |
| Валок горизонтальный H400      | 500                                      | 97843,8  | 505   |
| Валок горизонтальный H320      | 700                                      | 33287,9  | 707   |
| Валок горизонтальный H320      | 680                                      | 49793  | 686,8   |
| Валок горизонтальный H320      | 688                                      | 53274,1  | 694,88  |
| Валок горизонтальный H320      | 600                                      | 47975  | 606   |
| Валок горизонтальный H320      | 610                                      | 50571,5  | 616,1   |
| Валок горизонтальный H320      | 610                                      | 52163,1  | 616,1   |
| Валок вертикальный V320        | 702                                      | 49631,4  | 709,02  |
| Итого:                         | 9302                                     | 1615111  | 9395,02   |

### 2.2.2 Изготовление формовочной смеси

При изготовлении формы для отливки «Прокатный вал» используем технологию изготовления формы из жидкостекольной смеси.

В литейном производстве нашли широкое распространение жидкостекольные смеси. Применение ЖСС открывает возможность, даже в условиях разно серийного производства, организовать поточное изготовление форм и стержней без применения специального формовочного оборудования, используя только смесеприготовительные устройства, а также вспомогательные грузоподъемные и транспортные средства (краны, электротельферы, рольганги и др.). Широко применяют, особенно при изготовлении крупных форм в опоках и кессонах, жидкие самотвердеющие смеси (ЖСС) на жидкостекольном или смоляном связующем. Процесс изготовления форм при использовании ЖСС сводится к заливке жидкой смеси в опоки, где она самопроизвольно затвердевает в течение 30—40 мин, высокую текучесть смеси и необходимую

|      |      |          |         |      |                           |      |
|------|------|----------|---------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |         |      | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | Лист |
|      |      |          |         |      |                           | 8    |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                           |      |

газопроницаемость ее после отверждения обеспечивает добавка в ЖСС специальных пенообразователей.

### 2.2.3 Расчет количества формовочного оборудования

При изготовлении литейных форм валков применяют модели, шаблоны, опоки, кокили и различные крепежные и центрирующие детали. Техническим состоянием и качеством литейной оснастки во многом определяются уровень брака и припуски для механической обработки валков. Формовку производят при помощи пескометов и встряхивающих машин. При ручной формовке применяют пневматический инструмент.

Для проектируемого цеха выбираем вибростол XYZ-II. Технические характеристики указаны в таблице 10.

Таблица 10 – вибростол XYZ-II

|                           |               |
|---------------------------|---------------|
| Грузоподъемность, т       | 5-8           |
| Размеры вибростола, мм    | 1320×1420×750 |
| Максимальный размер опоки | 1200×1300     |
| Усилие вибрации, кН       | 20            |
| Мощность, кВт             | 8             |

Количество вибростолов выбираем исходя из размеров рабочей поверхности и усилия вибрации. Для проектируемого цеха выбираем их количество равным 2.

### 2.2.4 Расчёт оборудования смесеприготовления

Приготовление смесей из предварительно подготовленных материалов состоит из следующих операций:

- смешивание составных частей в заданных пропорциях;

При смешивании смесей требуется достичь более равномерного распределения всех составляющих смеси в объеме. Поэтому операция перемешивания является важнейшей во всем технологическом процессе приготовления формовочной и стержневой смесей.

|             |             |                 |                |             |                           |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | <i>Лист</i> |
|             |             |                 |                |             |                           | 9           |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                           |             |



Необходимое количество оборудования определим по формуле:

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

где N – количество единиц оборудования, шт;

Q – масса формовочной смеси на программу, т;

$K_H$  – коэффициент неравномерности использования оборудования (для формовочного оборудования равен 1,2);

q – производительность оборудования;

$$N = \frac{16231}{1,2 \times 12 \times 1738} = 0,71 \text{ шт.}$$

Таким образом, выбираем один смеситель литейный чашечный (бегуны) S1116D, технические характеристики которого представлены в таблице 11

Таблица 11- Технические характеристики бегунов

| Диаметр чаши, мм | Производительность, т/ч | Мощность, кВт | Частота вращения |
|------------------|-------------------------|---------------|------------------|
| 1600             | 12                      | 30            | 30               |

Для просеивания песка необходимо выбрать и рассчитать количество сит. В качестве сит принимаем полигональное барабанное сито марки 175M с производительностью 20 т/ч.

Так же для сушки песка выбираем одно сушило марки S625, технические характеристики которого приведены в таблице 12.

Таблица 12-Технические характеристики сушила марки S625

| Производительность, $\frac{м^3}{ч}$ | Остаточная влага на выходе, % | Мощность двигателя, кВт | Частота вращения, об/мин. | Расход кокса, кг/тонн |
|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------|
| 4                                   | 0,5                           | 5,5                     | 9                         | 60                    |

### 2.3.3 Процесс сушки форм

При сушке частей формы особое внимание уделяют их нагреву и охлаждению. Неравномерный подъем температуры, и сокращение периода

|      |      |          |         |      |                           |      |
|------|------|----------|---------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |         |      | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                           | 10   |

нагрева ведут к растрескиванию формы так же, как и её слишком быстрое охлаждение. В результате появляется необходимость в ремонте формы, заделке трещин и дополнительной сушке. Особенно равномерно нужно поднимать температуру при сушке кокилей с толстым теплоизоляционным покрытием и кокилей с заформованными в них верхних шейках. Слишком быстрое повышение температуры ведет к растрескиванию покрытия и даже к отрыву отдельных кусков. Формы нижних шеек валков очень крупных литопрокатных и рельсобалочных станов для уменьшения пригаров и предохранения от пережогов сушат в два – три цикла. В промежутках между циклами форму окрашивают литейной краской.

Из этого следует что в проектируемый цех выбираем проходную электрическую сушилку марки SP 75000/02 с техническими характеристиками которые представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Проходная электрическая сушилка SP 75000/02

|   |                      |
|---|----------------------|
| Максимальная температура, °С                    | 400                  |
| Рекомендованный диапазон рабочих температур, °С | 150 – 350            |
| Внутренние размеры(Ш×В×Г), мм                   | 4600×2800×6000       |
| Потребляемая мощность, кВт                      | 170                  |
| Загружаемый материал                            | 1 песчаная полуформа |
| Масса загружаемого материала, кг                | Не более 9500        |
| Производительность, форм/час                    | 2                    |

Расчет количества сушилок проводим по формуле:

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

где N – количество используемых машин;

Q – масса продукции или годовой объем (формы);

η - коэффициент использования оборудования;

q – номинальная производительность

$$N = \frac{5382}{1738 \cdot 0.8 \cdot 2} = 1,92.$$

Следовательно выбираем 2 проходных электрических сушилки.

|      |      |          |         |      |                           |      |
|------|------|----------|---------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |         |      | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | Лист |
|      |      |          |         |      |                           | 11   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                           |      |

## 2.4 Участок финишных операций

### 2.4.1 Расчет оборудования для выбивки валков

Процедура выбивки так же, как и на эксцентриковых решетках, проходит вследствие соударений опоки и полотном решетки. Хотя амплитуда колебаний никак не считается постоянной величиной и находится в зависимости не только лишь от параметров решетки, но и от массы выбиваемой формы.

При выбивании больших и тяжелых форм в условиях мелкомасштабного и индивидуального производства используются структуры, состоящие из нескольких режущих сеток, выбранных из общего источника. Использование такой конструкции позволяет более разумно использовать электрическую энергию, поскольку для небольших форм можно использовать только часть сеток.

Для выбивки отливок используются выбивные решетки модели 31214.

Технические характеристики решетки приведены в таблице 14

Таблица 14 – Технические характеристики выбивной решетки 424

|                               |                |
|-------------------------------|----------------|
| Грузоподъемность, кН          | 40             |
| Установленная мощность, кВт   | 15,5           |
| Габаритные размеры: д×ш×в, мм | 2926×2272×1045 |
| Производительность, т/ч       | 8              |
| Масса, кг                     | 5200           |

Рассчитаем количество выбивных решеток по формуле:

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

где N – количество единиц оборудования, шт;

Q – масса отливок с литниками и прибылями на программу, т;

$K_n$  – коэффициент неравномерности использования оборудования (для формовочного оборудования равен 1,2);

$$N = \frac{18252}{1,2 \times 8 \times 1738} = 1,12 \text{ шт.}$$

Принимает две выбивные решетки с коэффициентом загрузки:

$$K_3 = \frac{1,12}{2} = 0,56.$$

|      |      |          |         |      |                           |      |
|------|------|----------|---------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |         |      | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                           | 12   |

## 2.4.2 Расчет оборудования для обработки валков после литья

Дробеметная установка обладает легким принципом работы который состоит в отделке металлических плоскостей с целью увеличения их предохранительных свойств. Высококачественное дробеметное очищение основная задача завода, оно нужно для качественной подготовки валков к дальнейшему нанесению лакокрасочных и защитных покрытий.

В проектируемый цех выбираем дробеметную установку ДГ 22.08-6.

Таблица 15 – Технические характеристики ДГ 22.08-6

|                                    |          |
|------------------------------------|----------|
| Размеры входного окна, мм          | 2200×800 |
| Максимальные размеры заготовки, мм | 2000×700 |
| Длина заготовки, м                 | 3,0 – 12 |
| Скорость подачи заготовки, м/мин   | 0,5 – 4  |
| Максимальный вес заготовки, т      | 18       |
| Количество метателей               | 6        |
| Расход дробы, кг/мин               | 250      |
| Мощность метателей, кВт            | 11       |
| Объем загрузки дробы, т            | 4,5      |
| Общая мощность, кВт                | 150      |
| Производительность, шт/ч           | 1,5      |
| Диаметр щетки сметания дробы, мм   | 550      |

Расчет количества установок проводим по формуле:

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

где N – количество используемых машин;

Q – масса продукции или годовой объем (валки);

η - коэффициент использования оборудования;

q – номинальная производительность.

$$N = \frac{2691}{1738 \cdot 0.8 \cdot 1.5} = 1,29.$$

Из формулы следует, что берем 2 дробеметные машины.

Вальцетокарный станок – специальный металлорежущий станок с целью механической обработки цилиндрических и фасонных валков. В отличии от токарного станка способен обладать двумя и более суппортов односторонним и

|      |      |          |         |      |                            |      |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
|      |      |          |         |      | <b>ВКР 44.03.04 558 ПЗ</b> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                            | 27   |

двусторонним месторасположением резцовых головок и нужное количество люнетов для поддержки обрабатываемой заготовки по длине. Вальцетокарный станок оснащен приспособлениями ускоренного передвижения суппортов, постоянной подачи в широком спектре, копировочным механизмом и дистанционным управлением.

К проектируемому цеху выбираем вальцетокарный станок 1А825.

Таблица 16 – Технические характеристики вальцетокарного станка.

|  |                 |
|--|-----------------|
| Наибольший диаметр обрабатываемого изделия, мм | 1050            |
| Наибольшая длина обрабатываемого изделия, мм   | 7000            |
| Максимальный вес обрабатываемого изделия, т    | 31,5            |
| Наибольший крутящий момент на шпинделе, кНм    | 100             |
| Наибольшее усилие резания на один суппорт, кН  | 100             |
| Количество суппортов                           | 2               |
| Скорость установочного перемещения, м/мин      | 2,5             |
| Габаритные размеры (Д×Ш×В)                     | 13300×6390×2100 |
| Производительность, шт/ч                       | 0,5             |

Количество вальцетокарных станков определяем по формуле:

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

где N – количество используемых машин;

Q – масса продукции или годовой объем (валки);

η - коэффициент использования оборудования;

q – номинальная производительность

$$N = \frac{2691}{1738 \cdot 0.8 \cdot 0.5} = 3,87.$$

#### 2.4.4 Расчет оборудования для термической обработки валков

Для термической обработки валков чаще всего применяют камерные печи с выкатным подом, печи со съёмным сводом и колпаковые. Все они периодического действия, работающие на газе или мазуте, приспособленные для загрузки в них таких тяжелых деталей, как валки.

Цех с печами для термообработки валков следует размещать рядом с вальцелитейным цехом, что бы вынутые из формы валки можно было

|             |             |                 |                |             |                            |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|----------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <b>ВКР 44.03.04 558 ПЗ</b> | <i>Лист</i> |
|             |             |                 |                |             |                            | 27          |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                            |             |

загружать в термические печи при достаточно высокой температуре. Это уменьшает опасность появления трещин на отливках, ускоряет процесс термообработки и экономит топливо.

В камерных печах с выдвижным подом успешно проводится термообработка валков любого типа. Под печи представляет собой тележку, футерованную шамотным кирпичом. Тележка передвигается по рельсам на колёсах, цапфы которых укреплены в роликовых подшипниках. Рабочее пространство печи выше пода изолируется при помощи песочных затворов, представляющих собой желоба, укрепленные на стенках печи. Вместо тележки применяют также футерованную металлическую плиту, передвигающуюся по направляющим рельсам при помощи роликов, соединенных в две обоймы. Заталкивание и вытаскивание тележки или пода производится специальным механизмом или тросом с электрической лебедкой.

Для термообработки отливок устанавливаем в цехе печи с выкатным подом СДО 20.40.15/10. Технологические характеристики печи приведены в таблице 14.

Таблица 17 - Технические характеристики печи с выкатным подом

| Обозначение печи | Максимальная температура, °С, | Габаритные размеры, (ш×д×в), мм | Мощность нагрева | Масса печи |
|------------------|-------------------------------|---------------------------------|------------------|------------|
| СДО 20.40.15/10  | 1000                          | 3400×9000×4500                  | 380              | 14000      |

Расчет количества печей ведем по формуле:

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

$$N = \frac{2691}{1738 \cdot 0,8 \cdot 0,5} = 3,87.$$

Вследствие расчёта выбираем 4 печи с выкатным подом.

### 3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1 Разработка технологического процесса изготовления отливки

##### 3.1.1 Данные и характеристики отливки

Прокат металла – процедура довольно непростая, энергозатратная и требующая присутствия специализированных рабочих. Обжатие материала, которое изготавливает прокатный валок. Дает возможность достигнуть установленных размеров обрабатываемого профиля. Немаловажно понимать, то что валки в ходе своей работы принимают на себя внушительное усилие, которое появляется напрямую в ходе работы всей прокатной линии. Именно по этой причине прокатный валок – более изнашивающаяся часть любого прокатного стана.

Данный валок относится ко 2 группе сложности, поэтому контроль будет происходить по размерам отливки и по химическому составу.

Габаритные размеры отливки (Длина Бочки × Диаметр Бочки × Длина валка), мм - 800×430×2210.

Масса отливки – 1210 кг

##### 3.1.2 Выбор типа плавильного агрегата

Для плавки чугуна все большее распространение получают индукционные печи промышленной частоты.

При плавлении чугуна в индукционных печах содержание S в расплаве резко уменьшается, что облегчает производство чугуна с шаровидным графитом. Санитарно-гигиенические условия труда существенно улучшаются, поскольку обслуживающий персонал не подвергается воздействию вредных воздействий тепла, пыли, шума и газов при сжигании топлива. Последний фактор особенно важен в городе и на местах, поскольку при работе индукционных печей воздушный бассейн забивается во много раз меньше, чем в процессе вагонов, что требует громоздких дорогостоящих средств очистки.

Для данного вида чугуна выбираем индукционную печь GW 8-4000-0, вместимостью 8 тонн.

|             |             |                 |                |             |                           |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | <i>Лист</i> |
|             |             |                 |                |             |                           | 16          |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                           |             |

### 3.1.3 Выбор машины центробежного литья

Машина с постоянной горизонтальной осью вращения предназначена для отливки прокатных валков и успешно работают на производствах.

Центробежная отливка даёт возможность:

- применять для рабочего слоя валков такие виды легированных чугунов, из которых получать валко в стационарных формах трудно, например высокохромистые валки, которые для упрочнения сердцевины необходимо отливать двухслойными;
- отливать без стержней многие типы пустотелых валков, например эджеров, бандажей для составных валков;
- получать достаточно точно любую заданную глубину рабочего слоя, что не всегда возможно при отливке валков в стационарную форму. Так, в крупных валках сортопрокатных станов можно получать рабочий слой глубиной >100 мм;

отливать валки из любых плавильных агрегатов, применяемых для заливки стационарных форм валков, но более равномерную загрузку центробежных машин обеспечивает индукционная тигельная печь. В этом случае при отливке двухслойных валков в одном из тиглей плавят металл для наружного слоя, во втором – сердцевины, а третий находится в резерве и обеспечивает профилактические ремонты первых двух.

Машина смонтирована на массивной стальной литой или сварной раме, на которой размещены попарно стальные ролики. На ролики укладывают кокиль, отлитый из стали или чугуна, обработанный внутри, снаружи и по торцам. На наружной поверхности кокиля имеется два выступающих концентрических пояса, один из которых более широкий. Каждый пояс перемещается на двух роликах, а сверху прижимается третьим.

Прижим осуществляется рычажным гидравлическим устройством. Кокиль получает вращение от приводного ролика, соединенного клиноременной передачей с двигателем постоянного тока с регулируемым числом оборотов. Приводной ролик, закрепленный на раме в передней части

|             |             |                 |                |             |                           |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | <i>Лист</i> |
|             |             |                 |                |             |                           | 17          |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                           |             |



машины, более широкий. Для предупреждения осевых перемещений он имеет реборды, охватывающие края пояса катания на кокиле. В случае необходимости отливки длинных валков в машине предусмотрены дополнительные ролики. Все ролики, кроме приводного вращаются на роликах или шарикоподшипниках, смазка которых осуществляется централизованно. Перед передней торцевой стороной машины на фундаменте, установлена стойка, на которой смонтированы откидные кронштейны с литниковой системой, выходной, отверстие которой является питателем и в рабочем состоянии устанавливается с кокилем.

Для обеспечения безопасной работы все вращающиеся детали центробежной машины закрыты металлическим кожухом, верхняя часть которого может открываться при помощи гидравлического устройства для установки или снятия кокиля. Кожух также должен обеспечить безопасность работы на машине при аварийных ситуациях, в частности при выбросах жидкого металла в результате повреждения вращающейся формы. Оба торца кокиля закрываются крышками, соединенными со станами, в которых заформовывают шейки валков. Для крепления крышек на наружные крышки на наружной цилиндрической поверхности обоих концов кокиля выполнены проточки для головки накидных болтов. Крышки, входящие во внутренние затоки кокиля, прижимаются к нему наружными кольцами с отверстиями, в которые вставляют концы болтов и затягивают гайками.

Центробежная машина требует внимательного ухода, своевременной смазки, безупречной работы системы охлаждения. Все вращающиеся части и кокили должны быть хорошо отбалансированы, в противном случае нарушается процесс нормальной кристаллизации отливки, а машина быстро выходит из строя. Особенно внимательно надо следить за состоянием кокиля. Он не должен иметь даже незначительных разных толщин стен.

Для данной отливки выбираем центробежную машину с горизонтальной осью вращения ЦМ 556.

|             |             |                 |                |             |                           |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                           | 18          |

### 3.1.4 Расчет литниковой системы

Для поступления металла в форму используем заливку металла сверху через прибыльную часть.

Частота вращения формы оказывает существенное влияние на качество отливки. На ее плотность и механические свойства сплава. Целесообразно выбирать скорость вращения формы ближе к минимальным значениям, при которых обеспечивается получение качественной отливки.

Для расчета частоты вращения формы при изготовлении полых отливок общего назначения применяем формулу:

$$n = \frac{\sqrt{2g}}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{K}{D}},$$

где  $g$  – ускорение свободного падения;

$K$  – коэффициент гравитации;

$D$  – диаметр формы, м.

$$n = \frac{\sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 10^3}}{2 \cdot 3,14} \cdot \sqrt{\frac{80}{1,07}} = 294 \text{ об/мин.}$$

Далее находим объем прибыли по методу Й. Пржибыла:

$$V_{\text{пр}} = \frac{V_{\text{п.у}} \cdot \varepsilon V_{\Sigma}}{\beta - \varepsilon V_{\Sigma}},$$

где  $V_{\text{п.у}}$  - объем питаемого узла;

$\varepsilon V_{\Sigma}$  - суммарная относительная объемная усадка;

$\beta$  - коэффициент для отливок из стали и чугуна;

$$V_{\text{пр}} = \frac{825 \cdot 0,045 \cdot 11}{1 - 0,045 \cdot 11} = 886,8 \text{ см}^2$$

Из геометрических соображений находим по объему  $V_{\text{пр}}$  и диаметру  $D_{\text{пр}}$  высоту прибыли:

$$H_{\text{пр}} = \frac{4V_{\text{пр}}}{\pi \cdot D_{\text{пр}}^2} = \frac{4 \cdot 886,8}{3,14 \cdot 236^2} = 337 \text{ мм} = 0,34 \text{ м.}$$

|      |      |          |         |      |                    |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
|      |      |          |         |      | НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                    | 19   |

### 3.1.5 Прочностные свойства вала

Прочностные свойства валков СШХН: сопротивление изгибу 540-600 Мпа, ударная вязкость 0,029-0,044 МДж/м<sup>2</sup>. Показатели получены на тангенциальных образцах валков твердостью НВ 280-350 на глубине ¼ диаметра бочки вала. Структура валков СШХН приведена на рисунке. Валки с литыми калибрами. В последних клетях всех сортопрокатных станов, особенно отбеленными ручьями, которые обладают высокой износостойкостью и прочной сердцевиной. Эти валки заказывают исполнения СП и СПХН, но они значительно дороже гладко отлитых (в 2-3 раза), так как технология их производства требует в чистовых, с большим успехом применяют валки с литыми применения специальных профилированных составных кокилей. Особенно широко валки с литыми ручьями применяют при прокатке таких профилей, как круг, квадрат, все виды уголкового металлам, швеллеров и других. Неоправданно их применение при прокатке тавровых балок и рельсов, так как узкие тонкие врезы в ручьях валков практически невозможно отбеливать по их периметру.

Прочностные свойства сердцевины этих валков такие же, как у гладких валков соответствующих видов, но общая прочность их выше за счет того, что рабочий слой проходит по профилю ручьев и меньше влияет на прочность валков по сравнению с сортопрокатными отлитыми гладкими. Твердость в ручьях валков крупносортовых и среднесортных станов НВ 380-450, а для мелкосортных станов доходит до НВ 500-550.

Поверхность прокатываемых на таких валках профилей чрезвычайно чистая, но низкая захватывающая способность валков не позволяет применять их при больших обжатиях.

Чугунные высокохромистые валки. За последние годы все шире применяют новый тип чугунных износостойких валков с содержанием 14-20% Cr. Их высокая износостойкость обусловлена структурой матрицы, которая состоит из тонкодисперсного перлита с равномерными включениями карбидов хрома. В сортопрокатных станах эти валки используют в основном в чистовых

|             |             |                 |                |             |                           |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | <i>Лист</i> |
|             |             |                 |                |             |                           | 20          |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                           |             |

клетях. Содержание фосфора в этих валках не должно превышать 0,1%, а серы – 0,05%.

Способ центробежной отливки двухслойных валков с высокохромистым рабочим слоем нужной толщины, с сердцевинной и шейками из высокопрочного чугуна позволяет получать валки нужного качества. Сопротивление разрыву рабочего слоя высокохромистых валков при содержании хрома 16-18% составляет 700-750 Мпа. Износостойкость валков из высокохромистых чугунов выше, чем валков СПХН, на 30-100% и во многом зависит от прокатываемого материала, способа калибровки и других факторов.

Хром является одним из активных карбидообразующих элементов. Содержание его в различных чугуновых валках составляет 0,15-1,5%, а в специальных валках доходит до 12-25%. В валковых расплавах хром образует стойкие карбиды, повышает твердость и глубину отбеленного слоя, но при этом также интенсивно увеличивает глубину переходной зоны, снижая механическую прочность и термическую стойкость валка.

Поэтому при получении отбеленных листовых валков для горячей прокатки хром для легирования не применяется и его содержание в них не должно превышать 0,20%.

В двухслойных листопрокатных валках высокой твердости с карбидо-мартенситной структурой рабочего слоя карбидообразующее действие хрома используется очень широко. С целью повышения прочности сердцевинной и шейки этих валков промывают серым чугуном. В результате содержание хрома в центральной зоне валка и в шейках снижается до 0,30% и более. Следует отметить особенность отбеленного слоя валков, легированных хромом: наряду с карбидами хрома и комплексными карбидами хрома и железа, в отбеле появляются микроскопические выделения графита сферической формы, из-за которых тонко шлифованная поверхность кажется матовой. Сферолиты графита несколько уменьшают твердость слоя.

|             |             |                 |                |             |                           |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                           | 21          |

### 3.1.6 Получение чугуна с шаровидным графитом

Обработка чугуна магнием для получения шаровидного графита производится в ковшах с применением металлического магния или комплексных магниевых модификаторов(лигатур). Металлический магний в виде чушек режут на куски размером 50 -150 миллиметров, а комплексные модификаторы дробят на куски размером менее 80 миллиметров в поперечнике. Магний, а иногда и модификаторы, закладывают в железные сварные баллоны, в нижней части которых прорезаны отверстия. Баллоны крепят при помощи штанг к чугунной круглой плите на специальном стенде. Размеры баллонов определяют количеством закладываемого магния, которое зависит от массы плавки и содержания серы в расплаве, так как часть образующихся паров магния идет на обессеривание. Для уменьшения расхода магния на обессеривание не следует допускать обработку металла, содержащего более 0,05% серы. Обработка чугуна магнием и комплексными модификаторами производится в камерах, снабженных вытяжным устройством для удаления дыма.

При описанном способе обработки чугуна магнием усваивается до 15-20 процентов магния, который идет на модифицирование металла и на его десульфидацию. Остальной магний испаряется и окисляется на воздухе, образуя мелкие частицы в виде дыма, который удаляется в атмосферу через вытяжную трубу. Об окончании процесса свидетельствует прекращение выделения белого дыма и образования вспышек на поверхности металла. Процесс обработки металла продолжается 3-5 минут. Нахождение людей около камеры, где производится обработка не допускается во избежании ожогов при случайных выбросах металла.

### 3.1.7 Процесс сборки форм

Сборка форм и их заливка производится в кессонах. Глубину кессона выбирают такой, чтобы верхний край прибыли крупных валков находился над уровнем пола сборочно-заливочного пролета меньше 1200-1400 миллиметров, а

|             |             |                 |                |             |                           |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | <i>Лист</i> |
|             |             |                 |                |             |                           | 22          |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                           |             |

валков мелкосортных меньше 500-700 миллиметров. Это облегчает сборку формы и ее контроль, а во время заливки позволяет следить за процессом заполнения формы. Верхний край литниковой воронки даже самых больших размеров должен находиться не более чем 2000 миллиметров над уровнем пола цеха для безопасного маневрирования ковшами во время заливки. Ширину кессона выбирают такой, чтобы сборщик мог свободно обходить форму по дну ямы, для чего ширина свободного пространства вокруг формы должна быть более 1000 миллиметров. Валки в кессонах обычно располагают в один ряд. Длина кессона чаще всего рассчитана на размещение в нём 2-3 крупных валков, 4-7 средних и до 20 мелкосортных.

Кессон должен быть хорошо изолирован и перед каждой сборкой необходимо проверять отсутствие в нём влаги. Сырость в кессонах может быть причиной взрыва или аварийной утечки металла из формы.

### **3.1.8 Выдержка валков в формах**

Форма для отливки прокатных валков состоит из элементов с различной теплопроводностью. Поэтому бочки и шейки валка кристаллизуются и охлаждаются с разной скоростью. Интенсивность охлаждения, особенно сильная в первые часы после заливки, снижается в течение последующего времени. Температура отливки выравнивается, снижаются внутренние напряжения, возникающие в валке вследствие неравномерного охлаждения. Правильно организованное охлаждение и выдержка валков в форме являются не только необходимым этапом их производства, но в некоторой степени и термической обработкой. Преждевременной выбивке из формы легированные, двухслойные валки, крупные отбеленные и высокотвердые валки сортопрокатных станов. Однако доводить температуру валков перед выбивкой до температуры окружающей среды нет необходимости. Практикой установлено, что валки можно освобождать от формы при температуре поверхности очки 150-170 градусов. Перенос краном неразобранных форм является операцией повышенной опасности, требующей большой

|             |             |                 |                |             |                           |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                           | 23          |

осторожности и соблюдения всех правил техники безопасности.

### 3.1.9 Разборка залитых форм

Формы валков, подлежащие разборке, находятся в заливочных кессонах и имеют температуру до 150 °С. Обычно рядом с ними расположены другие залитые формы, температура которых может достигать до 500 °С. Поэтому разборка валков требует от стропальщиков большого внимания и осторожности.

Все части формы должны иметь петли, крючки или цапфы, за которые можно поднимать краном, с пятикратным запасом прочности. Особое внимание необходимо уделять прочности цапф опоки нижней шейки, так как на них действует полная нагрузка формы с валком при их транспортировке в кессонах для охлаждения. Цапфы и петли надо систематически осматривать и проверять.

Перенос валков в кессонах для охлаждения осуществляют при помощи цепи или канатного стропа соответствующей длины и грузоподъемности, которым зацепляют цапфы опоки нижней шейки с таким расчетом, чтобы цапфы верхних частей формы находились между ветвями цепи или каната. Для этого сборка формы должна производиться так, чтобы цапфы всех элементов формы находились в одной вертикальной плоскости.

Самая тяжелая часть формы – кокиль. Обычно кокили отливают вместе с цапфами, поэтому нельзя допускать в структуре кокилей даже незначительных количеств цементита.

Разборка залитой формы начинается со снятия воронки. Эту операцию обычно осуществляют непосредственно после заливки, для чего при помощи цепи с крючками на концах зачаливают воронку за имеющиеся на ней петли, удаляют крепление.

При освобождении валка от формы последовательно снимают опоки, прибыли и верхней шейки, а затем кокиль. Кокиль следует снимать строго вертикально и не допускать его раскачивания во избежание трения его поверхности о верхние заливы, которые при небрежном исполнении формы

|             |             |                 |                |             |                           |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                           | 24          |

образуются на прибыльной части валка. Проявляющие при этом царапины могут доходить до 2-3 миллиметров глубины. В таких случаях требуется переточка кокиля, что сокращает срок службы. Для снятия опоки нижней шейки кольцевым канатом строят шейку валка мертвой петлёй и направляют валок с опокой нижней шейки с пневматической выбивной машине. Захват самых крупных валков производится двойным канатом, менее крупных – канатом с затяжным кольцом. Для обеспечения безопасности, шейку нельзя захватывать канатом на конусных участках и в местах, плохо очищенных от формовочной массы.

Опоку нижней шейки, находящуюся еще на валке, зажимают между двумя пневматическими вибраторами и штоком прижимного устройства выбивной машины. После зажима валка в рабочие цилиндры, вибраторов подается компрессорный воздух. В результате вибрации формовочная смесь высыпается из нижней шейки, и опока легко снимается из нижней шейки, и опока легко снимается с валка, который затем направляют на участок обрубки.

### **3.1.10 Обрубка валков**

Обрубка валков – весьма трудоёмкая операция, которая может быть сведена до минимума при хорошей организации формовки и отливки валков. Особо важную роль в уменьшении пригаров формовочной смеси на валках играют температура просушки форм и её продолжительность. Достаточно высокая температура обеспечивает полное удаление влаги из формы. Чаще всего пригары наблюдаются в тех местах, которые наскоро ремонтировались после просушки формы в расчете на то, что аккумулированной в ней тепло поможет удалить влагу. Практически это всегда ведет к трудно удаляемым пригарам. Таким образом, борьбу с пригарами следует вести на стадии изготовления формы. Отливка в хорошо просушенную форму сводит обработку валков к очистке поверхности от частиц литейной краски и формовочной смеси при помощи металлических щеток или струей воды высокого давления в гидрокамере. Если все же пригары образовались, их удаляют при помощи ручных или пневматических зубил. Пригары на валках приходится браковать

|             |             |                 |                |             |                           |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                           | 25          |



или в случае небольшой площади пригаров срезать твердосплавным инструментом при механической обработке. Путем обрубки удаляются также литники, большие приливы и заусеницы на стыках частей формы и края прибыли. Удалять сильно выступающие литники приходится в тех случаях, когда питатель при формовке выполнен неправильно и излом литника произошел не по линии его примыкания к валку. В этих случаях применяют плазменную или воздушную дуговую резку. В крайнем случае эту операцию производят на вальцетокарном станке.

Всякого рода продольные заливы и заусеницы, особенно на бочке валков, с литыми ручьями, отливаемых в кокилях с продольным разъемом, надо обрубать обязательно вдоль залива, так как поперечная обрубка их вызывают выламывание кусочком металла с поверхности валков и может привести к браку отливки. На обрубных участках литейных цехов устанавливают закрытые гидрокамеры, в которых валки очищаются от краски и пыли при помощи струи воды, поступающей из гидромониторов высокого давления. На этих участках устанавливают и станки специально для срезания пригаров и приливов перед подачей валков на обработку в вальце механический цех.

Освобождение кокилей из формы производится путем снятия опок краном. Для удаления стержней кокилей, изготовленных с массивными металлическими холодильниками, успешно применяют гидрокамеры, где вода под давлением 15 Мпа легко вымывает слой формовочной смеси между кокилем и холодильником.

### **3.1.11 Термическая обработка чугунных валков**

**Отбеленные валки.** Быстрый отвод тепла кокилем от рабочего слоя залитого валка и замедленный от сердцевины и шеек валка являются причинами возникновения значительных внутренних напряжений в отливке, иногда вызывающих трещины и даже разрушения. Эти напряжения, называемые термическими, возникают в момент перехода отливки из пластического состояния в упругое. В каждый момент эти напряжения

|             |             |                 |                |             |                           |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                           | 26          |

пропорциональны разности температур различных частей отливки. Температурный интервал этого перехода для чугуна 450-650 °С.

Чем медленнее охлаждение в момент перехода из области пластической деформации в область упругой деформации, тем меньше будут внутренние напряжения отливки.

Кроме термических напряжений, в отливке возникают фазовые и усадочные напряжения. Фазовые напряжения являются следствием графитизации, структурных превращений, а также различия в величине коэффициентов линейного расширения структурных составляющих в процессе термической обработки отливки. Усадочные напряжения появляются в результате торможения усадки в процессе заливки и остывания. Они имеют растягивающий характер и несколько уменьшаются при освобождении валка от формы.

Самый простой вид печей для термообработки валков – камерные печи со схемным сводом.

Съемные своды выполняются в виде отдельных секций по ширине печи футерованных шамотом. Снятие и опускание их производится мостовым краном. Валки укладывают на тумбы так же, как в печах ранее описанных типов. Газы из печи удаляются в боров через отверстие, находящиеся на осевой линии станда. Для усиления тяги печь оборудована дымососом. Температура в печи легко регулируется увеличением и уменьшением подачи газа, и воздушными задвижками. Печь оборудована термопарами, тягомером, расходомером топлива. Она может работать и на мазуте, но конструкция топки в этом случае усложняется.

Большую положительную роль играет низкотемпературный отжиг лигированных сортопрокатных валков из ЧШГ. Высокие показатели прочности матрицы легированных валков, отсутствие надрезающего эффекта пластинок графита обуславливают возможность получения валков, мало уступающих по свойствам стальным валкам. Применение низкотемпературного отжига валков расширяет область их применения.

|             |             |                 |                |             |                           |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | <i>Лист</i> |
|             |             |                 |                |             |                           | 27          |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                           |             |

## 4 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА

### 4.1 Расчет численного состава рабочих

Различают списочную и явочную численность рабочих, фактически участвующих в производственном процессе. Списочная численность рабочих включает всех постоянных и временных рабочих, имеющих трудовые договорные отношения с предприятием [1].

Расчет явочной численности рабочих выполняем по формуле:

$$N_i = N_i \times A_i \times C_i,$$

где  $N_i$  – норма обслуживания оборудования в смену, чел.;

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

$C_i$  – число смен в сутки.

Списочное число рабочих определяем по формуле:

$$N_{СП} = N_i \times K_{СП},$$

где  $K_{СП}$  – коэффициент списочного состава,

Баланс рабочего времени основных рабочих представлен в таблице 18.

Баланс рабочего времени вспомогательных рабочих представлен в таблице 19.

Таблица 18– Баланс рабочего времени основных рабочих [1]

| Статья баланса                             | Фонд времени |      |
|--|--------------|------|
|  | Сутки        | Часы |
| Календарный фонд времени                   | 365          | 2920 |
| Выходные дни                               | 101          | -    |
| Праздничные дни                            | 9            | -    |
| Предпраздничные дни                        | 8            | -    |
| Номинальный фонд времени                   | 247          | 1976 |
| Плановые невыходы на работу                | 34           | 272  |
| В том числе:                               |              |      |
| • основной и дополнительный отпуск;        | 30 (25)      | -    |
| • по болезни;                              | 7            | -    |
| • выполнение государственных обязанностей; | 1            | -    |
| • отпуск учащихся.                         | 1            | -    |
| Действительный фонд времени                | 213          | 1704 |
| Коэффициент списочного состава $K_{СП}$    | 1,16         | -    |

Таблица 19–Баланс рабочего времени вспомогательных рабочих [1]

| Статья баланса                             | Сутки   | Часы |
|--|---------|------|
| Календарный фонд времени                   | 365     | 2920 |
| Выходные дни                               | 101     | -    |
| Праздничные дни                            | 9       | -    |
| Предпраздничные дни                        | 8       | -    |
| Номинальный фонд времени                   | 247     | 1976 |
| Плановые невыходы на работу                | 30      | 240  |
| В том числе:                               |         |      |
| • основной и дополнительный отпуск;        | 24 (21) | -    |
| • по болезни;                              | 7       | -    |
| • выполнение государственных обязанностей; | 1       | -    |
| • отпуск учащихся                          | 1       | -    |
| Действительный фонд времени                | 217     | 1736 |
| Коэффициент списочного состава             | 1,14    | -    |

С учетом данных баланса рабочего времени рабочих выполняем расчет численности рабочих. Расчёт по основным рабочим приведён в таблице 20. Расчет списочного состава вспомогательных рабочих приведён в таблице 21. В таблице 22 представлено штатное расписание ИТР, служащих и МОП. Принятое количество управленческого и обслуживающего персонала приведено в таблице 23.

| И<br>зм                       | Л<br>ис | №<br>до<br>ку<br>м.  | Наименование<br>отделений и<br>профессий | Тарифный<br>разряд | Число смен в<br>сутки | Норма<br>обслуживания | Количество<br>агрегатов | Количество рабочих |         |           |                 |
|-------------------------------|---------|--|--|--------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------|---------|-----------|-----------------|
|                               |         |  |  |                    |                       |                       |                         | Явочное            |         | Списочное | К <sub>сп</sub> |
|                               |         |  |  |                    |                       |                       |                         | В смену            | В сутки |           |                 |
| 1                             | 2       | 3  | 4  | 5                  | 6                     | 7                     | 8                       | 9                  |         |           |                 |
| П<br>од<br>пи<br>сь<br>м<br>а | Д<br>а  | И<br>З<br>В<br>А<br>Н<br>И<br>Е<br>Д<br>О<br>К<br>У<br>М<br>Е<br>Н<br>Т<br>А | I. Плавильное<br>отделение               |                    |                       |                       |                         |                    |         |           | 1,16            |
|                               |         |  | 1. Плавильщик                            | 5                  | 2                     | 1                     | 1                       | 2                  | 4       | 5         |                 |
|                               |         |  | 2. Подручный                             | 3                  | 2                     | 1                     |                         | 1                  | 2       | 3         |                 |
|                               |         |  | 3. Завальщик                             | 3                  | 2                     | 1                     |                         | 1                  | 2       | 3         |                 |
|                               |         |  | 4. Шихтовщик                             | 3                  | 2                     | 1                     |                         | 1                  | 2       | 3         |                 |
|                               |         |  | 5. Заливщик                              | 3                  | 2                     | 2                     | 1                       | 2                  | 4       | 5         |                 |
|                               |         |  | ИТОГО:                                   |                    |                       |                       |                         | 7                  | 14      | 19        |                 |
| II. Формовочное<br>Отделение  |         |  |  |                    |                       |                       |                         |                    | 1,16    |           |                 |
| 1. Оператор                   | 2       | 2  | 1  | 2                  | 2                     | 4                     | 5                       |                    |         |           |                 |
| 2. Сушильщик                  |         | 2  | 1  | 2                  | 2                     | 4                     | 5                       |                    |         |           |                 |
| ИТОГО:                        |         |  |  |                    | 4                     | 8                     | 10                      |                    |         |           |                 |

И  
змЛ  
ис№  
до  
ку  
м.П  
од  
пи  
сьД  
аН  
А  
З  
В  
А  
Н  
И  
Е  
Д  
О  
К  
У  
М  
Е  
Н  
Т  
А4 Л  
ис

Таблица 19 – Расчет списочного состава рабочих

| Наименование<br>отделений и<br>профессий | Тарифный<br>разряд | Число смен<br>в сутки | Норма<br>обслуживания | Количество<br>агрегатов | Количество рабочих |         |           |                 |  |
|--|--------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------|---------|-----------|-----------------|--|
|  |                    |                       |                       |                         | Явочное            |         | Списочное | К <sub>сп</sub> |  |
|  |                    |                       |                       |                         | В смену            | В сутки |           |                 |  |
| 1  | 2                  | 3                     | 4                     | 5                       | 6                  | 7       | 8         | 9               |  |
| И. Плавильное<br>отделение               |                    |                       |                       |                         |                    |         |           | 1,16            |  |
| 1. Плавильщик                            | 5                  | 2                     | 1                     | 1                       | 2                  | 4       | 5         |                 |  |
| 2. Подручный                             | 3                  | 2                     | 1                     |                         | 1                  | 2       | 3         |                 |  |
| 3. Завальщик                             | 3                  | 2                     | 1                     |                         | 1                  | 2       | 3         |                 |  |
| 4. Шихтовщик                             | 3                  | 2                     | 1                     |                         | 1                  | 2       | 3         |                 |  |
| 5. Заливщик                              | 3                  | 2                     | 2                     | 1                       | 2                  | 4       | 5         |                 |  |
| ИТОГО:                                   |                    |                       |                       |                         | 7                  | 14      | 19        |                 |  |
| II. Формовочное<br>Отделение             |                    |                       |                       |                         |                    |         |           | 1,16            |  |
| 1. Оператор                              | 2                  | 2                     | 1                     | 2                       | 2                  | 4       | 5         |                 |  |
| 2. Сушильщик                             |                    | 2                     | 1                     | 2                       | 2                  | 4       | 5         |                 |  |
| ИТОГО:                                   |                    |                       |                       |                         | 4                  | 8       | 10        |                 |  |

Таблица 21 – Штатное расписание ИТР, служащих и МОП

| Штатное расписание и годовой фонд заработной платы ИТР, служащих и МОП |                     |             |         |                                       |
|--|---------------------|-------------|---------|---------------------------------------|
| Должность  | Количество,<br>чел. | Оклад, руб. |         | С учетом<br>районного<br>коэффициента |
|  |                     | Месячный    | Годовой |                                       |
| <b>1. ИТР</b>  |                     |             |         |                                       |
| Начальник цеха   | 1                   | 70000       | 840000  | 966 000.                              |
| Заместитель начальника<br>цеха<br>по подготовке                        | 1                   | 60000       | 720000  | 828 000.                              |
| Заместитель начальника<br>цеха<br>по производству                      | 1                   | 60000       | 720000  | 828 000                               |
| Начальник техбюро  | 1                   | 50000       | 600000  | 690 000.                              |
| Инженер-технолог   | 4                   | 35000       | 420000  | 483 000.                              |
| Мастер   | 4                   | 35000       | 420000  | 483 000.                              |
| Механик цеха   | 1                   | 38000       | 456000  | 524 400                               |
| Энергетик цеха   | 1                   | 40000       | 480000  | 552 000.                              |
| Итого  | 14                  | 388000      | 4656000 | 5354400                               |
| <b>2. Служащие</b>   |                     |             |         |                                       |
| Инструктор по кадрам   | 1                   | 28000       | 336000  | 386400                                |
| Нормировщик  | 1                   | 20000       | 240000  | 276000                                |
| Бухгалтер по расчетам  | 1                   | 30000       | 360000  | 414000                                |
| Секретарь  | 1                   | 20000       | 240000  | 276000                                |
| Табельщик  | 2                   | 15000       | 180000  | 207000                                |
| Завхоз   | 1                   | 18000       | 216000  | 248400                                |
| Итого  | 7                   | 131000      | 1572000 | 1807800                               |
| <b>3. МОП (2%)</b>   |                     |             |         |                                       |
| Итого  | 2                   | 30000       | 360000  | 414000                                |

Таблица 24 – Структура трудящихся в цехе

| Категории персонала | Количество человек | Удельный вес, % |
|---------------------|--------------------|-----------------|
| 1. Рабочие, всего   |                    |                 |
| в том числе:        |                    |                 |
| Основные            | 114                | 61,1            |
| Вспомогательные     | 50                 | 26,7            |
| 2. ИТР              | 14                 | 7,5             |
| 3. Служащие         | 7                  | 3,7             |
| 4. МОП              | 2                  | 1               |
| ИТОГО:              | 187                | 100             |

### 3.2 Организация и планирование заработной платы

Расчёт фонда заработной платы:

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

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

$N_i$  – явочное число рабочих соответствующего разряда;

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

Фонд заработной платы по каждой группе рабочих рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{т.ф}} = T_{\text{ср}} \times H_{\text{ч}};$$

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

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

$$\Delta Z_{\text{с}} = З_{\text{т.ф}} \times (K - 1).$$

$H_{\text{ч}}$  – годовые затраты времени данных рабочих на программу.

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

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

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

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

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

где  $K_{\text{пр}}$  – коэффициент премиальных затрат;

$K_{\text{ст}}$  – коэффициент стимулирующих доплат  
Расчёт фонда заработной платы осуществляется, укрупнено (по средней тарифной ставке) по всем отделениям цеха.

|      |      |          |         |      |                    |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
|      |      |          |         |      | НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                    | 4    |



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

$$T_{cp} = \frac{\sum T_{cti} \times N_i}{N_i}$$

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

$N_i$  - явочное число рабочих соответствующего разряда;

$N_a$  - явочное число рабочих данной группы.

Аналогично определяется средняя тарифная ставка вспомогательных рабочих.

Определяем средние тарифные ставки по отделениям цеха:

1. Плавильное отделение:

$$T_{cp} = \frac{(26 \times 4 + 20,8 \times 10)}{14} = 22,28 \text{ руб./ч.},$$

2. Формовочное отделение:

$$T_{cp} = \frac{(18,91 \times 8)}{149} = 18,91 \text{ руб./ч.}$$

3. Смесеприготовительное отделение:

$$T_{cp} = \frac{(20,82 \times 4 + 18,91 \times 2)}{6} = 20,18 \text{ руб./ч.}$$

4. Выбивное отделение:

$$T_{cp} = \frac{(18,91 \times 30 + 20,82 \times 16)}{146} = 19,57 \text{ руб./ч.}$$

5. Участок центробежного литья:

$$T_{cp} = \frac{(23,08 \times 18)}{1418} = 23,08 \text{ руб./ч.}$$

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

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

Приработок сдельщика рассчитывается умножением заработной платы на планируемый коэффициент перевыполнения норм выработки (50%).

Премии рабочим за выполнение плана вычисляются от суммы заработка по тарифу и составляет 40%.

|             |             |                 |                |             |                           |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | <i>Лист</i> |
|             |             |                 |                |             |                           | 5           |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                           |             |

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

Дополнительная заработная плата вычисляется по формуле:

$$Z_{\text{доп}} = \frac{Z_{\text{осн}} \times K_{\text{доп}}}{100}, \text{ где } K_{\text{доп}} - \text{коэффициент дополнительной зарплаты;}$$

$$K_{\text{доп}} = \left( \frac{T_{\text{опт}} \times 100}{T_{\text{д}}} \right) + \left( \frac{T_{\text{г.о}} \times 100}{T_{\text{д}}} \right) + \left( \frac{T_{\text{у.о}} \times 100}{T_{\text{д}}} \right) + 0,5,$$

где  $T_{\text{опт}}$  – длительность отпуска рабочего, сутки;

$T_{\text{д}}$  – действительный фонд рабочего времени;

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

0,5 - размер прочих составляющих дополнительной зарплаты;

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

Расчет фонда заработной платы основных и вспомогательных рабочих представлен в таблице 25.

|             |             |                 |                |             |                           |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | <i>Лист</i> |
|             |             |                 |                |             |                           | 6           |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                           |             |

|                           |     |  |                         |                               |                            |                      |        |                       |                         |                |        |                                 |                         |              |                        |                         |
|---------------------------|-----|--|-------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------|--------|-----------------------|-------------------------|----------------|--------|---------------------------------|-------------------------|--------------|------------------------|-------------------------|
| ИЗМ                       |     |  |                         |                               |                            |                      |        |                       |                         |                |        |                                 |                         |              |                        |                         |
| Лис                       |     |  |                         |                               |                            |                      |        |                       |                         |                |        |                                 |                         |              |                        |                         |
| № док. м.                 |     |  |                         |                               |                            |                      |        |                       |                         |                |        |                                 |                         |              |                        |                         |
| Подпись                   |     |  |                         |                               |                            |                      |        |                       |                         |                |        |                                 |                         |              |                        |                         |
| Да                        |     |  |                         |                               |                            |                      |        |                       |                         |                |        |                                 |                         |              |                        |                         |
| <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> |     |  |                         |                               |                            |                      |        |                       |                         |                |        |                                 |                         |              |                        |                         |
| 3                         | Лис |  |                         |                               |                            |                      |        |                       |                         |                |        |                                 |                         |              |                        |                         |
|                           |     | Зарплата за отработанное время, тыс. руб |                         |                               |                            |                      |        |                       |                         |                |        |                                 |                         |              | Зарплата, тыс. руб     |                         |
| Отделения                 |     | Количество рабочих                       | Средняя тарифная ставка | Количество отработанных часов | Заработная плата по тарифу | Приработок сдельщика | Премии | Стимулирующие доплаты | Компенсационные выплаты | Прочие доплаты | Итого  | С учетом районного коэффициента | За необработанное время | Годовой фонд | Среднемесячная по цеху | Среднемесячная рабочего |
| Плавильное                |     | 19                                       | 22,3                    | 33 022                        | 735,73                     | 367,87               | 294,29 | 147,15                | 73,57                   | 73,57          | 692,18 | 946,01                          | 295,40                  | 241,41       | 186,78                 | 9,83                    |
| Формовочное               |     | 10                                       | 18,9                    | 17 380                        | 328,66                     | 164,33               | 131,46 | 65,73                 | 32,87                   | 32,87          | 755,91 | 869,29                          | 131,96                  | 001,25       | 83,44                  | 8,34                    |
| Смесеприготовительное     |     | 8  | 20,2                    | 13 904                        | 280,58                     | 140,29               | 112,23 | 56,12                 | 28,06                   | 28,06          | 645,34 | 742,14                          | 112,66                  | 854,80       | 71,23                  | 8,90                    |
| Выбивное                  |     | 56                                       | 19,6                    | 97 328                        | 904,71                     | 952,35               | 761,88 | 380,94                | 190,47                  | 190,47         | 380,83 | 037,96                          | 764,76                  | 802,72       | 483,56                 | 8,63                    |
| Центробежное              |     | 21                                       | 23,1                    | 36 498                        | 842,37                     | 421,19               | 336,95 | 168,47                | 84,24                   | 84,24          | 937,46 | 228,08                          | 338,22                  | 566,30       | 213,86                 | 10,18                   |
| Итого по основным рабочим |     | 114                                      |                         |                               |                            |                      |        |                       |                         |                |        |                                 |                         | 12 466,48    |                        |                         |
| Вспомогательные рабочие   |     | 50                                       | 20,1                    | 86 900                        | 746,69                     | 873,35               | 698,68 | 349,34                | 174,67                  | 174,67         | 017,39 | 620,00                          | 701,32                  | 321,31       | 443,44                 | 8,87                    |
| ВСЕГО                     |     | 164                                      |                         |                               |                            |                      |        |                       |                         |                |        | 15 443,47                       | 2 344,32                | 30 254,28    | 1 482,32               |                         |

### 3.3 Отчисления в социальные фонды

Порядок уплаты страховых взносов во внебюджетные фонды определяется законом от 24.07.2009 № 212-ФЗ «О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования и территориальные фонды обязательного медицинского страхования» [1] и частично федеральными законами о конкретных видах обязательного социального страхования. В 2013 г. применяются следующие ставки страховых взносов:

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

Отчисления в социальные фонды от фонда оплаты труда основных и остальных трудящихся приведены в таблице 26.

Таблица 26- Отчисления в социальные фонды

| Фонд заработной платы | Отчисления в фонд, тыс. руб. |
|-----------------------|------------------------------|
| 1. Рабочие:           |                              |
| Основные              | 3739,945097                  |
| Вспомогательные       | 1596,393578                  |
| 2. ИТР                | 823,75                       |
| 3. Служащие           | 529,92                       |
| 4. МОП                | 70,38                        |
| Итого                 | 6760,388675                  |

Данные по общему фонду заработной платы с учетом доплат из фонда потребления приведены в таблице 25-общий фонд заработных плат, с учетом отчислений.

Таблица 27– Общий фонд заработной платы по цеху, тыс. руб.

| Фонд заработной платы, тыс. руб. | Виды оплат из фонда потребления, тыс.руб |                               |                     |                   |              |                | Общий фонд заработной платы, тыс. руб |
|----------------------------------|--|-------------------------------|---------------------|-------------------|--------------|----------------|---------------------------------------|
|                                  | Единовременные выплаты                   | Вознаграждения за выслугу лет | Материальная помощь | Доплаты к отпуску | Оплата жилья | Другие доплаты |                                       |
| Основных рабочих:                | 2783,6394                                | 1391,8197                     | 918,601             | 4593,005          | 2783,63939   | 918,601        | 13389,3055                            |
| Вспомогательных рабочих:         | 1612,5182                                | 806,259091                    | 532,131             | 2660,655          | 1612,51818   | 532,131        | 7756,21245                            |
| ИТР, служащих и МОП:             | 696,9697                                 | 348,484848                    | 230                 | 1150              | 696,969697   | 230            | 3352,42424                            |
| ИТОГО:                           | 5093,1273                                | 2546,56364                    | 1680,732            | 8403,66           | 5093,12727   | 1680,732       | 24497,9422                            |

### 3.4 Расчет капитальных затрат и амортизационных отчислений

Прежде всего, определяем балансовую стоимость основных фондов, включающую в себя затраты[1]:

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

Стоимость здания литейного цеха принимаем 9000 рублей за 1 м<sup>3</sup>, стоимость бытовых помещений – 3500 рублей за 1 м<sup>3</sup>. Затраты на здание и бытовые помещения вычисляем по формулам:

$$C_{зд} = V_{зд} \times C_{зд},$$

где:  $V_{зд}$  и  $V_{б.п.}$  – объёмы здания и бытовых помещений, м<sup>3</sup>;

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

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

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

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

Амортизационные отчисления определяются умножением нормы амортизации на балансовую стоимость основных фондов. Принимаем следующие значения норм амортизации [1]:

- для зданий и сооружений – 2 %;
- для плавильных печей – 7 %;
- для технологического оборудования – 9 %;
- для подъёмно-транспортного оборудования – 10 %;
- для инструмента и оснастки – 50 %;
- для хозяйственного инвентаря – 10 %.

Результаты расчетов капитальных затрат и амортизационных отчислений приведены в таблице 28.

|      |      |          |         |      |                    |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
|      |      |          |         |      | НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                    | 5    |

Таблица 28 – Расчет капитальных затрат и амортизационных отчислений

| Наименование                           | Марка оборудования | Количество, шт. | Стоимость единицы оборудования |        |           |                  | Общая стоимость, тыс. руб | Амортизационные отчисления |                 |
|--|--------------------|-----------------|--------------------------------|--------|-----------|------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------|
|  |                    |                 | Цена, тыс. руб.                | Монтаж |           | Всего, тыс. руб. |                           | Норма, %                   | Сумма, тыс. руб |
|  |                    |                 |                                | %      | Тыс. руб. |                  |                           |                            |                 |
| Здания и сооружения                    |                    | 15 000          | 9 за 1м <sup>2</sup>           |        |           |                  | 135000                    | 2%                         | 2700            |
| Бытовые помещения                      |                    | 5 000           | 14 за 1м <sup>2</sup>          |        |           |                  | 70000                     | 2%                         | 1400,00         |
| <b>ИТОГО:</b>                          |                    |                 |                                |        |           |                  | 205000                    |                            | 4100            |
| Основное оборудование                  |                    |                 |                                |        |           |                  |                           |                            |                 |
| 1. Индукционная печь                   | GW 8-4000-0,3      | 1               | 40 000                         | 10%    | 4000      | 44 000           | 44000                     | 7%                         | 3080            |
| 2. Поворотный ковш 10т                 |                    | 7               | 800                            | 10%    | 80        | 880              | 6160                      |                            | 0               |
| 3.Смеситель литейный чашечный (бегуны) | S15104             | 1               | 50                             | 10%    | 5         | 55               | 55                        | 9%                         | 4,95            |
| 4.Сушило для песка                     | S5625              | 1               | 400                            | 10%    | 40        | 440              | 440                       | 9%                         | 39,6            |
| 5.Вибростол                            | XYZ-II             | 2               | 520                            | 10%    | 52        | 572              | 1144                      | 9%                         | 102,96          |
| 6.Проходная электрическая сушилка      | SP 75000/02        | 2               | 700                            | 10%    | 70        | 770              | 1540                      | 9%                         | 138,6           |
| 7.Центробежная машина                  | ЦМ5520             | 1               | 70 000                         | 10%    | 7000      | 77 000           | 77000                     | 9%                         | 6930            |
| 8.Центробежная машина                  | ЦМ5518             | 1               | 65000                          | 10%    | 6500      | 71500            | 71500                     | 9%                         | 6435            |
| 9.Центробежная машина                  | ЦМ556              | 1               | 50000                          | 10%    | 5000      | 55000            | 55000                     | 9%                         | 4950            |
| 10.Выбивная решетка инерционная        | 31219              | 2               | 1600                           | 10%    | 160       | 1 760            | 3520                      | 9%                         | 316,8           |

И  
ЗМ  
Л  
ис  
№  
до  
ку  
м.  
П  
од  
пи  
сь  
Д  
а  
Н  
А  
З  
В  
А  
Н  
И  
Е  
Д  
О  
К  
У  
М  
Е  
Н  
Т  
А

Окончание таблицы 28

|                                 |             |   |  |                    |   |      |     |     |           |       |    |          |
|---------------------------------|-------------|---|--|--------------------|---|------|-----|-----|-----------|-------|----|----------|
| И<br>ЗМ                         | Л<br>И<br>С | №<br>до<br>ку<br>м.   | 10.Выбивная<br>решетка<br>инерционная      | 31219              | 2 | 1600 | 10% | 160 | 1 760     | 3520  | 9% | 316,8    |
|                                 |             |   | 11.Дробеметная<br>установка                | ДГ 32.08-8         | 2 | 6200 | 10% | 620 | 6 820     | 13640 | 9% | 1227,6   |
| П<br>о<br>д<br>п<br>и<br>с<br>ь | Д<br>а      | Н<br>А<br>З<br>В<br>А<br>Н<br>И<br>Е<br>Д<br>О<br>К<br>У<br>М<br>Е<br>Н<br>Т<br>А | 12.Вальцетокарный<br>станок                | 1А825              | 4 | 1900 | 10% | 190 | 2 090     | 8360  | 9% | 752,4    |
|                                 |             |   | 13.Печь с<br>выкатным подом                | СДО<br>20.40.15/10 | 4 | 1600 | 10% | 160 | 1 760     | 7040  | 9% | 633,6    |
|                                 |             |   | <b>ИТОГО</b>                               |                    |   |      |     |     | 289399    |       |    | 24472,91 |
|                                 |             |   | Подъемно-<br>транспортное<br>обору-дование |                    |   |      |     |     | 8652      | 10%   |    | 865,2    |
|                                 |             |   | Инструмент и<br>оснастка                   |                    |   |      |     |     | 300       | 50%   |    | 150      |
|                                 |             |   | Прочее<br>оборудование                     |                    |   |      |     |     | 72349,75  | 10%   |    | 7234,975 |
|                                 |             |   | Хозяйственный<br>инвентарь                 |                    |   |      |     |     | 374       | 10%   |    | 37,4     |
|                                 |             |   | <b>ИТОГО:</b>                              |                    |   |      |     |     | 81675,75  |       |    | 8287,575 |
|                                 |             |   | <b>ВСЕГО:</b>                              |                    |   |      |     |     | 371074,75 |       |    | 36860,49 |
| 4                               | Л<br>И<br>С |   |  |                    |   |      |     |     |           |       |    |          |



#### 4.5 Определение затрат и планирование себестоимости

Основная себестоимость продукции образуется из стоимости первых трех групп затрат.

Непроизводственные (общекорпоративные) затраты подразделяются на торговые, общие и административные. Они связаны с затратами на продажу продукции и поставку сырья, оплату заводской администрации, судебные издержки т.п.

Сумма производственных и непроизводственных затрат образует полную себестоимость.

Переменные затраты (VC) изменяются в целом и прямо пропорционально выпуску продукции (выпуску литья в тоннах). К ним относятся следующие затраты:

- на основные и вспомогательные материалы;
- на оплату труда (полные затраты на оплату труда основных рабочих);
- на технологическую энергию (топливо);
- на социальные нужды;
- на инструмент.

Постоянные затраты не зависят от объема производства (выпуска продукции). К ним относятся следующие затраты:

- на оплату труда вспомогательных рабочих, управленческого и обслуживающего персонала;
- амортизацию зданий, сооружений, оборудования и оснастки;
- ремонт оборудования и оснастки.

Затраты на ремонт и эксплуатацию оборудования приведены в таблице 29. Цеховые расходы приведены в таблице 30. Калькуляция себестоимости 1 тонны отливок приведена в таблице 31.

|             |             |                 |                |             |                           |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                           | 3           |

Таблица 29 – Смета расходов на ремонт и эксплуатацию оборудования

| Наименование статьи затрат                             | Сумма, тыс. руб. | Примечание                   |
|--|------------------|------------------------------|
| Эксплуатация оборудования                              | 2893,99          | 1% от стоимости оборудования |
| Текущий ремонт оборудования                            | 14469,95         | 5% от стоимости оборудования |
| Внутрипроизводственные перемещения груза               | 30               | 5 руб. на 1 т годного литья  |
| Износ малоценного и быстроизнашивающегося оборудования | 90               | 15 руб. на 1 т годного литья |
| Прочие расходы   | 61307,384        | 10 % от общей суммы расходов |
| <b>ИТОГО:</b>  | <b>78791,324</b> |                              |

Таблица 30 - Цеховые расходы

| Наименование материала | Расход, т            |                     | Затраты, тыс.руб. |                      |                     |
|------------------------|----------------------|---------------------|-------------------|----------------------|---------------------|
|                        | На годовую программу | На 1т годного литья | Цена тыс.руб./т   | На годовую программу | На 1т годного литья |
| 1                      | 2                    | 3                   | 4                 | 5                    | 6                   |
| Стальной лом           | 1500                 | 0,25                | 14                | 21000                | 3,5                 |
| Передельный чугун      | 1740                 | 0,29                | 28                | 48720                | 8,12                |
| Ферохром               | 300                  | 0,05                | 130               | 39000                | 6,5                 |
| Феросилиций            | 66                   | 0,011               | 50                | 3300                 | 0,55                |
| Электродный бой        | 90                   | 0,015               | 6                 | 540                  | 0,09                |
| Кварцевый песок        | 1518                 | 0,253               | 6                 | 9108                 | 1,518               |
| огнеупорная глина      | 42                   | 0,007               | 12                | 504                  | 0,084               |
| Асбестовая крошка      | 60                   | 0,01                | 24                | 1440                 | 0,24                |
| Каустич. Сода          | 12                   | 0,002               | 42                | 504                  | 0,084               |
| жидкое стекло          | 102                  | 0,017               | 120               | 12240                | 2,04                |
| Жидкий чугун           | 2280                 | 0,38                | 14                | 31920                | 5,32                |
| <b>Итого:</b>          |                      |                     |                   | <b>168276</b>        | <b>28,046</b>       |

Таблица 31 - Калькуляция себестоимости 1 тонны годных отливок

| Статья затрат                                   | Единица измерения | На 1т литья |              |            | На программу |           |
|---|-------------------|-------------|--------------|------------|--------------|-----------|
|   |                   | Норм.расх   | Цена,руб./кг | Сумма руб. | Кол-во,т     | Сумма,руб |
| Стальной лом                                    | кг                | 250         | 5            | 1250       | 1500000      | 7500000   |
| Передельный чугун                               | кг                | 290         | 28           | 8120       | 1740000      | 48720000  |
| Чугун   | кг                | 829         | 14           | 11606      | 4974000      | 69636000  |
| Ферохром  | кг                | 5           | 130          | 650        | 30000        | 3900000   |
| Феросилиций                                     | кг                | 11          | 50           | 550        | 66000        | 3300000   |
| Электродный бой                                 | кг                | 15          | 6            | 90         | 90000        | 540000    |
| Итого:  |                   | 1400        |              | 22266      | 8400000      | 133596000 |
| 2.Возвраты(прибыль)                             | кг                | 370         | 10           | 3700       | 2220000      | 22200000  |
| Угар и безвозвратные потери                     | кг                | 30          | 6            | 180        | 180000       | 1080000   |
| Итого за вычетом возврата и угара               |                   | 1000        |              | 18386      | 6000000      | 110316000 |
| 3.Оплата труда основных рабочих                 | руб.              |             |              | 2077,667   |              | 12466000  |
| 4.Отчисления на соц нужды                       | руб.              |             |              | 1126,667   |              | 6760000   |
| 5.Технологическая электроэнергия                | тыс.кв/ч          | 1,342       | 1480         | 1820,53    | 3851         | 5628,42   |
| 6.Энергия на технические нужды                  |                   |             |              |            |              |           |
| вода  | тыс.м3            | 0,048       | 7,21         | 346,08     | 145          | 1232,22   |
| сжатый воздух                                   | тыс.м3            | 0,0126      | 6            | 78,6       | 39,3         | 234,4     |
| 7.Расходы на подготовку и освоение производства |                   |             |              | 13215,53   |              | 79293150  |
| 8.Расходы на ремонт и эксплуатацию оборудования |                   |             |              | 2411,658   |              | 14469950  |
| 9.Отчисления на амортизацию оборудования        |                   |             |              | 6166,515   |              | 36999090  |
| Основная себестоимость                          |                   |             |              | 45629,24   |              | 273775450 |

|                            |  |  |  |          |  |           |
|----------------------------|--|--|--|----------|--|-----------|
| Цеховые расходы            |  |  |  | 14742    |  | 88452000  |
| Цеховая себестоимость      |  |  |  | 60371,24 |  | 362227450 |
| Общезаводские расходы      |  |  |  | 3591,46  |  | 21548760  |
| Непроизводственные расходы |  |  |  | 63962,7  |  | 383776210 |
| Полная себестоимость       |  |  |  | 67554,16 |  | 405324970 |

## БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

### 5.1 Безопасность труда

В литейном производстве очень велико количества вредных и опасных для здоровья человека различных факторов, имеющих на всех участках производственного процесса. Не очень хорошее состояние охраны труда оказывает влияние не только на работников, которые работают на данном производстве, но и на окружающую его среду. Для создания пригодных условий труда, уменьшения или совсем ликвидации несчастных случаев и профессиональных заболеваний, важное значение имеет общее устройство предприятия. Внедрение в производство автоматизации на наиболее вредных и опасных для здоровья людей участках позволяет отказаться от применения ручного труда. Строгое разграничение производственных участков исключает воздействие факторов технологического процесса одного участка на рабочих другого участка, так как помещения участков изолированы друг от друга [19].

Опасные и вредные производственные факторы приведены в таблице 30.

Таблица 32 - Опасные и вредные производственные факторы

|                                  |   |  |                                  |          |  |
|----------------------------------|---|--|----------------------------------|----------|--|
| Вредные факторы                  | Повешенная запылённость                       | Электрический ток                        | Шум                              | Вибрация | Тепловые излучения                     |
| Изменения для устранения вредных | Установление автоматических формовочных линий | Ограждение механизмов и рабочих площадок | Звукоизоляция вытяжных установок |          | Повышение уровня пожарной безопасности |

|      |      |          |         |      |                           |      |
|------|------|----------|---------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |         |      | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                           | 6    |

|          |  |  |  |  |  |
|----------|--|--|--|--|--|
| факторов |  |  |  |  |  |
|----------|--|--|--|--|--|

### 5.1.1 Характеристика производства

#### Характеристики продукции

В проектируемом цехе имеются следующие вредные производственные факторы в соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 [15]:

1) Повышенное газосодержание воздуха в рабочей зоне проявляется при

- плавление - выпуске плавких и легко испаряющихся элементов;
- Смеси (при приготовлении связующего)

2) Повышенное содержание пыли в воздухе проявляется в следующих областях:

- подготовка пластовых и формовочных материалов;
- подготовка смеси;
- нокауты отливок;
- обрезка и обрезка.

3) Повышенная температура воздуха рабочей зоны доступна на места:

- плавление (из индукционных тиглей плавильных печей и наливные ковш);
- термическая обработка отливок (из термопечей).

4) Повышенный уровень шума наиболее типичен для областей:

- нокауты отливок;
- резка и зачистка отливок.

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

5) Повышенный уровень вибрации типичен для областей:

- нокауты отливок;
- резка и зачистка отливок.

|      |      |          |         |      |                           |      |
|------|------|----------|---------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |         |      | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | Лист |
|      |      |          |         |      |                           | 7    |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                           |      |

### 5.1.2. Вентиляция

Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха соответствуют требованиям СНиП 41-01-03 [31].

Воздух, удаляемый из здания мастерской местными и общими системами вытяжной вентиляции, содержащих вредные вещества, очищается с помощью мокрых пылесборников и мешочных фильтров. Максимально допустимая концентрация вредных веществ (ПДК) в воздухе рабочей зоны регулируется GN 2.2.5.1313-03 [14]. Максимально допустимая концентрация вредных веществ (ПДК) в воздухе рабочей зоны приведена в таблице 33.

Таблица 33 – Предельно-допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны

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

В планируемом цехе проводятся следующие мероприятия по улучшению воздушной среды:

- склад из формовочных и основных материалов оснащен выхлопными газами, потому что он характеризуется большим выбросом пыли;
- плавильный отсек расположен на подветренной стороне здания, для предотвращения попадания дымовых газов и нагретого воздуха в другие секции цеха, кроме того, печи оснащены эффективными устройствами для очистки отходящих газов;
- на участках ремонта и сушки ковша, расположена вытяжная вентиляция с эффективной очисткой отработанного воздуха;
- секция охлаждения пресс-форм оснащена системой непрерывной вентиляции, корпусом с торцевыми отверстиями и соплами для удаления газов;

|             |             |                 |                |             |                           |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                           | 8           |

- формовочную и основную смесь готовят в смесителе;
- сетка нокаута оборудована укрытием;
- Отделение отделочных операций обеспечивается местным отсосом и укрытием;
- в данном цехе предоставляются отдельные комнаты отдыха для работников;
- работникам предоставляются спецодежда, обувь и инструменты индивидуальная защита в соответствии со стандартами в соответствии с ГОСТ 12.4.011-89 [21].

### 5.1.3. Производственный микроклимат

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

Конструкторский цех по производству тепловой энергии относится к горячему, поскольку теплоотдача превышает 23,26 Вт / м<sup>2</sup>. Параметры метеорологических условий (температура воздуха, относительная влажность и скорость воздуха) регулируются СанПиН 2.2.4.548-96 [29].

Допустимая величина показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений приведена в таблице 34.

|             |             |                 |                |             |                           |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | <i>Лист</i> |
|             |             |                 |                |             |                           | 9           |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                           |             |

Таблица 34 – Допустимая величина показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений [29]

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

#### 5.1.4 Производственный шум

В проектируемом цехе наибольший уровень шума наблюдается на участках, выбивки и в отделениях финишных операций.

Допустимая величина шума в цехе согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 – 80дБА. [30]

Для снижения уровня шума в цехе предусматриваем следующие мероприятия:

- применение автоматизированных линий с низким уровнем шума;
- системы вентиляции и местных отсосов снабжены шумопоглощающими устройствами;
- кожух выбивной решетки снабжаем внутренней облицовкой из звукопоглощающих материалов;
- производим звукоизоляцию стенок дробеметной камеры;
- применение средств индивидуальной защиты от шума



(противошумные заглушки «беруши», наушники противошумные ВЦНИИОТ-1) по ГОСТ 12.4.011-89 [21].

#### **4.1.5. Производственная вибрация**

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

Допускаемая величина общей вибрации в цехе, согласно СН 2.2.4/2.1.8.566-96. [30] Предпринимаем следующие меры по устранению вибрации и уменьшению ее вредного явления:

- исключением ручного пневмотранспорта;
- с целью снижения вредного воздействия локальной вибрации используется специальные рукавицы с прокладкой по ГОСТ 12.4.002-97[20];
- с целью снижения вредного воздействия общей вибрации используется специальная вибро защитная обувь по ГОСТ12.4.024-76[22].

#### **5.1.6 Электробезопасность**

Наличие электрооборудования на производстве обеспечивает соблюдение правил электробезопасности, несоблюдение которых может привести к поражению электрическим током.

В данном цехе приняты следующие меры для обеспечения безопасности труда:

- все токоведущие части электрических устройств и оборудование имеет изоляцию, а также специальное ограждение;
- все корпуса двигателей, а также металлические детали, которые могут находиться под воздействием тока, заземлены в соответствии с ГОСТ 12.1.030-96 [17].
- контроль периодического состояния электрооборудование и изоляция;

|             |             |                 |                |             |                           |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                           | 11          |

- электроустановки оснащены автоматической блокировкой, которые исключают включение оборудования в случае его неисправности, а также сигнализацию о его включении / выключении;

- оборудование снабжено предохранительными устройствами, которые обесточивают его защиту в случае короткого замыкания.

Защита персонала цеха от воздействия электрического тока обеспечивается в соответствии с ГОСТ 12.1.019-96 [19].

### **5.1.7 Пожарная безопасность**

Литейное производство отличается повышенной пожароопасностью, которая в большей степени обусловлена использованием металлических материалов в расплавленной форме.

Для предотвращения пожаров необходимо соблюдать следующие правила:

- Не оставляйте клеенки и другие материалы, которые могут самовоспламеняться;

- можно курить в мастерской только в специально предназначенных для этой цели местах;

- убедитесь, что электрическая изоляция мастерской и переносные лампы не были повреждены.

Цех включает следующие меры по предупреждению пожаров:

- правильная эксплуатация оборудования и транспорт;

- правильное обслуживание зданий и территорий;

- брифинг по пожарной безопасности;

- профилактические осмотры технологического оборудования;

- использование систем вентиляции;

- правильное размещение противопожарного оборудования коробки с песком, пожарный кран с рукавом, огнетушители, такие как ОР-4;

- пожарная сигнализация предоставляется в обязательном порядке;

- безопасная эвакуация людей в случае пожара

В заключение можно сказать, что проектируемый цех литья чугуна

|             |             |                 |                |             |                           |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                           | 12          |

мощностью 6500 тонн полностью отвечает всем требованиям для организации и обеспечения безопасной работы, а именно:

- производственные процессы, сопровождающиеся шумом, вибрация, а также выброс пыли и вредных газов изолированы друг от друга, размещены в разных пролетах и отделены стенкой;
- секция для выбивания отливок из пресс-форм оснащена устройствами для деления колб, что значительно снижает шум и вибрацию;
- мероприятия по мере защиты рабочего труда позволяют сократить число несчастных случаев и профессиональных заболеваний. В цехе есть комнаты для отдыха рабочих во всех производственных отделах.

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

#### **5.1.8 Безопасность при ЧС**

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

Эта оценка включает:

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

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

Пример оценки устойчивости элементов объекта к воздействию ударной волны показан в таблице 35.

|             |             |                 |                |             |                           |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                           | 13          |

Таблица 35 – Оценка устойчивости объекта к воздействию ударной волны

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

## 5.2 Экологичность проекта

### 5.2.1 Глобальные экологические проблемы современности

С позиции экологии литейное производство является одним из самых опасных. Отходы и выбросы в атмосферу негативно влияют на экологический баланс. На атмосферный воздух приходится более 70% всех вредных воздействий литейного производства. Около 60 кг пыли, от 70 до 250 кг оксидов углерода, 1,5-2 кг оксидов серы и азота и до 1,5 кг других вредных веществ (фенол, формальдегид, ароматические углеводороды) производятся при производстве одной тонны отливок из стали и чугуна, аммиака, цианидов.

Водоохранилище получает до 3000 м<sup>3</sup> сточных вод и транспортируется на отвалы до 6 тонн отработанных формовочных смесей. В то же время, без литейного производства, невозможно представить современную промышленность. Однако целью модернизации литейных цехов должно быть, прежде всего, не извлечение выгод, а максимально возможное сокращение вредного влияния литейных предприятий на окружающую среду. Цель нашего проекта - разработать семинар, в котором природные ресурсы будут использоваться наиболее эффективно с наименьшими затратами и потерями для окружающей среды и самого человека, а современные методы будут использоваться для сокращения выбросов вредных веществ, которые влияют на природную среду, то есть следует соблюдать общую экологическую безопасность проекта.

|      |      |          |         |      |                           |      |
|------|------|----------|---------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |         |      | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | Лист |
|      |      |          |         |      |                           | 14   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                           |      |

### 5.2.2 Основные требования экологизации проекта

Основными требованиями экологизации проекта являются – соблюдение предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ выбрасываемых цехом (таблица 36) а так же предельно допустимых уровней (ПДУ) вредных воздействий(таблица 37).

Таблица 36 – ПДК вредных веществ, выбрасываемых цехом [14]

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

Таблица 37 – ПДУ вредных воздействий

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

### 5.2.3 Предложения по экологизации технологического процесса

Для создания малоотходного производства предусматриваются следующие виды деятельности:

- установка современного автоматического формования и основные линии;
- улавливание пыли с помощью мешочного фильтра;

|      |      |          |         |      |                           |      |
|------|------|----------|---------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |         |      | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                           | 15   |

- захват газообразных вредных веществ путем всасывания и очистка вентиляционного воздуха абсорбционно-биохимическими установками;
- создание закрытого технологического процесса;
- очистка воды на заводах.

Установка современных автоматических и формовочных линий может снизить вредное воздействие шума, вибрации и тепла на пульт дистанционного управления, а также снизить общее энергопотребление.

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

Установка газовых насосов облегчит сбор газообразных веществ. Использование абсорбционно-биохимических установок позволяет очищать вентиляционный воздух от вредных веществ до 99,8. Создание замкнутого технологического процесса, при котором скрап, брак и другой возврат собственного производства (литники и прибыли) будут отправляться на переплавку, что позволит сократить потребность в пополнении запасов сырья и основных материалов на 26%.

Отработанная формовочная и стержневая смесь при замкнутом технологическом процессе будет отправляться на регенерацию. При этом безвозвратные потери смеси составят около 15% в год от общей массы смеси. Это позволит сократить потребность в пополнении запасов песка примерно на 85%.

Применение замкнутого водооборота, при котором используемая вода не сбрасывается в водоем, а очищается физико-химическим методом и снова направляется в цех. При этом безвозвратные потери воды составят 8% в год от общего оборота воды. Планируемые выбросы вредных веществ представлены в таблице 36.

|             |             |                 |                |             |                           |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | <i>Лист</i> |
|             |             |                 |                |             |                           | 16          |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                           |             |

Таблица 37 – Планируемые выбросы вредных веществ

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

Таким образом, экологическая эффективность этого проекта достигается:

- 1) Используя ручную формовку и основные линии, позволяя снизить вредное воздействие шума, вибрации и теплового излучения на их дистанционное управление;
- 2) Использование установок с мешочным фильтром, что позволит, чтобы уменьшить единую эмиссию пыли до ее норм ПДК;
- 3) Установка всасывания газа и использование абсорбционно-биохимических растений, которые уменьшают выброс газообразных веществ в атмосферу. Одиночная эмиссия газообразных веществ в атмосферу не будет превышать их нормы ПДК;
- 4) Использование смесителя фирмы «Барьер», уменьшающего выброс вредных веществ, растворенных в воде, до их норм ПДК;
- 5) Внедрение закрытого технологического процесса, уменьшит

потребность в пополнении запасов нового сырья, основных и вспомогательных материалов, а также пресной воды.

Рекомендуемые меры сделают этот процесс экологически чистым, энергоэффективным и ресурсосберегающим благодаря внедрению современного оборудования и созданию закрытого технологического процесса.

|             |             |                 |                |             |                           |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                           | 18          |



## 6 МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

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

Область профессиональной деятельности заливщика: технологические процессы литейного производства черных и цветных металлов; организация деятельности структурного подразделения.

Объектами профессиональной деятельности заливщика являются:

- технологические процессы производства чугунных, стальных отливок, отливок из легких металлов и прочих цветных металлов; основное и вспомогательное оборудование;
- сырье и продукты литейного производства;
- метрологическое обеспечение технологического контроля;
- первичные трудовые.

Заливщик готовится к следующим видам деятельности:

- подготовка и ведение технологических процессов плавки, литья и производства отливок из черных и цветных металлов
- контроль над соблюдением технологической дисциплины и эффективным использованием технологического оборудования в литейном производстве черных и цветных металлов
- организация и планирование работы коллектива исполнителей при производстве отливок и обеспечение правил и норм охраны труда и техники безопасности на литейном участке.

#### 6.1.1 Общие профессиональные компетенции профессии заливщика

Заливщик должен обладать общими компетенциями, включающими в себя способность:

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

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, определять методы и

|             |             |                 |                |             |                            |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|----------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <b>ВКР 44.03.04 558 ПЗ</b> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                            | 190         |

способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Решать проблемы, оценивать риски и принимать решения в нестандартных ситуациях.

ОК 4. Осуществлять поиск, анализ и оценку информации, необходимой для постановки и решения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии для совершенствования профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, обеспечивать ее сплочение, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Ставить цели, мотивировать деятельность подчиненных, организовывать и контролировать их работу с принятием на себя ответственности за результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Быть готовым к смене технологий в профессиональной деятельности.

Специалист по литейному производству должен обладать профессиональными компетенциями, соответствующими видам деятельности:

Подготовка и ведение технологических процессов плавки, литья и производства отливок из чёрных и цветных металлов.

ПК 1.1. Выбирать исходные материалы для производства отливок.

ПК 1.2. Анализировать свойства и структуры металлов и сплавов для изготовления отливок.

ПК 1.3. Выполнять расчеты, необходимые при разработке технологических процессов изготовления отливок.

ПК 1.4. Устанавливать и осуществлять рациональные режимы технологических операций изготовления отливок.

|             |             |                 |                |             |                            |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|----------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <b>ВКР 44.03.04 558 ПЗ</b> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                            | 200         |

ПК 1.5. Рассчитывать основные технико-экономические показатели производства отливок.

ПК 1.6. Оформлять и читать конструкторскую и технологическую документацию по литейному производству.

ПК 1.7. Разрабатывать конструкторскую и технологическую документацию по изготовлению типовых отливок несложной формы.

## 6.2 Профессиональная подготовка профессии заливщик

Сроки получения СПО по профессии Заливщик в очной форме обучения и соответствующие квалификации приводятся в таблице 38

Таблица 38 – сроки получения СПО по профессии заливщик

| Уровень образования, необходимый для приема на обучение по ППССЗ | Наименование квалификации углубленной подготовки | Срок получения СПО по ППССЗ углубленной подготовки в очной форме обучения |
|--|--|---|
| Среднее общее образование  | Специалист по литейному производству             | 3 года 10 месяцев   |
| Основное общее образование                                       |  | 4 года 10 месяцев   |

## 6.3 Учебный план подготовки по профессии заливщик

Вариативная часть программы подготовки специалистов среднего звена направлена на углубление подготовки, определяемой содержанием обязательной части, для обеспечения конкурентоспособности выпускника в соответствии с запросами регионального рынка труда и возможностями продолжения обучения. Основанием для увеличения объема времени освоения отдельных дисциплин и профессиональных модулей является также уровень подготовленности обучающихся.

Таблица 39 – учебный план подготовки заливщик

| Цикл ОПОП   | Наименование ПМ или УД   | Максимальное кол-во часов (вариатив) |
|-------------|--|--------------------------------------|
| ОГСЭ.00     | Общий гуманитарный и социально-экономический цикл  | 28                                   |
| ОГСЭ.03.    | Иностранный язык   | 28                                   |
| ЕН.00       | Математический и общий естественнонаучный цикл   | 45                                   |
| ЕН.02.      | Основы компьютерного моделирования   | 45                                   |
| П.00        | Профессиональный цикл  | 1080                                 |
| ОП.00       | Общепрофессиональные дисциплины  | 630                                  |
| ОП.01.      | Инженерная графика   | 138                                  |
| ОП.02.      | Технология металлов  | 39                                   |
| ОП.03.      | Электротехника и электроника   | 54                                   |
| ОП.04.      | Материаловедение   | 84                                   |
| ОП.05.      | Метрология, стандартизация и сертификация  | 24                                   |
| ОП.06.      | Теплотехника   | 87                                   |
| ОП.07.      | Техническая механика   | 72                                   |
| ОП.08.      | Химические и физико-химические методы анализа  | 48                                   |
| ОП.09.      | Основы экономики организации   | 60                                   |
| ОП.10.      | Менеджмент   | 3                                    |
| ОП.11.      | Охрана труда   | 18                                   |
| ОП.12.      | Безопасность жизнедеятельности   | 3                                    |
| ПМ.00       | Профессиональные модули  | 450                                  |
| ПМ.01       | Подготовка и ведение технологических процессов плавки, литья и производства отливок из черных и цветных металлов   | 250                                  |
| МДК.01.02.  | Порядок выполнения расчетов для проведения технологических процессов изготовления отливок  | 50                                   |
| МДК.01.04.  | Рациональные режимы технологических операций изготовления отливок  | 100                                  |
| МДК.01.05.  | Расчеты основных технико-экономических показателей производства отливок  | 50                                   |
| МДК.01.06.  | Оформление конструкторской и технологической документации  | 50                                   |
| ПМ.02       | Контроль за соблюдением технологической дисциплины и эффективным использованием технологического оборудования в литейном производстве черных и цветных металлов        | 100                                  |
| МДК.02.02.  | Основы производства черных и цветных металлов  | 100                                  |
| ПМ.03       | Организация и планирование работы коллектива исполнителей при производстве отливок и обеспечение правил и норм охраны труда и техники безопасности на литейном участке | 100                                  |
| МДК.03. 01. | Планирование этапов работ  | 50                                   |

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

ВКР 44.03.04 558 ПЗ

Лист

220

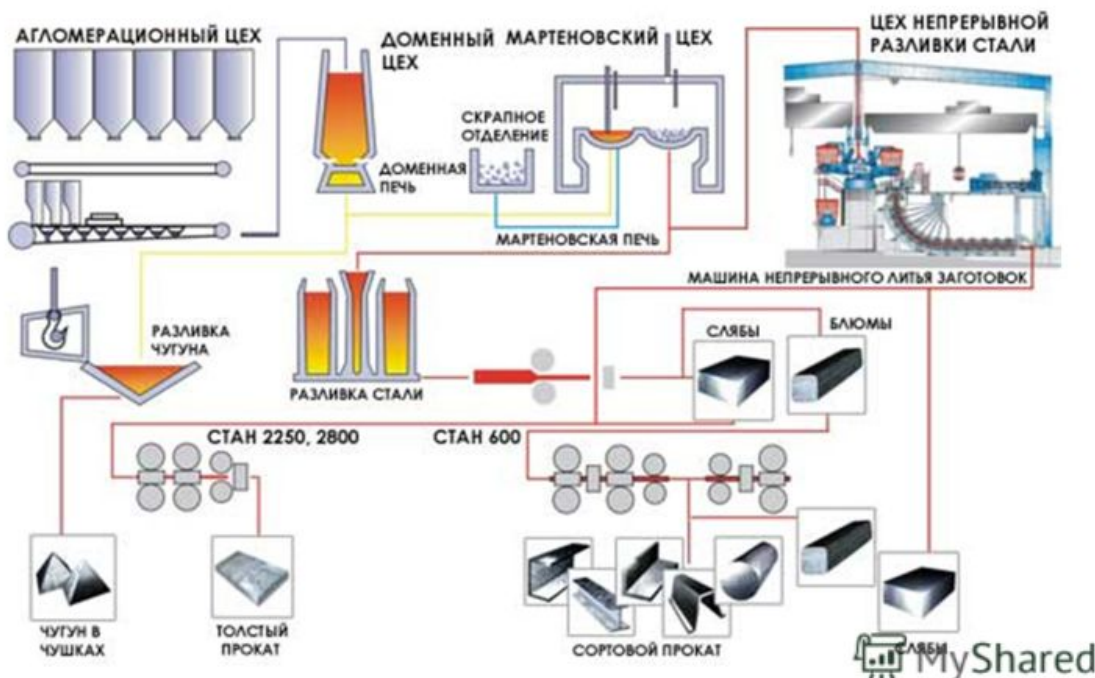
## 6.4 Разработка средства обучения по теме урока “Производство черной металлургии” по МДК.02.02. основы производства черных и цветных металлов

Черная металлургия — отрасль тяжёлой промышленности, включающая предприятия по добыче, обогащению и окускованию рудного сырья, выплавке чугуна (доменное производство), стали и производства проката, труб, ферросплавов, железных порошков, легированных металлов, огнеупоров и вторичной обработки чёрных металлов.

Для простоты восприятия был разработан плакат, описывающий схему производства черной металлургии рис. 1.

Рисунок 1 - Схема производства на предприятиях черной металлургии

### Схема производства на предприятиях черной металлургии



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

## 6.5 Вывод

В методической части были рассмотрены общие обязанности, трудовые функции и профессиональные компетенции профессии заливщик. Так же было разработано обучающее средство, (плакат “ схема производства на предприятиях черной металлургии”) отвечающее дидактическим принципам обучения:

- связи теории с практикой;
- последовательности, систематичности;
- доступности при необходимой объективности, научности;
- степени трудности;
- наглядности, разнообразия методов.

|             |             |                 |                |             |                            |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|----------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <b>ВКР 44.03.04 558 ПЗ</b> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                            | 240         |

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном проекте был разработан цех для изготовления прокатных валков производительностью 6 тыс. тонн в год. Проведен расчет технологического оборудования, формовочных материалов. По результатам проведенных вычислений было выбрано оборудование и технологические материалы, обеспечивающие качественный результат. Кроме того была посчитана экономическая эффективность проекта, а именно проведены следующие расчеты: расчет численности рабочих, расчет заработной платы, отчислений на социальные нужды, основных производственных фондов (здания, сооружения, технологическое оборудование, транспортное оборудование). Произведен расчет калькуляции себестоимости 1 тонны годных отливок и технико-экономических показателей.

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

|             |             |                 |                |             |                           |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                           | 25          |

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Миляев В.М. , Гофман Э.В. Проектирование литейных цехов: Учеб. Пособие/Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. Пооф.- пед. уи-та, 1994. 52с.
2. Бунин К.П., Малиночка Я.Н., Таран Ю.Н. Основы металлографии чугуна. М.: Metallurgia, 1969, 415с.
3. Сафронов В. Я.С21 Справочник по литейному оборудованию. М.: Машиностроение, 1985, — 320 с., ил.
4. Бешлык А.С. Чугунные прокатные валки. М.: Metallurgizdat, 1953, 582 с.
5. Стрижев В.Г., Мирзоян Г.С., Карский В.Е. и др. – Литейное производство, 1969, №4, с. 4-5.
6. Третьяков А.В., Гарбер Э.А., Давлетбаев Г.Г. Расчет и исследование прокатных валков, М.: Metallurgia, 1976. 256 с.
7. Гуляев Б.Б. – Литейные процессы. М.: Mashgiz, 1960, 414 с.
8. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ для выполнения и оформления выпускной квалификационной работы для студентов всех форм обучения направления подготовки 051000.62 Профессиональное обучение (по отраслям) профиля подготовки «Металлургия» профилизации «Технологии и менеджмент в металлургических производствах»
9. КУРСОВОЙ ПРОЕКТ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ “Технология литейного производства” (ГОС-2000) для студентов всех форм обучения.
10. ГОСТ Р 2.2.2006-2005. Руководство. Гигиенические критерии оценки условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряжённости трудового процесса. Введ. 01.11.2005 М.: Изд-во стандартов, 2005. 103 с.
11. ГН 2.2.5.1313-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Введ. 01.01.2003 М.
12. ГОСТ 12.4.005-85. Система стандартов безопасности труда. Средства

|             |             |                 |                |             |                           |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                           | 26          |



индивидуальной защиты органов дыхания. Метод определения величины сопротивления дыханию вед. 18.12.85 М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1986. 16 с.

13. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение. Введ. 01.01.1996. Изд-во стандартов, 1996. 50 с.

14. СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Введ. 31.10.96. 1997. 20 с.

15. ГОСТ 12.4.011-89. Средства защиты работающих. Введ. 01.07.90 М.: Изд-во стандартов, 1996. 7 с.

16. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление и зануление. Введ. 01.07.82 М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1987. 7 с.

17. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. Введ. 01.07.92 М.: Стандартиформ, 2006. 68 с.

18. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ Опасные и вредные производственные факторы. Введ. 01.01.76 М.: Изд-во стандартов, 1978. 3 с.

19. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования по профессии 150711.01 Наладчик литейного оборудования.

20. Сборник учебных планов и программ для подготовки квалифицированных рабочих в технических и профессионально-технических училищах. – М.: ВНИИ ПТО (для различных профессий), 2007.

21. Соколов К.Н. Оборудование термических цехов. М.: Машгиз, 1957, 417 с.

22. Будагьян Н.А., Мирзоян Г.С., Пузырьков-Уваров О.В. – Технология и организация производства, 1982, №1, с. 21-22.

23. Коробейник В.В., Рудюк С.И., Спирина С.В. и др. – Литейное производство 1978 №1, с. 26-27.

|             |             |                 |                |             |                           |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                           | 27          |