

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
Проект электросталеплавильного цеха производительностью 800 тыс.т. жидкой стали в год в условиях ОАО «Ашинский металлургический завод» г. Аша

УДК _____

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10200	Файзулин Роман Рафаэльевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Родзевич А. П.	к.ф.-м.н.		

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		

Томск – 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	Файзулин Роман Рафаэлевич

Тема работы:

Проект электросталеплавильного цеха производительностью 800 тыс.т. жидкой стали в год в условиях ОАО «Ашинский металлургический завод» г. Аша	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	24.01.2016 г., №26/С.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	16.06.2016 г
--	--------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе (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.).	Проект строительства ЭСПЦ производительностью 800 тыс. т. жидкой стали в год в условиях ОАО «Ашинский металлургический завод» г. Аша.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (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).	Аналитический обзор литературы, Подбор и обоснование оборудования для выплавки и разлива стали.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	ФЮРА 200.017.001.000 План цеха ФЮРА 200.017.002.000 СБ ДСП-100 ФЮРА 200.017.003.000 ЛП Технологическая схема

	производства ФЮРА 200.017.004.000 ЛП Схема отбора и очистки газов ФЮРА 200.017.005.000 ЛП Техничко-экономические показатели
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Нестерук Дмитрий Николаевич
Социальная ответственность	Солодский Сергей Анатольевич
Иностранный язык	Ивушкина Наталья Владимировна
Норма контроль	Ибрагимов Егор Артурович
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Реферат	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	09.02.2016 г.
--	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Родзевич А.П.	к.ф.-м.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10200	Файзулин Р.Р.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»



Студенту:

Группа		ФИО	
10200		Файзулин Роман Рафаэльевич	
Институт	ЮТИ ТПУ	Кафедра	МЧМ
Уровень образования	специалист	Направление/специальность	150101 «Металлургия черных металлов»

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

1. Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР) / научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих

Материально-технические ресурсы:

Стальной лом – 7000 руб/т.,
 Ферросилиций ФС – 120000 руб/т.,
 Силикомарганец СМн – 88000 руб/т.,
 Алюминий – 135000 руб/т.,
 Кокс – 12000 руб/т.,
 Железная руда – 7900 руб/т.,
 Известь – 8500 руб/т.,
 Плавиновый шпат – 6100 руб/т.,
 Кварцит – 3000 руб/т.,
 Шамот – 10000 руб/т.

Энергетические ресурсы:

Электрическая энергия – 2308,5 руб/т.,
 Кислород технический – 46,5 руб.,
 Вода техническая – 168,72 руб.,
 Аргон технический – 84,5 руб/м³.,
 Тепловая энергия – 110,73 руб/Ткал.

Финансовые, информационные и человеческие ресурсы:

Виды доплат:

- ночное время – 40% тарифа;
 - доплата за праздничные дни – 100% тарифа;
 - переработка графика – 50% тарифа;
- Районный коэффициент применяется равным 1,15.

2. Нормы и нормативы расходования ресурсов:

Материально-технические ресурсы:

Стальной лом – 1009,12 кг/т.,
 Ферросилиций ФС – 1,332 кг/т.,
 Силикомарганец СМн – 12,744 кг/т.,
 Алюминий – 0,594 кг/т.,
 Кокс – 16,361 кг/т.,
 Железная руда – 19,67 кг/т.,
 Известь – 71,3 кг/т.,
 Плавиновый шпат – 9,937 кг/т.,
 Кварцит – 7,48 кг/т.,
 Шамот – 9,937 кг/т.

3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений	Общая система налогообложения: 1. Налог на прибыль – 20%, 2. Налог на имущество – 2%, 3. СВ=35%.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	
1. Основные показатели эффективности ИП (техничко-экономические показатели проекта)	

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	Файзулин Роман Рафаэлевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»



Студенту:

Группа	ФИО
10200	Файзулин Роман Рафаэльевич

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<i>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеословия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)	Вредные и опасные производственные факторы, возникающие при выплавке, внепечной обработки и разлива стали.
1. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	СП 2.2.1.1312-03 «Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий». СанПиН 2.2.1./2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов». ГН 2.2.5.1313-03 «Предельно-допустимые концентрации химических веществ в воздухе рабочей зоны». СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений». СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки». СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение». СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий». СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод»., ГН 2.2.5.1313-03 «Предельно-допустимые концентрации химических веществ в воздухе рабочей зоны».

	СанПиН 2.2.4.1191– 03 «Электромагнитные поля в производственных условиях». СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования». СанПиН 2.1.6.1032 – 01 «Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест». СанПиН 2.1.5.980 – 00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод». ФЗ РФ «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 №89.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<i>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)	Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.
<i>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</i> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.). Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).
<i>3. Охрана окружающей среды:</i> – защита санитарной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Вредные выбросы в атмосферу.

<i>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</i> – 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	Пожаробезопасность.
<i>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</i> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
Перечень графического материала:	
<i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</i>	Лист-плакат Схема отбора и очистки газов.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	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	Файзулин Роман Рафаэлевич		

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки, включающей в себя 153 страницы, 35 таблиц, 15 рисунков, 16 источников, 8 листов графического материала формата А1.

Ключевые слова: электросталеплавильный цех (ЭСПЦ), машина непрерывного литья заготовок (МНЛЗ), агрегат комплексной обработки стали (АКОС), дуговая сталеплавильная печь (ДСП), механизм, обработка, сталь.

Актуальность работы заключается в увеличении годовой производительности стали, повышении качества выпускаемой продукции и в снижении себестоимости производства.

Объектом исследования является электросталеплавильный цех, проектируемый в составе ОАО «Ашинский металлургический завод» г.Аша.

Целью работы является разработка проекта ЭСПЦ.

В разделе «Специальная часть» представлена технология выплавки и разливки стали марки 65Г, а так же подобрано оборудование для внепечной обработки стали.

В разделе «Социальная ответственность» приведены вредные и опасные факторы производства, воздействующие на человека и окружающую среду. Разработаны методы по снижению и предотвращению этих факторов.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» рассмотрено штатное расписание работающих сотрудников, фонды оплаты труда, были подсчитаны себестоимость металла, рентабельность предприятия, экономический эффект и срок окупаемости.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2010.

Abstract

Final qualifying work consists of the explanatory note, which includes 153 pages, 35 tables, 15 figures, 16 sources, 8 sheets of graphic material of an A1 format.

Keywords: electric steel-smelting shop (ESSS), machine continuous casting (CCM), the unit complex processing of steel (UCPS), electric arc furnace (EAF), mechanism, treatment, steel.

The relevance of the work is to increase the annual performance of steel, increase product quality and reduce production costs.

The object of study is steel melting shop, designed in the structure of JSC "Ashinskiy metallurgical works", Asha.

The aim of this work is the development of the project and hoists.

In the section "Special part" are the technology of smelting and casting of steel 65G, and matched equipment for ladle treatment of steel.

In the section "Social responsibility" given the harmful and dangerous production factors, influencing the person and the environment. Developed methods to reduce and prevent these factors.

In the section "Financial management, resource efficiency, and resource saving are considered, the staffing of employees, payroll funds were counted, the cost of the metal, enterprise profitability, economic impact and payback period.

Final qualifying work is executed in a text editor of Microsoft Word 2010.

Введение

Сталь в третьем тысячелетии по прежнему является основным конструкционным материалом. С развитием электрометаллургии повышается экономичное производство стали.

Ведущая роль в производстве качественной и высококачественной стали принадлежит электросталеплавильному способу. Благодаря ряду особенностей, принадлежащих данному способу, предоставляется возможность для получения разнообразного по составу высококачественного металла с низким содержанием серы, фосфора, кислорода и других вредных или нежелательных примесей и высоким содержанием легирующих элементов.

В настоящее время всё большее распространение получают методы внепечной обработки стали. Основными направлениями внепечной обработки являются: продувка металла инертными газами и порошкообразными материалами в ковше, обработка металла вакуумом, обработка металла синтетическим шлаком. Применение методов внепечной обработки ведёт к сокращению нахождения металла в печи (т.к. операции раскисления, легирования и доводки стали по химическому составу переносятся в агрегаты внепечной обработки), а следовательно сокращается время плавки; наблюдается улучшение качества выплавляемой стали.

В связи с развитием технологии и технологического оборудования изменяются объёмно-планировочные решения при проектировании электросталеплавильных цехов. Современный электросталеплавильный цех представляет собой сложное хозяйство из многих объектов, связанных между собой в единый технологический комплекс.

1. Общая часть

1.1 Техничко-экономическое обоснование

Машиностроительный комплекс является ведущим и крупнейшим среди межотраслевых комплексов российской экономики. На его долю приходится около 1/5 объема производимой продукции и 1/3 всех работающих в народном хозяйстве страны. Доля машиностроения в отраслевой структуре промышленности России составляет 19 %. В настоящее время машиностроение России состоит из 19 крупных комплексных отраслей и более 100 подотраслей и производств.

В состав отрасли входят: металлургическое машиностроение, горное, подъемно-транспортное машиностроение, тепловозостроение и путевое машиностроение, вагоностроение, дизелестроение, котлостроение, турбостроение, атомное машиностроение, полиграфическое машиностроение, а также металлообработка. [8]

Одной из основных конструкционных марок стали, из которых изготавливают износостойкие детали машин, является марка 65Г. Так же применяется для изготовления пружин, рессор, упорных шайб, тормозных лент, фрикционных дисков, шестерней, фланцев, корпусов подшипников, зажимных и подающих цанг.

Производство данной марки стали позволит сохранить и расширить присутствие ОАО «Ашинский металлургический завод» на внутреннем и внешнем рынках, путём повышения объемов производимой продукции и реализации ее как в Российской Федерации так и за ее пределами.

Проектируемый электросталеплавильный цех предполагается соорудить в Челябинской области в городе Аша. Данный цех будет входить в состав ОАО «Ашинский металлургический завод».

ОАО «Ашинский металлургический завод» – компактное, современное, многопрофильное производство, входящее в пятерку лучших поставщиков толстолистого проката из углеродистых, низколегированных,

конструкционных и легированных марок сталей. Более 80 % листопрокатной продукции реализуется на внутреннем рынке России [17]. Завод представляет собой металлургический комплекс с полным производственным циклом, начиная с подготовки железорудного сырья и заканчивая глубокой переработкой черных металлов [18].

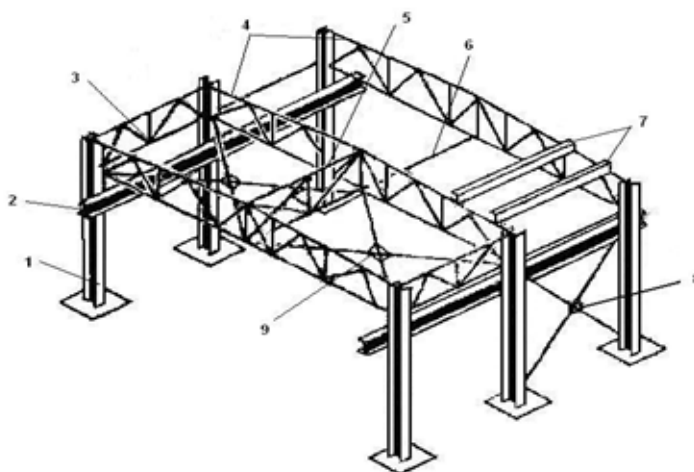
Завод расположен на берегу реки Сим и имеет доступ к основным транспортным магистралям России в Уральском Федеральном округе.

Территория данного металлургического завода находится на хорошей инженерно-геологической, гидрогеологической площадке, которая позволяет строительство проектируемого цеха.

Данный цех будет создан по новейшим технологиям, что позволит производить сталь высокого качества и на неё будет возложено меньше затрат, что позволит произвести дешевую продукцию.

1.2 Общая характеристика здания цеха

Конструкция здания в значительной мере зависит от вида применяемого внутрицехового транспорта [8]. Основным видом внутрицехового транспорта сталеплавильного цеха являются электрические краны. Проектируемый цех каркасного типа (рисунок 1).



1 – колонны; 2 – подкрановые балки; 3 – вертикальные 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 – Элементы стального каркаса

Каркас воспринимает на себя внешние воздействия окружающей среды на здание (ветер, снег), внутренние эксплуатационные нагрузки, собственную массу элементов здания и давления грунта на подземные части здания. К несущим элементам относятся фундаменты, колонны, стропильные и подстропильные фермы, подкрановые балки [8].

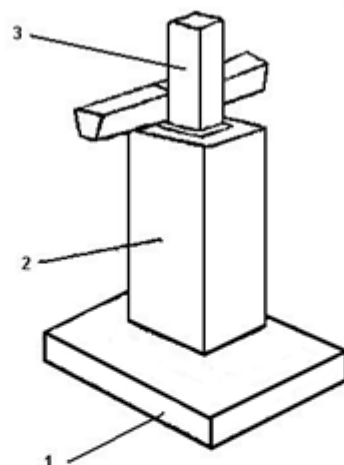
Дополнительную жёсткость каркаса обеспечивают подкрановые балки, на которых укладывают рельсы мостовых кранов. Также к горизонтальным связям относят «ветровые фермы», установленные в торцах зданий на уровне

подкрановых балок или нижнего пояса строительных ферм. При колебаниях температуры наружного воздуха каркас здания изменяет свои размеры. Это приводит к появлению дополнительных напряжений в конструктивных элементах каркаса, что при чрезмерно больших деформациях грозит нарушением его несущей способности. Такое же воздействие оказывает неравномерная осадка здания из-за неоднородности грунтов на площадке застройки или из-за резко выраженной разницы в нагрузке на основание. Для предупреждения этих явлений в каркасе здания предусмотрены деформационные швы (температурные, усадочно-сейсмические) [8].

1.2.1 Элементы конструкции здания

Для здания характерны одиночные столбчатые фундаменты под несущие колонны (рисунок 2).

Фундаментные балки. Для опоры самонесущих и навесных стен по периметру здания по обрезах фундамента укладывают фундаментные балки или рандбалки, изготовленные из железобетона [9]. Фундаментная балка уложена так, что её верхняя грань выше уровня грунта, но ниже чистого пола на 30 мм. Такое расположение балки позволяет не допустить касания грунта стенами и таким образом предотвращает их от сырости, устройства дверей и ворот без порогов (рисунок 2) [8].



1 – монолитный фундамент (подошва); 2 – подколонник;
3 – железобетонная колонна.

Рисунок 2 – Фундамент под отдельно стоящие колонны

Подкрановые балки. Подкрановые балки с уложенными на них рельсами образуют пути движения мостовых кранов [10]. Подкрановые балки придают каркасу дополнительную жёсткость, так как они прочно соединены с колоннами.

Колонны – основной элемент несущего каркаса одноэтажного здания. Они опираются на фундаменты и в свою очередь являются опорами для несущих конструкций покрытия, для подкрановых балок.

В колоннах различают верхнюю часть, надколонник, на который опираются несущие конструкции покрытия: основной стержень, по которому передаются нагрузки от покрытия и кранов [5]. Выделяется башмак (база) передающий нагрузку колонны на фундамент. Они расположены на 500–600 мм ниже пола.

Колонны располагаются строго по разбивочным осям, исключением являются промежуточные колонны – фахверка стен здания. В зависимости от расположения в каркасе различают средние колонны, устанавливаемые в

продольных рядах многопролётных зданий между смежными параллельными пролётами[9].

Крайние колонны устанавливаются вдоль наружных продольных стен. В нашем случае установлены двухветвевые колонны (рисунок 3).

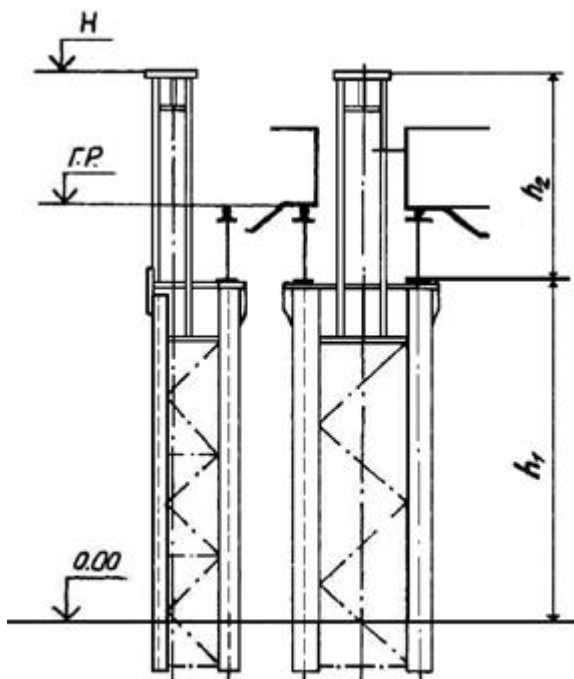


Рисунок 3 – Стальные колонны

Стропильные фермы. Стропильные фермы несут покрытие здания. Применяем стропильные фермы с параллельными поясами. Верхний и нижний пояс имеет уклон 8 % , что компенсирует провисание конструкции при эксплуатации. Наружные стены совместно с покрытиями защищают внутреннее пространство здания от внешних воздействий [8]. Для устройства несущих стен использованы кирпич, крупные и мелкие блоки; самонесущих из кирпича, мелких блоков или панелей.

Так как торцевые стены испытывают большие нагрузки, то для обеспечения их устойчивости сооружают дополнительный каркас жесткости, расположенный в плоскости стен [8]. Он состоит из железобетонных стальных ригелей. Данный дополнительный каркас жесткости называют фахверком. Так

как цех является цехом с избыточным тепловыделением, то стены устроены из стальных волнистых и ребристых листов (лёгкие стены).

Стропильная ферма сделана из стальных уголков, широкополочных тавров, соединяемых в узлах электросваркой, в верхней части которой находится аэрационный фонарь (рисунок 4) [9].

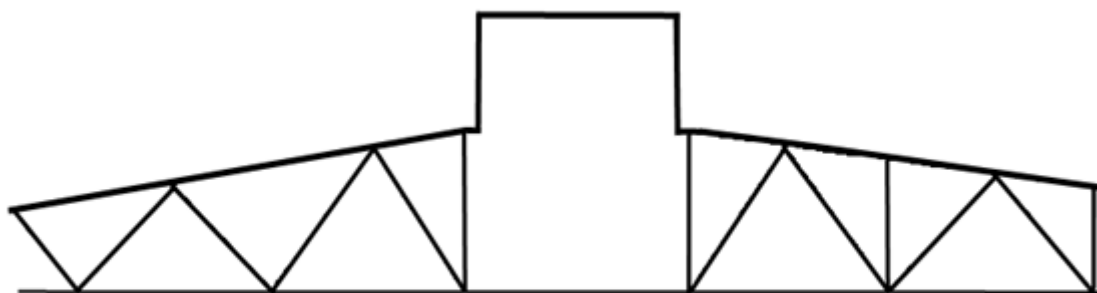


Рисунок 4 – Стропильная ферма.

Листы навешены на ригели фахверка внахлест.

Чтобы не допустить случайные повреждения, цокольная часть легких стен выполнена из бетонных панелей.

Ворота предназначены для проезда автотранспорта. Для прохода рабочего персонала в створах ворот размещают двери.

Для создания оптимального микроклимата проемы в цехе оборудуются воздушно тепловыми завесами [8].

1.2.2 Транспорт электросталеплавильного цеха

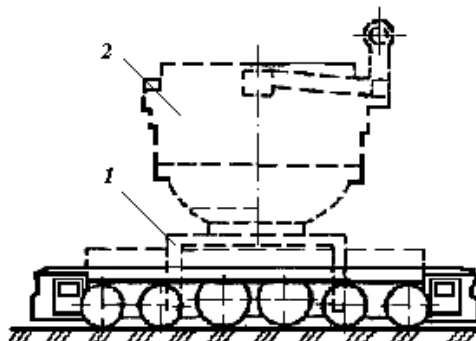
Перевозки связаны с обеспечением ЭСПЦ металлошихтой, ферросплавами, шлакообразующими добавками, огнеупорами и другими материалами.

Промышленный транспорт металлургического предприятия разделяют на внутренний и внешний. Внешний транспорт, автомобильный, обеспечивает

доставку в цехи металлургического предприятия материалов от внешних источников снабжения. В качестве внутрицехового и междоцехового транспорта используют железнодорожный, автомобильный, непрерывный транспорт [8].

В проектируемом цехе применяются:

1. Автомобильный транспорт – предназначен для внутризаводских перевозок грузов с центральных складов и отделений металлургического предприятия в цех. Он характеризуется большой маневренностью по сравнению с железнодорожным транспортом, дает возможность сократить площади, создавать компактные схемы грузоперевозок [8]. Автомобильным транспортом, осуществляющим доставку металлошихты в цех, является автобадьевоз (рисунок 5).



1 – подставка; 2 – бадья загрузочная

Рисунок 5 – Автобадьевоз

Автошлаковоз (рисунок 6) осуществляет вывоз скаченного шлака в отдел переработки шлака.

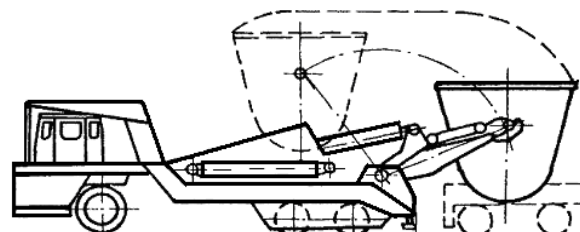


Рисунок 6 – Автошлаковоз. Схема перестановки заполненной шлаковой чаши

2. Пневматический транспорт – предназначен для транспортировки тонко измельченных и зернистых материалов по трубам в смеси с воздухом. Материалы перемещаются в результате сообщения им скорости движущимся потоком воздуха. Этот способ применяется, в основном, для вдувания различных материалов в сталь при внепечной обработке. Под давлением воздуха по трубам транспортируют калиброванную тару (патрон) с пробами металла от печи в экспресс-лабораторию центральной заводской лаборатории (пневмопочта) [8].

3. Непрерывный транспорт. К этому виду транспорта относятся конвейеры, которые используют для подачи сыпучих в бункерный пролёт ЭСПЦ [9].

1.2.3 Подготовка и транспортировка металлошихты, сыпучих и других материалов в ЭСПЦ

Вся подготовка шихты производится в отделении подготовки лома (ОПЛ). Шихта доставляется автомобильным и непрерывным транспортом.

ОПЛ расположено на расстоянии 0,5 км от ЭСПЦ. Загруженные бады из ОПЛ доставляются на автобадьевозах к проёму рабочей площадки и далее переставляются в установку подогрева лома с помощью мостового крана.

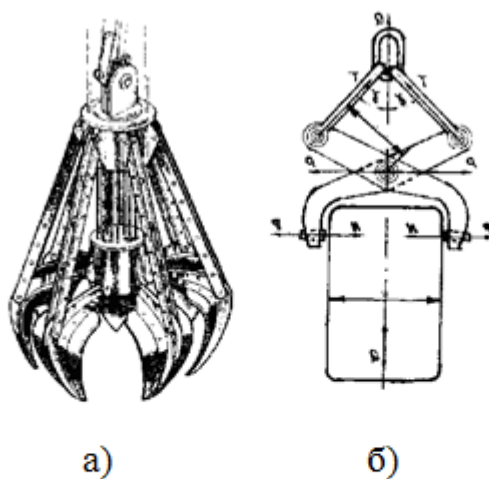
Достоинства этого варианта – сокращение транспортных расходов, уменьшение опасности задержки подачи шихты при перевозке, сокращение перегрузок лома. Доставка лома к печи автобадьевозом делает систему обеспечения шихтой очень гибкой.

Стальной и чугунный лом, предназначенный для переплава в плавильной печи, регламентируется по габаритам, насыпной плотности и массе отдельных кусков.

Крупногабаритный лом, имеющий в сечении более 500 мм, разбивают на специальных установках – копрах. Крупногабаритные стальные массивы (санины, козлы, ковши с металлом), которые не могут быть разбиты копром и

не поддаются ножничной резке, разделяются взрывным способом с применением взрывчатых веществ [7].

При работе с немагнитной мелкой обрезью и стружкой применяют многочелюстной грейфер типа «Полип», при погрузке штучных немагнитных кусков – клещевой захват (рисунок 7) [10].



а – многочелюстный грейфер, б – клещевой захват с кернами.

Рисунок 7 – Устройство для загрузки немагнитной шихты

Для резки металлического лома в виде прутков применяют аллигаторные ножницы, с электромеханическим приводом. Для разделки сортового металла, металлоконструкций применяют огневую резку. Резка высоколегированных сталей, а также чугуна осуществляется кислородно-флюсовым способом [7].

1.3 Организация работ в цехе

Главное здание электросталеплавильного цеха (ЭСПЦ) состоит из следующих пролетов: печного, бункерного, внепечной обработки стали, МНЛЗ, а также пролета оборудования МНЛЗ. Вместо традиционного шихтового пролета имеется отделение по подготовке и погрузке лома (ОПЛ), которое располагается в отдельно стоящем здании. Бадью с шихтой подают к проемам площадки печного пролета автобадьевозом.

1.3.1 Печной пролет

Работа печного пролета подчинена выполнению следующих операций: доставка и загрузка в печь металлошихты, шлакообразующих и ферросплавов; заправка печей, доставка электродов и организация их наращивания по мере расхода; организация уборки шлака, выпуск жидкого металла в сталеразливочный ковш, организация капитальных, холодных и горячих ремонтов печи [8].

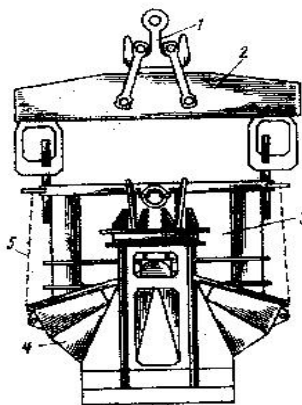
В печном пролете установлена одна дуговая сталеплавильная печь с эркерным выпуском металла, вместимостью 100 т, оснащенная трансформатором мощностью 95 кВА. Печь расположена на фундаменте.

Для обслуживания печи выстраивают рабочую площадку, представляющую собой металлическую конструкцию из опорных колонн, продольных и поперечных балок и настила. Настил делается из железобетонных плит.

Высота рабочей площадки над нулевой отметкой составляет 8 м. На рабочей площадке расположен пост управления печью, устройство для свинчивания электродов, установка подогрева лома. Рабочая площадка должна быть достаточно просторной, но в тоже время её размеры должны быть минимальные из-за экономии стоимости здания. По длине рабочая площадка не доходит до торцов печного пролёта, следовательно, мостовые краны могут

обслуживать нулевую отметку пролёта, где размещаются стенды для ремонта свода печи и их хранение, кожухи ДСП [9].

Доставка металлошихты осуществляется из ОПЛ в саморазгружающихся бадьях с грейферным днищем (рисунок 8) на автобадьевозах. Загрузка бадей в ОПЛ производится контейнерами.



1 – крюк; 2 – траверса; 3 – корпус; 4 – челюсти; 5 – канаты.

Рисунок 8 – Завалочная саморазгружающаяся бадья с грейферным днищем

В печном пролете саморазгружающиеся бадьи поднимаются завалочным мостовым краном на рабочую площадку и устанавливаются в установку предварительного подогрева лома. При наличии тяжеловесной шихты завалку печи производят в один прием, при наличии легковесной шихты обычно в середине расплавления проводят подвалку шихты [12]. Загрузка шихты в печь при отвернутом своде осуществляется завалочным краном. После загрузки шихты завалочный кран устанавливает бадью на автобадьевоз, который возвращается в ОПЛ.

Доставка шлакообразующих материалов и ферросплавов в печной пролет осуществляется из бункеров по трубопроводам, расположенных в бункерном пролете.

Сталь выпускают в сталеразливочный ковш с помощью эркера. Сталеразливочный ковш размещается на самоходном стелевозе, оборудованном

взвешивающим устройством.

Шлаки, образующиеся при расплавлении и в окислительном периоде, удаляются из печи через рабочее окно самотеком. Подачу шлаковой чаши под печь и транспортировку наполненных чаш из печного пролета в шлаковое отделение осуществляют автошлаковозами, которые оснащены устройством для погрузки, кантовки и разгрузки шлаковых чаш.

Печь размещена в шумо-пылезащитной камере, оснащенной раздвижными створками для подачи завалочной бадьи с шихтой, воротами для въезда сталевоза и автошлаковоза, а также калитками для входа внутрь камеры обслуживающего персонала.

Газы при работе печи отсасываются через сводовый патрубок непосредственно из рабочего пространства, от шумо-пылезащитной камеры и от зонта, расположенного над шумо-пылезащитным кожухом. Отсос от последнего включается лишь во время завалки шихты, отсос от камеры на этот период отключается. Все тракты газоудаления соединяются в один общий, и газы поступают в оборудование для подогрева лома, а затем на газоочистку, оснащенную электрическими фильтрами.

Заправка печей осуществляется после предварительной очистки откосов и подины от оставшегося шлака порошкообразными материалами заправочной машиной [7].

Подача к печи электродов и их наращивание осуществляются с помощью завалочного крана. В ЭСПЦ для наращивания электродов применяют специальные станки, которые располагаются рядом с печью.

1.3.2 Бункерный пролет

Подача сыпучих и ферросплавов в расходные бункера осуществляется по наклонному транспортеру (который соединяет склад и бункерный пролет) на горизонтальный транспортер бункерного пролета. Затем через вибропитатели шлакообразующие материалы поступают на весы-дозаторы и далее по

горизонтальному транспортеру направляются в распределительную воронку и по труботечкам в ДСП, АКОС или ковш.

1.3.3 Пролет внепечной обработки стали

Современный электросталеплавильный цех, выплавляющий широкий сортамент конструкционных марок стали, должен оснащаться агрегатами, способными проводить внепечную обработку стали при атмосферном давлении и в вакууме. В технологическом потоке внепечная обработка является промежуточным звеном между электропечью и МНЛЗ [8].

В пролете внепечной обработки стали имеется один АКОС, оснащенный трайб-аппаратом, и один циркуляционный вакууматор. Так же в пролёте располагаются стенды для осмотра и ремонта ковшей, ломки и изготовления новой футеровки сталеразливочных ковшей и стенды для их сушки.

Сталь выпускают в ковш расположенный на стелевозе, который перевозит в пролёт внепечной обработки, затем мостовым краном ковш переставляют на поперечные пути АКОСа. После обработки на АКОСе сталь, по необходимости, подвергают вакуумной обработке на циркуляционном вакууматоре. Для этого, мостовым краном пролета внепечной обработки ковш переставляют на стелевоз, расположенный на поперечных путях вакууматора

АКОС выполняет практически все технологические операции: раскисление, легирование, десульфурация, вдувание порошкообразных материалов, подогрев металла, продувка нейтральными газами.

Наличие в цехе АКОСа позволяет выпускать металл из печи с более низкой температурой, не ограничивать продолжительность обработки и выдержки металла. Он оснащён комплектом устройств для ввода порошковой проволоки с помощью трайб-аппарата, системой бункеров и дозаторов для ферросплавов и сыпучих материалов, устройство для отбора проб для химического анализа металла и шлака, измерения температуры, окисленности шлака, подачи в сталь нейтральных газов [8].

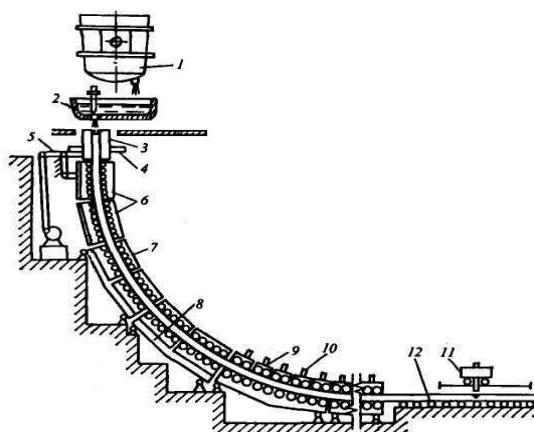
Циркуляционный вакууматор представляет собой универсальную установку. Она может обслуживать сталеплавильные агрегаты различной вместимости. Также характеризуется незначительным охлаждением металла за время обработки, высокой эффективностью при дегазации. Так как в камере находится часть обрабатываемого металла, мощность вакуумных насосов невелика, что очень важно при обработки плавов большой массы [8].

Пролёт внепечной обработки обслуживается разливочными кранами грузоподъемностью – 160/63/20.

1.3.4 Раздаточный пролет

Этот пролет предназначен для проведения разливки металла на МНЛЗ для получения заготовок и передачи шлаковых чаш. Здесь также размещен подъемно-поворотный стенд МНЛЗ.

В пролете установлена одна слябовая двухручьевая МНЛЗ радиального типа (рисунок 9).



- 1 – сталеразливочный ковш; 2 – промежуточный ковш; 3 – кристаллизатор;
4 – опорная рама кристаллизатора; 5 – механизм качения кристаллизатора;
6, 7, 9 – секции роликовой проводки; 8 – опорные балки; 10 – механизм прижатия
и перемещения роликов; 11 – газорезка; 12 – рольганг

Рисунок 9 – Схема радиальной слябовой МНЛЗ

Преимущества данного типа МНЛЗ – это меньшая высота, что снижает стоимость сооружения МНЛЗ и здания цеха; возможность повышения скорости разливки, поскольку газорезку можно установить далеко от кристаллизатора и благодаря этому допустимо существенное увеличение глубины лунки жидкого металла в слитке.

При непрерывной разливке жидкий металл заливают в промежуточный ковш, а из него в кристаллизатор МНЛЗ. Затвердевание заготовок происходит непрерывно в кристаллизаторе и в зоне вторичного охлаждения по мере вытягивания заготовки из кристаллизатора тянущими валками [8].

Раздаточный пролёт обслуживается разливочными кранами грузоподъемностью – 160/63/20, которые передают сталеразливочные ковши со сталевозов на МНЛЗ. По окончании разливки они переливают шлак из сталеразливочных ковшей в шлаковую чашу и далее подают ковш на очистку от шлака.

1.3.5 Пролет МНЛЗ

В пролете МНЛЗ размещены тележки с промежуточными ковшами, тянуще-правильные клетки, машина газовой резки, стенды для ломки и кладки футеровки промковшей, установки для сушки и охлаждения промковшей, яма для окалины.

Краны участвуют в монтаже и демонтаже клеток, подают и убирают с рабочей площадки промковши и др. Пролёт обслуживается кранами грузоподъемностью – 160/50/20 т.

1.3.6 Пролет оборудования МНЛЗ

В этом пролете находится участок хранения и настройки технологического оборудования МНЛЗ, сталкиватель и стенды для готовой продукции.

В пролете оборудования МНЛЗ формируются пакеты заготовок от всех

ручьев работающей машины. Здесь размещен сталкиватель. С его помощью клейменные заготовки собираются в один пакет. Далее их транспортируют с помощью крана на стенды готовой продукции.

Так же здесь происходит предварительная отделка заготовок – осмотр заготовок, их кантовка, дефектоскопия, зачистка.

Пролет оснащен кранами с лапами на траверсе грузоподъемностью 16 т.

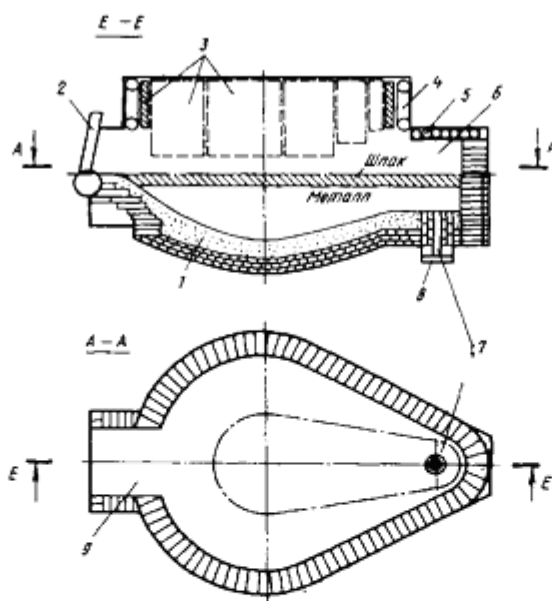
1.4 Описание конструкции и оборудования печи

В проекте используется дуговая сталеплавильная печь вместимостью 100 т. Печь с эркерным выпуском металла.

ДСП состоит из рабочего пространства с тремя электродами, токоподводами и механизмами, обеспечивающими наклон печи, удерживания и перемещения электродов и отворачивания свода.

1.4.1 Рабочее пространство печи

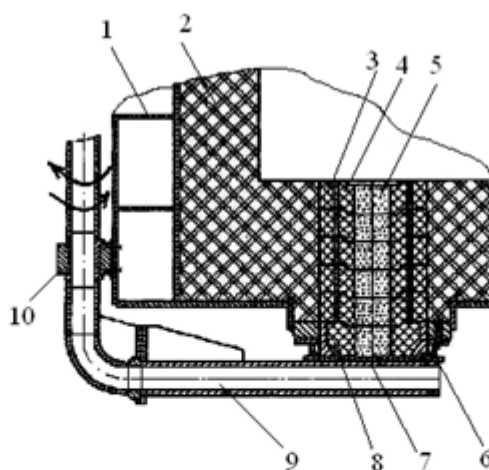
Печь с эркерным выпуском (рисунок 10) имеет с противоположной от рабочего окна стороны выступ (эркер), в котором во время плавки находятся металл и шлак.



- 1 – утолщенный набивной слой пода; 2 – заслонка; 3 – стеновая панель;
4 – трубчатый каркас стен; 5 – сводик эркера; 6 – эркер;
7 – сталевыпускное отверстие; 8 – запорная пластина; 9 – рабочее окно

Рисунок 10 – Рабочее пространство печи с эркерным выпуском

В дне эркера размещено сталевыпускное отверстие. Дно с отверстием расположено на такой высоте, что для слива металла достаточен наклон печи на $10-12^\circ$. Стены эркера выложены из магнезитового кирпича, дно выполнено так же, как и под печи; сверху эркер закрыт съемным трубчатым водоохлаждаемым сводиком, при снятии которого обеспечивается доступ сверху к выпускному отверстию. После выпуска очередной плавки его перекрывают снизу графитовой плитой (рисунок 11) [16].



- 1 – корпус эркера; 2 – футеровка эркера; 3 – наружные кольца;
 4 – внутренние кольца; 5 – засыпка; 6 – плита; 7 – запорная пластина;
 8 – гнездовой кирпич; 9 – рычаг системы привод

Рисунок 11 – Запорное устройство печи с эркерным выпуском

Прижатие графитовой плиты обеспечивается рычагом, который может быть отвернут от отверстия в сторону. Для выпуска стали, отводят рычаг с графитовой плитой, из отверстия высыпается магнезитовый порошок и сталь вытекает через отверстие без шлака.

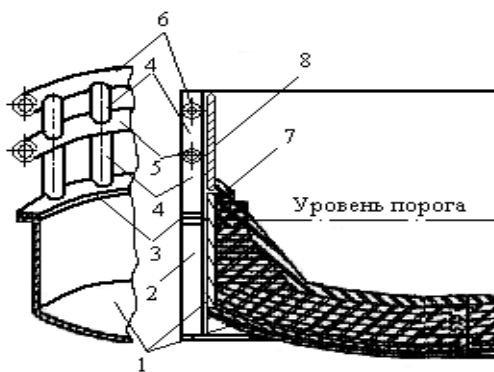
Когда в ковше оказывается необходимое количество металла, печь возвращается в исходное положение, выпускное отверстие при этом остается открытым. Сверху с рабочей площадки печи отверстие промывают струей кислорода. Оставшийся в отверстии застывший металл удаляют снизу. Для этого под печью смонтирована убирающаяся рабочая площадка, позволяющая

осматривать и обслуживать выпускное отверстие. После обслуживания отверстия затвор закрывают и сверху в отверстие засыпают огнеупорную смесь MgO , SiO_2 и 10 % Fe_2O_3 . Операция обслуживания выпускного отверстия продолжается не более 3 мин.

Срок службы внутренней кладки отверстия составляет 200 плавов. Срок службы графитовых колец, установленных непосредственно на выпуске в нижней части отверстия, 20–30 плавов. Срок службы колец увеличивается, если они изготовлены из смеси магнезита с графитом. Замена футеровки отверстия проводится в течение 2 часов, замена колец на выходе – в течение 20–30 мин. Полное опорожнение печи с эркерным выпуском для осмотра и заправки подины осуществляется один раз в неделю [16].

1.4.2 Корпус электропечи

Кожух – это часть корпуса, расположенная выше порога рабочего окна. Кожух состоит из двух частей: нижняя часть, является опорой кладки пода, её делают из стальных листов, и верхняя часть (выше порога рабочего окна), является опорой стеновых водоохлаждаемых панелей, её изготавливают в виде решетчатого каркаса (рисунок 12).



- 1 – нижняя часть кожуха; 2 – ребро жёсткости (стальная пластина);
3 – фланец; 4, 5, 6 – трубы; 7 – кладка низа стен; 8 – стеновая водоохлаждаемая панель

Рисунок 12 – ДСП с водоохлаждаемыми стенами

Кожух изготавливается сварным из листовой стали. Для увеличения жесткости кожух снабжают вертикальными и горизонтальными ребрами. Толщина ребер обычно равна толщине кожуха.

Часть корпуса печи, расположенную ниже порога рабочего окна, относят к днищу. Наиболее рациональная форма днища является сферическая. Разъем корпуса выполнен по уровню порога.

В кожухе имеется отверстие под рабочее окно. Рабочее окно делают таких размеров, чтобы обеспечить возможность свободно вводить муфту завалочной машины, извлекать из печи обломки электродов, проводить горячий ремонт футеровки.

Для увеличения жесткости корпуса вырезы обрамляют листами или литыми рамами.

Для уплотнения печи и предотвращения просачивания дымовых газов между кожухом и сводовым кольцом печь оборудована песочным затвором, представляющим собой кольцеобразный желоб с песком, в который погружен кольцеобразный нож сводового кольца. Песочный затвор совмещен с кожухом [11].

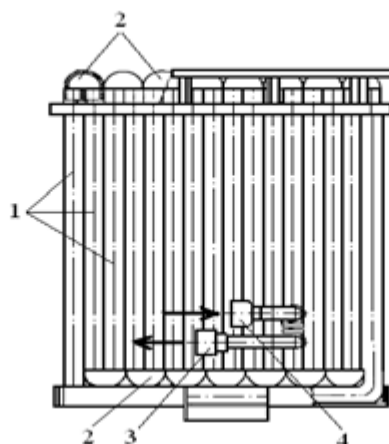
1.4.3 Стеновые панели

Внутри решетчатого каркаса стен по всему его периметру закреплены водоохлаждаемые панели, каждая из панелей имеет самостоятельный подвод и отвод воды от общего коллектора. Подключение панелей к коллекторам осуществляется металлорукавами при помощи быстроразъемных соединений [16].

На ДСП используются трубчатые стеновые панели конструкции фирмы «Krupp» (рисунок 13).

Трубчатые панели изготавливают из стальных труб диаметром 80 мм с толщиной стенки 15 мм. В конструкции трубчатых панелей ряд вертикальных труб соединяют штампованными переходами.

Данный вид стеновых панелей является наиболее предпочтительным. Во-первых, целесообразность их применения определяется возможностью получения высоких скоростей движения воды и отсутствием застойных участков. Во-вторых, они пригодны для работы с увеличением давления в системе охлаждения с целью получения на выходе из панели воды более высокой температуры (до 120°C) и возможности полезного использования отводимого из печи тепла.



1 – ряд параллельных труб; 2 – переходники; 3 и 4 – патрубки для отвода и подвода охлаждающей воды

Рисунок 13 – Водоохлаждаемая стеновая панель конструкции фирмы «Krupp»

На печах с эркерным выпуском площадь, занимаемую панелями, удастся увеличить до 89 %. При установке стеновых водоохлаждаемых панелей объем рабочего пространства печи увеличивается на 10–30 % (по сравнению с футерованными стенами), что позволяет уменьшить количество подвалок шихты или снизить требования к насыпной плотности лома.

Расход электроэнергии при использовании стеновых панелей, увеличивается до 10 кВт·ч/т на плавку. Но при этом наблюдается снижение более чем на 50 % расхода огнеупоров для футеровки стен и некоторое уменьшение расхода электродов, вследствие понижения температуры в

свободном пространстве печи. Кроме того, при использовании стеновых панелей существенно уменьшается длительность плавки за счет высокой средней подводимой мощности, а также и длительность холодных и горячих ремонтов футеровки стен. При использовании водоохлаждаемых стеновых панелей улучшаются условия работы футеровки нижней части стен (стойкость увеличивается до 500 плавков вследствие охлаждающего воздействия панелей).

Важное значение для обеспечения безаварийной работы печи имеет расположение стеновой панели относительно футеровки откосов. При наружном расположении панелей появляется возможность отвода воды в случае утечки за пределы печи (рисунок 14).

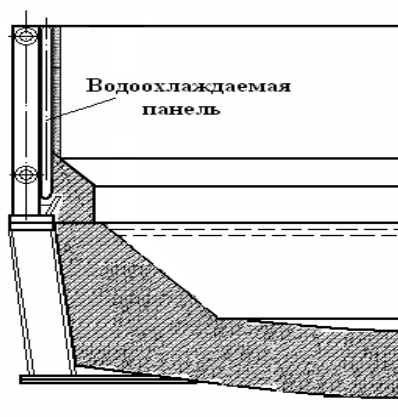


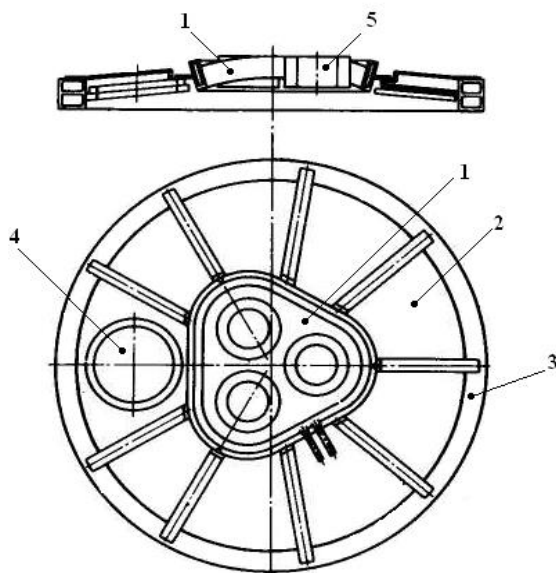
Рисунок 14 – Установка водоохлаждаемых панелей

Наиболее рациональным способом закрепления панелей является установка их на верхнее кольцо каркаса печи. Для этого панели снабжаются опорными сегментами. При такой установке панелей обеспечивается возможность быстрой их замены при аварийном выходе из строя [7].

1.4.4 Водоохлаждаемый свод

Повышение мощности ДСП привело к увеличению тепловой нагрузки на свод и снижению срока его службы. Поэтому, в настоящее время на современных сверх мощных печах применяют комбинированные своды (рисунок 15), т.е. периферийную часть изготавливают водоохлаждаемой из

металла, а центральную, через которую проходят электроды, из огнеупорного кирпича, чтобы предотвратить возможное короткое замыкание между электродами и металлической водоохлаждаемой частью свода. Центральную часть футеруют магнезитохромитовым или хромомагнезитовым кирпичом.



1 – центральная футерованная часть свода; 2 – водоохлаждаемая панель;
3 – водоохлаждаемое опорное кольцо; 4 – отверстие под газоотводящей
патрубок; 5 – отверстие под электрод

Рисунок 15 – Комбинированный свод с центральной частью
дельтовидной формы

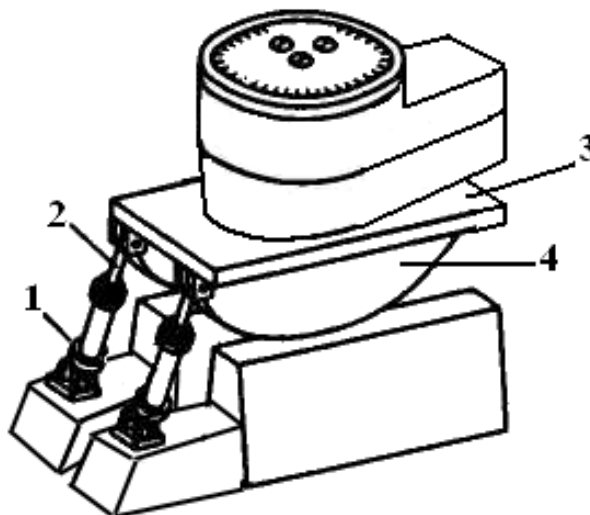
Наибольшая площадь охлаждения свода обеспечивается при выполнении центральной части дельтовидной формы, при этом удастся выполнить водоохлаждаемой 80–95 % всей поверхности свода.

Опорное кольцо центрального огнеупорного свода охлаждается индивидуально из коллектора периферийной части свода. На каждой панели рекомендуется, кроме обычных элементов подвески, выполнять защелки, гарантирующие закрепление панели в случае разрушения болтов. Каждая секция свода снабжается термopарами, установленными на выходе воды из панели свода. Температура воды до свода измеряется в подводящем

коллекторе. Показания этих термопар, так же как и разность температур на входе и выходе, регистрируются на пульте управления печью. Разность температур воды на входе в панель и выходе из нее обычно составляет 17°C и может колебаться в пределах 10°C [7].

1.4.5 Опора печи и механизм ее наклона

Для опоры корпуса печи на фундамент и для наклона печи на $10\text{--}12^{\circ}$ при сливе металла служит люлька. Она выполнена в виде горизонтальной сварной коробчатой плиты с двумя опорными сегментами. Механизм наклона печи с гидравлическим приводом (рисунок 16).



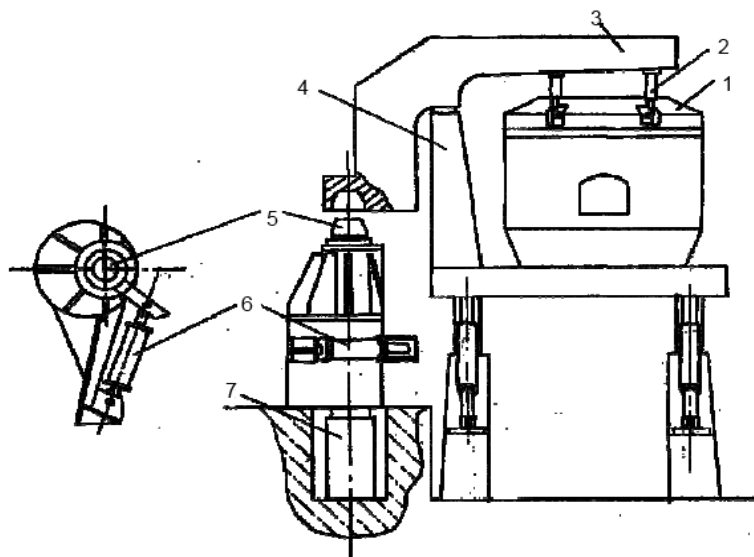
1 – гидроцилиндр наклона печи; 2 – шток гидроцилиндра; 3 – люлька;
4 – опорные сегменты

Рисунок 16 – Механизм наклона печи с гидравлическим приводом

Под давлением в гидроцилиндры подается жидкость, вызывающая выдвижение штоков. При выдвижении штоков, опорные сегменты люльки перекачиваются по горизонтальным фундаментным балкам опорных станин печи, что вызывает наклон печи [7].

1.4.6 Механизм подъема и поворота свода

Механизм подъема и поворота свода предназначен для подъема свода на 300 мм и отворота его. Исполнительным механизмом является поршневой гидроцилиндр (рисунок 17).



1 – свод; 2 – подвеска; 3 – полупортал; 4 – тумба;
5 – опорно-поворотный вал; 6 – гидроцилиндр поворота; 7 – гидроцилиндр
подъема

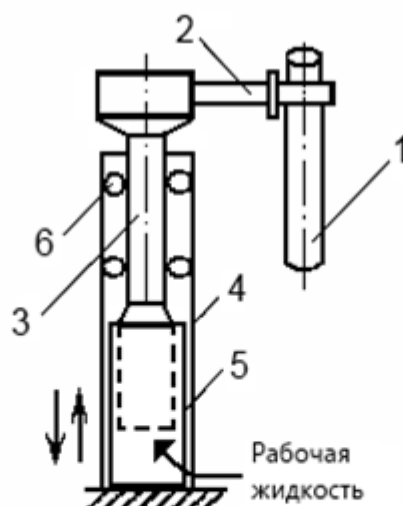
Рисунок 17 – Механизм подъёма и поворота свода с гидравлическим приводом

Гидравлическая блокировка позволяет поворачивать свод только при подъёме его на 300 мм. Поднятый свод поворачивается на опорно-поворотном валу. Механизм поворота свода осуществляет поршневой гидроцилиндр. Шток гидроцилиндра соединен при помощи серьги с упором, прикрепленным к клиновидному рычагу, который в свою очередь соединен с хомутом, жестко прикрепленным к опорно-поворотному валу .

1.4.7 Механизм для зажима и перемещения электрода

Каждый электрод имеет свой независимый механизм зажима и перемещения. Механизм состоит из рукава электрододержателя и устройств, обеспечивающих перемещение его с электродом в вертикальном направлении.

Применяется механизм перемещения электрода с телескопической стойкой (рисунок 18).



- 1 – электрод; 2 – рукав электрододержателя; 3 – подвижная стойка;
4 – неподвижная стойка; 5 – гидроцилиндр; 6 – направляющие ролики

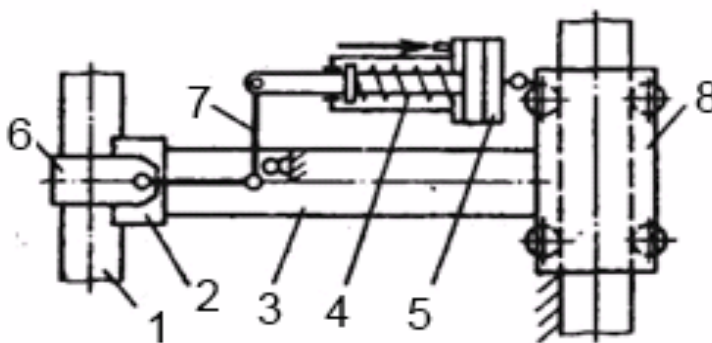
Рисунок 18 – Механизм перемещения электрода

Рукав электрододержателя закреплен на подвижной стойке, перемещающейся внутри полой вертикальной неподвижной стойки. Электрододержатель служит для зажима и удержания электрода в заданном положении и для подвода к нему тока. Для предотвращения выскальзывания электродов, конструкция электрододержателя должна обеспечивать плотный зажим электрода. Электрододержатель должен быть достаточно жестким, чтобы не прогибаться под тяжестью электрода и исключать вибрации.

Механизм зажима электрода должен создавать постоянное независимое от внешних условий (различное тепловое расширение электрода и корпуса

электрододержателя) усилие зажима, обеспечивать ход подвижной части корпуса на 20–50 мм для отжима с целью изменения длины.

Электрод прижат к токоведущей колодке с помощью хомута за счет усилия пружины, передаваемого рычажной системой (рисунок 19).



1 – электрод; 2 – колодка; 3 – рукав электрододержателя; 4 – пружина; 5 – пневмоцилиндр; 6 – хомут; 7 – система рычагов; 8 – каретка.

Рисунок 19 – Механизм зажима электрода

При подаче воздуха в пневмоцилиндр хомут смещается влево, освобождая электрод

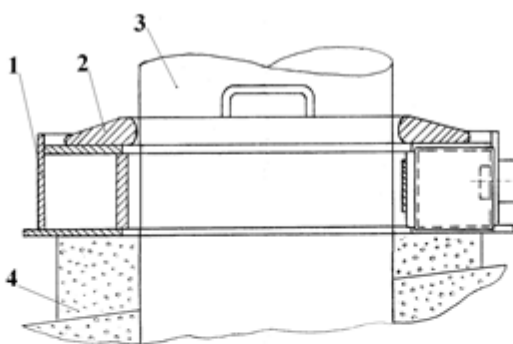
Хомут прижимает электрод с усилием, достаточным для предупреждения его проскальзывания [7].

1.4.8 Экономайзеры

Через зазоры между электродами и огнеупорной кладкой свода из печи выходят печные газы, нагретые до высокой температуры. Если не принимать специальных мер по уплотнению этих зазоров, то цех окажется загазованным и в тоже время из печи с газами уносится много тепла. Это увеличивает расход электроэнергии, приводит к подосу в печь холодного атмосферного воздуха через эти зазоры.

Особенно сильно газы, выбивающиеся через не плотности у электродов, влияют на расход электродов: за счет тепла газов и вследствие передачи тепла теплопроводностью от погруженной в печь части электрода, его выступающая над сводом часть разогревается до температуры, превышающей 500°C и интенсивно окисляется. При этом непосредственно у свода электрод быстро утоняется, и в этом сечении возрастают плотность тока и потери на сопротивление, что вызывает прогрессирующий разогрев электрода и его окисление.

Для того чтобы предотвратить интенсивное окисление электродов, уменьшить количество проходящего через печь воздуха и сократить тепловые потери с газами, электродные отверстия уплотняют с помощью специальных устройств – экономайзеров (рисунок 20).



1 – кольцо уплотнительное нижнее; 2 – кольцо уплотнительное верхнее;
3 – электрод; 4 – футерованная часть свода

Рисунок 20 – Экономайзер

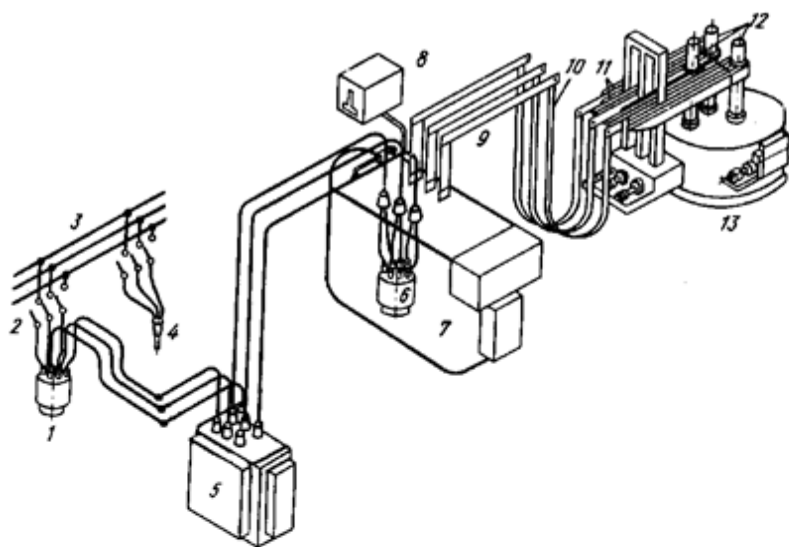
Экономайзер состоит из изготовлен из водоохлаждаемой коробки. Диаметр экономайзеров выполнен на 30 мм больше диаметра электрода [7].

1.5 Электрическое оборудование и работа ДСП

1.5.1 Электрическая схема ДСП

ДСП являются мощными потребителями электроэнергии, которая поступает на металлургический завод по высоковольтным линиям электропередачи (ЛЭП) на главную понижающую подстанцию цеха.

На рисунке 21 показана схема электропечной установки ДСП, состоящей из печи и электропечной подстанции.



- 1 – высоковольтный выключатель; 2 – высоковольтный разъединитель;
3 – шины высокого напряжения; 4 – высоковольтный кабель; 5 – реактор;
6 – выключатель, шунтирующий реактор; 7 – печной трансформатор;
8 – бак-расширитель; 9 – шины низкого напряжения; 10 – гирлянда гибких кабелей; 11 – разводка шин, расположенных на электрододержателе печи;
12 – графитированные электроды; 13 – ДСП

Рисунок 21 – Схема электропечной установки

Высоковольтный разъединитель необходим для отключения электропечной установки от шин высокого напряжения на время ремонта печи, механического и электрического оборудования.

Напряжение от высоковольтного распределительного устройства по линии подаётся к печной подстанции, в которой размещается понижающий печной трансформатор и вспомогательное электрооборудование.

Уменьшенный до 280 В ток подаётся непосредственно к ДСП. Сила тока на этом участке электропечи 10 тыс. А, вследствие чего на участке от печного трансформатора до электродов имеют место значительные потери мощности. Для уменьшения этих потерь печную подстанцию максимально приближают к ДСП, а участок цепи от трансформатора до электродов делают более короткой.

Печной трансформатор служит для преобразования электроэнергии высокого напряжения в энергию низкого напряжения.

Трансформатор состоит из трёх обмоток высокого напряжения, выполненных из медного провода относительно небольшого сечения и трёх обмоток низкого напряжения, выполненных из шин большого сечения.

Над трансформатором установлен соединённый с ним расширительный бочек, в котором содержится резерв масла. Этим обеспечивается постоянное заполнение маслом всего объёма трансформатора и уменьшается поверхность соприкосновения масла с воздухом. В случае повреждения или оголения обмоток происходит разложение масла с выделением газа. О появлении газов в трансформаторе сигнализирует газовое реле, установленное в верхней части бака трансформатора. Газовое реле при появлении небольшого количества газов – продуктов разложения масла подаёт предупредительный сигнал. Для ограничения силы токов короткого замыкания в трансформатор встроен дроссель, включение и выключение которого осуществляется специальным шунтирующим контактором [11].

1.5.2 Устройство короткой сети

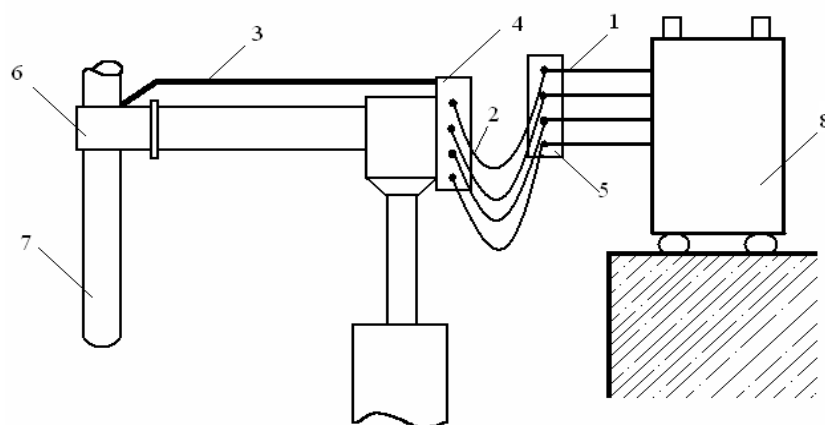
Короткая сеть является одним из важнейших участков в электрическом контуре электропечной установки.

Короткая сеть – это совокупность проводников, соединяющих низковольтные выводы печного трансформатора с рабочей зоной ДСП (рисунок 22).

Жесткий участок токоподвода выполняется медными трубами с водяным охлаждением.

Гибкая часть короткой сети изготавливают из водоохлаждаемых кабелей. Длина гибкого участка должна обеспечивать возможность наклона печи и подъема и опускание электрода.

Токоподводящие трубы от подвижного башмака к электроду изготавливают из меди, внутри они водоохлаждаемые.



- 1 – жесткая часть токоподвода; 2 – гибкая часть токоподвода;
3 – токоподводящие трубы; 4 – подвижный башмак; 5 – неподвижный башмак;
6 – головка электродержателя; 7 – электрод; 8 – трансформатор

Рисунок 22 – Короткая сеть

Подвижный и неподвижный башмаки предназначены для соединения жесткой части с гибкой частью и гибкой части с токоподводящими трубами. Башмак – это медная доска со специальными креплениями.

Короткая сеть состоит из трёх участков: медных труб с водяным охлаждением; гибкого токоподвода и медных токоподводящих труб, по которым ток подается непосредственно к электродам [11].

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Технико-экономическое обоснование строительства цеха

Проектируемый цех будет построен в г.Аша, Челябинской области на Ашинском металлургическом заводе.

Ашинский металлургический завод расположен на берегу реки Сим и имеет доступ к основным транспортным магистралям России в Уральском Федеральном округе.

Одной из основных конструкционных марок стали, из которых изготавливают износостойкие детали машин, является марка 65Г. Так же из нее изготавливают пружины, рессоры, упорные шайбы, тормозные ленты, фрикционные диски, шестерни, фланцы, корпуса подшипников, зажимные и подающие цанги.

Производство данной марки стали позволит сохранить и расширить присутствие ОАО «Ашинский металлургический завод» на внутреннем и внешнем рынках, путём повышения объемов производимой продукции.

Проектируемый сортамент продукции:

1. Углеродистая качественная конструкционная ГОСТ 1050-74 – 300 тыс.т\год;

2. Низколегированная конструкционная ГОСТ 1050-74 – 250 тыс.т\год;

3. Хромокремне-маргацевая ГОСТ 4543-71 – 250 тыс.т\год.

Производительность цеха 800 тыс.т в год жидкой стали. Цех проектируется с учетом всех последних достижений в электросталеплавлении:

- установка на печь сверхмощного трансформатора;
- применение эркерного выпуска металла;
- внепечная обработка на агрегате комплексной обработки стали (АКОС);
- разливка металла на машине непрерывного литья заготовок (МНЛЗ).

4.2 Расчёт основных фондов цеха и вложения при его строительстве

Смета капитальных вложений на строительство цеха представлена в таблице 28.

Таблица 28 – Смета капитальных вложений на строительство цеха

Наименование	Кол-во единиц	Цена единицы, руб	Полная стоимость, руб	Норма амортизации, %	Годовая сумма амортизации, руб
№	1	2	3	4	5
<i>1. Здания</i>					
Главный корпус	1	1824904500	1824904500	3,7	67521467
Бытовые помещения	1	72996000	72996000	3,7	2700852
Всего по зданиям			1897900500		70222319
<i>2. Сооружения</i>					
Газоочистное	2	8704418	17408836	4,7	818215
Трансформаторная	2	7474337	14948674	4,7	702588
Прочее		5564060	5564060	4,7	261511
Всего по сооружениям			37921570		1782314
<i>3. Рабочее оборудование</i>					
ДСП-100	1	354594000	354594000	6,7	23757798
Вакууматор	1	151841600	151841600	6,7	10173387
АКОС	1	189605600	189605600	6,7	12703575
МНЛЗ	1	335072200	335072200	6,7	22449837
АСУ МНЛЗ	1	2739225	3245982	6,7	217481
Устройство подогрева лома	1	145380550	145380550	6,7	9740497
Стальковш	9	953000	8577000	11,1	952047
Шлаковая чаша	5	361800	1809000	11,1	200799
Бадья завалочная	3	1850200	5550600	11,1	616117
Промежуточный ковш	2	764000	1528000	11,1	169608
Сталевоз	3	511645	1534935	10,5	161168
Автошлаковоз	2	1258900	2517800	10,5	264369
Автобадьевоz	1	1447410	1447410	10,5	151978
Всего по рабочему оборудованию			1202704677		81558661
<i>4. Крановое оборудование</i>					
Кран 180+62/20 т	2	8424685	16849370	5,8	977264
Кран160+63/20 т	4	6387205	25548820	5,8	1481832
Кран 160+50/20 т	2	4173880	8347760	5,8	484170
Кран 16 т	2	2543440	5086880	5,8	295039
Таль электрическая 3,2 т	1	98700	98700	5,8	5725
Всего по крановому оборудованию			55931530		3244030
Всего			3194458277		156807324

Капитальные вложения в проект цеха составляют:

$$KB=3194458277 \cdot 1,2=3833349932 \text{ руб,}$$

где 1,2 – коэффициент непредвиденных расходов.

4.3 Расчёт производственной мощности

Продолжительность ремонтов печей следующая:

– капитальные ремонты $T_{к.р.}=7$ сут;

– холодные ремонты $T_{х.р.}=8$ сут;

– горячие ремонты $T_{г.р.}=30$ сут.

Номинальное время работы составляет:

$$T_{ном.}=T_{кол.}-(T_{к.р.}+T_{х.р.}), \quad (97)$$

где $T_{кол.}$ – количество дней в году, сут.

$$T_{ном.} = 365 - (7+8) = 350 \text{ сут.}$$

Фактическое время работы:

$$T_{ф.}=T_{ном.}-T_{г.р.} \quad (98)$$

$$T_{ф.}=350-30=320 \text{ сут.}$$

Суточная производительность печи в фактические сутки составляет:

$$N_{сут.} = \frac{24 \cdot Q_c \cdot K_g}{T_{пл}}, \quad (99)$$

где Q_c – масса садки печи, т;

K_g – выход годного, %;

$T_{пл}$ – длительность плавки, ч.

$$N_{сут.} = \frac{24 \cdot 100 \cdot 0,96}{0,903} = 2551,5 \text{ т/сут.}$$

Таблица 29 – Производственные показатели цеха.

Показатели	Индекс	Проектные данные
Мощность трансформатора, кВА	W	95000
Масса садки, т	Q_c	100
Баланс времени, сут: – капитальные простои	$T_{к.р.}$	7

Продолжение таблицы 29		
– холодные простои	$T_{х.р.}$	8
– горячие простои	$T_{г.р.}$	30
– фактическое время работы	$T_{ф}$	320
– календарное время	$T_{к}$	365
Длительность плавки, ч	$T_{пл}$	0,903
Количество плавов в фактические, шт	$n_{пл}$	26
Суточная производительность цеха, т/сут	$N_{сут}$	2551,5
Годовая производительность, т/год	$B_{г}$	816480
Производственная мощность цеха, т/год	M	887478,3

Фактическую годовую производительность стали по цеху, определяем по формуле:

$$B_{г} = N_{сут} \cdot n_{п} \cdot T_{ф}, \quad (100)$$

где $n_{п}$ – количество печей в цехе, шт.

$$B_{г} = 2551,5 \cdot 1 \cdot 320 = 816480 \text{ т.}$$

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

$$M = B_{г} / K_{н.м.} = 816480 / 0,92 = 887478,3 \text{ т.}$$

4.4 Планирование показателей по труду и заработной плате

При планировании заработной платы принимаем сдельно-премиальную и повременно-премиальную формы оплаты.

Таблица 30 – Штатное расписание рабочего персонала.

Участок и профессия	Калькуляционная группа	Тарифный разряд	Расстановка по сменам					Резерв на отпуск	Резерв на невыходы	Списочный штат
			Смены			В сутки	Итого с подменой			
			I	II	III					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.Печной пролет										
Ремонтный персонал	сд	4	4	4	4	12	11	1	1	13
Огнеупорщик	сд	5	3	3	3	9	10	1	1	12
Сталевар печи	сд	7	1	1	1	3	4	1	1	6
1-ый подручный	сд	6	1	1	1	3	4	1	1	6
2-ой подручный	сд	5	1	1	1	3	4	1	1	6
3- ий подручный	сд	4	1	1	1	3	4	1	1	6
Пультовщик	сд	4	2	2	2	6	7	1	1	10
Машинист крана	сд	5	2	2	2	6	7	1	1	10
Всего			14	14	14	45	51	8	8	69
2.Бункерный пролет										
Шихтовщик	сд	3	3	3	3	9	10	1	1	12
Машинист крана	сд	4	1	1	1	3	4	1	1	6
Всего			4	4	4	12	14	2	2	18
3. Пролет внепечной обработки										
Оператор сталевоза	сд	5	3	3	3	9	10	1	1	12
Огнеупорщик	сд	5	3	3	3	9	10	1	1	12
Шлаковщик	сд	3	3	3	3	9	10	1	1	12
Оператор циркуляционного вакууматора	сд	7	2	2	2	6	7	1	1	10
Подручный оператора	сд	6	2	2	2	6	7	1	1	9
Оператор АКОСа	сд	7	1	1	1	3	4	1	1	6
Сталевар АКОСа	сд	6	1	1	1	3	4	1	1	6
1-ый подручный сталевара	сд	5	1	1	1	3	4	1	1	6
2-ой подручный сталевара	сд	4	1	1	1	3	4	1	1	6
Машинист крана	сд	6	2	2	2	6	7	1	1	10
Всего			17	17	17	57	60	10	10	89
4.Пролет МНЛЗ										
Оператор слябовой	сд	6	6	6	6	18	19	1	1	21

Продолжение таблицы 30										
Оператор системы гидравлики и охлаждения	сд	5	3	3	3	9	10	1	1	12
Оператор разливочного поста	сд	5	1	1	1	3	4	1	1	6
Машинист крана	сд	6	2	2	2	6	7	1	1	10
Ремонтный персона	сд	4	4	4	4	12	13	1	1	15
Бригадир газорезчик	сд	7	2	2	2	6	6	1	1	8
Оператор газорезки	сд	6	2	2	2	6	6	1	1	8
Всего			21	21	21	60	65	7	7	80
<i>5. Участок сборки ковшевых затворов</i>										
Ковшевой(бригадир)	сд	4	1	1	1	3	4	1	1	6
Ковшевой	сд	4	4	4	4	12	13	1	1	15
Слесарь ремонтник	сд	6	3	3	3	9	10	1	1	12
Всего			8	8	8	24	27	3	3	33
<i>6. Пролет литой заготовки</i>										
Машинист крана	сд	6	2	2	2	6	7	1	1	10
Обработчик поверхности заготовок	сд	5	3	3	3	9	10	1	1	12
Всего			5	5	5	15	17	2	2	22
<i>7. Участок газоочистки и вентиляции</i>										
Оператор по обслуживанию пылегазоулавливающих установок	сд	4	3	3	3	9	10	1	1	12
Всего			3	3	3	9	10	1	1	12
<i>8. Участок сточных вод</i>										
Аппаратчик ХВО	сд	4	3	3	3	9	10	1	1	12
Всего			3	3	3	9	10	1	1	12
Итого по цеху										335

Таблица 31 – Штатное расписание для ИТР и служащих

Должность	Число работников, чел	Калькуляционная группа
Начальник цеха	1	ИТР
Заместитель начальника цеха по оборудованию	1	ИТР
Заместитель начальника цеха по производству	1	ИТР
Начальник БТиЗ	1	ИТР
Начальник техбюро	1	ИТР
Начальник ПДБ	1	ИТР
Бухгалтер	1	ИТР
Экономист	1	ИТР
Нормировщик	1	ИТР
Старший мастер электропечи	3	ИТР
Старший мастер печь-ковш	3	ИТР
Старший мастер МНЛЗ	3	ИТР

Продолжение таблицы 31		
Начальник электрооборудования	1	ИТР
Электрик	3	ИТР
Начальник механической службы	1	ИТР
Механик	3	ИТР
Инженер-технолог	3	ИТР
Табельщик	1	ИТР
Секретарь	1	ИТР
Завхоз	1	ИТР
Итого	32	

Таким образом, списочный состав работающих в цехе составляет 367 человек, из которых 335 сдельщиков и 32 работника ИТР.

Основная заработная плата включает все выплаты за работу и доплаты связанные с пребыванием рабочего на производстве.

Дополнительная зарплата включает все выплаты не связанные с работой, но предусмотренные законом.

Виды доплат:

- ночное время – 40 % тарифа;
- доплата за праздничные дни – 100 %;
- переработка графика – 50 % тарифа;

Районный коэффициент принимается равным 1,15.

Таблица 32 – Тарифные ставки по разрядам

Тарифная ставка, руб/ч	Разряд			
	4	5	6	7
	36,45	38,67	45,75	50,32

Для расчёта средней заработной платы принимаем, что в цехе средний разряд шестой, тогда тарифная ставка будет равна 45,75 рублей. Исходные данные для расчёта заработной платы приведены в таблице 32.

Таблица 32 – Исходные данные

Разряд	Тарифная ставка	Отработано часов			
		всего	ночных	вечерних	праздничных
6	45,75	192	64	32	8

Заработная плата по тарифной ставке за месяц определяется по формуле:

$$ЗП_{\text{тпр}} = ТС \cdot K_{\text{час}} \cdot K_{\text{вп}}, \quad (101)$$

где $ЗП_{\text{тпр}}$ – часовая тарифная ставка, руб/ч;

$K_{\text{час}}$ – количество отработанных часов в месяц;

$K_{\text{вп}}$ – коэффициент, учитывающий выполнение плана.

$$ЗП_{\text{тпр}} = 45,75 \cdot 192 \cdot 1 = 8784 \text{ руб./мес.}$$

Доплата за работу в ночное время $Д_{\text{ночн}}$, рассчитывается по формуле:

$$Д_{\text{ночн}} = K_{\text{ч.ночн}} \cdot ТС \cdot K_{\text{н}}, \quad (102)$$

где $K_{\text{ч.ночн}}$ – количество отработанных ночных часов в месяц;

$ТС$ – тарифная ставка, руб;

$K_{\text{н}}$ – коэффициент, учитывающий доплату за работу в ночное время (40 % к тарифной ставке,

$$Д_{\text{ночн}} = 64 \cdot 45,75 \cdot 0,40 = 1171,2 \text{ руб./мес.}$$

Доплата за работу в вечернее время $Д_{\text{веч}}$, рассчитывается по формуле:

$$Д_{\text{веч}} = K_{\text{ч.веч}} \cdot ТС \cdot K_{\text{веч}}, \quad (103)$$

где $K_{\text{ч.веч}}$ – количество отработанных вечерних часов в месяц;

$K_{\text{веч}}$ – коэффициент, учитывающий доплату за работу в вечернее время (20 % к $ТС$).

$$Д_{\text{веч}} = 32 \cdot 45,75 \cdot 0,2 = 292,8 \text{ руб./мес.}$$

Доплата за работу в праздничные дни $Д_{\text{пр}}$, рассчитывается по формуле:

$$Д_{\text{пр}} = K_{\text{ч.пр}} \cdot ТС \cdot K_{\text{пр}}, \quad (104)$$

где $K_{\text{ч.пр}}$ – количество отработанных праздничных часов в месяц;

$K_{\text{пр}}$ – коэффициент, учитывающий доплату за работу в праздничные дни (100 % к $ТС$).

$$Д_{пр}=8\cdot45,75\cdot1=366 \text{ руб./мес.}$$

Доплата за вредность $Д_{вр}$, рассчитывается по формуле:

$$Д_{вр}=K_{час}\cdot TC\cdot K_{вр}, \quad (105)$$

где $K_{вр}$ – коэффициент, учитывающий доплату за вредность (24 % к TC).

$$Д_{вр}=192\cdot45,75\cdot0,24=2108,16 \text{ руб./мес.}$$

Премия за месяц $ПР_{мес}$, определяется по формуле:

$$ПР_{мес}=TC\cdot K_{час}\cdot K_{п} \quad (106)$$

где $K_{п}$ – коэффициент, учитывающий размер премии (50 %).

$$ПР_{мес}=192\cdot45,75\cdot0,50=4392 \text{ руб./мес.}$$

Основная заработная плата без начисления районного коэффициента определяется по формуле:

$$ЗП_{осн}=ЗП_{ппр}+Д_{ночн}+Д_{веч}+Д_{пр}+Д_{вр}+ПР_{мес}, \quad (107)$$

$$ЗП_{осн}=8784+1171,2+292,8+366+2108,16+4392=17114,16 \text{ руб.}$$

Заработная плата с учётом районного коэффициента определяется по формуле:

$$ЗП_{мес}=ЗП_{осн}\cdot K_{р}, \quad (108)$$

где $K_{р}$ – районный коэффициент (20 % от $ЗП_{мес}$).

$$ЗП_{мес}=17114,16\cdot1,15=19681,28 \text{ руб.}$$

Основной фонд оплаты труда рабочих составит:

$$ОФОТ_{раб}=ЗП_{мес}\cdot Ч_{р};$$

где $Ч_{р}$ – численность рабочих, равная 335 человек.

$$ОФОТ_{раб}=19681,28\cdot335=6593230,14 \text{ руб./мес.}$$

Зарплата управленческого персонала и специалистов составляет 10 % от фонда заработной платы рабочих. Основной фонд оплаты труда управленческого персонала и специалистов составит:

$$\text{ОФОТ}_{\text{рук}} = 6593230,14 \cdot 0,10 = 659323,014 \text{ руб/мес.}$$

Таким образом, получаем среднемесячную заработную плату ИТР равной:

$$\frac{659323,014}{33} = 20603,84 \text{ руб/мес.}$$

Фонд заработной платы (ФЗП') на всех рабочих за год составит:

$$\text{ФЗП}' = (6593230,14 + 659323,014) \cdot 12 = 87030637,85 \text{ руб/год.}$$

4.5 Расчёт себестоимости продукции

4.5.1 Расчёт статьи материалов

Таблица 33 – Проектная калькуляция себестоимости одной тонны стали марки 65Г

Статья затрат	Проектный вариант		
	Норма расхода, кг/т	Цена за 1кг, руб.	Сумма,руб.
<i>1. Заданное сырьё и основные материалы</i>			
Стальной лом	1009,12	7,0	7063,84
СМн20	12,744	88,0	1121,472
ФС75	1,332	120,0	409,24
Алюминий	0,594	135,0	159,84
Итого	1023,79		8754,392
<i>2. Флюсы</i>			
Кокс	16,361	12,0	196,332
Железная руда	19,67	7,90	155,393
Известь	71,3	8,50	606,05
Плавиковый шпат	9,937	6,10	60,6157
Кварцит	7,48	3,0	22,44
Шамот	9,937	10,0	99,37
Итого	134,685		1140,20
Всего затрат на материалы			9894,592

Амортизация основных фондов:

$$a = \frac{A}{B_r} = \frac{156807324}{887478,3} = 78,254 \text{ руб/т}, \quad (109)$$

где A – годовая сумма амортизации;

B_r – производительность цеха.

Фонд оплаты труда:

$$\Phi OT = \frac{\Phi ЗП}{B_r} = \frac{87030637,85}{887478,3} = 98,065 \text{ руб/т}, \quad (110)$$

где $\Phi ЗП$ – фонд заработной платы по цеху.

Отчисление на социальные нужды составляет 30 % от $\Phi ЗП$.

$$CH = \Phi ЗП \cdot \frac{0,3}{B_r} = 87030637,85 \cdot \frac{0,3}{887478,3} = 29,42 \text{ руб.}$$

Цеховые расходы Π_p составляют 380 % от заработной платы работников
в год:

$$\Pi_{p.год} = \frac{\Phi ЗП \cdot 380}{100},$$

$$\Pi_{p.год} = \frac{87030637,85 \cdot 380}{100} = 3307164238,3 \text{ руб/год}$$

Цеховые расходы Π_p в год на 1 тонну стали определяются по формуле:

$$\Pi_p = \frac{\Pi_{p.год}}{B_c} \quad (111)$$

$$\Pi_p = \frac{3307164238,3}{887478,3} = 3726,47 \text{ руб.}$$

4.5.2 Расчёт статьи теплоэнергоресурсов

Рассчитываем стоимость электроэнергии на выплавку 1 тонны стали:

$$C_{э} = \frac{S \cdot k \cdot Z_{ед}}{Q_c} \quad (112)$$

$$\frac{95000 \cdot 2,7 \cdot 0,9}{100} = 2308,5 \text{ руб/т,}$$

где $S=95000$ – номинальная мощность трансформатора, МВА;
 $k=0,9$ – коэффициент использования мощности трансформатора;
 $Z=2,7$ – стоимость 1 кВт потребляемой электроэнергии;
 $Q=100$ – масса садки, т.

Определяем стоимость теплоэнергии, т.е. расход пара на 1 тонну (для просушки ковшей):

$$B_{т.эн} = P \cdot Z_{т.эн} \quad (113)$$

где $P=0,385$ – расход пара, Гкал/т;
 $Z_{т.эн}=287,6$ – стоимость теплоэнергии, руб.

$$B_{\text{т.эп}}=0,385 \cdot 287,6=110,73 \text{ руб.}$$

Затраты на кислород для выплавки 1 тонны стали составляют:

$$Z = R_{\text{o}_2} \cdot S \quad (114)$$

где $R_{\text{O}_2}=2,5$ – расход кислорода, м³/т;
 $S=18,6$ – стоимость кислорода, руб.

$$2,5 \cdot 18,6=46,5 \text{ руб.}$$

Стоимость сжатого воздуха для выплавки 1 тонны стали составляет:

$$S = R_{\text{сж.в.}} \cdot P \quad (115)$$

где $R_{\text{сж.в.}}=1,8$ – расход сжатого воздуха, м³/т;
 $P=110$ – стоимость сжатого воздуха за 1 м³, руб.

$$1,8 \cdot 110=198 \text{ руб.}$$

Определяем затраты на техническую воду:

$$Z_{\text{т.в.}} = R_{\text{т.в.}} \cdot S \quad (116)$$

где $Z_{\text{т.в.}}=59,2$ – расход технической воды, л/т;
 $2,85$ – стоимость технической воды, руб.

$$59,2 \cdot 2,85=168,72 \text{ руб.}$$

Затраты на аргон для продувки стали составляют:

$$Z_{\text{Ar}} = B_{\text{Ar}} \cdot S \quad (117)$$

где $Z_{\text{Ar}}=1,0$ – расход аргона, м³/т;
 $S=84,5$ – стоимость аргона, руб.

$$1 \cdot 84,5=84,5 \text{ руб.}$$

Общая сумма затрат по статье теплоэнергоресурсов составляет:

$$\Sigma = C_3 + B_{\text{т.эн.}} + Z + S + Z_{\text{т.в.}} + Z_{\text{Аг}}$$

$$\Sigma = 2308,5 + 110,73 + 46,5 + 198 + 168,72 + 84,5 = 2916,95 \text{ руб.}$$

Полная проектная себестоимость ($C_{\text{пр}}$) 1 тонны стали складывается из статьи материалов, статьи теплоэнергоресурсов и статьи заработной платы, статьи цеховых расходов:

$$C_{\text{пр}} = 9894,592 + 2916,95 + 29,42 + 98,065 + 78,254 + 3726,47 = 16743,75 \text{ руб.}$$

4.6 Расчёт капитальных вложений в оборотные средства цеха.

Сумма этих затрат определяется по формуле:

$$K_{oc} = H_M + H_{II} + H_{Г}, \quad (118)$$

где H_M – норматив на производственные запасы сырья, руб.;

H_{II} – норматив на незавершенное производство, руб.;

$H_{Г}$ – норматив на готовую продукцию, руб.

1) Норматив на производственные запасы сырья:

$$H_M = \frac{\sum C_i \cdot B_{ni} \cdot d_i}{365}, \quad (119)$$

где C_i – себестоимость i -го вида шихты, тыс. руб.;

B_{ni} – годовой выпуск i -го сплава, т;

$d_i=15$ – норма запаса i -го вида шихты, дни.

Тогда:

$$H_M = \frac{9894,592 \cdot 887478,3 \cdot 15}{365} = 360872699,48 \text{ руб.}$$

2) Норматив на незавершенное производство:

$$H_{II} = \frac{B_H \cdot T_{ц}}{365 \cdot T_p} \cdot C_T \cdot K_H, \quad (120)$$

где $T_{ц}$ – длительность производственного цикла, дни;

T_p – время ремонтов, дни;

C_T – себестоимость единицы продукции, руб.;

K_H – коэффициент нарастания затрат.

$$K_H = \frac{M + 0,5 \cdot P}{M + P}, \quad (121)$$

где M – стоимость заданной шихты на 1 тонну сплава, руб.;

P – расходы по переделу на 1 тонну сплава, руб.;

$$K_H = \frac{9894,592 + 0,5 \times 16743,75}{9894,592 + 16743,75} = 0,68$$

$$H_n = \frac{887478,3 \cdot 15}{350} \cdot 16693,75 \cdot 0,68 = 431761362,515 \text{ руб.}$$

3) Норматив на готовую продукцию:

$$H_r = \frac{B_N \cdot C_R \cdot d_R}{365}, \quad (122)$$

где $d_r=4$ – норма запаса готовой продукции, дни.

$$H_r = \frac{887478,3 \cdot 16743,75 \cdot 4}{365} = 162846189,43 \text{ руб.}$$

4) Сумма капитальных вложений в оборотные средства:

$$K_{oc} = 360872699,48 + 431761362,515 + 162846189,43 = 955480251,425 \text{ руб.}$$

5) Расчет удельных капитальных вложений в производственные фонды.

Рассчитывается по формуле:

$$K = \frac{K_{of} + K_{oc}}{B}, \quad (123)$$

где K_{of} – капитальные вложения в основные фонды в, руб./т;

K_{oc} – капитальные вложения в оборотные средства, руб./т.

$$K = \frac{3351265601 + 955480251,425}{887478,3} = 4852,79 \text{ руб./т.}$$

6) Определение экономической эффективности реконструкции.

Общезаводские коммерческие расходы Ц составляют 10 % от цеховой себестоимости.

$$Ц = C_{np} \cdot 10 \%$$

$$Ц = 16743,75 \cdot 0,10 = 1674,375 \text{ руб.}$$

Прибыль:

$$\Pi = \sum Ц \times B_{\text{нн}} = 1674,375 \times 887478,3 = 1485971478,56 \text{ руб.} \quad (124)$$

Коэффициент экономической эффективности проекта:

$$E = \frac{\Pi}{(K_{\text{оф}} + K_{\text{ос}})} = \frac{1485971478,56}{(3351265601 + 955480251,425)} = 0,345 \quad (125)$$

Тогда срок окупаемости составит:

$$T = \frac{1}{E} = \frac{1}{0,345} = 2,9 \text{ года.}$$

Таблица 34 – Техничко-экономические показатели.

Показатель	Величина
1. Капитальные вложения на строительство, руб	3351265601
2. Прибыль, руб	1485971478,56
3. Суточная производительность цеха, т/сут	2551,5
4. Производственная мощность, т/год	887478,3
5. Годовая производительность, т/год	816480
6. Себестоимость 1 тонны стали, руб.	16743,75
7. Срок окупаемости, год	2,9
8. Среднемесячная заработная плата, руб.:	
- рабочих	19681,28
- ИТР	20603,84
9. Численность рабочих	367
- рабочих	335
- руководителей	32

Заключение

В результате расчётов определили годовой экономический эффект, он составил 1485971478,56 руб. Был определён также срок окупаемости капитальных вложений, который составил 2,9 года.

Из расчётов видно, что проект строительства цеха является экономически целесообразным.

