

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 126 с., 23 рисунка, 25 источников, 8 листов графического материала формата А1.

Ключевые слова: электросталеплавильный цех, электродуговая печь, АКOC, циркуляционный вакууматор, электрофильтр, МНЛЗ.

Объектом изучения является проект ЭСПЦ производительностью 1,5 млн.т жидкой стали в год в условиях Дальневосточного металлургического завода (г. Комсомольск-на-Амуре).

Цели и задачи работы проекта: разработка проекта ЭСПЦ.

В 1 разделе «Объект исследования» описано организационная структура управления цеха, конструкция здания цеха, грузопотоки, организация работ в цехе, конструкция и механизмы ДСП, электрооборудование ДСП.

В 2 разделе «Расчеты и аналитика» представлены расчеты баланса металла и шихты, основного оборудования использованного в ЭСПЦ и расчет основных параметров ДСП.

В 3 разделе «Результаты проведенного исследования» рассмотрена технология выплавки и разливки, а так же выбор оборудования для внепечной обработки и разливки стали марки 15ХСНД.

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

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

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

## Abstract

Final qualifying work contains 126 p., 23 figures, 25 sources, 8 sheets of A1 format graphic material.

Keywords: arc-furnace plant, electric arc furnace, ICCO, circulation vakumator, electrostatic, CCM ..

The object of this study is to EAF plant capacity of 1.5 million tonnes of liquid steel per year in the conditions of the Far East metallurgical plant (Komsomolsk-on-Amur).

Aims and objectives: the development of EAF project.

1 In the "object of study" described the organizational structure of the department of management, shop building construction, freight traffic management, organization of work in the shop, the design and mechanisms of particle board, particle board electrics.

2 In the section "Calculations and Analytics" presented metal balance calculation and charge, the main equipment used in the EAF and the calculation of the main parameters of particleboard.

In section 3, "Results of the study" examined smelting and casting technology, as well as the selection of equipment for secondary metallurgy and casting 15HSND brand.

4 In the "Financial management, resource efficiency and resource conservation" presented a feasibility study of the project, estimates of capital investment and production capacity, payroll fund and return on construction management.

5 In the "Social Responsibility" Dangerous and harmful factors and their impact on human and methods of dealing with them. measures for environmental protection are also provided.

In conclusion, it sets out the main characteristics of the planned workshops and feasibility of the project.

## 1 Объект исследования

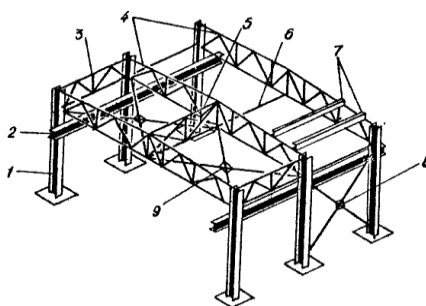
### 1.2 Технико-экономическое обоснование

Группа «Амурметалл» образована на базе ОАО «Амурметалл» (г.Комсомольск-на-Амуре)-единственного на Дальнем Востоке России. Завод специализирован на выпуск стали с последующим переделом его в сортовой прокат.

Проектируемый электросталеплавильный цех будет сооружен на Дальнем Востоке в городе Комсомольск-на-Амуре. Данный цех будет входить в состав АмурМеталл.

### 1.3 Общая характеристика здания цеха

Выбираем каркасный тип здания (рисунок 1) Каркас принимает на себя внешние и внутренние воздействия а также собственную массу здания и давления грунта на подземные части здания. К несущим элементам относятся фундаменты, колонны, подкрановые балки.



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

Также к элементам здания относят крышу и стены, они защищают рабочих от внешних воздействий.

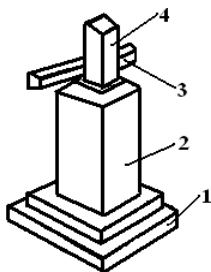
Конструкция каркаса это рамы связанные между собой связями. По расположению различают горизонтальные и вертикальные связи.

Основным материалом несущих конструкций одноэтажных промышленных зданий в настоящее время служит железобетон. Железобетон устойчив против коррозии и не требует защитной отделки и окраски, негорюч.

### 1.3.1 Конструкции фундаментов

Фундаменты для нашего цеха будет выбираться с подробным изучением местности а именно с изучением геологических и гидрогеологических условий строения

Для каркасных зданий характерны одиночные столбчатые фундаменты под несущие конструкции колонны (рисунок 2).



1 – монолитный фундамент; 2 – подколонник;

3 – фундаментная балка; 4 – колонна

Рисунок 2 – Фундамент под отдельно стоящие колонны

### 1.3.2 Конструкция фундаментных балок

Для того чтобы установить стены для цеха, по его периметру выкладываем балки, изготовленные из железобетона. Балки укладываем так чтобы верхняя поверхность балки была выше поверхности грунта, но не

выше пола цеха. Это необходимо для того чтобы избежать касания стен с грунтом, это позволит стенам не ржаветь.

### 1.3.3 Конструкции колонн

Колонны – это пожалуй одно из главных элементов зданий (рисунок 3). Они прочно закреплены на фундаментах и являются опорами для несущих конструкций здания. Также они являются опорами для крановых балок, и ряд других функций. Шаг колонн 12000 мм.

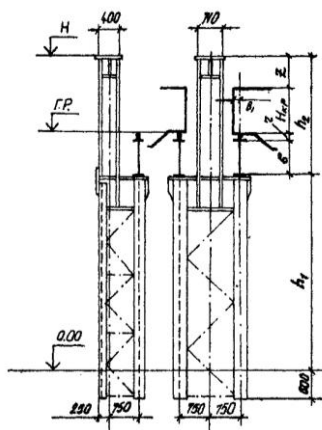


Рисунок 3 – Стальные колонны одноветьевые и двухветьевые

Колонна состоит из надколонника, на него опираются несущие элементы покрытия и башмака, который передает всю нагрузку колонны на фундамент цеха.

### 1.3.4 Конструкции подкрановых балок

Уложенные рельсы на подкрановые балки служит для движения мостовых кранов.

Существует два вида: разрезные и неодинаковые по длине. По типу сечения – сплошные и сквозные. Балки сплошного сечения имеют профиль сплошного двутавра. Стенки балок усилены рёбрами жёсткости.

### 1.3.5 Конструкции стропильных и подстропильных ферм

Стропильные фермы держат покрытия здания (рисунок 4).

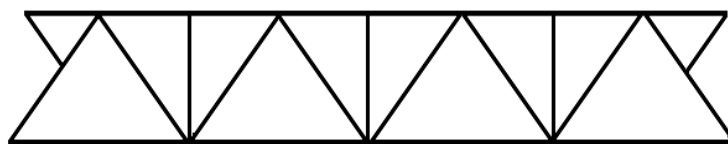


Рисунок 4 – Стропильная ферма

При проектировании конструкция подстропильных ферм берется учет зависимости от высоты пролета, а также от веса несущих элементов, характера производства и других факторов.

### 1.3.6 Конструкции стен

Стены служат для защиты от внешних воздействий. В нашем цехе предусмотрены самонесущие стены, они несут нагрузки только от собственной массы и ветра.

### 1.3.7 Конструкции покрытий

Покрытия предназначены для защиты внутренних помещений здания от осадков и температурных воздействий. В нашем случае настилы из стальных листов. Листы крепятся клямерами или болтами с крюками на концах. Для стока воды предназначен карниз.

### 1.3.8 Конструкции ворот

Ворота цеха раздвижные, так как они имеют хорошую скорость

открывания. Раздвижные ворота служат для проезда напольного автотранспорта. Для создания оптимального микроклимата проёмы в цехе оборудованы воздушно тепловыми завесами.

#### 1.4 Организация работ в цехе

В здании ЭСПЦ размещаются следующие пролеты: печной, бункерный пролет, раздаточный пролёт, пролет МНЛЗ, пролет литых заготовок.

##### 1.4.1 Организация работ в печном пролете

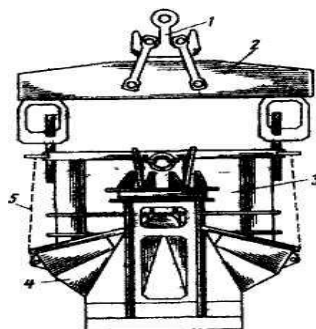
В печном пролёте установлены две дуговые сталеплавильные печи (ДСП) вместимостью 100 тонн, оснащённые трансформатором 95 МВА. Печь расположена в шумо пылезащитной камере, оснащенной раздвижными щитами. Каждая печь оборудована печным трансформатором.

В печном пролете выполняются следующие задачи: доставка металлошихты и загрузка ее в печь, доставка электродов и организация их наращивания, подготовка и уборка шлака, выпуск полупродукта в ковш, а также ремонт печей.

Две 100 т печи установлены отметки 8 метров, это увеличивает стоимость здания но имеет и ряд достоинств. Во – первых удобно обслуживать нижние механизмы печи, а во – вторых удастся лучше разместить электрическое оборудование в печных трансформаторах.

На нулевой отметке по обе стороны ближе к торцам пролета располагаются: стенды для набивки и ремонта сводов; сменные кожуха ДСП и другое оборудование.

Подготовка и загрузка металлошихты в бадьи осуществляется в отделении подготовки лома, откуда на автобадьевозах доставляется в печной пролёт ЭСПЦ.



1 – крюк главного подъема крана; 2 – траверса; 3 – корпус;  
4 – челюсти; 5 – канат

Рисунок 5 – Завалочная бадья грейферного типа

Через рабочие окно шлак скачиваю в шлаковню установленную по печи. Уборка шлаковни осуществляется автошлаковозом в шлаковое отделение (рисунок 6).

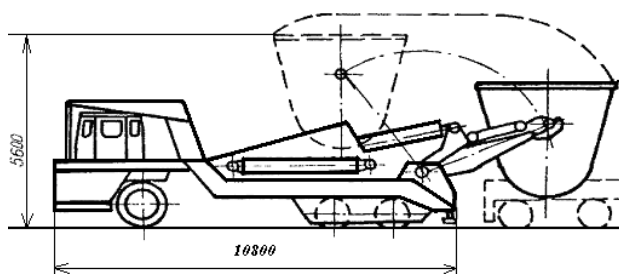


Рисунок 6 – Автошлаковоз

Для ремонта футеровки печи имеется стенд для ломки футеровки подины, кроме того, располагается устройство для свинчивания и наращивания электродов, а также участок для их хранения.

#### 1.4.2 Организация работ в бункерном пролете [3]

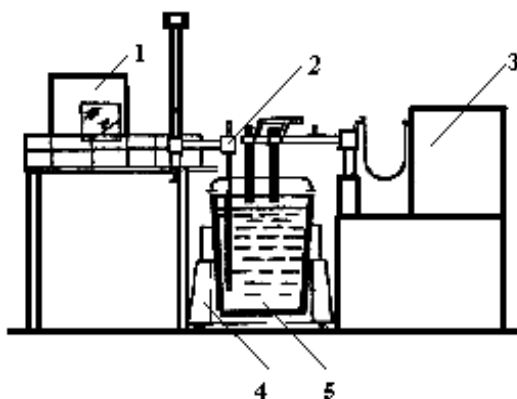
Запас сыпучих материалов находятся в стационарных бункерах.

Ввод сыпучих, осуществляется по системе трубопроводов через отверстие в своде.

Сыпучие и ферросплавы поступают из ОПС по наклонному конвейеру в бункерный пролёт.

Навесные бункера загружаются с помощью ленточного конвейера и автоматической ленточной тележки. К достоинствам можно отнести, полную механизацию и автоматизацию подачи материалов; а также высокую герметичность. Однако для сооружения этой системы требуется увеличивать высоту пролёта, при этом возрастает стоимость здания.

В пролете внепечной обработке, имеются два агрегата комплексной обработки стали (АКОСа) (рисунок 7), и одна установка циркуляционного вакуумирования.



1 – пост управления; 2 – фурма; 3 – печная подстанция;

4 – сталевоз; 5 – сталевазливочный ковш с металлом

Рисунок 7 – Схема агрегата ковш-печь

В АКОСе выполняются практически все технологические операции: раскисление, легирование, десульфурация, вдувание порошкообразных материалов, подогрев металла, продувка нейтральным газом.

Для получения нужной стали, после обработки металла в АКОСе ковш с металлом на сталевозе переезжает в раздаточный пролет, где краном ковш устанавливают на поворотный стенд машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) для дальнейшей передачи в пролет МНЛЗ.

Циркуляционное вакуумирование является наиболее эффективным средством удаления водорода, дегазация и удаление неметаллических включений, а также доводка металла по химическому составу.

После вакуумной обработки берется проба металла на анализ химического состава и производится замер температуры. При циркуляционном вакуумировании камера имеет два патрубка, которые погружены в металл. В один из патрубков начинают вдвухать инертный газ, в результате этого порция металла по нему направляется вверх, в вакуум-камеру, а по другому - стекает в ковш, таким образом как бы циркулируя через установку.

#### 1.4.3 Организация работ в раздаточном пролёте

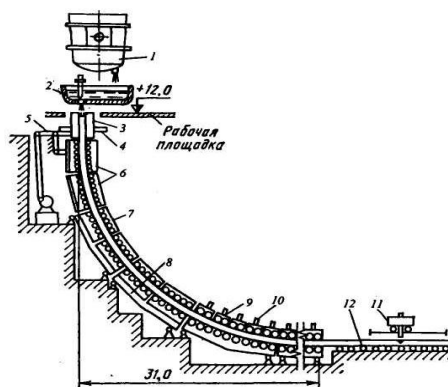
В данном пролете выполняются ряд операции:

- очистка ковша от остатков шлака, установка шиберного затвора, подогрев ковша;
- установка чаш для приема шлака после разливки;
- подача ковша краном на циркуляционный вакууматор и на подъемно-поворотный стенд МНЛЗ;
- кантовка шлака после разливки;
- ремонт ковша и удаление шиберного затвора.

Основное оборудование раздаточного пролета это сталеразливочные ковши. Корпуса делают цельносварными, оборудуют цапфовыми и кантовательными устройствами. Главными элементами футеровки ковша являются: корпус ковша, два шиберных затвора и футеровка.

#### 1.4.4 Организация работ в пролёте МНЛЗ

Этот пролёт предназначен для проведения разливки металла на МНЛЗ для получения заготовок. Установлены две радиальные МНЛЗ.



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

Рисунок 8 – Радиальная МНЛЗ

Машины сконструированы так, что движение слитка осуществляется на уровне пола цеха. И в этом же пролете производят резку слитка на куски мерной длины.

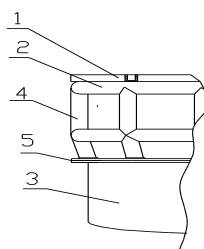
Основные преимущества этих машин по сравнению с вертикальными:

- меньшая высота, что снижает стоимость сооружения МНЛЗ и здания цеха;
- возможность повышения скорости разливки, поскольку газорезку можно установить далеко от кристаллизатора
- резки слитка возможна на куски большой длины.

## 1.5 Конструкция механизмов печи

### 1.5.1 Кожух печи

Кожух печи выполнен в конусоцилиндрической форме со сферическим дном. Кожух делается разъёмным из условий транспортировки к месту монтажа. Нижняя его часть, выполнена из стального листа. Верхняя часть, являющаяся опорой стеновых водоохлаждающих панелей, выполнена в виде решетчатого каркаса. Кожух печи сваривают из стали толщиной 50 мм. Имеется выступ (эркер). В верхней части кожуха расположен песочный затвор

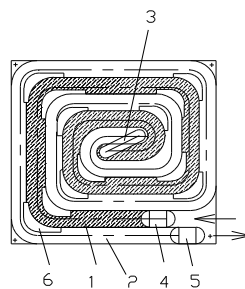


1 – песочный затвор; 2 – пояс жёсткости; 3 – кожух; 4 – ребро жёсткости; 5 – плоскость разъема

Рисунок 9 – Кожух печи

### 1.5.2 Стеновые водоохлаждаемые панели

В проекте представлены панели фирмы «Сибэлектротерм» сделаны из двух труб диаметром 80 мм, методом гибки без сварных швов. Труба 1 (на рисунке 10, отмечена штрихами) и 2 изгибают по форме прямоугольной спирали с зазора между ветвями; далее трубы вставляют друг в друга, получая плоскую панель. Трубы скрепляют с помощью привариваемых накладок 6. Предусмотрен подвод 4 и отвод 5 воды через периферийные концы труб и соединение концов труб 1 и 2 в центре панели с помощью патрубка 3. Эта панель обладает маленьким гидравлическим сопротивлением, Достоинством можно считать простота в изготовлении и не прихотлива в эксплуатации.

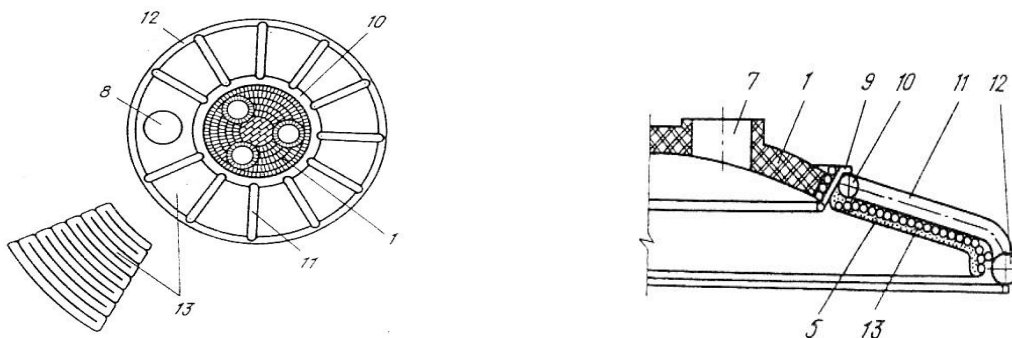


1,2 – трубы; 3 – патрубок; 4,5 – подвод отвод воды; 6 – накладки

Рисунок 10 – Трубчатые стеновые водоохлаждаемые панели

### 1.5.3 Водоохлаждаемый свод

Трубчатый куполообразный свод (рисунок 11) имеет водоохлаждаемый каркас из двух трубчатых колец, соединёнными между собой пилонами. К каркасу снизу прикреплены водоохлаждаемые панели, на которые нанесён слой из огнеупорной массы, этой слой теплоизоляции удерживает шлакодержателями. В одной из панели имеется отверстие для отвода печных газов. Центральная часть свода съёмная, выложена из магнезитовых кирпичей.



– центральная часть свода; 2, 6 – верхнее и нижнее кольца соответственно; 3 – отверстие для отвода печных газов; 4 – радиальные балки (пилоны); 5 – водоохлаждаемые панели

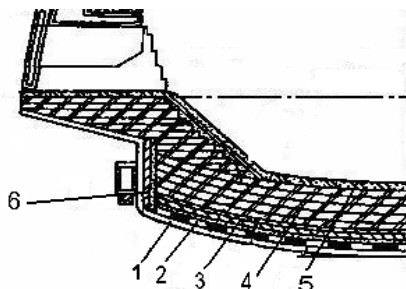
Рисунок 11 –Водоохлаждаемый свод электропечи

### 1.5.4 Футеровка печи

Футеровка дуговой печи подвергается воздействию теплового излучения электрических дуг, ударам кусков шихты при загрузке, разъедающему воздействию шлака и металла и термических напряжений, возникающих при резких колебаниях температур – охлаждение во время завалки холодной шихты.

Поэтому применяемые огнеупоры должны обладать высокой огнеупорностью, термостойкостью, прочностью и шлакоустойчивостью.

Футеровка подины состоит из теплоизоляционного и рабочего слоёв.



1 – кожух; 2 – листовой асбест; 3 – шамотный кирпич; 4 – магнезитовый кирпич; 5 – слой шамотного порошка; 6 – шамотный кирпич

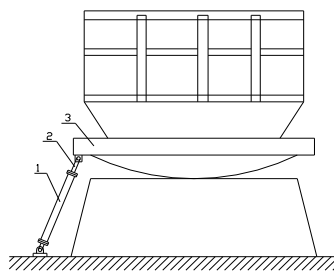
Рисунок 12 – Разрез рабочего пространства печи

### 1.5.5 Механизм наклона печи

На печи устанавливается гидравлический механизм наклона, состоящий из двух гидроцилиндров. Цилиндры закреплены на опорах фундамента, а штоки шарнирно соединены с секторами люльки.

Механизм наклона служит для наклона печи в сторону сталевыпускного отверстия для слива металла. Так как печь оборудована эркерным выпуском металла, угол наклона составляет 12°.

Для опоры корпуса печи на фундамент и для наклона печи служит люлька. Она выполнена в виде горизонтальной коробчатой плиты с двумя опорными сегментами.

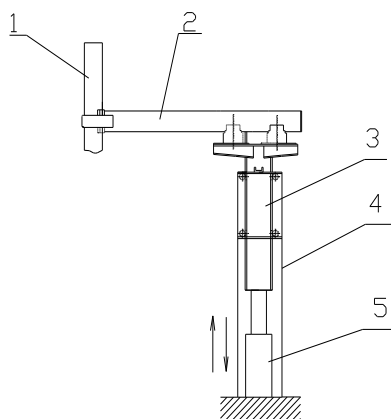


1 – гидроцилиндр; 2 – шток; 3 – люлька

Рисунок 13 – Механизм наклона печи

#### 1.5.6 Механизм перемещения электродов

Каждый из трех электродов имеет свой независимый механизм зажима и перемещения (рисунок 14).



1 – электрод; 2 – рукав электрододержателя; 3 – подвижная стойка;

4 – неподвижная стойка; 5 – гидроцилиндр

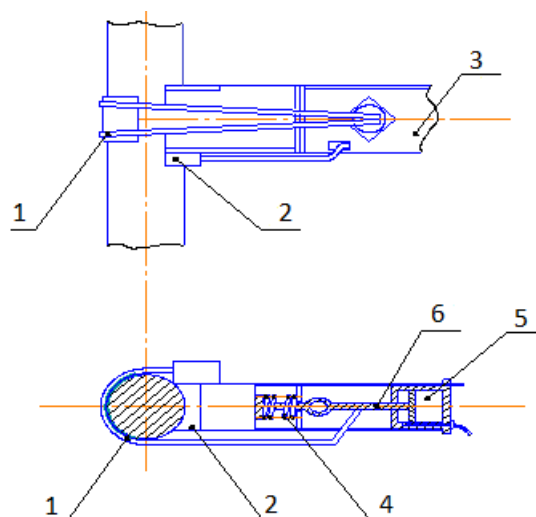
Рисунок 14 – Механизм перемещения электродов

На печи применен механизм перемещение электродов с телескопической стойкой. Рукав электрододержателя 2, закреплен на подвижной стойке 3, перемещающейся внутри полый вертикальной неподвижной стойке 4. Привод 5, перемещающий электроды со скоростью 0,6–3 м/мин., гидравлический.

### 1.5.7 Механизм зажима электрода

Электрододержатель представляет собой зажим для закрепления электродов и подвода к ним 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.

В пружинно-пневматическом зажиме электрод зажимается между щеками корпуса электрододержателя 2 и хомутом (рисунок 15).



1 – хомут; 2 – щека; 3 – рукав; 4 – зажимная пружина;  
5 – пневмоцилиндр; 6 – шток

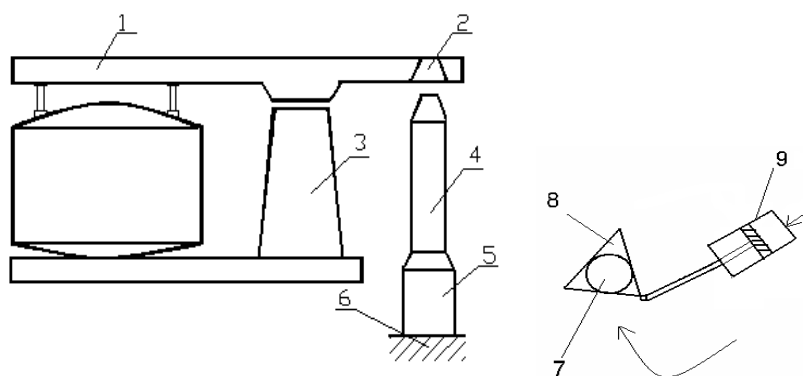
Рисунок 15 – Механизм зажима электрода

Хомут зажимает электрод с усилием, достаточным для предупреждения его проскальзывания, с помощью штока 7 и мощных пружин 5 расположенных внутри рукава стойки. Освобождение электрода производится дистанционно с помощью пневмоцилиндра 6 сжимающего пружины.

### 1.5.8 Механизмы подъема и поворота свода

Печь оборудована гидравлическим механизмом подъёма свода. Под действием давления плунжер гидроцилиндра поднимает опорно-поворотный вал. Он входит в зацепление с полупорталом, который вместе со сводом поднимается на требуемую высоту. Скорости подъёма и опускания свода примерно равны и составляют приблизительно 1–2 м/мин.

Механизм поворота свода состоит из одного гидроцилиндра двустороннего действия (рисунок 15).



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

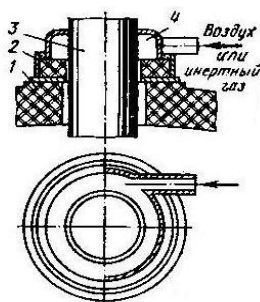
Рисунок 15 – Механизм подъёма и поворота свода

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

### 1.5.9 Уплотнители электродных отверстий

Отверстия в своде для электродов делают в диаметре на 30–50 мм больше диаметра электрода.

Зазоры вокруг электродов уплотняют, чтобы избежать выбивание горячих газов, поскольку это ведёт к увеличению теплотерь и следовательно, расхода электроэнергии; вызывает перегрев электрододержателей и особенно электродов, которые вследствие этого усиленно окисляются. На печи применяется экономайзер с воздушным уплотнением, состоящий из бетонной и металлической части (рисунок 16).



1 – свод; 2 – огнеупорный бетон;

3 – электрод; 4 – металлическое кольцо

Рисунок 16 – Уплотнитель электродных отверстий

### 1.5.10 Электрод графитированный

На ДСП применяют электроды круглого сечения диаметром 500 мм. От качества электродов и способа подвода к ним электрического тока значительно зависят потери электроэнергии.

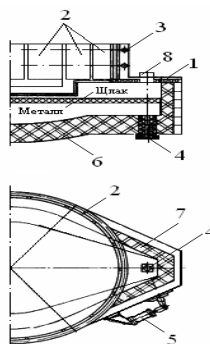
Для сталеплавильных процессов применяют графитированные электроды, обладающие более высокими физико-механическими и электротехническими свойствами. Графитированные электроды характеризуются низким удельным сопротивлением (9–14 Ом·мм<sup>2</sup>/м),

высокой термостойкостью, содержат мало золы. У электродов с двух сторон имеются ниппельные гнёзда с конической резьбой.

#### 1.5.11 Схема выпуска

Печь имеет с противоположной от рабочего окна стороны выступ (эркер). В дне эркера находится сталевыпускное отверстие; отверстие для выпуска металла находится на высоте которое достаточно для слива металла при наклоне печи на 10–12° (рисунок 17).

Во время выпуска печь слегка наклоняют в сторону ковша, чтобы обеспечить постоянный уровень металла над выпускным отверстием.



1– сводик эркера; 2 – стеновые водоохлаждаемые панели; 3 – трубчатый каркас стен; 4 – сталевыпускное отверстие; 5 – привод запорного устройства;

6 – футеровка пода; 7 – футеровка эркера; 8 – лючок для обслуживания эркерного отверстия

Рисунок 17 – Рабочее пространство печи с эркерным выпуском

#### 1.6 Электроснабжение ДСП

Рабочее напряжение электродуговых печей составляет 100–800 В, а сила тока измеряется десятками тысяч ампер. Мощность отдельной установки может достигать 50–140 МВА. К подстанции

электросталеплавильного цеха подают ток напряжением до 110 кВ. Высоким напряжением питаются первичные обмотки печных трансформаторов.

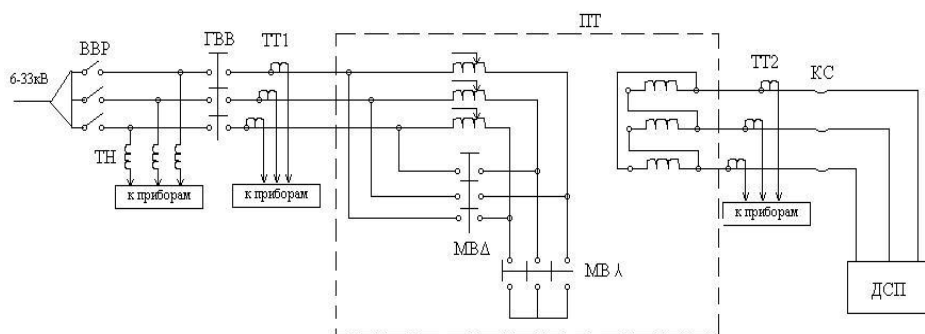


Рисунок 18 – Схема электроснабжения ДСП

В электрическое оборудование дуговой печи входят следующие приборы:

1. Высоковольтный воздушный разъединитель (ВВР), предназначен для отключения всей электропечной установки от линии высокого напряжения во время производства ремонтных работ на печи.

2. Главный высоковольтный выключатель (ГВВ), служит для отключения под нагрузкой электрической цепи, по которой протекает ток высокого напряжения. При неплотной укладке шихты в печи в начале плавки, когда шихта еще холодная, дуги горят неустойчиво, происходят обвалы шихты и возникают короткие замыкания между электродами. При этом сила тока резко возрастает. Это приводит к большим перегрузкам трансформатора, который может выйти из строя. Когда сила тока превысит установленный предел, выключатель автоматически отключает установку.

3. Трансформатор напряжения и трансформаторы тока (ТН и ТТ) необходимы для понижения напряжения и тока. После них включают измерительные приборы.

4. Печной трансформатор (ПТ) необходим для преобразования высокого напряжения в низкое (с 6–10 кВ до 100–800 В). Обмотки высокого и низкого напряжения и магнитопроводы, на которых они помещены,

располагаются в баке с маслом, служащим для охлаждения обмоток. Охлаждение создается принудительным перекачиванием масла из трансформаторного кожуха в бак теплообменника, в котором масло охлаждается водой. Трансформатор устанавливают рядом с электропечью в специальном помещении. Он имеет устройство, позволяющее переключать обмотки по ступеням и таким образом ступенчато регулировать подаваемое в печь напряжение.

5. При переключении масляных выключателей (МВ) можно изменить подаваемую в печь мощность в 3 раза.

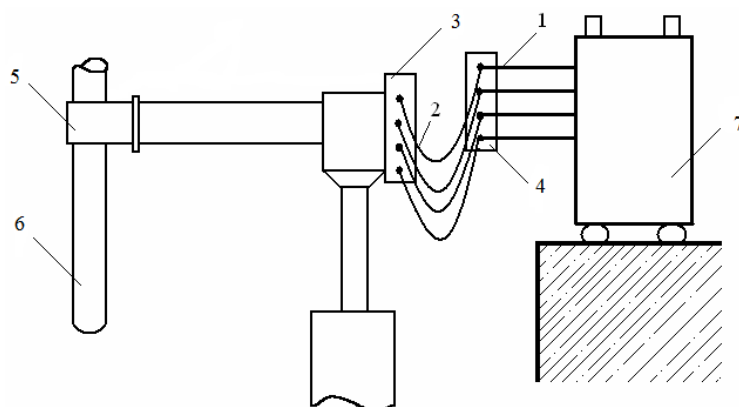
6. Участок электрической сети от трансформатора до электродов называется короткой сетью.

#### 1.6.1 Короткая сеть

Короткой сетью называют токоподвод от трансформатора до головки электрододержателя. Она включает шины, гибкие кабели и шины или водоохлаждаемые трубы над рукавом электрододержателя.

Жесткий участок токоподвода выполняется медными трубами с водяным охлаждением. Гибкую часть короткой сети изготавливают из медных водоохлаждаемых кабелей. Токоподводящие трубы от подвижного башмака к электроду изготавливают из меди, внутри они водоохлаждаемые.

Подвижный и неподвижный башмаки предназначены для соединения жесткой части с гибкой частью и гибкой части с токоподводящими трубами.



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

Рисунок 19 – Короткая сеть

#### 4.2 Расчёт основных фондов цеха и вложения при его строительстве

Смета капитальных вложений на строительство цеха представлена в  
 таблице 28

| Наименование            | Количество<br>единиц | Цена<br>единицы, руб | Полная<br>стоимость,<br>руб | Норма<br>амортизации, % | Годовая сумма<br>амортизации, руб |
|-------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| №                       | 1                    | 2                    | 4                           | 5                       | 6                                 |
| 1. Здания               |                      |                      |                             |                         |                                   |
| Главный корпус          | 1                    | 700000000            | 700000000                   | 3,7                     | 25900000                          |
| Бытовые помещения       | 1                    | 28000000             | 28000000                    | 3,7                     | 958300                            |
| Всего по зданиям        |                      |                      | 728000000                   |                         | 26858300                          |
|                         | 1                    | 2                    | 3                           | 4                       | 5                                 |
| 2. Сооружения           |                      |                      |                             |                         |                                   |
| Трансформаторная        | 4                    | 77474337             | 309897348                   | 4,7                     | 14565175                          |
| Газоочистное            | 1                    | 154550000            | 154550000                   | 4,7                     | 7263850                           |
| Прочее                  |                      | 5172445              | 5172445                     | 4,7                     | 243104                            |
| Всего по<br>сооружениям |                      |                      | 469619793                   |                         | 22072129                          |
| ДСП-100                 | 2                    | 398111240            | 796222480                   | 6,7                     | 53346906                          |

|                                 |    |           |            |      |           |
|---------------------------------|----|-----------|------------|------|-----------|
| Вакууматор                      | 1  | 112510064 | 112510064  | 6,7  | 7538174   |
| АКОС                            | 2  | 362702670 | 725405340  | 6,7  | 48602157  |
| МНЛЗ                            | 2  | 360000000 | 720000000  | 6,7  | 48240000  |
| Стальковши                      | 12 | 448474    | 5381688    | 11,1 | 59736737  |
| Бадья завалочная                | 4  | 177100    | 708400     | 11,1 | 78632     |
| Продолжение таблицы 5.1         |    |           |            |      |           |
| №                               | 1  | 2         | 3          | 4    | 5         |
| Шлаковая чаша                   | 6  | 360000    | 2160000    | 11,1 | 239760    |
| Сталевоз                        | 2  | 150013    | 300026     | 11,1 | 33302     |
| Автошлаковоз                    | 2  | 649551    | 1299102    | 10,5 | 136405    |
| Автобадьевоz                    | 2  | 748376    | 1496752    | 10,5 | 157158    |
| прочее                          |    |           | 50000000   | 10,5 | 5250000   |
| Всего по рабочему оборудованию  |    |           | 2415483852 |      | 223359231 |
| 3. Крановое оборудование        |    |           |            |      |           |
| Кран 180+63/20 т                | 4  | 20449283  | 81797132   | 5,8  | 4744233   |
| Кран 50/12 т                    | 2  | 1332645   | 2665290    | 5,8  | 154586    |
| Таль электрическая              | 1  | 30981     | 30981      | 5,8  | 1796      |
| Всего по крановому оборудованию |    |           | 844934     |      | 4971496   |

|       |  |  |            |  |           |
|-------|--|--|------------|--|-----------|
| Всего |  |  | 3613948579 |  | 277261156 |
|-------|--|--|------------|--|-----------|

Капитальные вложения в проект цеха составляют

$$KB = 3613948579 \cdot 1,2 = 4336738294,8 \text{ руб.}$$

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  $T_{г.р.} = 37$  сут.

Номинальное время работы составляет

$$T_{ном.} = T_{кол.} - (T_{к.р.} + T_{х.р.}), \quad (121)$$

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

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

Фактическое время работы

$$T_{ф.} = T_{ном.} - T_{г.р.} \quad (122)$$

$$T_{ф.} = 350 - 37 = 313 \text{ сут.}$$

Суточная производительность печи в фактические сутки составляет

$$N_{сут.} = \frac{24 \cdot Q_c \cdot K_r}{T_{пл}}, \quad (123)$$

где  $Q_c$  – масса садки печи, т;

$K_r$  – выход годного, %,  $K_r = 0,96$

$T_{пл}$  – длительность плавки, ч.

$$N_{сут.} = \frac{24 \cdot 100 \cdot 0,96}{0,89} = 2588,76 \text{ т/сут.}$$

Суточная производительность двух печей

$$N_{\text{сут}} = 2 \cdot 2588,76 = 5177,52 \text{ т/сут.}$$

Фактическую годовую производительность стали по цеху, определяем по формуле:

$$B_{\Gamma} = N_{\text{сут}} \cdot n_{\text{п}} \cdot T_{\text{ф}}, \quad (124)$$

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

$$B_{\Gamma} = 2588,76 \cdot 2 \cdot 313 = 1620563 \text{ т.}$$

Производственная мощность цеха (с учётом коэффициента использования мощности  $K_{\text{и.м.}} = 0,92$  [17]) составляет

$$\text{ПМ} = B_{\Gamma} / K_{\text{и.м.}} = 1620563 / 0,97 = 1670684 \text{ т.}$$

Таблица 29 – Производственные показатели цеха.

| Показатели                                            | Индекс            | Проектные данные |
|-------------------------------------------------------|-------------------|------------------|
| Мощность трансформатора, кВА                          | W                 | 95000            |
| Масса садки, т                                        | Q <sub>с</sub>    | 100              |
| Баланс времени, сут: – капитальные простои            | T <sub>к.р.</sub> | 7                |
| – холодные простои                                    | T <sub>х.р.</sub> | 8                |
| – горячие простои                                     | T <sub>г.р.</sub> | 37               |
| – фактическое время работы                            | T <sub>ф</sub>    | 313              |
| – календарное время                                   | T <sub>к</sub>    | 365              |
| Длительность плавки, ч                                | T <sub>пл</sub>   | 0,89             |
| Количество плавов в фактические сутки, шт [п 3.6 ВКР] | n <sub>пл</sub>   | 50               |
| Суточная производительность цеха, т/сут               | N <sub>сут</sub>  | 5177,52          |
| Годовая производительность, т/год                     | B <sub>Г</sub>    | 1670684          |
| Производственная мощность цеха, т/год                 | ПМ                | 1620563          |

#### 4.4 Планирование показателей по труду из 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   | 10      | 11               | 1                | 1                  | 13             |
| Огнеупорщик         | сд                     | 5               | 3                     | 3  | 3   | 9       | 10               | 1                | 1                  | 12             |
| На ДСП – 100 №1     |                        |                 |                       |    |     |         |                  |                  |                    |                |
| 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               | 1                     | 1  | 1   | 3       | 4                | 1                | 1                  | 6              |
| На ДСП – 100 №2     |                        |                 |                       |    |     |         |                  |                  |                    |                |

|                                      |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |
|--------------------------------------|----|---|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| 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 | 1  | 1  | 1  | 3  | 4  | 1  | 1  | 6   |
| Всего                                |    |   | 17 | 17 | 17 | 51 | 53 | 13 | 13 | 105 |
| <i>2. Бункерный пролет</i>           |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Шихтовщик                            | сд | 3 | 3  | 3  | 3  | 9  | 10 | 1  | 1  | 12  |
| Машинист крана                       | сд | 4 | 1  | 1  | 1  | 3  | 4  | 1  | 1  | 6   |
| Всего                                |    |   | 3  | 3  | 3  | 9  | 12 | 2  | 2  | 18  |
| <i>3. Пролет внепечной обработки</i> |    |   |    |    |    |    |    |    |    |     |
| 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   |
| Машинист крана                       | сд | 6 | 1  | 1  | 1  | 3  | 4  | 1  | 1  | 6   |
| Оператор АКОСа №1                    | сд | 7 | 1  | 1  | 1  | 3  | 4  | 1  | 1  | 6   |
| Сталевар АКОСа №1                    | 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 | 1  | 1  | 1  | 3  | 4  | 1  | 1  | 6   |
| Оператор АКОСа №2                    | сд | 7 | 1  | 1  | 1  | 3  | 4  | 1  | 1  | 6   |
| Сталевар АКОСа №2                    | 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 | 1  | 1  | 1  | 3  | 4  | 1  | 1  | 6   |
| Всего                                |    |   | 20 | 20 | 20 | 60 | 76 | 16 | 16 | 121 |

| 4.Пролет МНЛЗ                                           |    |   |    |    |    |     |     |    |    |     |
|---------------------------------------------------------|----|---|----|----|----|-----|-----|----|----|-----|
| Оператор слябовой МНЛЗ №1                               | сд | 6 | 6  | 6  | 6  | 18  | 19  | 1  | 1  | 21  |
| Оператор системыгидравлики 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 | 1  | 1  | 1  | 3   | 4   | 1  | 1  | 6   |
| 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   |
| Оператор слябовой МНЛЗ №2                               | сд | 6 | 6  | 6  | 6  | 18  | 19  | 1  | 1  | 21  |
| Оператор системыгидравлики 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 | 1  | 1  | 1  | 3   | 4   | 1  | 1  | 6   |
| 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                                                   |    |   | 34 | 34 | 34 | 102 | 111 | 15 | 15 | 145 |
| 5.Участок сборки ковшевых затворов                      |    |   |    |    |    |     |     |    |    |     |
| 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                                                   |    |   | 7  | 7  | 7  | 21  | 24  | 3  | 3  | 33  |
| 6. Пролет литой заготовки                               |    |   |    |    |    |     |     |    |    |     |
| 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                                                   |    |   | 4  | 4  | 4  | 12  | 14  | 2  | 2  | 22  |
| 7. Участок газоочистки и вентиляции                     |    |   |    |    |    |     |     |    |    |     |
| Оператор по обслуживанию пылегазоулавливающих установок | сд | 4 | 3  | 3  | 3  | 9   | 10  | 1  | 1  | 12  |

|                        |     |   |   |   |   |   |    |   |   |    |
|------------------------|-----|---|---|---|---|---|----|---|---|----|
| Всего                  |     |   | 3 | 3 | 3 | 9 | 10 | 1 | 1 | 12 |
| 8. Участок сточных вод |     |   |   |   |   |   |    |   |   |    |
| Аппаратчик ХВО         | сд  | 4 | 3 | 3 | 3 | 9 | 10 | 1 | 1 | 12 |
| всего                  |     |   | 3 | 3 | 3 | 9 | 10 | 1 | 1 | 12 |
| Итого по цеху          | 468 |   |   |   |   |   |    |   |   |    |

Таблица 31– Штатное расписание для ИТР и служащих

| Должность                                      | Число работников,<br>чел | Калькуляционная<br>группа |
|------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Начальник цеха                                 | 1                        | ИТР                       |
| Заместитель начальника цеха по<br>оборудованию | 1                        | ИТР                       |
| Заместитель начальника цеха по<br>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                       |
| 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                                          | 33                       |                           |

Таким образом, списочный состав работающих в цехе составляет 501 человека, из которых 468 сдельщиков, 33 работников 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 1,2.

Таблица 32 – Тарифные ставки по разрядам

| Тарифная ставка, руб/ч | Разряд |       |       |       |
|------------------------|--------|-------|-------|-------|
|                        | 4      | 5     | 6     | 7     |
|                        | 37,05  | 39,36 | 45,73 | 50,92 |

Для расчёта средней заработной платы принимаем, что в цехе средний разряд шестой, тогда тарифная ставка будет равна 45,73 рублей. Исходные данные для расчёта заработной платы приведены в таблице 27.

Таблица 33 – Исходные данные

| Разряд | Тарифная ставка | Отработано часов |        |          |             |
|--------|-----------------|------------------|--------|----------|-------------|
|        |                 | всего            | ночных | вечерних | праздничных |
| 6      | 45,73           | 192              | 64     | 32       | 8           |

Заработная плата по тарифной ставке за месяц определяется по формуле:

$$ЗП_{ппр} = ТС \cdot K_{час} \cdot K_{вп}, \quad (125)$$

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

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

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

$$ЗП_{ппр} = 45,73 \cdot 192 \cdot 1 = 8780,16 \text{ руб./мес.}$$

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

$$Д_{ночн} = K_{ч.ночн} \cdot ТС \cdot K_n, \quad (126)$$

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

ТС – тарифная ставка, руб;

$K_n$  – коэффициент, учитывающий доплату за работу в ночное время (40 % к тарифной ставке)

$$D_{\text{ночн}} = 64 \cdot 45,73 \cdot 0,40 = 1170,68 \text{ руб./мес.}$$

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

$$D_{\text{веч}} = K_{\text{ч. веч}} \cdot \text{ТС} \cdot K_{\text{веч}}, \quad (127)$$

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).

$$D_{\text{веч}} = 32 \cdot 45,73 \cdot 0,2 = 292,67 \text{ руб./мес.}$$

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

$$D_{\text{пр}} = K_{\text{ч. пр}} \cdot \text{ТС} \cdot K_{\text{пр}}, \quad (128)$$

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).

$$D_{\text{пр}} = 8 \cdot 45,73 \cdot 1 = 365,84 \text{ руб./мес.}$$

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

$$D_{\text{вр}} = K_{\text{час}} \cdot \text{ТС} \cdot K_{\text{вр}}, \quad (129)$$

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

$$D_{\text{вр}} = 192 \cdot 45,73 \cdot 0,24 = 2107,23 \text{ руб./мес.}$$

Премия за месяц  $\text{ПР}_{\text{мес}}$ , определяется по формуле:

$$\text{ПР}_{\text{мес}} = \text{ТС} \cdot K_{\text{час}} \cdot K_{\text{п}}, \quad (130)$$

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

$$\text{ПР}_{\text{мес}} = 192 \cdot 45,73 \cdot 0,50 = 4390,08 \text{ руб./мес.}$$

Основная заработная плата без начисления районного коэффициента определяется по формуле:1

$$\text{ЗП}_{\text{осн}} = \text{ЗП}_{\text{ппр}} + D_{\text{ночн}} + D_{\text{веч}} + D_{\text{пр}} + D_{\text{вр}} + \text{ПР}_{\text{мес}} \quad (131)$$

$$ЗП_{\text{осн}} = 8780,16 + 1170,68 + 292,97 + 365,84 + 2107,23 + 4390,08 = 17106,96 \text{ руб.}$$

Заработная плата с учётом районного коэффициента определяется по формуле:

$$ЗП_{\text{мес}} = ЗП_{\text{осн}} \cdot K_p, \quad (132)$$

где  $K_p$  – районный коэффициент (20 % от  $ЗП_{\text{мес}}$ ).

$$ЗП_{\text{мес}} = 17106,96 \cdot 1,2 = 20528,35 \text{ руб.}$$

Основной фонд оплаты труда рабочих составит:

$$\text{ОФОТ}_{\text{раб}} = ЗП_{\text{мес}} \cdot Ч_p;$$

где  $Ч_p$  – численность рабочих, равная 468 человек.

$$\text{ОФОТ}_{\text{раб}} = 20528,35 \cdot 468 = 9607268,74 \text{ руб/мес.}$$

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

$$\text{ОФОТ}_{\text{рук}} = 9607268,74 \cdot 0,10 = 960726,87 \text{ руб/мес.}$$

Таким образом, получаем среднемесячную заработную плату ИТР равной:

$$\frac{960726,87}{33} = 29112,93 \text{ руб/мес.}$$

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

$$\text{ФЗП}' = (9607268,74 + 960726,87) \cdot 12 = 126815947 \text{ руб/год.}$$

#### 4.5 Расчёт себестоимости продукции

##### 4.5.1 Расчёт статьи материалов

Данные для заполнения таблицы 34 берём из расчета шихты для выплавки марки стали 15ХСНД.

| Статья затрат             | Проектный вариант |                   |            |
|---------------------------|-------------------|-------------------|------------|
|                           | Норма расхода, кг | Цена за 1кг, руб. | Сумма, руб |
| 1. По заданию:            |                   |                   |            |
| Стальной лом              | 974,09            | 8,5               | 8279,76    |
| ФС75                      | 21,25             | 50                | 1062,5     |
| Медь                      | 4,94              | 215               | 1062       |
| никель                    | 3,45              | 680               | 2346       |
| Алюминий                  | 0,72              | 115               | 82,8       |
| ФХ 200                    | 10,57             | 55                | 581,35     |
| СМн20                     | 6,52              | 50                | 326        |
| Итого металлической шихты |                   |                   | 13740,41   |
| 2. Отходы:                |                   |                   |            |
| Обрезь                    | 20                | 4                 | 80         |
| Угар                      | 1,3               |                   |            |
| Скрап                     | 5                 | 4                 | 20         |
| Итого отходов             |                   |                   | 100        |
| 3. Добавочные материалы:  |                   |                   |            |
| Кокс                      | 5,88              | 7,5               | 44,1       |
| Железная руда             | 9,57              | 5,6               | 53,59      |
| известь                   | 71,63             | 1                 | 71,63      |
| Шамот                     | 12,94             | 6,1               | 78,93      |
| Плавиковый шпат           | 12,94             | 6,1               | 78,93      |
| Кварцит                   | 1,45              | 8                 | 11,6       |
| Итого                     |                   |                   | 338,78     |
| Общая сумма затрат        |                   |                   | 14179,19   |

#### 4.5.2 Расчёт статьи теплоэнергоресурсов

Цена электроэнергии на выплавку одной тонны стали:

$$C_p = \frac{481900599}{1620563} = 297,36$$

$$C_s = \frac{S \cdot k \cdot Z_{ed}}{Q_c}; \quad (136)$$

$$\frac{95000 \cdot 3,1 \cdot 0,9}{100} = 2650 \text{ руб/т,}$$

где S=95000 – номинальная мощность трансформатора, МВА;

k=0,9 – коэффициент использования мощности трансформатора;

Z=3,1 – стоимость 1кВт потребляемой электроэнергии;

Q=100 – масса садки, т.

Стоимость теплоэнергии, т.е. расход пара на 1 тонну.

$$B_{т.эн} = P \cdot Z_{т.эн}, \quad (137)$$

где  $P=0,385$  – расход пара, Гкал/т;

$Z_{т.эн}=315$  – стоимость теплоэнергии, руб.

$$B_{т.эн} = 0,385 \cdot 315 \text{ руб} = 121,27 \text{ руб},$$

Стоимость кислорода для выплавки одной тонны стали составляют:

$$Z = R_{O_2} \cdot S \quad (138)$$

где  $R_{O_2}=2,31$  – расход кислорода, м<sup>3</sup>/т;

$S=11,8$  – стоимость кислорода, руб.

$$2,31 \text{ м}^3/\text{т} \cdot 11,8 \text{ руб} = 27,25 \text{ руб},$$

Цена сжатого воздуха для выплавки одной тонны стали составляет:

$$S = R_{сж.в.} \cdot P, \quad (139)$$

где  $R_{сж.в.}=1,11$  – расход сжатого воздуха, м<sup>3</sup>/т;

$P=0,17$  – стоимость сжатого воздуха за 1 м<sup>3</sup>, руб.

$$1,11 \text{ м}^3/\text{т} \cdot 170 \text{ руб} = 188 \text{ руб},$$

Определяем цену вопроса на техническую воду:

$$Z_{т.в.} = R_{т.в.} \cdot S \quad (140)$$

где  $Z_{т.в.}= 56,8$  – расход технической воды, л/т;

$2,92$  – стоимость технической воды, руб.

$$56,8 \cdot 2,92 = 165,8 \text{ руб},$$

Затраты на покупку аргона для продувки стали составляют:

$$Z_{Ar} = B_{Ar} \cdot S, \quad (141)$$

где  $Z_{Ar}=1,0$  – расход аргона, м<sup>3</sup>/т;

$S= 139$  – стоимость аргона, руб.

$$1 \text{ м}^3/\text{т} \cdot 139 \text{ руб} = 139 \text{ руб}.$$

Общая сумма затрат теплоэнергоресурсов составляет.

$$\Sigma = B_{т.эн.} + Z + S + Z_{т.в.} + Z_{Ar}$$

$$\Sigma = 121,27 + 27,25 + 188 + 165,8 + 139 + 2650 = 3291 \text{ руб}.$$

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

$$C_{\text{пр}} = 14179,19 + 3291 + 23,47 + 78,25 + 171,09 + 297,36 = 18040,36 \text{ руб.}$$

#### 4.6 Расчёт капитальных вложений в оборотные средства цеха.

Сумма этих затрат определяется по формуле:

$$K_{\text{ос}} = H_{\text{м}} + H_{\text{п}} + H_{\text{г}}, \quad (142)$$

где  $H_{\text{м}}$  - норматив на производственные запасы сырья, руб.;

$H_{\text{п}}$  - норматив на незавершенное производство, руб.;

$H_{\text{г}}$  - норматив на готовую продукцию, руб.;

1) норматив на производственные запасы сырья:

$$H_{\text{м}} = \frac{\sum C_i \cdot B_{\text{ни}} \cdot d_i}{365}, \quad (143)$$

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

$B_{\text{ни}}$  - годовой выпуск  $i$ -го сплава, т;

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

Тогда:

$$H_{\text{м}} = \frac{14179,19 \cdot 1620563 \cdot 15}{365} = 944312494 \text{ руб}$$

2) норматив на незавершенное производство:

$$H_{\text{п}} = \frac{B_{\text{н}} \cdot T_{\text{ц}}}{365 \cdot T_{\text{р}}} \cdot C_{\text{т}} \cdot K_{\text{н}}, \quad (144)$$

где  $T_{\text{ц}}$  - длительность производственного цикла, дни;

$T_{\text{р}}$  - время ремонтов, дни;

$C_{\text{т}}$  - себестоимость единицы продукции, руб.;

$K_{\text{н}}$  - коэффициент нарастания затрат.

$$K_{\text{н}} = \frac{M + 0,5 \cdot P}{M + P}, \quad (145)$$

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

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

$$K_H = \frac{14179,19 + 0,5 \cdot 18040,36}{14179,19 + 18040,36} = 0,72$$

$$H_H = \frac{1620563 \cdot 15}{350} \cdot 17990,36 \cdot 0,72 = 899624857 \text{ руб.}$$

3) Норматив на готовую продукцию:

$$H_{\Gamma} = \frac{B_N \cdot C_R \cdot d_R}{365}, \quad (146)$$

где  $d_{\Gamma}=4$  – норма запаса готовой продукции, дни.

$$H_{\Gamma} = \frac{1620563 \cdot 18040,36 \cdot 4}{365} = 319501370 \text{ руб.}$$

4) Сумма капитальных вложений в оборотные средства:

$$K_{oc} = 944312494 + 899624857 + 319501370 = 2163438721 \text{ руб.}$$

5) Расчет удельных капитальных вложений в производственные фонды:

Рассчитывается по формуле:

$$K = \frac{K_{of} + K_{oc}}{B} \quad (147)$$

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

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

$$K = \frac{3873887377 + 2163438721}{1620563} = 3725,44 \text{ руб/т.}$$

6) Определение экономической эффективности реконструкции.

Общие расходы Ц составляют 10 % от цеховой себестоимости.

$$\Pi = C_{np} \cdot 10 \% + C$$

$$\Pi = 18040,34 \cdot 0,10 = 1804,08 \text{ руб.}$$

Прибыль  $\Pi = \Sigma \Pi \times B_{Hi} = 1804,04 \times 1620563 = 2923553992,27$ . (148)

коэффициент экономической эффективности проекта:

$$E = \frac{\Pi}{(K_{of} + K_{oc})} = \frac{2923553992,27}{(3873887377 + 2163438721)} = 0,48. \quad (149)$$

Тогда срок окупаемости составит:

$$T = \frac{1}{E} = \frac{1}{0,48} = 2,1.$$

Таблица 35 – Техничко-экономические показатели.

| Показатель                                    | Величина      |
|-----------------------------------------------|---------------|
| 1. Капитальные вложения на строительство, руб | 3873887377    |
| 2. Прибыль, руб                               | 2923553992,27 |
| 3. Суточная производительность цеха, т/сут    | 5178          |
| 4. Производственная мощность, т/год           | 1670684       |
| 5. Годовая производительность, т/год          | 1620563       |
| 6. Себестоимость 1 тонны стали, руб.          | 18040,34      |
| 7. Срок окупаемости, год                      | 2,1           |
| 8. Среднемесячная заработная плата, руб.:     |               |
| - рабочих                                     | 20528,35      |
| - ИТР                                         | 29112,93      |
| 9. Численность рабочих                        | 501           |
| - рабочих                                     | 468           |
| - руководителей                               | 33            |

## Заключение

В результате расчётов определили годовой экономический эффект, он составил 2923553992,27 руб. Был определён также срок окупаемости капитальных вложений, который составил 2,1 года.

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

