

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
**федеральное государственное автономное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ**  
**ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт  
 Специальность 150101 Металлургия черных металлов  
 Кафедра Металлургии черных металлов

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА**

Тема работы
<b>Проект ЭСПЦ по производству нержавеющей марки стали в условиях Урала производительностью 650 тыс. тонн стали в год</b>

УДК 669.1

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10200	Мусофирова Алеся Викторовна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Ибрагимов Е.А.			

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Нестерук Д.Н			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав.каф.БЖД	Солодский С.А.	к.т.н., доцент		

Норма контроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Ибрагимов Е.А.			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
МЧМ	Сапрыкин А.А.	к.т.н. доцент		

Юрга – 2016 г.  
**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт  
 Направление подготовки (специальность) 150101 Metallургия черных металлов  
 Кафедра Metallургии черных металлов

УТВЕРЖДАЮ:  
 Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ

#### на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломного проекта

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
10200	Мусофирова Алеся Викторовна

Тема работы:

**Проект ЭСПЦ по производству нержавеющей марки стали в условиях Урала  
 производительностью 650 тыс. тонн стали в год**

Утверждена приказом директора (дата, номер)

25.01.2016 г., №5/С.

Срок сдачи студентом выполненной работы:

16.06.2016 г

#### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p><b>Исходные данные к работе</b>  <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Проект ЭСПЦ по производству нержавеющей марки стали в условиях Урала                      производительностью 650 тыс. тонн стали в год</p>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Аналитический обзор литературы, Подбор и обоснование оборудования для выплавки и разлива стали.</p>
<p><b>Перечень графического материала</b>  <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>ФЮРА 200.113.001.000 План цеха                      ФЮРА 200.113.002.000 СБ Электродпечь ДСП - 100                      ФЮРА 200.113.003.000 ЛП Схема технологическая                      ФЮРА 200.113.004.000 ЛП Схема газоочистки                      ФЮРА 290.113.005.000 ЛП Техничко –</p>

	экономические показатели цеха
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Нестерук Дмитрий Николаевич
Социальная ответственность	Солодский <u>Сергей</u> Анатольевич
Иностранный язык	Ивушкина Наталия Владимировна
Норма контроль	Ибрагимов Егор Артурович
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
<b>Реферат</b>	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	09.02.2016 г.
---	---------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Ибрагимов Е.А.			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10200	Мусофирова А.В.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа 10200		ФИО Мусофинова Алеся Викторовна	
Институт	ЮТИ ТПУ	Кафедра	МЧМ
Уровень образования	специалист	Направление/специальность	150101 «Металлургия черных металлов»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

<p><i>1. Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР) / научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i></p>	<p><b>Материально-технические ресурсы:</b> Стальной лом – 7500 руб/т., Ферросилиций ФС – 54 910 руб/т., Феррохром ФХ – 67 020 руб/т., Кокс – 9 139 руб/т., Алюминий – 79 555 руб/т., Железная руда – 1 828 руб/т., Известь – 1 219 руб/т., Плавиновый шпат – 7 433 руб/т., Шамот – 4 752 руб/т.</p> <p><b>Энергетические ресурсы:</b> Электрическая энергия – 2 710 руб/т., Кислород технический газообразный – 416,9 руб/т., Аргон технический газообразный – 269,8 руб /м<sup>3</sup>., Тепловая энергия – 235 руб/Гкал.,</p> <p><b>Финансовые, информационные и человеческие ресурсы:</b> Виды доплат: ночное время, 40% тарифа; доплата за праздничные дни – 50% тарифа; переработка графика – 50% тарифа; Районный коэффициент применяется равным 1,15.</p>
<p><i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов:</i></p>	<p><b>Материально-технические ресурсы:</b> Стальной лом – 883,6 кг/т., Ферросилиций ФС – 7,52 кг/т., Феррохром ФХ – 142,18 кг/т., Кокс – 4,75 кг/т., Плавиновый шпат – 9,94кг/т., Шамот – 9,94 кг/т., Алюминий – 0,701 кг/т., Железная руда - 13,42 кг/т., Известь – 65,8 кг/т.</p>
<p><i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений</i></p>	<p><b>Общая система налогообложения:</b> 1. Налог на прибыль – 20 %, 2. Налог на имущество – 2,2 %,</p>
<p><b>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</b></p>	
<p><i>1. График разработки и внедрения ИР/НИ</i> <i>2. Основные показатели эффективности ИР (техничко-экономические показатели проекта)</i></p>	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

09.02.2016

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Нестерук Д.Н.	-		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10200	Мусофирова Алеся Викторовна		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
10200	Мусофирова Алеся Викторовна

<b>Институт</b>	<b>ЮТИ ТПУ</b>	<b>Кафедра</b>	<b>МЧМ</b>
<b>Уровень образования</b>	Специалист	<b>Направление/специальность</b>	150101 «Металлургия черных металлов»

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</li> <li>– опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)</li> <li>– негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)</li> <li>– чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</li> </ul>	<p>Вредные и опасные производственные факторы, возникающие при выплавке, внепечной обработки и разлива стали.</p>
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</li> </ul>	<p>Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.</p>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</li> </ul>	<p>Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.). Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</p>
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> </ul>	<p>Вредные выбросы в атмосферу.</p>

– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
<b>Перечень графического материала:</b>	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	Лист-плакат Схема отбора и очистки газов.

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	09.02.2016
---	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав.каф. БЖД	Солодский С.А.	к.т.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10200	Мусофирова Алеся Викторовна		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа 131 листов, 13 рисунков, 36 источников, 2 приложения.

Ключевые слова: электросталеплавильный цех, электродуговая печь, АКР, электрофильтр, МНЛЗ, блюм.

Объектом исследования является ЭСПЦ производительностью 650 тыс. тонн в год нержавеющей марки стали в условия Урала.

Цели исследования: выбор основного оборудования, расчет цеха и оборудования, баланса металла и шихты в цехе, социальная ответственность и экономическое обоснование строительства цеха.

Работа представлена введением, 5 разделами и заключением, список использованных источников.

В 1 разделе «Объект исследования» описан проектируемый ЭСПЦ, рассмотрены основные пролеты и располагающееся в них оборудование.

Во 2 разделе «Расчеты и аналитика» представлены расчет баланса металла в цехе и шихты, а так же расчеты основного оборудования используемого в ЭСПЦ.

В 3 разделе «Результаты проведенного исследования» рассмотрена технология выплавки и разлива стали марки 20Х13.

В 4 разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» представлено технико-экономическое обоснование проекта, расчеты капитальных вложений и производственной мощности, расчет фонда заработной платы и окупаемости строительства цеха.

В 5 разделе «Социальная ответственность» основные вредные и опасные факторы, их влияние на человека и методы борьбы с ними. Также представлены мероприятия по охране окружающей среды.

В заключении изложены основные характеристики проектируемого цеха и целесообразность данного проекта.

## Abstract

Graduation qualification paper 130 sheets, 13 figures, 36 sources, 2 appendices.

Keywords: steel melting shop, electric arc furnace, AOD, electrostatic precipitator, continuous casting machines, bloom.

The object of study is ESPTS with the capacity of 650 thousand tons a year stainless steels in the conditions of the Urals.

The objectives of the study: selection of main equipment and calculation of plant and equipment, the balance of metal and charge in the shop, social responsibility and economic justification of construction of the shop.

The work presents the introduction, 5 sections and conclusion, list of sources used.

In the section "Object of study" described the projected ESPTS, are considered the main spans and located in their equipment.

In the section "Calculation and analysis" presents the calculation of metal balance in the shop and charge, as well as the calculations of the basic equipment used in ESPTS.

In the Results section of the study describes the technology of smelting and casting of steel grade 20X13.

In the section "Financial management, resource efficiency and resource conservation" presents a feasibility study of the project, the calculations of capital investments and production capacity, calculation of payroll and profitability of the plant.

In the section "Social responsibility" basic harmful and dangerous factors, their effect on man and methods of dealing with them. Also presented measures for the protection of the environment.

In conclusion outlines the main characteristics of the designed plant and the feasibility of this project.

## Обозначения и сокращения

ДСП – дуговая электросталеплавильная печь;

ЭСПЦ – электросталеплавильный цех;

АКР – агрегат аргоно-кислородного рафинирования;

МНЛЗ – машина непрерывного литья заготовок;

ОПЛ – отделение подготовки лома;

НДС – налог на добавочную стоимость.

СанПиН – санитарно-эпидемиологические нормативы и правила.

## Содержание

Введение	13
1 Объект исследования	14
1.1 Техничко-экономическое обоснование строительства ЭСПЦ	14
1.2 Характеристика здания проектируемого цеха	15
1.3 Транспорт ЭСПЦ	16
1.4 Грузопотоки ЭСПЦ	17
1.5 Организация работ ЭСПЦ	18
1.6 Выбор ДСП	23
2 Расчеты и аналитика	33
2.1 Баланс металла в цехе	33
2.2 Расчёт шихты для выплавки стали 20X13	38
2.3 Расчёт оборудования цеха	58
2.4 Выбор основных параметров ДСП	80
3 Результаты проведенного исследования	93
3.1 Технология выплавки и разливки стали 20X13	93
3.2 Внепечная обработка	95
3.3 Разливка стали	97
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	99
4.1 Техничко-экономическое обоснование проекта	99
4.2 Расчёт капитальных вложений в основные фонды при проектировании ЭСПЦ	99
4.3 Расчёт производственной программы цеха	101
4.4 Расчёт переменных затрат	103
4.5 Расчет себестоимости 1 тонны стали	109
4.6 Расчет проектных технико-экономических показателей ЭСПЦ	109
5 Социальная ответственность	111
5.1 Анализ условий труда	111

5.2 Анализ вредных факторов проектируемой производственной среды	111
5.3 Анализ опасных факторов производственной среды	116
5.4 Охрана окружающей среды	118
5.5 Чрезвычайные ситуации на производстве	121
5.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	122
Заключение	123
Список использованных источников	124
Приложение 1 Патентный поиск	129
Приложение 2 ФЮРА 200.113.002.000 ДСП–100 Спецификация	131

Компакт-диск: В конверте

на обложке

ФЮРА 200.113.000.000 ПЗ Пояснительная записка. Файл Пояснительная записка.docx в формате Microsoft Office Word 2010.

ФЮРА 200.113.001.000 План цеха (Лист 1). Файл План цеха.cdw в формате Компас 3-D V13.

ФЮРА 200.113.001.000 План цеха (Лист 2). Файл Разрез цеха.cdw в формате Компас 3-D V13.

ФЮРА 200.113.002.000 ДСП–100 СБ Сборочный чертеж (Лист 1). Файл ДСП–100.cdw в формате Компас 3-D V13.

ФЮРА 200.113.002.000 ДСП–100 СБ Сборочный чертеж (Лист 2). Файл ДСП–100 (вид сверху).cdw в формате Компас 3-D V13.

ФЮРА 200.113.002.000 ДСП–100 СБ Сборочный чертеж (Лист 3). Файл ДСП–100 (вид сбоку).cdw в формате Компас 3-D V13.

ФЮРА 200.113.002.000 ДСП–100 Спецификация. Файл Спецификация ДСП–100.cdw в формате Компас 3-D V13.

ФЮРА 200.113.003.000 ЛП Схема технологическая. Файл Технологическая схема.cdw в формате Компас 3-D V13.

ФЮРА 200.113.004.000 ЛП Схема газоочистки. Файл Схема газоочистки.cdw  
в формате Компас 3-D V13.

ФЮРА 200.113.005.000 ЛП Технико-экономические показатели. Файл  
Технико-экономические показатели.cdw в формате Компас 3-D V13.

Графический материал: На отдельных  
листах

ФЮРА 200.113.001.000 План цеха

ФЮРА 200.113.002.000 СБ ДСП-100

ФЮРА 200.113.003.000 ЛП Схема технологическая

ФЮРА 200.113.004.000 ЛП Схема газоочистки

ФЮРА 200.113.005.000 ЛП Технико-экономические показатели цеха

## Введение

Сталь, в наше время, является основным конструкционным материалом, объемы ее производства в мире неуклонно растут. Наиболее перспективным из всех ныне известных способов производства стали, является электросталеплавильное производство.

За последние годы в электрометаллургии стали произошли значительные изменения. Многократно увеличилась вместимость электропечных установок, а вместе с ними и мощность печных трансформаторов, упростилась технология плавки. В настоящий момент электропечи используются всего лишь для расплавления шихты, а все остальные процессы переместились в установки внепечной обработки стали.

Электросталеплавильные цеха строят в составе металлургических заводов, работающих либо с полным, либо с неполным металлургическим циклом. Существование ЭСПЦ в составе металлургического завода обуславливает его связи с другими цехами и отделениями металлургического производства.

В данной работе разработан проект нового ЭСПЦ производительностью 650000 тонн нержавеющей стали в год в условиях Урала.

## 1 Объект исследования

### 1.1 Технико-экономическое обоснование строительства цеха

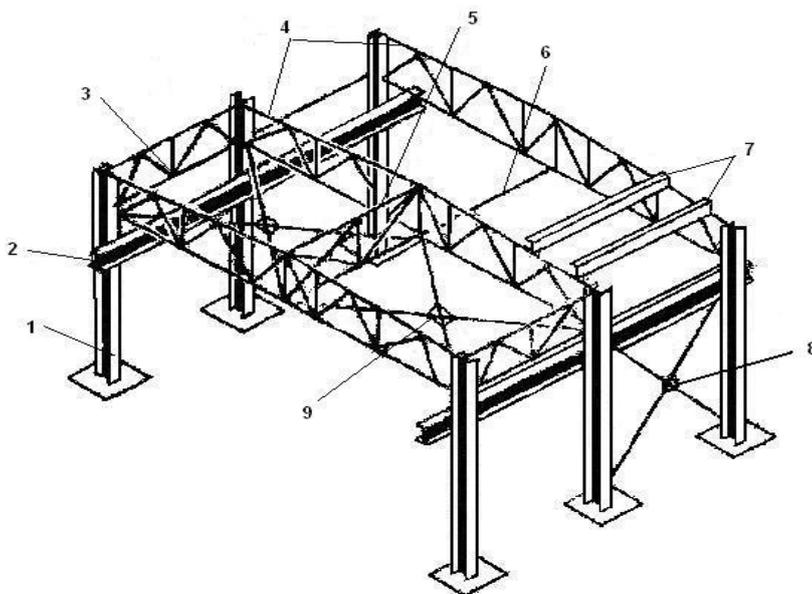
В настоящее время на рынке нержавеющей стали сложилась довольно непростая ситуация. С одной стороны, использование нержавеющей проката увеличивается, а с другой стороны, производство Российского проката нержавеющей стали снижается, и увеличение потребления увеличивается за счет импорта.

Российское производство нержавеющей стали занимает всего лишь несколько процентов на мировом рынке, а экспорт осуществляется в основном в государства бывшего союза: Украину, Казахстан и прибалтийские государства. Основными поставщиками сортового проката из нержавеющей стали в РФ являются Украина и страны Балтии, в то время как Россия экспортирует в большей степени листовой прокат. На мировом рынке одним из ведущих производителей является Япония [1].

В связи со сложившейся обстановкой в мировом сообществе, а именно введение санкций против России и последующее за ними импортозамещение, в данном проекте предложен вариант строительства ЭСПЦ по новейшим технологиям для производства нержавеющей стали, с последующим сортовым прокатом на территории южного Урала. Данная территория находится на хорошей инженерно-геологической, гидрологической площадке и позволяет строительство нового цеха. Так же, на южном Урале находится множество различных металлургических предприятий, на базе которых можно разместить данный цех.

## 1.2 Характеристика здания проектируемого цеха

Конструкция здания в большей степени зависит от внутрицехового транспорта, который применяется в данном цехе [7]. Основным внутрицеховым транспортом ЭСПЦ являются электрические краны. Проектируемый цех каркасного типа (рисунок 1.1)



1 – колонны; 2 – подкрановые балки; 3 – связи между опорами ферм;  
4 – стропильные фермы; 5 – вертикальные связи в коньке ферм;  
6 – растяжки; 7 – прогоны; 8 – вертикальные крестовые связи между колоннами; 9 – горизонтальные крестовые связи в уровне нижнего пояса ферм

Рисунок 1.1 – Элементы стального каркаса

Каркас принимает внешние воздействия, внутренние рабочие нагрузки, собственную массу компонентов здания и давления грунта на части здания находящиеся под землей. Несущие элементы здания: колонны, фундаменты, подкрановые балки, стропильные и подстропильные фермы [9].

Дополнительную жёсткость каркасу придают подкрановые балки, на которых укладывают рельсы мостовых кранов. Кроме того к горизонтальным связям относятся «ветровые фермы», которые установлены в торцах зданий на уровне подкрановых балок или нижнего пояса строительных ферм. При изменении температуры наружного воздуха каркас здания периодически изменяет свои размеры. Этот фактор приводит к возникновению дополнительных напряжений на каркас, что при значительно крупных деформациях приводит к нарушению его несущей способности [11]. С целью предотвращения этих деформаций в каркасе здания предусмотрены деформационные швы (температурные, усадочно-сейсмические).

### 1.3 Транспорт ЭСПЦ

Транспорт, используемый на металлургическом предприятии обычно делят на внутренний и внешний. Внешний транспорт, автомобильный, доставляет в цеха металлургического предприятия материалы от внешних поставщиков снабжения.

В качестве внутрицехового и межцехового транспорта применяют ж/д, автомобильный, непрерывный транспорт. Тип транспорта выбирают с учетом экономичности того или иного транспорта в конкретных условиях цеха и объема перевозок, вида перевозимых грузов, характера или условий технологического процесса.

Для передачи тонко измельченных и гранулированных материалов по трубам с воздухом применяют пневматический транспорт. Материалы передвигаются в следствие сообщения им скорости перемещения потоком воздуха. Этот метод используется для вдувания разных материалов в сплав при внепечной обработке.

Пробы металла в калиброванной таре под давлением воздуха по трубам отправляют непосредственно от печи в экспресс-лабораторию центральной заводской лаборатории (пневмопочта).

## 1.4 Грузопотоки ЭСПЦ

Подача лома в ЭСПЦ из ОПЛ осуществляется железнодорожным транспортом на платформах («вертушками») в контейнерах. Составы с шихтовыми материалами поступают на сквозной железнодорожный путь шихтового пролета, вдоль которого расположены ямные бункера. Магнитный лом перегружается мостовыми магнитными кранами в бункера. Контейнеры с немагнитным ломом, разгружаются на специальные бетонные площадки. Шихта из бункеров и из контейнеров в шихтовом пролете загружается в саморазгружающиеся бадьи, установленные на самоходных тележках (скраповозах) со встроенными весовыми устройствами. Скраповозы с бадьями по поперечным путям передаются из шихтового пролета в печной. В печном пролете производят завалку шихты в печь сверху при отведённом своде. Кран опускает саморазгружающуюся бадью внутрь рабочего пространства печи, не опускаясь до уровня подины на 500 мм, бадья раскрывается, и лом загружается в печь. После завалки ДСП, кран пролёта возвращает бадью на скраповоз, который возвращается в шихтовый пролет. Поступающие шлакообразующие материалы, кокс и шамотный бой, и ферросплавы поступают из ОПЛ также на ж/д платформах. Потупив в цех материалы краном поднимаются на площадку, где находятся бункера, после чего каждый материал высыпается в свой бункер.

В печном пролёте полупродукт из печи выливают в глухонный ковш, установленный на сталевозе, по железнодорожным путям поступает в пролёт внепечной обработки на агрегат АКР. После обработки сталь выливают в сталеразливочный ковш, который по железнодорожным путям доставляют к МНЛЗ. Затем ковш транспортируется мостовым краном разливочного пролёта на разливку в МНЛЗ. При ведении плавки образуется шлак, который по мере заполнения шлаковой чаши, установленной на стенде, потом устанавливается на шлаковоз.

## 1.5. Организация работ ЭСПЦ

### 1.5.1 Шихтовый пролёт

Размеры пролёта достаточны для размещения на полу контейнеров со скрапом, ямных бункеров и другого необходимого оборудования с соблюдением габаритов железнодорожного пути, проездов и проходов. Ширина шихтового пролёта составляет 30 м. Длина пролёта равна длине печного пролёта. Высота пролёта до головки подкранового рельса должна быть достаточна для загрузки мостовым краном лома в бадьи, 14 м. Все погрузочно-разгрузочные и вспомогательные работы в шихтовом пролёте выполняется специальными, мостовыми кранами с двумя подъёмными лебёдками на одной тележке, грузоподъёмность которых 30/15 т.

Шихтовый пролёт предназначен для загрузки загрузочных бадей и совков, их взвешивания и передачи к проёму рабочей площадке. Основная масса металлического лома доставляется в пролёт в контейнерах вместимостью 14 м<sup>3</sup> на железнодорожных платформах. Лом из контейнеров мостовым краном шихтового пролёта, перегружается в загрузочную бадью и совки, часть контейнеров с ломом устанавливают на пол пролёта до загрузки бадей на следующие плавки. Загрузочные саморазгружающие бадьи применяют для механизированной загрузки шихты сверху в открытую печь, а совки предназначены для загрузки лома в агрегат АКР. В цехе применяются грейферные бадьи. Загрузочный объём бадьи примерно равен объёму печи.

На освободившиеся платформы устанавливают порожние контейнеры для отправки в отделение подготовки лома. Корректировка массы завалки в бадье на конкретную плавку производится добавкой стального лома магнитными плитами из ямных бункеров в пролёте. Лом для этого корректировочного запаса подаётся россыпью на железнодорожных платформах. В цехе используется для перегрузки магнитной металлической шихты электромагнитная плита типа ДКМг 060 грузоподъёмностью до 5000 т.

После загрузки бадьи и взвешивания, на скраповозе по поперечным путям она попадает в проём рабочей площадки печного пролёта.

### 1.5.2 Бункерный пролёт

В ЭСПЦ используется огромное количество различных материалов: лом из углеродистых и легированных марок стали, чугун, железная руда известняк, известь, кварцит, плавиковый шпат, и агломерат, ферросплавы различных марок. Каждый из материалов должен быть подан к установленному месту в нужное время и в необходимом количестве с наименьшими расходами ручного труда и капитальных инвестиций.

Оперативный резерв сыпучих материалов хранится в стационарных бункерах, которые вмещают в себя 25–35 м<sup>3</sup>. Бункера установлены над рабочей площадкой в специальном бункерном пролёте, располагающемся между печным и разливочным.

Введение сыпучих и ферросплавов в печь, окружённую пылешумозащитным кожухом, может быть осуществлено через специальное отверстие в своде.

Расходные бункера загружаются с помощью грузоподъемного крана. В бункерный пролет автотранспортом доставляют сыпучие в саморазгружающихся контейнерах. Далее эти контейнеры поднимают на верх краном, подвозят к нужному расходному бункеру и засыпают. Под каждым бункером установлены вибропитатель и бункерные весы. Под весами ленточный транспортер, который передает материал в сортировочную воронку и по труботечкам попадает в ДСП, АКР или в ковш. Управление производится с пульта управления печью [12].

### 1.5.3 Печной пролет

В печном пролете установлена одна дуговая сталеплавильная печь вместимостью 100 т, оснащенная трансформатором мощностью 95 МВА.

Через эркер печи сталь выпускают в сталеразливочный ковш. Сталеразливочный ковш помещается на самоходном стелевозе, который оборудован устройством для взвешивания.

Наращивание электродов и хранение готовых стволос осуществляют на специальных участках, расположенных на рабочей площадке. В печном пролете размещаются: место для ломки и кладки футеровки печи, участок хранения и наращивания электродов, места для хранения кожуха печи, свода.

Для обслуживания пролета установлены мостовые краны. Работа с бадьями, перевозка печных трансформаторов на ревизию и назад производится основным подъёмом. Дополнительные работы: перепуск и смена электродов на печи, доставка инструмента, огнеупоров, работа с заправочными машинами, выгрузка мусора выполняется небольшим подъёмом.

ДСП-100 устанавливается на фундаменте. Печь в ЭСПЦ обслуживается с рабочей площадки, располагающейся относительно нулевой отметки цеха на уровне 8,0 м.

В печной пролёт шихта поступает на скраповозах из шихтового пролета. Он перемещается в печной пролёт, бадью снимают краном через проём в рабочей площадке и устанавливают в специальном месте для бадей, рядом с печью. Передвижные щиты, пылешумозащитной камеры печи, раздвигаются, отворачивается свод, бадья поднимается краном и производится загрузка шихты в печь. Сталь выпускается в глухонный ковш на стелевозе, который подается в раздаточный пролет для последующей обработки.

Шлаки из ДСП удаляются через рабочее окно, соответственно шлаковые чаши в печном пролёте устанавливаются под рабочим окном печи.

Шлаковая чаша из-под печи вывозится автошлаковозом и транспортируется в шлаковое отделение. Порожняя шлаковая чаша устанавливается на стенд.

#### 1.5.4 Раздаточный пролёт

Этот пролёт предназначен для проведения следующих операций:

- обработка металла на агрегате АКР,
- разливка металла на МНЛЗ для получения заготовок,
- сушки ковшей, а также ковшей к приёму плавки.

Здесь размещены разливочные стенды, тележки с промковшами, участок отстоя промковшей.

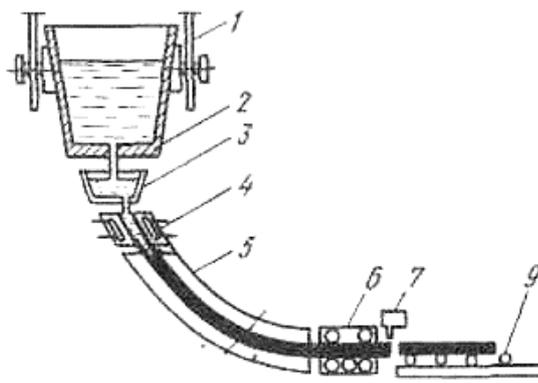
Пролёт внепечной обработки обслуживается литейными кранами. Работа с ковшами (разливка стали, кантовка) выполняется главным подъёмом. Для перестановки шлаковых чаш, разгрузки оборудования используется средний подъём, для вспомогательных работ – транспортировка огнеупоров, стопоров используется малый подъём.

В пролете внепечной обработки стали имеется агрегат АКР, который располагают непосредственно напротив ДСП. При необходимости предварительного удаления печного шлака ковш подают на стенд, снабженный устройством для наклона, и шлак скачивается скребком машины в шлаковую чашу.

В пролете приема металла ковш со сталью устанавливают на поворотный манипулятор для дальнейшей передачи в пролет МНЛЗ. В раздаточном пролете располагаются стенды для сушки и ремонта конвертера, промковшей и ковшей.

### 1.5.5 Пролет МНЛЗ

Этот пролет предназначен для разливки стали на МНЛЗ. Применяем МНЛЗ радиального типа. МНЛЗ радиального типа значительно проще и позволяют обходиться без механизмов для выдачи порезанных заготовок.



1 – крючок разливочного ковша; 2 – разливочный ковш; 3 – промежуточный ковш; 4 – кристаллизатор; 5 – зона вторичного охлаждения; 6 – тянущие валки; 7 – поворотная корзина; 9 – рольганг

Рисунок 1.2 – МНЛЗ радиального типа

МНЛЗ производят непрерывную разливку тыс. тонн стали, получая непрерывнолитые заготовки общей длиной несколько тыс. метров. Для выполнения непрерывной разливки сплава нескольких плавков подряд необходима правильная организация процесса: после опустошения большого разливочного ковша в промежуточном ковше должно оставаться некоторое количество металла. За время выпуска одного ковша в кристаллизатор пустой сталеразливочный ковш незамедлительно заменяется следующим полным ковшом с металлом другой плавки. Таким образом, обеспечивается непрерывность разливки.

## 1.6 Выбор ДСП

В проектируемом ЭСПЦ устанавливается 1 ДСП вместимостью 100 тонн. Мощность трансформатора 95 МВА.

Современная ДСП (рисунок 1.3) – это сложный с точки зрения изготовления и эксплуатации механизм, оборудованный огромным числом узлов и элементов [7].

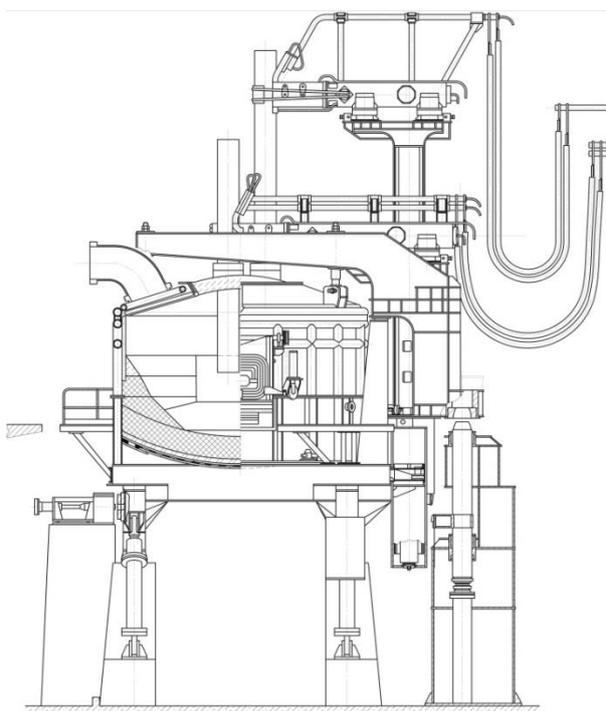


Рисунок 1.3 – Современная ДСП

### 1.6.1 Кожух печи

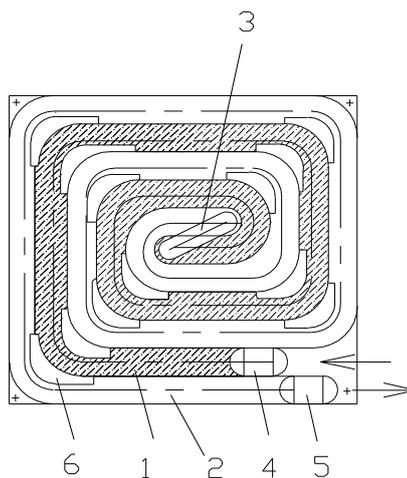
Кожух печи имеет цилиндроконическую форму с круглым дном. Кожух исполняют разъемным по горизонтали на уровне откосов исходя из условий перемещения его к месту монтажа где он скрепляется болтами. Нижняя его часть, которая является опорой, изготовлена из стального листа. Верхняя часть, является опорой для стеновых водоохлаждаемых панелей, она выполняется решетчатым каркасом, такой вид каркаса позволяет обеспечить

доступ с наружи к элементам крепления панелей и большому числу подводов и отводов воды к ним, и кроме того обеспечивает зрительный контроль панелей. С противоположной стороны от рабочего окна имеется выступ (эркер). В сферическом дне выполнен такой же выступ. К верхней части кожуха приварен кольцевой желоб (рисунок 1.4) , который заполняют песком для формирования герметичного соединения со сводом (песочный затвор).

### 1.6.2 Стеновые панели

По всему периметру решетчатого каркаса зафиксированы водоохлаждаемые панели (рисунок 1.5); каждая имеет независимым подводом и отводом воды. Во избежание случайного контакта с жидким металлом панели крепят так, чтобы расстояние от их низа до уровня порога рабочего окна составляет 350 мм.

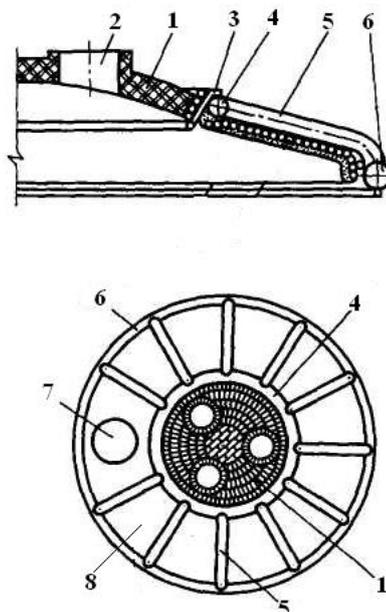
В данной работе применяются панели конструкции “Сибэлектротерм” изготовлены из двух труб диаметром 80 мм. методом гибки без сварных швов. Данная панель обладает небольшим гидромеханическим сопротивлением, элементарна в изготовлении и надёжна в эксплуатации.



1,2 – трубы; 3 – патрубок; 4,5 – подвод отвод воды; 6 – накладки

Рисунок 1.5 – Трубчатые стеновые водоохлаждаемые панели

### 1.6.3 Водохлаждаемый свод



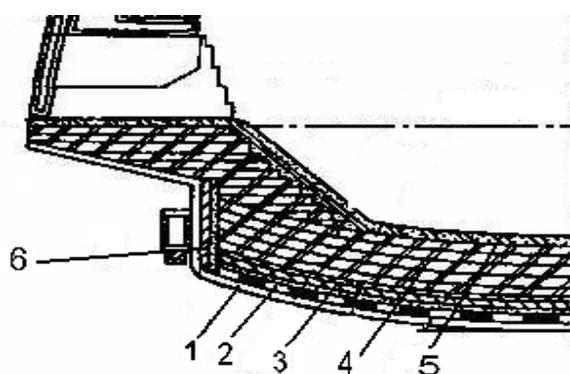
1 – центральная футерованная часть свода; 2 – отверстие под электрод;  
3 – водохлаждаемое опорное кольцо; 4 – верхнее трубчатое кольцо;  
5 – радиальные балки; 6 – нижнее трубчатое кольцо; 7 – отверстие под  
газоотводящей патрубков; 8 – водохлаждаемые панели

Рисунок 1.6 – Комбинированный водохлаждаемый свод

Комбинированный свод (рисунок 1.6) оснащен водохлаждаемым несущим каркасом из верхнего и нижнего трубчатых колец, соединёнными пилонами. В нижней части каркаса установлены трубчатые водохлаждаемые панели, на которые нанесён слой теплоизоляционной огнеупорной массы, удерживаемый приваренными к панелям шлакодержателями. Одна из панелей выполнена с отверстием для отвода печных газов. Центральная куполообразная часть свода является съёмной, она выложена из шамотных кирпичей, удерживаемых водохлаждаемым трубчатым кольцом. [6]

#### 1.6.4 Футеровка ДСП

Футеровка электродуговых печей выполняется из основных огнеупорных материалов. Отдельные части футеровки работают в различных условиях, что и объясняет неодинаковую их стойкость. В наиболее тяжелых условиях работают свод и стены печи. Данные части футеровки подвергаются внушительному перегреву из-за лучистой энергии электрических дуг, химическому влиянию раскаленных газов, содержащих окислы железа и известковую пыль.



1 – кожух; 2 – листовой асбест; 3 – шамотный кирпич;

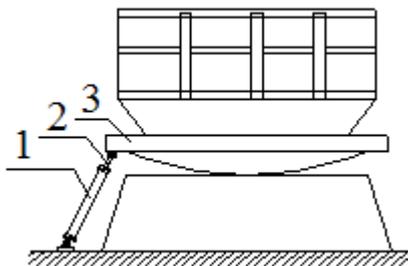
4 – магнезитовый кирпич;

5 – слой шамотного порошка; 6 – шамотный кирпич

Рисунок 1.7 – Разрез рабочего пространства печи емкости 100 т

Кроме того они испытывают внезапные перепады температур, особенно в период загрузки шихты, и существенные механические напряжения. Так как условия работы футеровки в разных участках различные, то это отражаются на конструкции отдельных частей футеровки, способах их изготовления и сортах применяемых огнеупорных материалов (рисунок 1.7).

### 1.6.5 Механизм наклона печи



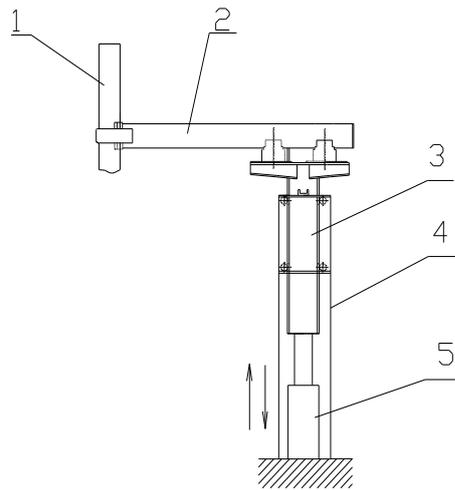
1 – гидроцилиндр; 2 – шток; 3 – люлька

Рисунок 1.8 – Механизм наклона печи

Механизм наклона предназначен для наклона печи в сторону рабочей площадки на угол  $10-12^\circ$  для скачивания шлака и в сторону сталевыпускного отверстия на угол  $12^\circ$  для слива металла. Печь устанавливается на люльку, которая служит для опоры корпуса печи на фундамент и для наклона печи. Она изготовлена в виде горизонтальной коробчатой плиты с двумя опорными секторами. На современных ДСП устанавливается механизм наклона с гидравлическим приводом. Жидкость подаваемая под давлением в гидроцилиндры, вызывает выдвижение или опускание штоков (рисунок 1.8).

### 1.6.6 Механизм перемещения электродов

У каждого электрода имеется свой независимый механизм зажима и перемещения. На печи используется механизм перемещение электродов с телескопической стойкой. Рукав электрододержателя 2 закреплен на подвижной стойке 3, перемещающейся внутри полой вертикальной неподвижной стойке 4. Привод 5, перемещающий электроды со скоростью  $0,6-3\text{ м/мин.}$ , гидравлический (рисунок 1.9).



1 – электрод; 2 – рукав электрододержателя; 3 – подвижная стойка;  
4 – неподвижная стойка; 5 – гидроцилиндр

Рисунок 1.9 – Механизм перемещения электродов

#### 1.6.7 Механизм зажима электрода

В настоящее время наибольшее распространение получили пружинно-пневматические зажимные устройства. Зажим электрода осуществляется усилием цилиндрической пружины, передаваемым через рычаги и тяги на хомут. Электрод освобождается при подаче в пневмоцилиндр сжатого воздуха, который перемещает поршень и сжимает пружину (рисунок 1.10).

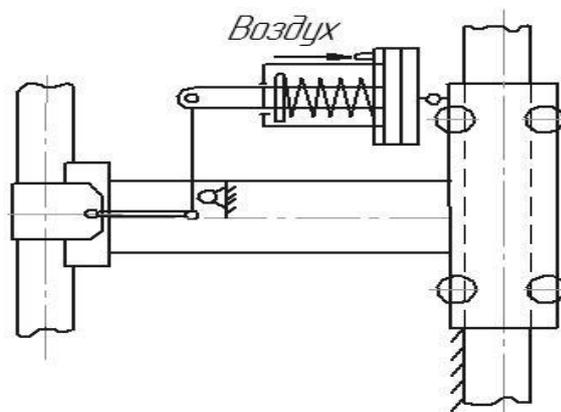
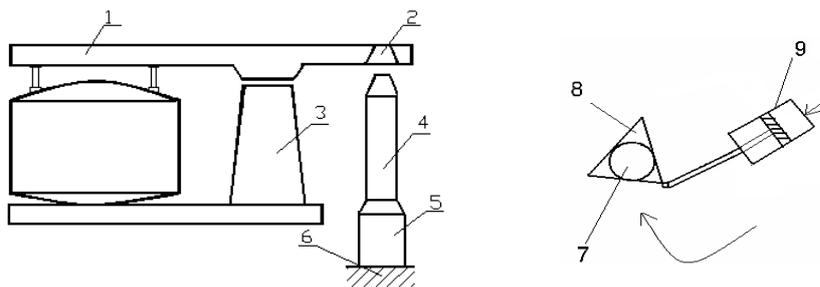


Рисунок 1.10 – Пружинно-пневматическое зажимное устройство

### 1.6.8 Механизмы подъема и поворота свода



1 – полупортал; 2 – гнездо под опорно-поворотный вал; 3 – стойка;  
4,7 – опорно-поворотный вал; 5 – гидроцилиндр; 6 – фундамент; 8 – хомут;  
9 – гидроцилиндр

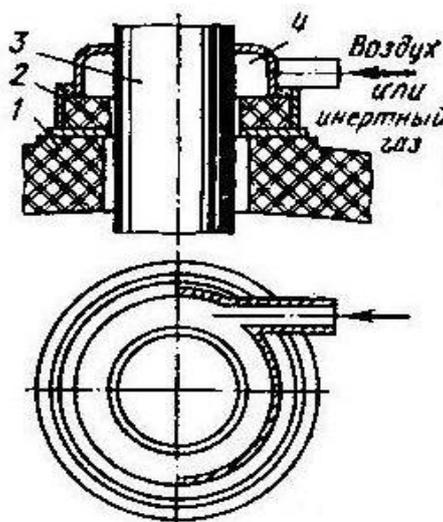
Рисунок 1.11 – Механизм подъёма и поворота свода

Механизм подъёма свода, обеспечивает подъём свода на 150–200 мм. Печь оборудована гидравлическим механизмом подъёма свода. Под действием давления плунжер в гидроцилиндре приподнимает опорно-поворотный вал. И таким образом зацепляется с полупорталом, который вместе со сводом поднимается на требуемую высоту. Скорости подъёма и опускания свода примерно равны и составляют приблизительно 1–2 м/мин.

Механизм поворота свода представляет собой один гидроцилиндр двустороннего действия (рисунок 1.11). На опорно-поворотном валу закрепляется металлический хомут, который с помощью серьги закреплён со штоком гидроцилиндра. При подаче рабочей жидкости в гидроцилиндр выдвигается шток, и с помощью серьги передаётся давление на хомут и под действием поворачивает опорно-поворотный вал, а с ним и свод. При подаче рабочей жидкости во вторую полость гидроцилиндра, шток возвращается в изначальное положение и тянет за серьгу всю конструкцию, в том числе и опорно-поворотный вал, при этом свод возвращается на место.

### 1.6.9 Уплотнители электродных отверстий

Отверстия в своде для электродов делают на 30–50 мм больше диаметра электрода. Зазор между ними, нужен с целью избежания поломок электродов при деформации свода в следствие его разогрева при эксплуатации [8].



1 – свод; 2 – огнеупорный бетон;

3 – электрод; 4 – металлическое кольцо

Рисунок 1.12 – Уплотнитель электродных отверстий

Зазоры вокруг электродов уплотняют, чтобы избежать выбивание горячих газов, поскольку это ведёт к увеличению теплотерь и следовательно, расхода электроэнергии; приводит к перегреву электрододержателей и в особенности электродов, которые при этом начинают сильно окисляться. На печи применяется экономайзер с воздушным уплотнением, состоящий из бетонной и металлической части (рисунок 1.12) [25].

### 1.6.10 Электроснабжение ДСП

Сила тока измеряется десятками тысяч ампер, а Рабочее напряжение электродуговых печей составляет 100–800 В. Мощность единичной установки способна достигать 50–140 МВА. К подстанции ЭСПЦ подают ток напряжением до 110 кВ. Первичные обмотки печных трансформаторов питаются высоким напряжением.

В электрическое оборудование дуговой печи входят следующие приборы:

1. Высоковольтный воздушный разъединитель (ВВР), используется с целью отключения ДСП и всех ее механизмов от линии высокого напряжения во время ремонтных работ производимых на печи.

2. Главный высоковольтный выключатель (ГВВ), предназначен для отключения электрической цепи под нагрузкой, по которой проходит ток высокого напряжения. Если шихту в печи уложили не плотно в начале плавки, дуги будут гореть неустойчиво, из-за этого шихта начинает обваливаться и происходят короткие замыкания между электродами. При этом сила тока резко увеличивается. Это приводит к огромным перегрузкам трансформатора, вследствие этого он может сломаться. Если сила тока превышает установленный порог, выключатель автоматом выключает установку.

3. Трансформатор напряжения и трансформаторы тока (ТН и ТТ) используют для понижения напряжения и тока. После их включения включают измерительные приборы.

4. Печной трансформатор (ПТ) предназначен для преобразования высокого напряжения в низкое (с 6–10 кВ до 100–800 В). Обмотки высокого и низкого напряжения и магнитопроводы, на которых они помещены, располагаются в баке с маслом, служащим для охлаждения обмоток. Охлаждение принудительное, вызывается перекачивание масла из трансформаторного кожуха в бак теплообменника, масло в нем охлаждается

водой. Трансформатор устанавливается в непосредственной близости с электропечью в специально отведенном помещении. Он оснащен устройством, позволяющим переключать обмотки по ступеням и поэтому ступенчато регулировать подаваемое в печь напряжение.

5. Участок электрической сети соединяющий трансформатор и электроды называется короткой сетью. Медные водоохлаждаемые трубы при помощи гибких водоохлаждаемых кабелей подают напряжение на электрододержатель. Гибкие кабели соединяются с медными водоохлаждаемыми трубами, установленными на рукавах электрододержателей. Трубы непосредственно присоединены к головке электрододержателя, зажимающей электрод. [24]

## 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

### 4.1 Технико-экономическое обоснование проекта цеха

В проектируемом цехе предлагается установить одну дуговую электросталеплавильную печь вместимостью 100 тонн. Производительность цеха составляет 650 тыс. тонн стали в год. В данной работе предложен вариант установки электропечи и запуска её в работу, установка в цехе одного агрегата внепечной обработки типа АКР, а также машину непрерывного литья заготовок. С установкой в цехе агрегата АКР сокращается время выплавки стали в печи до 56 минут, что ведёт к снижению удельных затрат электроэнергии, а это в свою очередь приводит к снижению себестоимости стали [32].

Сортамент и производительность цеха по группам марок стали представлен в таблице 4.1

Таблица 4.1 – Сортамент и производительность цеха по группам марок стали

Группа марок стали	Производительность, тыс.тонн
Хромистая	300
Коррозионностойкая	350

### 4.2 Расчёт капитальных вложений в основные фонды при проектировании ЭСПЦ

В разработанном проекте предлагается перечень и состав основного и вспомогательного оборудования в цехе по отделениям с указанием их назначения, а также стоимости (таблица 4.2).

Таблица 4.2 – Смета капитальных вложений в реконструкцию цеха

Наименование	Количество единиц	Цена единицы, руб	Полная стоимость, руб
1. Сооружения			
Главный корпус	1	224 151 642	224 151 642
Бытовое помещение	1	153 902 000	153 902 000
Лаборатория цеха	1	59 288 714	59 288 714
Прочие		250 100 000	350 100 000
Всего по сооружениям			787 442 356
2. Рабочее оборудование			
ДСП-100	1	1 036 776 377	1 036 776 377
АКР	1	528 457 677	528 457 677
МНЛЗ	1	1 535 153 440	1 535 153 440
Трансформатор	1	570 300 000	570 300 000
Стальковш	8	768 355	6 146 840
Шлаковая чаша	6	508 467	3 050 802
Бадья завалочная	1	324 933	324 933
Кран 180+63/20	2	45 000 000	90 000 000
Кран 225/63+10	2	50 000 000	100 000 000
Кран 30/20	2	18 000 000	36 000 000
Электрооборудование		568 288 00	568 288 000
Сталевоз	2	646 598	1 293 196
Скrapовоз	1	958 963	958 963
Автошлаковоз	2	1 796 712	3 593 424
АСУП		152 590 000	152 590 000
Газоочистное		188 325 050	188 325 050
Водяная система		539 687 319	539 687 319
Промковш	3	438 673	1 316 015

Продолжение таблицы 4.2

Огнеупоры		17 827 211	17 827 211
Участок шибберных затворов		2 985 418	2 985 418
Площадка обслуживания и стенды ремонта		6 765 000	6 765 000
Прочее			950 500 000
Всего по оборудованию			6 350 339 665
Всего			7 179 382 021

Капитальные вложения в проект цеха составят:

$$KB = 7\,179\,382\,021 \cdot 1,17 = 8\,615\,258\,425 \text{ руб}, \quad (4.1)$$

где 1,17 – коэффициент дополнительных расходов на оборудование.

#### 4.3 Расчет производственной программы цеха

Выплавка стали по проекту рассчитывается исходя из суточной производительности и фактического времени работы агрегатов (печей).

Суточная производительность модернизируемой печи определяется:

$$N_{\text{сут.}} = 24 \cdot K \cdot Q_{\text{пл}} / t_{\text{пл}}, \quad (4.2)$$

где  $Q_{\text{пл}}$  – масса плавки, т ( $Q_{\text{пл}} = 100$  т);

$t_{\text{пл}}$  – длительность плавки, ч ( $t_{\text{пл}} = 0,89$  ч по результатам расчетов);

$K$  – коэффициент выхода годной стали ( $K = 91$  % по результатам расчета шихты).

$$N_{\text{сут.}} = 24 \cdot 0,91 \cdot 100 / 0,89 = 81 \text{ т.}$$

Годовое производство стали в модернизируемой печи:

$$B_{\text{г}} = N_{\text{сут.}} \cdot n \cdot T_{\text{ф}}, \quad (4.3)$$

где  $T_{\text{ф}}$  – фактическое время работы электропечи, сутки.

$$B_{\Gamma} = 2\,454 \cdot 1 \cdot 313 = 768\,102 \text{ т.}$$

Производственная мощность цеха (с учётом коэффициента использования мощности  $K_{и.м.} = 0,92$ ) составляет:

$$P_{\text{м}} = B_{\Gamma} / K_{и.м.} = 768\,102 / 0,92 = 834\,489 \text{ т/год.}$$

Таблица 4.3 – Производственные показатели цеха

Показатели	Индекс	Проектные данные
Мощность трансформатора, МВА	W	95
Масса садки, т	Q <sub>с</sub>	100
Баланс времени, сут: – капитальные простои	T <sub>к.р.</sub>	22
– холодные простои	T <sub>х.р.</sub>	15
– горячие простои	T <sub>г.р.</sub>	15
– фактическое время работы	T <sub>ф</sub>	313
– календарное время	T <sub>к</sub>	365
Длительность плавки, ч	T <sub>пл</sub>	0,89
Количество плавов в фактические сутки, шт	n <sub>пл</sub>	24,5
Суточная производительность цеха, т/сут	N <sub>сут</sub>	2 454
Годовая производительность, т/год	B <sub>Г</sub>	768 102
Производственная мощность цеха, т/год	P <sub>м</sub>	834 489

#### 4.4 Расчёт переменных затрат

##### 4.4.1 Расчёт затрат на материалы

Таблица 4.4 – Затраты на материалы на одну тонну стали

Статья затрат	Проектный вариант		
	Норма расхода, т/т	Цена за 1т, руб./т	Сумма, руб/т
1 По заданию:			
Стальной лом	0,884	7 500	6 630
Ферросилиций ФС45	0,00752	54 910	412,92
Феррохром ФХ 200	0,142	67 020	9 517
Алюминий	0,0007	79 555	55,8
Итого металлической шихты	1,034		16 615,7
2 Добавочные материалы:			
Кокс	0,00475	9 139	43,41
Железная руда	0,0134	1 828	20,1
Известь	0,0658	1 219	80,21
Шамот	0,0094	4 752	23,8
Плавиновый шпат	0,0094	7 433	23,8
Кварцит	0,00403	9 748	39,28
Итого	0,1068		297,54
Всего затрат	1,141		16 913

#### 4.4.2 Расчёт затрат на теплоэнергоресурсы

Рассчитываем стоимость электроэнергии на выплавку 1 тонны стали:

$$\mathcal{E}_{\text{тс}} = \frac{S_{\text{н}} \cdot k \cdot C_{\text{э}}}{M_{\text{с}}}, \quad (4.4)$$

где  $\mathcal{E}_{\text{тс}}$  – стоимость электроэнергии, руб/т;

$S_{\text{н}}$  – мощность трансформатора, 95000 кВА;

$k$  – коэффициент использования трансформатора,  $k = 0,815$ ;

$C_{\text{э}}$  – стоимость 1 кВт электроэнергии,  $C_{\text{э}} = 3,50$  руб/кВт;

$M_{\text{с}}$  – масса садки,  $M_{\text{с}} = 100$  т.

$$\mathcal{E}_{\text{тс}} = \frac{95000 \cdot 0,815 \cdot 3,50}{100} = 2709,87 \text{ руб/т.}$$

Затраты на кислород для выплавки 1 тонны стали составляют:

$$\mathcal{E}_{\text{кислород}} = P_{\text{кислород}} \cdot C_{\text{кислород}}, \quad (4.5)$$

где  $P_{\text{кислород}}$  – расход кислорода,  $P_{\text{кислород}} = 12,52$  м<sup>3</sup>/т;

$C_{\text{кислород}}$  – стоимость кислорода,  $C_{\text{кислород}} = 33,3$  руб/м<sup>3</sup>.

$$\mathcal{E}_{\text{кислород}} = 12,52 \cdot 33,3 = 416,9 \text{ руб/т.}$$

Стоимость сжатого воздуха для выплавки 1 тонны стали составляет:

$$\mathcal{E}_{\text{сж.возд.}} = P_{\text{сж.возд.}} \cdot C_{\text{сж.возд.}}, \quad (4.6)$$

где  $P_{\text{сж.возд.}}$  – расход сжатого воздуха,  $P_{\text{сж.возд.}} = 0,95$  м<sup>3</sup>/т;

$C_{\text{сж.возд.}}$  – стоимость 1 м<sup>3</sup> сжатого воздуха,  $C_{\text{сж.возд.}} = 109,70$  руб/м<sup>3</sup>.

$$\mathcal{E}_{\text{сж.возд.}} = 0,95 \cdot 109,70 = 104,22 \text{ руб/т.}$$

Определяем затраты на техническую воду:

$$\mathcal{E}_{\text{техн.вода}} = P_{\text{техн.вода}} \cdot C_{\text{техн.вода}}, \quad (4.7)$$

где  $P_{\text{техн.вода}}$  – расход технической воды,  $P_{\text{техн.вода}} = 85,0$  м<sup>3</sup>/т;

$C_{\text{техн.вода}}$  – стоимость технической воды,  $C_{\text{техн.вода}} = 4,53$  руб/м<sup>3</sup>.

$$\mathcal{E}_{\text{техн.вода}} = 85,0 \cdot 4,53 = 385,05 \text{ руб/т.}$$

Затраты на аргон для продувки стали составляют:

$$\mathcal{E}_{\text{аргон}} = P_{\text{аргон}} \cdot C_{\text{аргон}}, \quad (4.8)$$

где  $\mathcal{E}_{\text{аргон}}$  – стоимость аргона, руб/т;

$P_{\text{аргон}}$  – расход аргона,  $P_{\text{аргон}} = 6,0 \text{ м}^3/\text{т}$ ;

$C_{\text{аргон}}$  – стоимость аргона,  $C_{\text{аргон}} = 269,8 \text{ руб/ м}^3$ .

$$\mathcal{E}_{\text{аргон}} = 6,0 \cdot 269,8 = 1618,8 \text{ руб/т.}$$

Общая сумма затрат по расходу теплоэнергоресурсов составляет:

$$\mathcal{E}_{\text{общ}} = \mathcal{E}_{\text{те}} + \mathcal{E}_{\text{кислород}} + \mathcal{E}_{\text{сж.возд.}} + \mathcal{E}_{\text{техн.вода}} + \mathcal{E}_{\text{аргон}}, \quad (4.9)$$

$$\mathcal{E}_{\text{общ}} = 2709,87 + 416,9 + 104,22 + 385,05 + 1618,8 = 5235 \text{ руб/т}$$

Все цены указаны с учетом НДС.

#### 4.4.3 Расчёт штата работников и заработной платы

Численность персонала приведена в таблицах 4.5 и 4.6.

Таблица 4.5 – Штатное расписание рабочего персонала

Профессия	Тариф-ный разряд	Смены				Резерв на невыход	Резерв на отпуск	Списочный штат
		I	II	III	подмена			
<b>1 Шихтовое отделение</b>								
Шихтовщик	3	3	3	3	3	3	3	18
Крановщик	5	1	1	1	1	1	1	6
Ремонтный персонал	5	2	2	2	1	1	1	9
Термист	3	1	1	1	1	1	1	6
Мастер		1	1	1				3
Итого								42
<b>2 Сталеплавильный участок</b>								
Сталевар	6	1	1	1	1	1	1	6
1 подручный	5	1	1	1	1	1	1	6
2 подручный	4	1	1	1	1	1	1	6
3 подручный	4	1	1	1	1	1	1	6
Крановщик	5	1	1	1	1	1	1	6

Продолжение таблицы 4.5

Пультовщик	3	1	1	1	1	1	1	6
Каменщик-огнеупорщик	5	2	2	2	1	1	1	9
Мастер		1	1	1				3
Итого								48
3 Участок внепечной обработки								
Оператор	6	1	1	1	1	1	1	6
Ремонтный персонал	5	2	2	2	1	1	1	9
Крановщик	5	1	1	1	1	1	1	6
Разливщик	6	2	2	2	1	1	1	9
Мастер		1	1	1				3
Итого								33
Всего по цеху								147

Таблица 4.6 – Штатное расписание для ИТР и служащих

Должность	Численность
Начальник цеха	1
Заместитель начальника цеха по производству	1
Заместитель начальника цеха по оборудованию	1
Экономист	1
Референт	1
Бухгалтер	1
Начальник ООТиЗ	1
Начальник ОТК	1
Электрик цеха	2
Механик цеха	2
Технолог	2
Старший мастер	1
Табельщик	1

Тарифные ставки по разрядам приведены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Тарифные ставки по разрядам

Тарифная ставка	Разряд					
	3	4	5	6	7	8
	45,15	51,01	58,50	67,97	75,61	87,06

Расчет месячного заработка рабочего выполняется по данным:

- отработано: 176 ч/мес;
- премия (от зараб. платы): 40 %;
- вечерних (доплата 20 %): 40 ч/мес;
- ночных (доплата 20 %): 40 ч/мес;
- праздничных (от зараб. Платы 50 %): 8 ч/мес;
- доплата за вредность 24%;
- доплата за стаж (от зараб. платы): 80 %.

Расчет фонда заработной платы в 1 час рассчитывается по проекту на персонал производственных рабочих по средней тарифной ставке:

$$T_{\text{ср.ст}} = (T_{4p} \cdot Ч_{4p} + T_{5p} \cdot Ч_{5p} + T_{6p} \cdot Ч_{6p} + T_{7p} \cdot Ч_{7p} + T_{8p} \cdot Ч_{8p}) / Ч_{\text{общ.сп}}, \quad (4.10)$$

где  $T_{4p}$ ,  $T_{5p}$ ,  $T_{6p}$ ,  $T_{7p}$ ,  $T_{8p}$  – тарифные ставки 4, 5, 6, 7 и 8-го разряда соответственно;

$Ч_{4p}$ ,  $Ч_{5p}$ ,  $Ч_{6p}$ ,  $Ч_{7p}$ ,  $Ч_{8p}$  – численность работников 4, 5, 6, 7 и 8-го разряда соответственно;

$Ч_{\text{общ.сп}}$  – общесписочная численность рабочих.

$$T_{\text{ср.ст}} = 45,15 \cdot 30 + 51,01 \cdot 12 + 58,50 \cdot 66 + 67,97 \cdot 24 + 75,91 \cdot 9 / 147 = 55,37 \text{ руб/ч.}$$

Месячный заработок рабочего:

$$З_{\text{т.}} = 55,37 \cdot 176 = 9745,12 \text{ руб/мес;}$$

$$З_{\text{прем.}} = 0,4 \cdot 9025,31 = 3898 \text{ руб/мес;}$$

$$З_{\text{веч.}} = 0,2 \cdot 40 \cdot 55,37 = 442,96 \text{ руб/мес;}$$

$$З_{\text{ноч.}} = 0,2 \cdot 40 \cdot 55,37 = 442,96 \text{ руб/мес;}$$

$$З_{\text{празд.}} = 0,5 \cdot 8 \cdot 55,37 = 221,48 \text{ руб/мес;}$$

$$З_{\text{стаж.}} = 0,8 \cdot 9025,31 = 7796 \text{ руб/мес;}$$

$$З_{\text{вред.}} = 0,24 \cdot 176 \cdot 55,37 = 2338,83 \text{ руб/мес.}$$

Основная заработная плата без начисления районного коэффициента определяется по формуле:

$$ЗП_{осн} = ЗП_{ппр} + Д_{ночн} + Д_{веч} + Д_{пр} + Д_{вр} + ПР_{мес} ; \quad (4.11)$$

$$ЗП_{осн} = 9025,3 + 3610,1 + 442,96 + 442,96 + 221,78 + 5776,2 + 2338,8 = 24\ 885 \text{ руб./мес.}$$

Заработная плата с учётом районного коэффициента определяется по формуле:

$$ЗП_{мес} = ЗП_{осн} \cdot K_p, \quad (4.12)$$

где  $K_p$  – районный коэффициент (15 % к начисленной заработной плате).

$$ЗП_{мес} = 21\ 885 \cdot 1,15 = 25\ 168 \text{ руб./мес.}$$

Основной фонд оплаты труда рабочих составит:

$$ОФОТ_{раб} = 25\ 168 \cdot 147 = 3\ 699\ 659 \text{ руб./мес.},$$

где 147 – численность рабочих.

Зарплата управленческого персонала и специалистов составляет 20 % от фонда заработной платы рабочих. Основной фонд оплаты труда управленческого персонала и специалистов составит:

$$ОФОТ_{рук} = 3\ 699\ 659 \cdot 0,20 = 739\ 932 \text{ руб./мес.}$$

Таким образом, получаем среднемесячную заработную плату ИТР равной:

$$\frac{739932}{16} = 46245 \text{ руб./мес.}$$

Фонд заработной платы (ФЗП<sub>год</sub>) на всех рабочих за год составит:

$$ФЗП_{год} = (3\ 699\ 659 + 739\ 932) \cdot 12 = 53\ 275\ 092 \text{ руб./год.}$$

Затраты по ЗП на 1 тонну стали составляют:

$$З_{зп} = \frac{ФЗП_{год}}{B_r}; \quad (4.13)$$

$$З_{зп} = \frac{53275092}{768102} = 69,35 \text{ руб/т.}$$

Затраты на социальное страхование  $З_{стр}$  в месяц составляют 30 % ФЗП в месяц:

$$З_{стр} = \frac{53\ 275\ 092 \cdot 0,30}{768102} = 20,81 \text{ руб/т.}$$

#### 4.5 Расчет себестоимости 1 тонны стали

Полная себестоимость 1 тонны стали:

$$C_{\pi} = (5\,235 + 16\,913 + 20,81 + 69,35) \cdot 1,6 = 35\,581 \text{ руб./т.}$$

где 1,6 – коэффициент, учитывающий общезаводские и коммерческие расходы.

#### 4.6 Расчёт проектных технико-экономических показателей ЭСПЦ

Срок окупаемости капитальных вложений представляет собой период времени, в течение которого капитальные вложения на создание и внедрение новой техники возмещаются за счёт дополнительной или абсолютной прибыли от реализации новой техники [35].

Средняя цена сортамента 1 тонны стали  $C_c$  составит:

$$C_c = C_{\text{себест}} \cdot K_{\text{нп}} \text{ руб/т,} \quad (4.14)$$

$$C_c = 35581 \cdot 1,35 = 48034 \text{ руб/т.}$$

Валовая прибыль ( $P_p$ ):

$$P_p = (C_c - C_{\pi}) \cdot V_{\text{г}}, \quad (4.15)$$

где  $C_{\pi}$  – себестоимость 1 тонны стали, руб./т;

$V_{\text{г}}$  – фактическая годовая производительность стали по цеху, т/год;

$C_c$  – средняя цена сортамента стали за 1 тонну.

$$P_p = (48\,034 - 35\,581) \cdot 768\,102 = 9\,565\,174\,206 \text{ руб/год.}$$

Налог на прибыль ( $H_{\text{пр}}$ ):

$$H_{\text{пр}} = P_p \cdot 20 / 100; \quad (4.16)$$

$$H_{\text{пр}} = 9\,565\,174\,206 \cdot 20 / 100 = 1\,913\,034\,841 \text{ руб.}$$

Налог на имущество ( $H_{\text{им}}$ ):

$$H_{\text{им}} = KB \cdot CT_{\text{им}} / 100; \quad (4.17)$$

$CT_{\text{им}} = 2,2 \%$ .

$$H_{\text{им}} = 8\,615\,258\,425 \cdot 2,2 / 100 = 189\,535\,685 \text{ руб.}$$

Чистая прибыль ( $Pr_{\text{чист}}$ )

$$Pr_{\text{чист}} = P_p - H_{\text{пр}} - H_{\text{им}}. \quad (4.18)$$

$$Pr_{\text{чист}} = 9\,565\,174\,206 - 1\,913\,034\,841 - 189\,535\,685 = 7\,441\,675\,050 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяем по формуле:

$$T_{\text{ок}} = KB / Pr_{\text{чист}}, \quad (4.19)$$

$$T_{\text{ок}} = 8\,615\,258\,425 / 7\,441\,675\,050 = 1,1 \text{ года.}$$

Рентабельность производства определяется по формуле:

$$P_{\text{пр}} = \frac{P}{K} \cdot 100 \% \quad (4.20)$$

$$P = \frac{9\,565\,174\,206}{8\,615\,258\,425} \cdot 100 \% = 11,1 \%$$

Технико-экономические показатели представлены в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Технико-экономические показатели

Статьи	Проектные данные
1. Капитальные вложения в проект цеха, руб.	8 615 258 425
2. Суточная производительность, т/сут.	2 454
3. Производственная мощность, т/год	834 489
4. Годовая производительность, т/год	650000
5. Среднемесячная заработная плата, руб./мес	25 168
6. Годовой экономический эффект, руб./т	7 841 675 050
7. Себестоимость 1 тонны стали, руб.	35 581
8. Срок окупаемости, год	1,1

Исходя из технико-экономических показателей, делаем вывод о том, что строительство цеха экономически целесообразно.