

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



Институт Юргинский технологический институт  
 Направление подготовки 22.03.02 Metallurgy  
 Кафедра Metallurgy of black metals

УТВЕРЖДАЮ:  
 Зав. кафедрой

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

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
10В20	Кузнецов Ярослав Александрович

Тема работы:

**Проект ЭСПЦ производительностью 800 тыс. тонн стали в год в условиях  
 Новолипецкого металлургического комбината**

Утверждена приказом директора (дата, номер)

№4/с от 25.01.2016 г.

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>ЭСПЦ ПАО «Новолипецкий металлургический комбинат» производительностью 800 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>Разработка технологии и подбор оборудования для выплавки, внепечной обработки и разливки стали марки 40ХФА.</p>

<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	ФЮРА В20.079.001.000 План цеха ФЮРА В20.079.002.000 ЛП Технологическая схема ФЮРА В20.079.003.000 ЛП Схема газоочистки ФЮРА В20.079.004.000 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
Норма контроль	Ибрагимов Егор Артурович
Английский язык	Ульянова Ольга Викторовна

**Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:**

Реферат

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	20.04.2016
---	------------

**Задание выдал руководитель:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10В20	Кузнецов Ярослав Александрович		

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



Институт Юргинский технологический институт  
 Направление подготовки 22.03.02 Металлургия  
 Кафедра Металлургии черных металлов

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Проект ЭСПЦ производительностью 800 тыс. тонн стали в условиях Новолипецкого металлургического комбината</b>

УДК 669.054.72

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10В20	Кузнецов Ярослав Александрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший пр.	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. кафедрой	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.		

Юрга – 2016 г.

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 119 страницы, 9 рисунков, 28 источников, 5 листов графического материала формата А1.

Ключевые слова: электросталеплавильный цех, дуговая сталеплавильная печь, агрегат комплексной обработки стали, порционный вакууматор, электрофильтр, МНЛЗ.

Актуальность работы: увеличение производительности металлургического комбината ПАО «Новолипецкий металлургический комбинат» по производству сортового проката для обеспечения внутреннего и внешнего рынков.

Объектом исследования является электросталеплавильный цех производительностью 800 тыс. тонн в год.

Цель работы: выбрать основное оборудование и разработать технологию выплавки стали марки 40ХФА, представить технико-экономическое обоснование проекта и определить основные вредные факторы и методы борьбы с ними.

В разделе «Объект исследования» описана организационная структура управления цеха, конструкция здания цеха, грузопотоки цеха, организация работ в цехе.

В разделе «Расчеты и аналитика» даётся расчет основного и необходимого оборудования, применяемого в цехе, представлен расчет шихты и баланс металла.

В разделе «Результаты проведенного исследования» рассмотрена технология выплавки, внепечной обработки и разливки стали марки 40ХФА.

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

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

## Обозначения и сокращения

ДСП – дуговая сталеплавильная печь;

АКОС – агрегат комплексной обработки стали;

МНЛЗ – машина непрерывного литья заготовок;

ЭСПЦ – электросталеплавильный цех;

ПАО – публичное акционерное общество;

СИЗ – средства индивидуальной защиты;

ОПЛ – отделение подготовки лома.

## Оглавление

Введение	8
1 Объект исследования	9
1.1 Техничко-экономическое обоснование строительства ЭСПЦ	9
1.2 Организационная структура управления ЭСПЦ	10
1.3 Конструкция здания цеха	10
1.4 Элементы конструкции промышленных одноэтажных зданий	11
1.5 Транспорт электросталеплавильного цеха	16
1.6 Грузопотоки электросталеплавильного цеха	17
1.7 Организация работ в печном пролёте	18
1.8 Организация работ в бункерном пролёте	21
1.9 Организация работ в раздаточном пролёте	22
1.10 Организация работ в пролёте МНЛЗ	25
2 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	29
2.1 Техничко-экономическое обоснование проекта	29
2.2 Расчет капитальных вложений в основные фонды	30
2.3 Расчёт производственной мощности	31
2.4 Расчет штата работников и заработной платы	33
2.5 Расчет затрат на основные и вспомогательные материалы	34
2.6 Расчёт затрат на тепло- и энергоресурсы	39
2.7 Расчёт проектных технико-экономических показателей цеха	40

## Введение

В третьем тысячелетии население земли по-прежнему использует сталь в качестве главного конструкционного материала. Из всех знакомых методов изготовления стали наиболее предпочтительным считается электросталеплавильное производство, которое гарантирует высочайшие рабочие характеристики сплава с применимыми технико-экономическими показателями. Лучше других агрегатов электропечь приспособлена и для переработки металлического лома. Вся шихта в электропечь загружается в один приём, причём твёрдой шихтой занят весь объём печи, и это не вызывает затруднений в её расплавлении.

Способы выплавки и механизмы печи постоянно улучшаются. Усилия конструкторов и технологов направлены, с одной стороны, на совершенствование дуговой печи, прежде всего, как экономичного агрегата для форсированного производства полупродукта с последующей внепечной обработкой металла, а с другой стороны – на совершенствование оборудования и технологии для этой внепечной доводки. За последние двадцать лет продолжительность плавки и удельный расход электроэнергии сократились в несколько раз.

В данной работе разработан проект электросталеплавильного цеха производительность 800000 тонн на базе ПАО «Новолипецкий металлургический комбинат».



## 1 Объект исследования

### 1.1 Техничко-экономическое обоснование строительства ЭСПЦ

Проектируемый электросталеплавильный цех будет располагаться на базе ПАО «Новолипецкий металлургический комбинат».

Новолипецкий металлургический комбинат (НЛМК) – российская металлургическая компания, в состав которой входит третий по величине металлургический комбинат в стране, являющаяся крупнейшим производителем стали в России. Группа НЛМК производит широкий спектр листового и сортового стального проката [1].

Низкозатратное производство стали НЛМК, сосредоточенное в Центральном регионе России, достигается благодаря высокой самообеспеченности в основных сырьевых материалах и энергии. В 350 км находится Курская магнитная аномалия – главный поставщик сырья для предприятия, а в 500 км расположен Донецкий угольный бассейн. Кроме того, прокатные активы НЛМК расположены в непосредственной близости от потребителей продукции в России и Европейском Союзе.

НЛМК производит широкую линейку продукции, сертифицированной по международным стандартам качества. Благодаря гибкой производственной цепочке, эффективной системе сбыта и обширной географии продаж, компания обладает возможностью быстро реагировать на изменяющиеся рыночные условия. НЛМК является ведущим поставщиком слябов и трансформаторной стали в мире и крупнейшим российским поставщиком продукции с высокой добавленной стоимостью, включая прокат с полимерным покрытием, оцинкованную и электротехническую сталь, а также сортовую металлопродукцию [2].

Компания имеет широкую географическую диверсификацию бизнеса по рынкам сбыта, поставляя свою продукцию в более чем 70 стран мира. НЛМК демонстрирует наиболее конкурентоспособную себестоимость среди

мировых производителей, а прибыльность компании – одна из наиболее высоких в отрасли.

## 1.2 Организационная структура управления ЭСПЦ

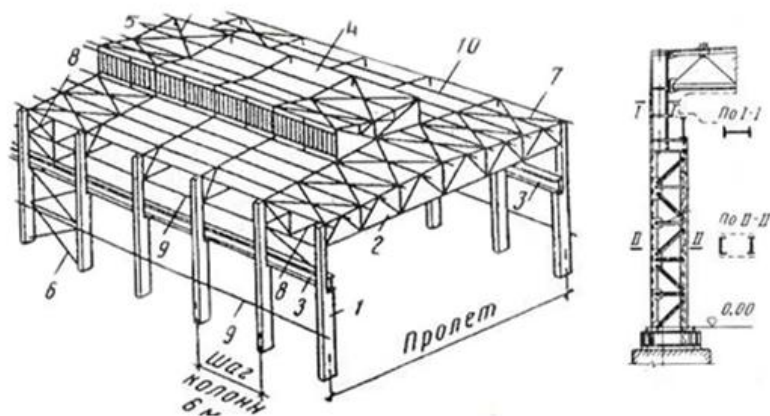
Проектируемый электросталеплавильный цех будет состоять из следующих пролетов: печного, бункерного, раздаточного, пролета МНЛЗ и пролета литой заготовки.

Для обеспечения заданного объема производства и сортамента выплавляемой и прокатной продукции намечается строительство объектов вспомогательного назначения, необходимых для функционирования металлургического производства.

## 1.3 Конструкция здания цеха

Производственные строения необходимы для реализации основных или вспомогательных производственных процессов, а также размещения оборудования и рабочих мест в нужной технической последовательности для лучшей организации производственной деятельности. Планируемый цех имеет здание каркасного типа.

Жесткую пространственную систему образует каркас – определенный набор конструктивных элементов. Каркас здания принимает внутренние и внешние нагрузки и воздействия на здание, нажим грунта на подземные области строения и свою массу частей здания. Колонны, подстропильные, а также стропильные фермы, балки подкрановы, фундаменты относят в группу несущих элементов (рис. 1).



- 1 – фундаменты для внутренних колонн; 2 – наружные колонны;  
 3 – подкладки; 4 – фундаментная балка; 5 – сеновые плиты; 6 – консоли;  
 7 – балка подкрановая; 8 – плиты покрытия; 9 – балки покрытия;  
 10 – колонны внутренние

Рисунок 1 – Элементы стального каркаса

Вторая часть важных элементов строения – это ограждающие части (стены и верхняя часть). Они защищают оборудование, а также работников от внешней атмосферы и воздействия окружающей среды. Ограждающие части могут быть разделены на отдельные строения.

Каркасом являются поперечные рамы, плотно скрепленные между собой. Сами рамы представляют собой связанные части (балка и две колонны).

Для придания конструкции большей жесткости используются связи, которые могут быть горизонтальными и вертикальными. Прогоны, а также перекрытия и плиты, расположенные по верхнему поясу стропильных ферм, играют роль связей.

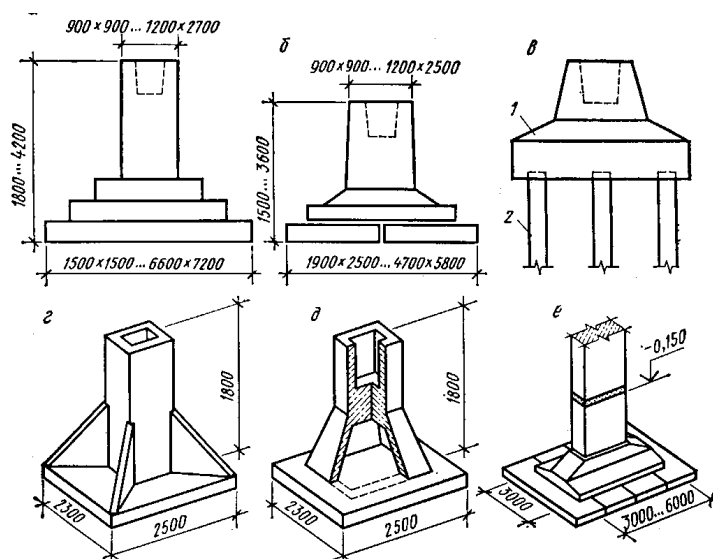
## 1.4 Части конструкции промышленных строений

### 1.4.1 Фундамент

Проектировка фундамента промышленных строений планируется и разрабатывается в зависимости от гео- и гидрогеологической ситуации на

площадке при постройке, а также обобщенных условий строительства и строительных работ.

В данном проекте используются фундаменты со столбчатыми одиночными колоннами (рис. 2).



а – монолитный фундамент; б – сборный фундамент; в – фундамент с использованием свай; г – ребристый сборный фундамент; д – пустотелый сборный фундамент; е – фундамент пенькового типа с подколонником;

1 – ростверк; 2 – свая

Рисунок 2 – Виды фундамента пром зданий

#### 1.4.2 Балки фундаментные

Фундаментные балки используются для опоры навесных и несущих стен по всей площади строения, которые изготавливают из бетона с применением железа. Верхняя часть балки должна находиться выше уровня земли для того, чтобы не происходил контакт с влагой и дальнейшее разрушение, а также для установки ворот без нижнего порога.

#### 1.4.3 Колонны

Колонны – это основная часть каркаса используемого строения (рис. 3).

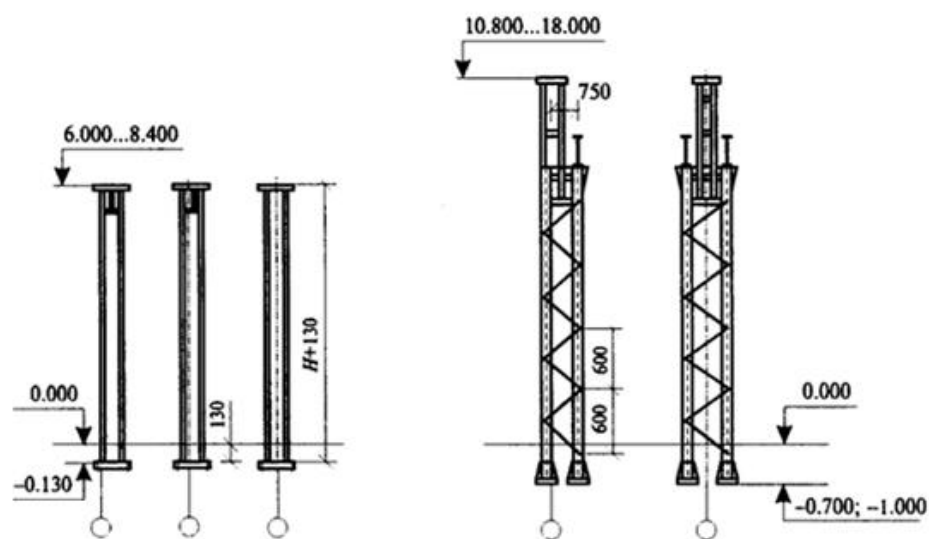


Рисунок 3 – Колонны, выполненные из стального материала

Сами колонны выполняют роль опор и опираясь на часть фундамента, служат также в качестве опор для мостовых кранов и прочих транспортных устройств, удерживают трубы и связывают части оборудования в цехе.

Расположение колонн выбирается таким образом, чтобы они попадали по разбивочным осям. Бывают колонны среднего ряда, расположенные в продольном ряду строений с большим количеством пролетов, а также наружные ряды колонн, расположенные по периметру стен здания. В проектируемом цехе колонны имеют шаг в 12 метров.

По мимо основных параметров колонны делятся на верхнюю и нижнюю части. Каждая часть выполняет определенную роль, в зависимости от назначения. Надколонник – это самая верхняя часть колонны, которая служит опорой для несущих конструкций крыши, а также является стержнем для передачи давления и нагрузок от транспорта и кранов. Кроме верхней, колонна имеет нижнюю часть для равномерного распределения нагрузки.

#### 1.4.4 Балки подкрановые

Данный вид балок используется для образования железнодорожных путей для передвижения кранов. Кроме выполнения функции транспортных путей, балка используется для придания большей устойчивости и прочности зданию.

#### 1.4.5 Фермы подстропильные и стропильные

При проектировании и строительстве здания используются стропильные фермы, которые имеют различную конструкцию и воспринимают разные значения нагрузок. Стропильные фермы подбираются в зависимости от типа работ в цехе и подобных факторов при производстве (рис. 4).

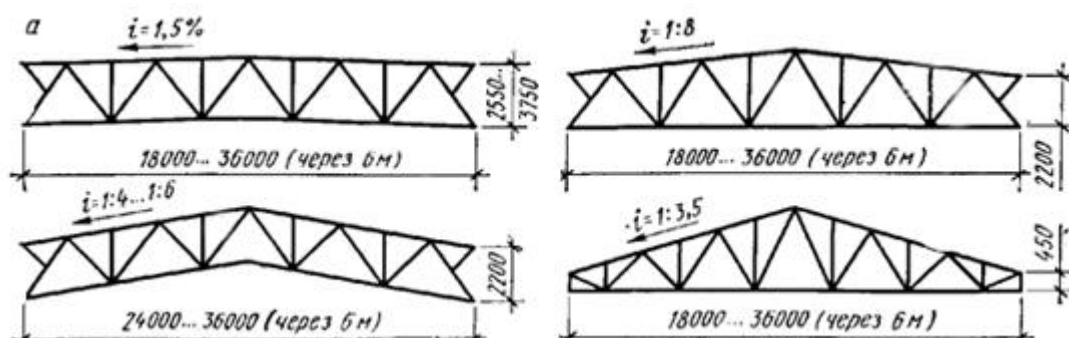


Рисунок 4 – Ферма стропильная

Для успешной работы стропильных ферм шаг подбирается в зависимости от шага наружного ряда колонн. В данном проекте шаг равен 12 метрам. В общем случае, стропильная ферма передней частью укладывается на колонну, а задней на подстропильную ферму. Конструкция имеет такой вид, как и у стропильных ферм, использующих параллельные пояса.

#### 1.4.6 Стены здания

Для наиболее быстрого и экономически выгодного строительства зданий используются сэндвич-панели, которые являются универсальными в различных сферах производства, начиная со сборочной и заканчивая покрасочной. Кроме экономии средств, сэндвич-панели сокращают длительность сборки, а также сокращается количество рабочих, необходимых для успешной установки панелей [4]. Данный вид сборки цеха является, в настоящее время, наиболее выгодным и целесообразным.

Строительство промзданий по технологии модуль-дом предусматривает возможность использования для обшивки стен и кровли промзданий как сэндвич-панелей заводского изготовления, так и сэндвич панели поэлементной (полистовой) сборки. В начале применяется выполненная в промышленных условиях сэндвич-панель, состоящая из трех слоёв с применением минераловатного утеплителя, либо пенополистиролла. В другом варианте производства - на уже выполненный каркас из стали промышленного строения устанавливается профлист через несколько слоев, пароизоляционной и гидроизоляционной плёнки, а также утеплительный слой. Верхняя часть пром строений устанавливается в этом случае по такому же типу. Таким образом, стены строения имеют нужные и особоважные теплосберегающие особенности и в тоже время имеют минимальный вес самой конструкции. Для максимально-возможного понижения воздействия опасных и вредных факторов при технологических процессах на окружающую среду и атмосферу, а также на работников производства здания планируются таким образом, чтобы выполнить эти требования в максимально полной мере.

#### 1.4.7 Покрытия

Для защиты внутреннего пространства строения от воздействия внешних факторов, таких как дождь, снег и прочее используются покрытия разного типа. В данном проекте применяются послойно постиленные листы

из стали с добавлением требуемых сплавов. Данное покрытие отлично справляется с воздействием высокой температуры расплавленного металла и других высокотемпературных факторов при производстве металла. Для крепления и крепкой установки листов применяют болты с крюками, сцепляемые винты. Чтобы отвести выпадающие осадки, верхнюю часть выполняют выпирающей на несколько сантиметров.

#### 1.4.8 Ворота цеха

В проекте применяются раздвижные ворота, которые имеют более быстрое время открытия и имеют специальную воздушную завесу. Ворота необходимы для пропускания транспорта в цех и из него.

При проезде авто- и железнодорожного транспорта высота подбирается по нормам и стандартам. В данном случае, высота должна быть не меньше 2,4 метров, а ширина не менее 2 метров. Для пропуска малого количества работников в воротных створках установлены двери. В данном цехе расположено несколько типов ворот, а именно распашные и раздвижные ворота.

В цехе применяются воздушно-тепловые завесы, которые предохраняют рабочих от потоков воздуха. Завесы устроены таким образом, чтобы по бокам проема подавался теплый воздух. Использование завес целесообразно в том случае, когда ворота используют более 5 раз в рабочий день, а для большей экономии энергии включение воздушных завес блокируется после их открытия [8].

#### 1.5 Транспорт электросталеплавильного цеха

В деятельности ЭСПЦ тесно связаны цехи и отделения металлургического завода, в результате которых происходит немалый объем перевозок. Данные виды перевозок объединены вместе с обеспечением цеха



металлической шихтой, ферросплавами и добавками типа шлакообразующих, огнеупорной массой и другими подобными материалами, а также есть надобность увоза отходов и мусора в виде шлака, а также боя огнеупоров.

Для осуществления транспортировки и перевозки различных грузов используется конвейерный и автомобильный транспорт. Пневматический и конвейерный транспорт относится к устройствам непрерывного транспорта.

В ЭСПЦ установлены ленточные конвейеры, которые используются для транспортировки сыпучих, а также кусковых материалов на большое расстояние. Если сравнивать конвейерный транспорт с авто- и железнодорожным, то представленный вид транспортировки может автоматизировать транспортировку сыпучих и кусковых, требуется уменьшенное количество сотрудников для обслуживания, а также возможна отправлять груз непосредственно к самому агрегату. Конвейерные ленты транспортируют материал потоком, который является постоянным по скорости и направлению [5].

Для перевозки сильно размолотых и зернистых материалов по трубопроводам в совокупности с воздухом используется пневматический тип транспорта. При этом сыпучие транспортируются в результате принятия их скорости ускоренным потоком воздуха. Таким образом, транспортируют патрон (специальная тара для перемещения проб) с помощью давления с взятой пробой расплавленного металла от печи в экспресс-лабораторию для определения химического состава [11].

## 1.6 Грузопотоки ЭСПЦ

Основные грузопотоки ЭСПЦ связаны с обеспечением приёма лома и его загрузкой в печь, подачи и загрузки сыпучих материалов, шлакообразующих и ферросплавов, загрузки легирующих в печь, уборки шлака, разлива стали и транспортировки в другие цеха готовой продукции.

Лом из отделения подготовки лома (ОПЛ) поступает в печной пролёт ЭСПЦ на скраповозах в бадьях. Затем, с помощью мостового крана печного пролета производят завалку шихты в печь. Завалка происходит после подъёма и отворота свода печи. Кран опускает саморазгружающуюся бадью внутрь рабочего пространства печи, не доходя до уровня подины на 500 мм, бадья раскрывается, и лом загружается в печь.

Загрузка бункеров в бункерном пролете осуществляется с помощью конвейера, на который подаются сыпучие и ферроплавы из отделения подготовки сыпучих и ферросплавов. Из бункерного пролёта материалы дозируются и поступают в печной пролёт по труботечкам в печь или ковш на выпуске, в АК ОС в раздаточном пролете.

В печном пролёте сталь из печи разливают в сталеразливочный ковш на сталевозе. После выпуска стали ковш с металлом передаётся в раздаточный пролет для внепечной обработки. После внепечной обработки с помощью мостового крана ковш перемещается на поворотный стенд МНЛЗ.

После образования шлака в окислительном периоде, его удаление происходит через порог рабочего окна непосредственно в шлаковую чашу, которая располагается под рабочим окном. После заполнения чаши шлаком до 80 % от ее объема, чашу перемещают из-под рабочего окна и транспортируют на специальный транспорт автошлаковоз. Затем, шлаковоз вместе со шлаковой чашей перемещается в шлаковое отделение. На место заполненной чаши устанавливается подготовленная пустая.

### 1.7 Организация работ в печном пролёте

Кроме установленного вспомогательного оборудования для обслуживания и нормальной работы печи, в печном пролете расположена ДСП-100 с печным трансформатором и помещением для инструмента и работы персонала.

На печи уставнолен трансформатор, имеющий мощность равную 95 МВА, который расположен на уровне рабочей площадки – 8 метров от нулевой отметки. Печь располагается выше нулевой отметки пролета. Не беря во внимание тот факт, что увеличение высота прямо влияет на увеличения стоимости строения, подобное расположение печи обладает совокупностью определенных достоинств, таких как простота обслуживания механизмов печи, расположенных снизу; возможность более быстрее и эффективнее устроить скачивание шлака; остается дополнительное пространство под рабочей площадкой для использования в качестве складских помещений и мест. В этом месте находятся службы по ремонту печи, появляется возможность лучше разместить электрооборудование в печных подстанциях. В конце концов, пропадает необходимость отслеживания уровня грунтовых вод в месте слива металла из печи.

Чтобы поддерживать работу печи в заданном положении используется рабочая площадка, представляющая конструкцию, выполненную из металла и укрепленную опорными колоннами, продольными и поперечными балками, а также настила. Настил выполняется с использованием железобетонных плит, а также сооружается из огнестойких кирпичей. Рабочая площадка в длину не превышает торцы в пролете, поэтому обслуживание нулевой отметки ЭСПЦ не вызывает проблем и трудностей. В ширину рабочая площадка полностью закрывает пролет, около половины перекрывает пролет бункеров. Снизу, на нулевой отметке расположены стенд для сборки свода ДСП, склад для хранения огнеупорной массы и блоков, а также бункеры для выбивания отработавших сводов.

Для защиты рабочего персонала от шума и пыли предусмотрена шумо-пылезащитная камера, которая состоит из подвижных раздвигаемых щитов. Щиты необходимы для обслуживания печи в зоне рабочего окна, а также загрузки шихты в печь. Отвод газов производится через патрубок, расположенный в своде печи и зонта над печью. Улавливается большая часть отходящих газов и пыли. Затем, пыль с газом попадает в зону очистки, где

происходит дожигание газов и сбор пыли в специальных бункерах для хранения [3].

В печном пролете ЭСПЦ решаются определенные задачи, такие как: транспортировка и разгрузка завалки в печь, доставка электродов, а также мероприятия по их наращиванию; производится скачивание шлака и слив жидкого полупродукта в ковш; производство ремонта печи, включая горячий и холодный типы.

Загрузка бадьи с определенным составом лома происходил в отделении подготовки лома, которое располагается в непосредственной близости от цеха. Полные бадьи транспортируют в печной пролет с помощью автобадьевозов. После доставки, щиты шумо-пылезащитной камеры отодвигаются в разные стороны, свод печи поднимается и поворачивается на нужный угол, кран пролета поднимает груженую бадью и опускает ее в печь как можно ниже. В конце открывается нижняя часть бадьи и происходит загрузка содержимого в печь.

Для сокращения длительности подачи в печь легирующих компонентов, раскислителей и шлакообразующих материалов применяется система бункеров, имеющие объем 30 м<sup>2</sup> и расположенные в бункерном пролете. Материалы подаются в печь после команды рабочего, либо используя автоматическую систему управления, пройдя дозирование и систему трубопроводов и воронок. Загрузочная воронка располагается в своде печи и защищена от выбрасывания газов и пыли. Сыпучие могут быть поданы на агрегат обработки стали, либо в ковш при выпуске полупродукта. Транспортировка полного ковша производится с помощью автошлаковоза.

Для полноценной работы пролета используются мостовые краны, имеющие грузоподъемность по 180+63/20 тонн каждый. Главный подъем выполняет операции перемещения трансформатора печи на ремонт и возврат обратно, а также транспортировку полных и порожних бадей.

Для проведения вспомогательных операций, перепуска и замещения электродов на ДСП, транспортировки инструментов, огнеупорных

материалов, операций с заправочным оборудованием, отгрузки различного мусора используется малый подъем.

## 1.8 Организация работ в бункерном пролёте ЭСПЦ

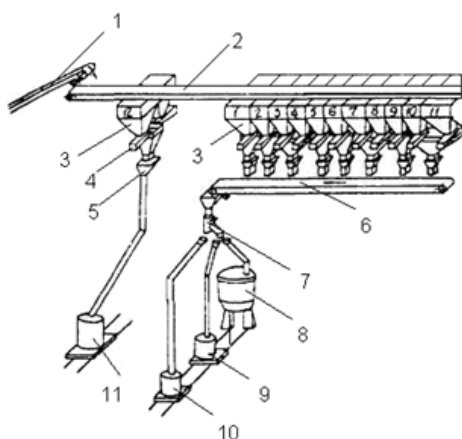
Так как электросталеплавильный цех расходует высокое количество различных материалов, таких как: железный лом из разных марок стали, плакиковый шпат, известь и известняк, разнообразные ферросплавы, а также руду и кварцит, для их подачи используется система бункеров. Эта система имеет определенные достоинства: материал подает в нужное место в нужном количестве, работа бункеров занимает минимальные затраты на транспортировку и использует малое количество ручного труда.

Для предотвращения простоя печи и затрачивания время в стационарных бункерах хранится оперативный резерв сыпучих и ферросплавов. Каждый бункер расположен над рабочей площадкой печи, находясь между раздаточным и печным пролетами. Доставка сыпучих материалов и ферросплавов происходит с помощью загрузочной воронки, встроенной в свод печи. Сыпучие материалы и ферросплавы транспортируют из ОПС по наклоненному транспортеру непосредственно в бункерный пролет.

Для загрузки бункеров используется автоматическая тележка и конвейер ленточного типа. После поступления команды для загрузки бункеров тележка отправляется над необходимым бункером. Затем включается конвейер, расположенный под углом и связанный со складом сыпучих и происходит выдача нужного материала определенного веса. Прямо под весами находится ленточный конвейер, который и отправляет требующийся материал в распределительную воронку, а с помощью труботечек попадает в дуговую сталеплавильную печь, в ковшпри выпуске полупродукта, либо АКОС (рис. 5).

Для управление бункерами используется ПУ печи. Рабочий устанавливает необходимое количество элементов, а также вес каждого из них, место подачи и отправляет команду на подачу.

Данный метод загрузки сыпучих и ферросплавов имеет определенные достоинства: весь цикл полностью автоматизирован, начиная складом и заканчивая самой печью или сталеразливочного ковша; система имеет высокую степень герметичности, что сокращает выбросы пыли в цехе [4].



- 1, 2, 6 – конвейеры ленточные; 3 – бункер расходный;  
4 – электровибрационный питатель; 5 – бункерные весы; 7 – поворотная течка;  
8 – дуговая печь; 9 – ковш на выпуске; 10 – ковш на установке внепечной  
обработки стали; 11 – загрузочная бадья

Рисунок 5 – Организация подачи сыпучих и ферросплавов в ЭСПЦ

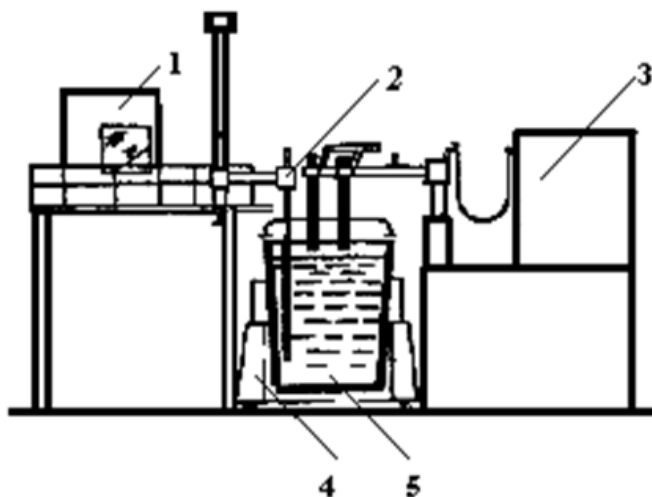
### 1.9 Организация работ в раздаточном пролёте ЭСПЦ

В раздаточном пролёте имеется АКОС (рисунок 6) и установка порционного вакуумирования стали. Управление сталевозом производится дистанционно, с точностью полной остановки равной 30 миллиметра. Наводка шлака происходит в тот момент, когда ковш с полупродуктом будет находиться под крышкой агрегата обработки стали. Наводка шлака

производится для решения важных задач. Шлак имеет высокую способность десульфурации и предотвращает металл от вторичного окисления.

Очень низкое количество серы в стали может быть получено в результате расположения на агрегате установки интенсивного перемешивания с использованием аргона и высокой способности десульфурации.

К основной задаче внепечной обработки с использованием вакуум-камеры относится увеличение степени чистоты металла со снижением содержания вредных растворённых газов, таких как кислород, водород, азот и вредных неметаллических включений. Степень рафинирования металла зависит от состояния металла при разных этапах процесса [9].



1 – пост управления; 2 – фурма; 3 – подстанция печная; 4 – сталевоz;  
5 – стальковш с металлом

Рисунок 6 – Схема агрегата комплексной обработки стали

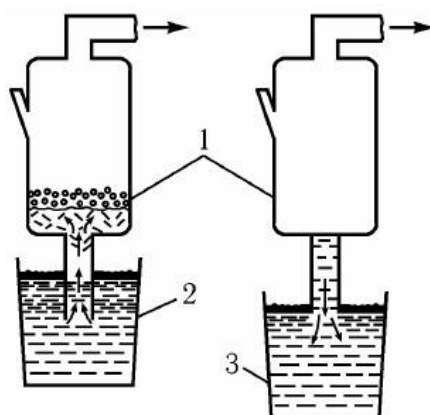
В проекте используется метод вакуумирования порций металла, который обрабатывает жидкий металл путем множественного его прогона через вакуум-камеру и обратного слива в разливочный ковш. Часть металла с помощью патрубков попадает в вакуумную камеру, где перед этим создается разрежение. После поднятия трубки камеры металл сливается обратно в ковш.

в результате вертикальных возвратно-поступательных перемещений вакуум-камеры через ее объем пропускаются свежие части расплава. После слива очищенный металл оседает на дне ковша, а неочищенный расплав подвергается вакуумированию. В определенных конструкциях вакууматора может перемещаться не патрубок вакуум-камеры, а заполненный сталеразливочный ковш.

Количество нужных проведенных циклов вакуумирования подбирают в зависимости от рециркуляционного коэффициента, который рассчитывается эмпирическим методом, выполняя прямую зависимость веса обработанного металла, химического состава металла, степени раскисленности и определением задачи рафинирования.

Металл необходимо пропустить через установку 3,5 раза. Для этого делают 45–50 качков. Время обработки составляет примерно 15 минут. После ввода раскислителей и легирующих, не нарушая вакуума, дополнительно осуществляют определенное число циклов (4–6), для выравнивания состава и температуры металла в объеме ковша.

Остаточное давление в вакуум-камере, которое создается с помощью многоступенчатого парожеторного насоса к окончанию удаления газов в основном составляет около 0,5 мм.рт.ст.



1 – вакууматор; 2 – ковш в верхнем положении;

3 – ковш в нижнем положении

Рисунок 7 – Установка порционного вакуумирования



Чтобы произвести обработку разливочный ковш устанавливают непосредственно в вакуум-камеру используя мостовой кран раздаточного пролета. Крышка агрегата имеет возможность перемещаться в вертикальном положении с помощью установленного гидропривода.

По окончании внепечной обработки заполненный ковш транспортируют на поворотный стенд машины непрерывного литья.

В пролете установлены места для размещения шлаковых чаш, в которые затем скачивается шлак из разливочного ковша по завершении разливки. Шлаковозы производят транспортировку полных чаш в ШО, где осуществляется дальнейшая обработка шлака. Также шлаковозы производят замену заполненных чаш на пустые (рис. 8).

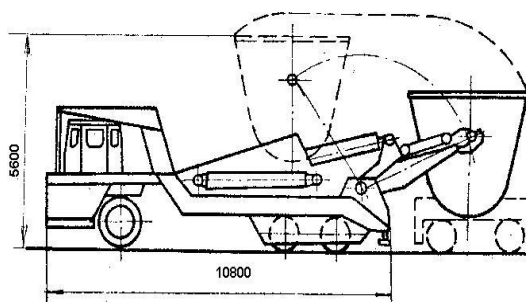


Рисунок 8 – Автошлаковоз. Схема перестановки шлаковой чаши

В пролете расположены: стенды для сушки ковшей, узел торкретирования ковшей, стенд для ломки футеровки ковшей, шлаковые чаши, ёмкости для аварийного приёма металла.

Пролет имеет 2 мостовых крана, каждый из которых обладает грузоподъемностью 120+63/20 тонн.

### 1.10 Организация работ в пролёте МНЛЗ

Ось машины непрерывного литья (рис. 9) расположена ровно поперек пролета МНЛЗ и раздаточного пролета.

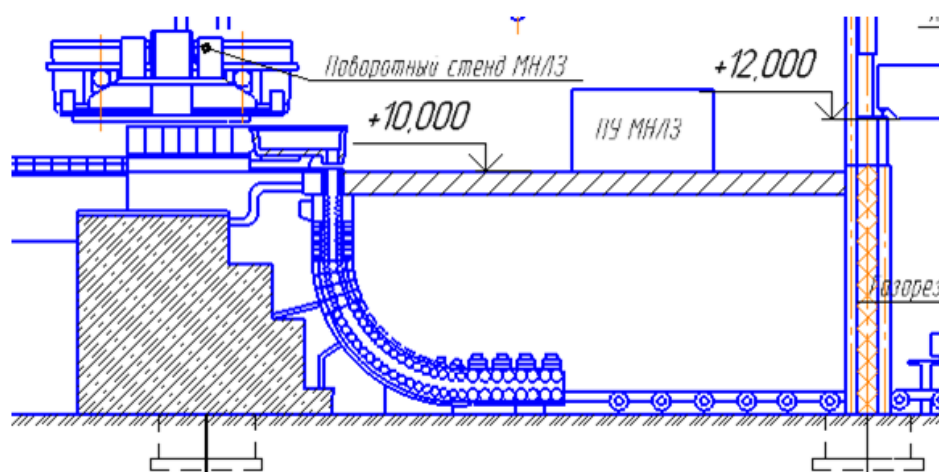


Рисунок 9 – Радиальная МНЛЗ

Краны обоих пролетов обрабатывают выделенную область МНЛЗ.

В начале жидкий металл выпускается из разливочного ковша в промежуточный ковш, расположенный на МНЛЗ, а после металл попадает в зону первичной кристаллизации, где происходит кристаллизация поверхностного слоя слитка. Пройдя эту зону, слиток попадает в область вторичной кристаллизации, где затвердевает на определенную глубину по сечению. Попад на ролики (верхние и нижние) слиток принимает необходимую форму, при этом происходит его разгибание. Ролики в данном типе МНЛЗ связаны в отдельные секций, которые своей массой опираются на фундамент цеха.

Благодаря верхней части роликов слитки не имеют изгибов и выпучиваний в поверхностном слое.

Ролики, которые находятся около кристаллизатора, обычно выполняются не приводными, а на МНЛЗ радиального типа приводными роликами являются лишь некоторые из них.

Попад в область выпрямления и возвращения исходной формы, ролики в своем большинстве являются приводными. Диаметр роликов

постоянно увеличивается с ростом толщины и твердости слитка и отдаляются от зоны первичной и вторичной кристаллизации.

При конструировании машины планируют размещение таким образом, чтобы осуществлялось перемещение слитка металла как можно ближе к полу. В этой же области производится резка слитка на мерные части.

Данный тип МНЛЗ имеет определенные преимущества в сравнении с вертикальным типом:

- 1) Уменьшена высота машины, что в свою очередь понижает затраты на строительство и сборку машины непрерывного литья;
- 2) Способность резать слитки увеличенной длины;
- 3) Ускоряется скорость разливки, так как есть возможность расположить газорезку вдалеке от зон кристаллизации и в итоге возможно реальное укрупнение глубины лунки расплавленного железа в самом слитке.

Пролет располагает поворотный стенд, места для кладки футеровки промежуточных ковшей, стенд для охлаждения футеровки промковшей, стенд для сушки промковшей, стенд для ломки футеровки промковшей.

Чтобы произвести сборку, разборку и установку клетей используются мостовые краны пролета. Эти краны уносят и транспортируют промковши на рабочую площадку. Масса промежуточных ковшей и клетей определяют грузоподъемность кранов пролета.

Пакеты заготовок собираются на складе литых заготовок, пройдя все ручьи МНЛЗ. Для того, чтобы собрать слитки в общий пакет используются сталкиватели, а для перемещения собранных пакетов используются передаточные тележки, которые в свою очередь транспортируют слитки на стеллажи для сортирования, вывоза заготовок.

В разливочном пролете также установлена яма-отстойник, в которую попадает окалина от всех ручьев машины. Для ремонта и обслуживания рабочего оборудования и устройств используются мостовые краны, а с помощью грейфера устраняется окалина из ямы.

Пролет литой заготовки используется для таких операций, как: обследование слитков, поиск дефектов, очистка заготовок.

На территории пролетов МНЛЗ выделяют участки для хранения и подготовки сменного технологического оборудования – кристаллизаторов, секций вторичного охлаждения.

## 2 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

### 2.1 Технико-экономическое обоснование проекта

Проектируемый цех расположен в городе Липецк на территории ПАО «Новолипецкий металлургический комбинат». В цехе установлена одна дуговая электросталеплавильная печь вместимостью 100 тонн, камера порционного вакуумирования, АКOC для внепечной обработки и машина непрерывного литья заготовок (МНЛЗ).

Проектируемый сортамент продукции приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Данные для расчёта средней стоимости сортамента

№	Сортамент	Количество, тыс.т.	Цена, руб./т.	Выручка, руб.
1	40ХФА	300	40100	12030000
	15ХФ			
	30Х3МФ			
2	08ПС	150	37000	5500000
	10ПС			
	20			
3	12ХН	150	34000	5100000
	45ХН			
	12ХН2			
4	Ст3СП	100	35000	3500000
	Ст2СП			
	Ст3ПС			
5	25ХГМ	100	30700	3070000
	38ХГМ			
Итого		800		29220000

## 2.2 Расчёт капитальных вложений в основные фонды

Капитальные вложения предназначены для строительства ЭСПЦ производительностью 800 тысяч т./год стали.

Таблица 2 – Смета капитальных вложений на строительство цеха

Наименование	Кол-во единиц	Цена единицы, руб	Полная стоимость, руб	Норма амортизации, %	Годовая сумма амортизации, руб
<b>1 Здания</b>					
Главный корпус	1	322752686	322752686	1,25	4034408,5
Бытовые помещения	1	14751620	14751620	1,25	184395,3
Всего по зданиям			337504306		4218803,8
<b>2 Сооружения</b>					
Трансформаторная	1	23507358	23507358	3,3	775742,8
Газоочистное	1	12733502	12733502	3,3	420205,6
Прочее		18000000	18000000	3,3	594000
Прочее		18000000	18000000	3,3	594000
Всего по сооружениям			54240860		1789948,4
<b>3 Рабочее оборудование</b>					
ДСП-100	1	1300000000	1300000000	5	65000000
АКОС	1	350000000	350000000	5	17500000
Вакуум-камера	1	42000000	42000000	5	2100000
МНЛЗ	1	1500000000	1500000000	5	75000000
<u>Стальковши</u>	9	135000	1215000	25	303750
Оборудование для слива шлака	1	8000000	8000000	5	400000

Продолжение таблицы 2

Прочее оборудование			400000000		
Всего по рабочему оборудованию			3601215000		160303750
4 Крановое оборудование					
Кран 180+63/20	6	22500000	135000000	5	6750000
Кран 50/12,5	2	7500000	15000000	5	750000
Всего по крановому оборудованию			150000000		7500000
Всего			4142960166		173812502

Капитальные вложения в проект цеха составляют:

$$КВ = 4142960166 \cdot 1,5 = 6214440249 \text{ руб,}$$

где 1,5 – коэффициент непредвиденных расходов на иное оборудование.

### 2.3 Расчёт производственной мощности

Номинальное время работы составляет:

$$T_{\text{ном.}} = T_{\text{кал.}} - (T_{\text{к.р.}} + T_{\text{х.р.}}), \quad (1)$$

где  $T_{\text{кал.}}$  – количество дней в году, сут.;

$T_{\text{к.р.}}$  – длительность капитальных ремонтов (8 сут);

$T_{\text{х.р.}}$  – длительность холодных ремонтов (10 сут);

$$T_{\text{ном.}} = 365 - (8+10) = 347 \text{ сут.}$$

Фактическое время работы

$$T_{\text{ф.}} = T_{\text{ном.}} - T_{\text{г.р.}}, \quad (2)$$

где  $T_{\text{г.р.}}$  – длительность горячих ремонтов (34 сут).

$$T_{\text{ф.}} = 347 - 34 = 313 \text{ сут.}$$

Суточная производительность печи в фактические сутки составляет

$$N_{\text{сут.}} = \frac{24 \cdot Q_c \cdot K_r}{T_{\text{шт}}}, \quad (3)$$

где  $Q_c$  – масса садки ДСП, т;

$K_r$  – выход годного, %;

$T_{пл}$  – длительность плавки, ч.

$$N_{сут.} = \frac{24 \cdot 100 \cdot 0,95}{0,95} = 2400 \text{ т/сут.}$$

Фактическую годовую производительность стали по цеху определяем по формуле

$$B_r = N_{сут.} \cdot n_{п.} \cdot T_{ф.}, \quad (68)$$

$$B_r = 2400 \cdot 1 \cdot 313 = 751200 \text{ т.}$$

При планировании производственной программы, рекомендуется применять мощный метод:

$$M = \frac{B_r}{K_{им.}}, \quad (69)$$

где  $K_{им.}$  – нормативный коэффициент использования производственной мощности ( $K_{им.} = 0,92$ ).

$$M = \frac{751200}{0,92} = 816521,7 \text{ т.}$$

Таблица 3 – Производственные показатели цеха

Показатели	Индекс	Проектные данные
Мощность трансформатора, кВА	W	95000
Масса садки, т	Qс	100
Баланс времени, сут.:		
– календарное время	Tкал	365
– капитальные простои	Tкр	8
– текущие ремонты	Tхр	10
– горячие простои	Tгп	34
– фактическое время работы	Tф	313
Длительность плавки, ч	Tпл	0,89
Количество плавков в фактические сутки, шт.	nпл	28
Суточная производительность цеха, т/сут.	Nсут	2400
Производственная мощность цеха, т/год	M	816521,7
Годовая производительность, т/год	Bг	751200



## 2.4 Расчет штата работников и заработной платы

При планировании заработной платы принимаем повременно-премиальную форму оплаты. Численность персонала приведена в таблице 4.

Таблица 28 – Штатное расписание рабочего персонала

Профессия	Тарифный разряд	Расстановочный штат					Резерв штата на отпуск	Списочный штат
		Смены			Итого в сутки	Итого с подменой		
		I	II	III				
<b>1 Сталеплавильный участок</b>								
Сталевар	6	2	2	2	6	8	3	11
I подручный	5	2	2	2	6	8	3	11
II подручный	4	2	2	2	6	8	2	10
III подручный	4	2	2	2	6	8	2	10
Крановщик	5	2	2	2	6	8	2	10
<u>Пультовщик</u>	5	4	4	4	12	14	4	18
<u>Каменщик-огнеупорщик</u>	5	4	4	4	12	14	4	18
Мастер участка		2	2	2	6	8	3	11
Начальник участка		1	1	1	3	4	1	5
Итого:								104
<b>2 Участок внепечной обработки</b>								
Оператор вакуум-камеры	6	2	2	2	6	8	3	11
Ремонтный персонал	6	5	5	5	15	17	5	22
Крановщик	6	2	2	2	6	8	3	11
Мастер участка		2	2	2	6	8	3	11
Начальник участка		1	1	1	3	4	2	6
Итого:								61
<b>3 Участок МНЛЗ</b>								
Разливщик	6	2	2	2	6	8	3	11
Резчик	6	2	2	2	6	8	3	11
Ремонтный персонал	6	4	4	4	12	14	4	18
Мастер участка		2	2	2	6	7	2	9
Начальник участка		1	1	1	3	4	2	6
Итого:								55
Всего по цеху								220

## 2.5 Расчёт затрат на заработную плату

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 принимаем равным 1,15.

Таблица 5 – Тарифные ставки по разрядам

Тарифная ставка	Разряд					
	3	4	5	6	7	8
	37,05	41,86	48,01	55,78	62,05	71,45

Для расчёта средней заработной платы принимаем, что в цехе средний разряд шестой, тогда тарифная ставка будет равна 55,78 рублей. Исходные данные для расчёта заработной платы приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Исходные данные для расчета заработной платы рабочих

Разряд	Тарифная ставка	Отработано часов			
		Всего	Ночных	Вечерних	Праздничных
6	55,78	192	64	32	8

ЗП рассчитываемая по ставке длительностью в месяц рассчитывается по данной формуле:

$$ЗП_{\text{ппр}} = ТС \cdot К_{\text{час}} \cdot К_{\text{вп}}, \quad (70)$$

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

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

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

$$ЗП_{\text{ппр}} = 55,78 \cdot 192 \cdot 1 = 10709,7 \text{ руб./мес.}$$

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

$$Д_{\text{ночн}} = К_{\text{ч.ночн}} \cdot ТС \cdot К_{\text{н}}, \quad (71)$$

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

$ТС$  – тарифная ставка, руб;

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

$$Д_{\text{ночн}} = 64 \cdot 55,78 \cdot 0,4 = 1427,9 \text{ руб./мес.}$$

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

$$Д_{\text{веч}} = К_{\text{ч.веч}} \cdot ТС \cdot К_{\text{веч}}, \quad (72)$$

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

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

$$Д_{\text{веч}} = 32 \cdot 55,78 \cdot 0,2 = 357 \text{ руб./мес.}$$

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

$$Д_{\text{пр}} = К_{\text{ч. пр}} \cdot ТС \cdot К_{\text{пр}}, \quad (73)$$

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

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

$$Д_{\text{пр}} = 8 \cdot 55,78 \cdot 1 = 446,2 \text{ руб./мес.}$$

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

$$Д_{\text{вр}} = К_{\text{час}} \cdot ТС \cdot К_{\text{вр}}, \quad (74)$$

где  $К_{\text{вр}}$  – коэффициент, учитывающий доплату за вредность (24 % к  $ТС$ ).

$$Д_{\text{вр}} = 192 \cdot 55,78 \cdot 0,24 = 2570,3 \text{ руб./мес.}$$

Премияльные за рабочий месяц  $ПР_{мес}$ , рассчитывается по данной формуле:

$$ПР_{мес} = ТС \cdot К_{час} \cdot К_{п}, \quad (75)$$

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

$$ПР_{мес} = 192 \cdot 55,78 \cdot 0,50 = 5354,8 \text{ руб./мес.}$$

Основная заработная плата без начисления районного коэффициента определяется по формуле:

$$ЗП_{осн} = ЗП_{ппр} + Д_{ночн} + Д_{веч} + Д_{пр} + Д_{вр} + ПР_{мес}, \quad (76)$$

$$ЗП_{осн} = 10709,7 + 1427,9 + 357 + 446,2 + 2570,3 + 5354,8 = 20865,9 \text{ руб./мес.}$$

Заработная плата с учётом районного коэффициента определяется по формуле:

$$ЗП_{мес} = ЗП_{осн} \cdot К_{р}, \quad (77)$$

где  $К_{р}$  – районный коэффициент (15 % от  $ЗП_{мес}$ ).

$$ЗП_{мес} = 20865,9 \cdot 1,15 = 23995,7 \text{ руб./мес.}$$

Основной фонд оплаты труда рабочих составит:

$$ОФОТ_{раб} = ЗП_{мес} \cdot Ч_{р},$$

где  $Ч_{р}$  – численность рабочих, равная 220 человек.

$$ОФОТ_{раб} = 23995,7 \cdot 220 = 5279054 \text{ руб./мес.}$$

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

$$ОФОТ_{рук} = 5279054 \cdot 0,20 = 1055810,8 \text{ руб./мес.}$$

Таким образом, получаем среднемесячную заработную плату ИТР равной:

$$1055810,8 / 48 = 21996,1 \text{ руб./мес.}$$

$$\text{Фонд} = (5279054 + 1055810,8) \cdot 12 = 76018377,6 \text{ руб./год.}$$

Подходный налог составляет 13 %, тогда:

$$\text{ФЗП}_{год} = 76018377,6 - (76018377,6 \cdot 0,13) = 66135988,5 \text{ руб./год}$$

Затраты по ЗП на 1 тонну стали составляют:

$$Z_{3П} = \frac{\Phi 3П_{год}}{B_r}; \quad (78)$$

$$Z_{3П} = \frac{66135988,5}{751200} = 88,04 \text{ руб./т.}$$

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

$$Z_{стр} = \frac{66135988,5 \cdot 0,30}{751200} = 26,4 \text{ руб./т.}$$

## 2.6 Расчет затрат на основные и вспомогательные материалы

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

$$C_{p,год} = \frac{\Phi 3П \cdot 380}{100},$$

$$C_{p,год} = \frac{66135988,5 \cdot 380}{100} = 251316756,3 \text{ руб./год.}$$

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

$$C_p = \frac{C_{p,год}}{B_r}, \quad (79)$$

$$C_p = \frac{251316756,3}{751200} = 334,5 \text{ руб./т.}$$

В статью цеховые расходы входят следующие виды затрат: расходы на амортизацию здания, текущий ремонт здания, заработная плата работникам ИТР.

Потери от брака составляют 0,1 % от затрат на материалы, затрат по расходу тепло- и энергоресурсов, суммы ЗП, затраты на социальное страхование и цеховых расходов:

$$П_B = \frac{(7454,8 + 5369,73 + 88,04 + 26,4 + 334,5) \cdot 0,1}{100} = 13,27 \text{ руб./т.}$$

Полная цеховая себестоимость ( $C_{пр}$ ) 1 тонны стали складывается из статьи материалов, статьи тепло- энергоресурсов, статьи заработной платы, потери от брака, цеховых расходов:

$$C_{пр} = Z_{м} + Э_{общ} + Z_{ЗП} + Z_{Стр} + Ц_{Р} + П_{Б}. \quad (80)$$

$$C_{пр} = 7454,8 + 5369,73 + 88,04 + 26,4 + 334,5 + 13,27 = 13286,74 \text{ руб./т.}$$

Общезаводские коммерческие расходы составляют 15 % от цеховой себестоимости:

$$ОЗР = C_{пр} \cdot 15 \%. \quad (81)$$

$$ОЗР = 13286,74 \cdot 0,15 = 1993,1 \text{ руб.}$$

Полная себестоимость 1 тонны стали по данному варианту равна:

$$ПС_{пр} = ОЗР + C_{пр} = 1993,1 + 13286,74 = 15279,84 \text{ руб./т.} \quad (82)$$

Таблица 31 – Затраты на материалы на одну тонну стали

Статья затрат	Проектный вариант		
	Норма расхода, т.	Цена за 1 т, руб./т.	Сумма, руб./т
<b>1 Заданное сырьё и основные материалы</b>			
Стальной лом	0,9972	3200	3191,04
Ферросилиций ФС75	0,00348	82000	285,36
Силикомарганец СМн20	0,00677	79000	534,83
Феррованадий ФВд 50	0,00267	820000	2189,4
Феррохром ФХ800	0,01353	70000	947,1
Алюминий	0,000583	49000	28,567
Итого металлической шихты	0,10107		7176,21
<b>2 Добавочные материалы</b>			
Железная руда	0,001881	1800	3,3858
Известь	0,06992	1100	76,91
Шамот	0,00976	6800	66,368
Плавленый шпат	0,00976	12300	120,05
Кварцит	0,00352	1200	4,224
Кокс	0,00962	8000	7,696
Итого:	0,10446		278,634
Всего затрат:			7454,8

## 2.7 Расчёт затрат на тепло- и энергоресурсы

Рассчитываем стоимость электроэнергии на выплавку 1 тонны стали:

$$\mathcal{E}_{\text{ТС}} = \frac{S_{\text{Н}} \cdot k \cdot C_{\text{э}}}{M_{\text{с}}}, \quad (83)$$

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

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

$k$  – коэффициент использования трансформатора,  $k = 0,92$ ;

$C_{\text{э}}$  – стоимость 1 кВт электроэнергии,  $C_{\text{э}} = 3,98$  руб/кВт;

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

$$\mathcal{E}_{\text{ТС}} = \frac{95000 \cdot 0,92 \cdot 3,98}{100} = 3478,5 \text{ руб./т.}$$

Определяем стоимость теплоэнергии, то есть расход пара (для просушки ковшей):

$$\mathcal{E}_{\text{тэ}} = P_{\text{пара}} \cdot C_{\text{тэ}}, \quad (84)$$

где  $P_{\text{пара}}$  – расход пара,  $P_{\text{пара}} = 0,385$  Гкал/т.

$C_{\text{тэ}}$  – стоимость теплоэнергии,  $C_{\text{тэ}} = 1170,5$  руб/Гкал.

$$\mathcal{E}_{\text{тэ}} = 0,385 \cdot 1170,5 = 450,7 \text{ руб./т.}$$

Затраты на кислород для выплавки 1 тонны стали составляют:

$$\mathcal{E}_{\text{Кислород}} = P_{\text{Кислород}} \cdot C_{\text{Кислород}}, \quad (85)$$

где  $P_{\text{Кислород}}$  – расход кислорода,  $P_{\text{Кислород}} = 17,76$  кг/т;

$C_{\text{Кислород}}$  – стоимость кислорода,  $C_{\text{Кислород}} = 18$  руб./кг.

$$\mathcal{E}_{\text{Кислород}} = 17,76 \cdot 18 = 319,68 \text{ руб./т.}$$

Стоимость сжатого воздуха для выплавки 1 тонны стали составляет:

$$\mathcal{E}_{\text{сж.возд}} = P_{\text{сж.возд}} \cdot C_{\text{сж.возд}}, \quad (86)$$

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,  $C_{\text{сж.возд}} = 89,0$  руб./м<sup>3</sup>.

$$\mathcal{E}_{\text{сж.возд.}} = 0,95 \cdot 89,0 = 84,55 \text{ руб./т.}$$

Определяем затраты на техническую воду:

$$\mathcal{E}_{\text{техн.вода}} = P_{\text{техн.вода}} \cdot C_{\text{техн.вода}}, \quad (87)$$

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

$C_{\text{техн.вода}}$  – стоимость технической воды,  $C_{\text{техн.вода}} = 4,78 \text{ руб./м}^3$

$$\mathcal{E}_{\text{техн.вода}} = 85,0 \cdot 4,78 = 406,3 \text{ руб./т.}$$

Затраты на аргон для продувки стали составляют:

$$\mathcal{E}_{\text{Аргон}} = P_{\text{Аргон}} \cdot C_{\text{Аргон}}, \quad (88)$$

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

$P_{\text{Аргон}}$  – расход аргона,  $P_{\text{Аргон}} = 1,0 \text{ м}^3/\text{т}$ ;

$C_{\text{Аргон}}$  – стоимость аргона,  $C_{\text{Аргон}} = 630 \text{ руб./м}^3$ .

$$\mathcal{E}_{\text{Аргон}} = 1,0 \cdot 630 = 630 \text{ руб./т.}$$

Общая сумма затрат по расходу тепло- и энергоресурсов составляет:

$$\mathcal{E}_{\text{общ}} = \mathcal{E}_{\text{тс}} + \mathcal{E}_{\text{Кислород}} + \mathcal{E}_{\text{сж.возд.}} + \mathcal{E}_{\text{техн.вода}} + \mathcal{E}_{\text{Аргон}}, \quad (89)$$

$$\mathcal{E}_{\text{общ}} = 3478,5 + 450,7 + 319,68 + 84,55 + 406,3 + 630 = 5369,73 \text{ руб./т.}$$

## 2.8 Расчёт проектных технико-экономических показателей цеха

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.

Оптовая цена товарной продукции:

$$Ц_c = ПС_{\text{пр}} \cdot K_{\text{нп}}, \quad (90)$$

где  $ПС_{\text{пр}}$  – себестоимость 1 тонны стали, руб/т;

$K_{\text{нп}}$  – коэффициент, учитывающий нормативную рентабельность,  $K_{\text{нп}} = 1,35$ .



$$\Pi_c = 15279,84 \cdot 1,35 = 20627,78 \text{ руб./т.}$$

Экономический эффект определяется условно-годовой экономией:

$$\mathcal{E}_{\text{уг}} = (\Pi_c - \text{ПС}_{\text{пр}}) \cdot V_{\text{г}}, \quad (91)$$

где  $V_{\text{г}}$  – фактическая годовая производительность стали, т/год.

$$\mathcal{E}_{\text{уг}} = (20627,78 - 15279,84) \cdot 751200 = 4017375532,8 \text{ руб./год.}$$

Определяем годовой экономический эффект, учитывающий дополнительные капитальные вложения на реализацию проекта:

$$\mathcal{E}_{\text{г}} = \mathcal{E}_{\text{уг}} - \text{КВ} \cdot E_{\text{н}}, \quad (92)$$

где  $E_{\text{н}}$  – нормативный коэффициент экономической эффективности капиталовложений,  $E_{\text{н}} = 0,22$ .

$$\mathcal{E}_{\text{г}} = 4017375532,8 - 6214440249 \cdot 0,22 = 2650198678,02 \text{ руб.}$$

Валовая прибыль:

$$\Pi_{\text{р}} = V_{\text{г}} \cdot (\Pi_c - \text{ПС}_{\text{пр}}). \quad (93)$$

$$\Pi_{\text{р}} = 751200 \cdot (20627,78 - 15279,84) = 4017372528 \text{ руб.}$$

НДС:

$$\text{НДС} = \Pi_c \cdot 0,18, \quad (94)$$

$$\text{НДС} = 20627,78 \cdot 0,18 = 3713 \text{ руб.}$$

Налог на прибыль:

$$H_{\text{пр}} = \Pi_{\text{р}} \cdot \frac{\text{СТ}_{\text{пр}}}{100}. \quad (95)$$

$$H_{\text{пр}} = 4017372528 \cdot \frac{20}{100} = 803474505,6 \text{ руб.}$$

Налог на имущество:

$$H_{\text{им}} = \text{КВ} \cdot \frac{\text{СТ}_{\text{им}}}{100}. \quad (96)$$

$$H_{\text{им}} = 6214440249 \cdot \frac{2,2}{100} = 136717685,5 \text{ руб.}$$

Чистая прибыль:

$$\Pi_{\text{ч.}} = \Pi_{\text{р}} - H_{\text{пр}} - H_{\text{им}} - \text{НДС}, \quad (97)$$

$$П_{\text{ч}} = 4017372528 - 803474505,6 - 136717685,5 - 3713 = 3077176623,9 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяем по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{КВ}{П_{\text{ч}}}. \quad (98)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{6214440249}{3077176623,9} = 2,1.$$

Технико-экономические показатели представлены в таблице 32.

Таблица 32 – Технико-экономические показатели

Статьи	Проектные данные
Капитальные вложения на строительство цеха, руб.	6214440249
Суточная производительность, т./сут.	2400
Производственная мощность, т./год.	816521,7
Годовая производительность, т./год.	751200
Среднемесячная заработная плата, руб.	23995,7
Годовой экономический эффект, руб.	2650198678,02
Себестоимость 1 тонны стали, руб.	15279,84
Срок окупаемости, год.	2,1

Срок окупаемости проекта составляет 2,1 года. Из расчётов делаем вывод, что проект ЭСПЦ является экономически целесообразным.