

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 137 с., 25 рисунка, 25 источников, 8 графического материала формата А1.

Ключевые слова: Дуговая сталеплавильная печь (ДСП), агрегат внепечной обработки, машина непрерывной разливки (МНЛЗ), сталеразливочный ковш, электросталеплавильный цех (ЭСПЦ), марка стали.

Актуальность работы является увеличение годовой производительности стали, увеличение качества выпускаемой продукции и снижении себестоимости сортамента стали, и увеличение штат рабочих.

Объектом исследования является электросталеплавильный цех на площадях завода ОАО «Северский трубный завод».

Цель работы является разработка проекта ЭСПЦ.

В разделе объект и методы исследования описано организационная структура управления цеха, конструкция здания цеха, грузопотоки цеха, организация работ в цехе, конструкция и механизмы ДСП, электрооборудование ДСП.

В разделе расчеты и аналитика даётся детальный анализ, расчет основных и необходимых оборудования, применяемых при реконструкции.

В разделе результаты проведенного исследования рассмотрена технология выплавки и разливки стали марки 09Г2С, а так же оборудование для внепечной обработки и разливки стали.

В социальной ответственности рассмотрены вопросы охраны и гигиены труда человека. В этом же разделе отмечены вредные воздействия производства на окружающую среду и пути их устранения.

В финансовом менеджменте рассмотрено штатное расписание работающих, фонды оплаты труда, приводится расчет себестоимости продукции и экономический эффект, а также срок окупаемости цеха.

## Aabstract

Final qualifying work contains 137 p., 23 figures, 25 sources, 8 A1 size graphic material.

Keywords: arc furnace (EAF), ladle treatment unit, a continuous casting machine (CCM), steel ladle, EAF plant (EAF) steel grade.

The relevance of the work is to increase the annual output of steel, an increase in the quality of products and reduce the cost of steel product mix and an increase in state workers.

The object of this study is to EAF shop on the areas of the plant JSC "Seversky Pipe Plant".

The aim is to develop EAF project.

In the object and methods of investigation 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.

In the calculations and analysis are given in-depth analysis, calculation of the basic and necessary equipments used in the reconstruction.

In the results of the study examined the technology of smelting and casting steel 09G2S, as well as equipment for secondary treatment and casting.

The social responsibility of the issues of occupational safety and human health. In the same section marked harmful effects on the environment and ways to eliminate them.

In financial management reviewed the staffing of employees, payroll, is a calculation of production costs and economic benefits, as well as shop the payback period.

## Оглавление

Введение	12
1 Объект и методы исследования	13
1.1 Организационная структура управления цеха	13
1.2 Характеристика здания цеха	14
1.3 Элементы конструкции промышленных одноэтажных зданий	15
1.4 Транспорт электросталеплавильного цеха	17
1.5 Общая характеристика ЭСПЦ	18
1.6 Описание конструкции механизмов печи	24
1.7 Конструкция механизмов печи	27
1.8 Электрическое оборудование дуговой печи	31
1.9 Электроды	33
2 Расчеты и аналитика	34
2.1 Баланс металла в электросталеплавильном цехе	34
2.2 Расчет шихты для выплавки стали 09Г2С	41
2.3 Расчёт оборудования печного пролёта	56
2.4 Расчёт оборудования пролёта внепечной обработки	65
2.5 Расчет количества основного оборудования для разливки стали	67
2.6 Выбор основных электрических параметров ДСП	74
2.7 Выбор формы и определение размеров плавильного пространства печи	76
2.8 Тепловой расчет футеровки ДСП	83
2.9 Расчёт элементов короткой сети	85
3 Результаты проведенной разработки	88
3.1 Технология выплавки и разливки стали марки 09Г2С	88
3.2 Подготовка печи к плавке	90
3.3 Загрузка шихты	91
3.4 Период плавления	91
3.5 Окислительный период	92

3.6	Внепечная обработка стали	93
3.7	Разливка стали	94
4	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	96
4.1	Общие технико-экономические параметры проекта	96
4.2	Расчёт капитальных вложений в основные фонды при строительстве цеха	98
4.3	Расчёт производственной мощности	98
4.4	Расчет штата работников и заработной платы	100
4.5	Расчёт затрат на материалы	108
4.6	Расчёт затрат на тепло- и энергоресурсы	109
4.7	Расчет себестоимости 1 тонны стали	110
4.8	Расчет вложений в нормируемые оборотные средства	112
4.9	Определение экономической эффективности проекта	114
4.10	Заключение	117
5	Социальная ответственность	118
5.1	Характеристика опасных и вредных факторов металлургического производства	118
5.2	Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	120
5.3	Охрана окружающей среды	125
5.4	Защита в чрезвычайных ситуациях	127
5.5	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	128
5.6	Заключение	130
	Заключение	131
	Список использованных источников	132
	Приложение 1 Патентный поиск	136
	Приложение 2 ФЮРА 200.112.002.000 ДСП-100 Спецификация	137
	Компакт-диск:	В конверте на обложке

ФЮРА 200.112.000.000 ПЗ Пояснительная записка.

Файл Пояснительная записка.docx в формате Microsoft Office Word 2010.

ФЮРА 200.112.001.000 План цеха (Лист 1). Файл План цеха.cdw в формате Компас 3-D V16.

ФЮРА 200.112.001.000 План цеха (Лист 2). Файл Разрез цеха.cdw в формате Компас 3-D V16.

ФЮРА 200.097.112.000 ДСП-100 Сборочный чертеж (Лист 1). Файл Печь ДСП-100.cdw в формате Компас 3-D V16.

ФЮРА 200.112.002.000 ДСП-100 Сборочный чертеж (Лист 2). Файл Вид спереди ДСП-100.cdw в формате Компас 3-D V16.

ФЮРА 200.112.002.000 ДСП-100 Сборочный чертеж (Лист 3). Файл Вид сбоку ДСП-100.cdw в формате Компас 3-D V16.

ФЮРА 200.112.002.000 ДСП-100 Спецификация. Файл Спецификация ДСП-100.cdw в формате Компас 3-D V16.

ФЮРА 200.112.003.000 ЛП Схема грузопотоков. Файл Схема грузопотоков.cdw в формате Компас 3-D V16.

ФЮРА 200.112.004.000 ЛП Экономическое обоснование дипломного проекта. Файл Экономическое обоснование дипломного проекта.cdw в формате Компас 3-D V16.

ФЮРА 200.112.005.000 ЛП Схема газоочистки. Файл Схема газоочистки.cdw в формате Компас 3-D V16.

Графический материал:

На отдельных листах

ФЮРА 200.112.001.000 План цеха

ФЮРА 200.112.002.000 СБ ДСП-100

ФЮРА 200.112.003.000 ЛП Схема грузопотоков

ФЮРА 200.112.004.000 ЛП Экономическое обоснование дипломного проекта

ФЮРА 200.112.005.000 ЛП Схема газоочистки

## Введение

Проектирование металлургических заводов и сталеплавильных цехов, в том числе и электросталеплавильных, является важнейшим этапом внедрения достижений науки и техники в производство. При проектировании электросталеплавильных цехов аккумулируются все прогрессивные научно-технические решения, которые обеспечивают создание цехов на базе использования новейших технологических процессов с более высокой производительностью труда и отличающиеся по возможности комфортными и безопасными условиями работы, предотвращением загрязнения окружающей среды.

ЭСПЦ представляет собой сложный взаимосвязанный и оснащённый комплекс зданий и сооружений с разнообразным оборудованием, в котором хранятся запас исходных материалов, загрузку подачу и их в печь, плавку и разливку стали, уборку продуктов выплавки и подготовку оборудования, для выполнения технологических процессов.

ЭСПЦ разделяются на 2 группы главные где происходит не посредственное производство и других подразделений, находящихся в отдельных зданиях, или участки главного здания цеха с отдельными пролётами. Все входящие в комплекс ЭСПЦ пролеты, обслуживаются авто транспортом. Бесперебойная работа плавильных агрегатов в целом возможна лишь в случае быстрой доставки и загрузки в печь шихтовых материалов и уборки продуктов выплавки. Поэтому при проектировании ЭСПЦ первостепенное значение придают транспорту и рациональной организации грузопотоков.

## 1. Объект и методы исследования

### 1.1 Организационная структура управления цеха

ЭСЩ является структурным подразделением завода. Всем процессом протекающим в цехе руководит начальник цеха и свою производительную деятельность осуществляет под его руководством.

Руководители цеха, контролируя ход выполнения дневных заданий, усиливают отстающие участки за счет участков, на которых дневные задания перевыполняются.

Руководители цехов, участков и подстанций, а также руководители электростанций, предприятий, сетей, ремонтных предприятий, энерго-сбытов должны совместно с представителем профсоюзной организации выяснить общую и специальную подготовку принимаемых на работу рабочих и инженерно-технических работников, их склонность к выбранной работе -, бытовые условия. Поступающему на работу должны быть разъяснены значение и условия работы энергетических предприятий, их характерные особенности и связанные с ними требования, предъявляемые к персоналу.

Руководители цехов, участков, мастерских, лабораторий и других производственных объектов отвечают за их противопожарное состояние, обеспечивая меры пожарной безопасности и выполняя предписания органов Государственного пожарного надзора. Руководители производственных подразделений отвечают также за правильное ведение технологического процесса, обеспечивающего требуемый противопожарный режим, за своевременное проведение противопожарного инструктажа и пожарно-технического минимума с ИТР, служащими и рабочими и за обеспечение объектов противопожарным инвентарем и средствами первичного огнетушения.

Руководители цеха ни при каких обстоятельствах не должны нарушать сроки остановки грузоподъемного оборудования на ремонт.

Руководители цехов совместно с партийными, комсомольскими и профсоюзными организациями должны организовать социалистическое соревнование за рентабельную работу, используя для этого систему цехового планирования и учета как орудие мобилизации масс и организации слаженной, целеустремленной работы производственного коллектива.

Руководители цехов, мастера и бригадиры обязаны выполнять все мероприятия, необходимые для обеспечения безопасного производства работ, и инструктировать персонал безопасным методам работы на каждом участке.

Руководитель цеха проверяет соответствующие технические документы: ведомость объема работ по узлу; график работ по ремонту узла с отметкой о выполненных работах; заполненные формуляры; сертификаты и другие данные о качестве материалов, использованных при ремонте узла; чертежи по реконструктивным работам, проведенным на данном участке котла. Кроме того, производится тщательный осмотр отремонтированного узла и опробование механизмов, если таковые в узле имеются.

Руководители цехов, участков и подстанций при приеме рабочих на производственные должности, а также руководители электростанций и предприятий сетей при приеме на работу инженерно-технических работников должны совместно с представителем профсоюзной организации лично ознакомиться с ними, с их общей и специальной подготовкой, в личной беседе выяснить их бытовые условия. Поступающему на работу должны быть разъяснены значение и условия работы энергетических предприятий, их характерные особенности и связанные с ними требования, предъявляемые к персоналу.

Руководители цехов завода совместно с техническими службами составляют графики проведения аттестации и календарные планы технических мероприятий по повышению качества изготовления представляемых к аттестации деталей и узлов.



Руководителям цехов (участков) строго инструктировать работающих в резервуарах о недопустимости самовольных действий и нарушений производственной дисциплины.

Руководителям цехов ТО-2 необходимо установить особый контроль за соблюдением габарита на путях ПТО и экипировки и состоянием кожухов зубчатых передач.

Руководителем цеха является его начальник. Начальник цеха имеет заместителя, который является техническим руководителем цеха. Ремонт оборудования и технический уход за ним обеспечивает механик цеха, имеющий в своем распоряжении мастеров по ремонту, ремонтные бригады, инструментальную мастерскую. Уход за электрооборудованием и его мелкий ремонт проводит старший электрик, который имеет ремонтную бригаду и дежурных электриков.

Полноправным руководителем цеха, отвечающим за всю его работу, является начальник цеха, подчиненный директору предприятия. В распоряжении начальника цеха имеется небольшой аппарат, который помогает ему осуществлять руководство всей деятельностью цеха. Начальник цеха отвечает за выполнение плана по всем показателям, за состояние и использование оборудования, обеспечивает бесперебойную работу цеха и нормальные условия труда. [13]

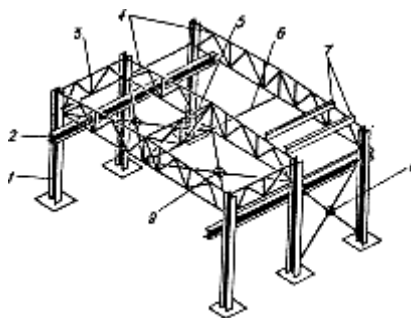
Однако руководители цехов испытывают большие неудобства из-за отсутствия технической службы непосредственно в цехе, технологи мало заинтересованы в показателях работы цеха, хуже знают оборудование, реже бывают в цехах, на рабочих местах, меньше контролируют соблюдение, технологических процессов, обеспечение рабочих мест технической документацией, наглядными пособиями, слабо ведут воспитательную работу в рабочих коллективах цехов. [14]

Обязанностью руководителя цеха является прививать эти навыки рабочим, особенно начинающим и ученикам, и если у обмотчика не

выработалась привычка к чистоте и аккуратности, то его работу нельзя считать полноценной, даже если брак его продукции невелик.

## 1.2 Характеристика здания цеха

Проектируемый цех будет иметь каркасный тип здания (рисунок 1).



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

Рисунок 1 – Элементы стального каркаса

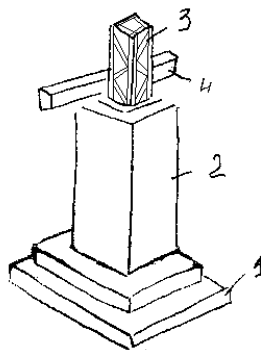
Каркас берет на себя влияние природных факторов,возникающие внутри цеха перегрузки возникающие в результате эксплуатации, собственный вес цеха и нагрузки которая возникает на подземные части здания. К ведущим частям относятся, элементам относятся фундаменты, колонны, стропильные и подстропильные фермы, до подкрановой балки.

Другие конструктивные элементы каркасного здания – ограждающие элементы (крыша, стены) – которые изолируют оборудование и от протекающих в цехе процессов и рабочих от внешнего воздействия атмосферы. Элементы ограждения разделяют, на отдельные помещения, если это требуется.

Каркас состоит из сваренных друг с другом рам. Рама выглядит из 2 колон присоединённых в виде балки.

### 1.3 Элементы конструкции промышленных одноэтажных зданий

Фундаменты. Для проектируемого цеха выбираем одиночные столбчатые фундаменты под несущие конструкции колонны (рисунок 2).



1 – монолитный фундамент (подошва); 2 – подколонник; 3 – стальная колонна; 4 – фундамент балки

Рисунок 2 – Фундамент под отдельно стоящие колонны

Фундаментная балка. Для самонесущих и навесных по периметру здания стен по обрезах укладывают фундаментные балки или рандбалки, изготовленные из железобетона. укладывают так, чтобы грань ее верхняя была над поверхностью грунта, но под уровнем чистого пола помещена на 3 см. Такое расположение балки позволяет, во-первых, устраивать двери и ворота без порогов и избежать касания грунта стенами для того чтобы предотвратить их увлажнение.

Колонны. Колонны – это главная часть несущего каркаса здания (рисунок 3). Она ложится на фундаменты и, будет опорами для конструкции несущих перекрытий. В цех, оснащён мостовыми кранами, колонны служат для опоры крановых балок; могут служить опорами и для консольных и подкрановых катучих кранов, подвешивания трубопроводов; крепления различного транспортного и технологического оборудования.

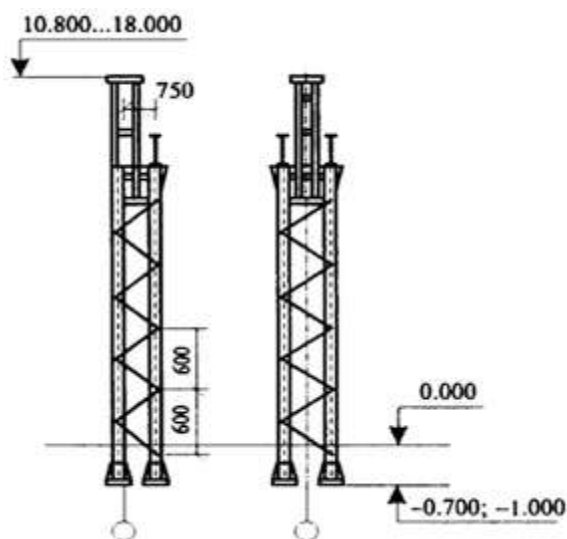


Рисунок 3 –Одноветьевые и двухветьевые стальные колонны

Строго по разбивочным осям располагают колонны. В расположения каркаса различают: средние колонны, устанавливаемых в продольных рядах зданий с большим количеством пролетов между параллельными и смежными пролетами, а крайние колонны, устанавливают вдоль продольных наружных стен. Расстояние между колоннами составляет 12 метров.

Вверху на колонах установлены надколонник, на который крепятся основные конструкции перекрытия; главный стержень, через который идут основные нагрузки от кранов и перекрытия. В металлической выделяется внизу установлен башмак (база), через которую идут напряжения от колонны к фундаменту.

Для движения мостовых кранов укладывают рельс. Так как подкрановые балки прочно соединяются с колоннами, они придают дополнительную жесткость каркасу.

Подстропильные и стропильные фермы. Перекрытия здания несут стропильные фермы. При постройке конструкции подстропильных ферм в зависимости от величины пролета принимается, значения и характер действующих нагрузок, грузоподъемного оборудования, и характера других факторов производства (рисунок 4).

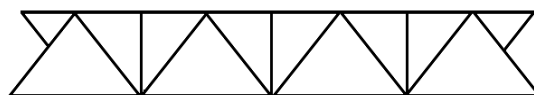


Рисунок 4 – Ферма стропильная

Шаг стропильных ферм определяется шагом колонн крайнего ряда – 12 м. Таким образом, с одной стороны ферма стропильная опирается на колонну, а другой стороны – на подстропильную ферму. А ферма подстропильная опирается на колонны среднего ряда. Конструкция подстропильных ферм, такая же, как и с параллельными поясами стропильных ферм.

Стены. Наружные стены совместно с покрытиями защищают внутреннее пространство зданий от внешних воздействий. В зависимости от конструкции и по роду статистической работы стены подразделяют на несущие, самонесущие и навесные. В данной дипломной работе выбираем самонесущие стены, они воспринимают нагрузки только от собственной массы и ветра по всей высоте здания.

Перекрытия служат для защиты помещений внутри цеха от внешних температурных воздействий и атмосферных осадков. К прогонам крепятся листы металлическими клямерами или болтами на концах которых находятся крюки. Для стока воды карниз выносится на 0,7 м за поверхность наружной стены.

В цехе ворота раздвижные, они обладают большей скоростью открывания и оборудованы воздушной завесой. Ворота нужны в цехе для проезда авто транспорта.

#### 1.4 Транспорт электросталеплавильного цеха

Основные грузопотоки ЭСПЦ связаны с обеспечением цеха металлоломом, шлакообразующими добавками, ферросплавами, огнеупорами и другими материалами, и вывоза отходов боя огнеупоров и мусора, и шлака.

Перевозка грузов происходит при помощи ленты и авто транспортом. Общая протяженность автомобильных перевозок на комбинате – около 150 км, конвейерных – 90 км. Годовой объем автомобильных перевозок составляет – 20 млн. тонн в год.

В ЭСПЦ применяют ленточные, цепные конвейеры. Конвейерный транспорт используется для перевозки сыпучих и кусковых грузов. По сравнению с железнодорожным и автомобильным он позволяет автоматизировать транспортировку материалов, требует меньшего числа обслуживающего персонала, позволяет подавать непосредственно материалы к агрегату. Грузы потоком транспортируются конвейерами, с постоянной производительностью и направлением.

Применяют пневматический транспорт для транспортировки зернистых и тонко измельченных материалов по трубам при помощи воздуха. Материалы перемещаются при помощи движения потоком воздуха. Под давлением воздуха транспортируют калиброванную тару (патрон) по трубам, от печи с пробами металла в экспресс-лабораторию центральной заводской лаборатории (пневмопочта).

### 1.5 Общая характеристика ЭСПЦ

Проектируемый цех состоит из пяти пролётов: печного пролёта, пролёта внепечной обработки стали, разливочного пролёта, пролета МНЛЗ, пролета литой заготовки.

В печном пролёте установлены две дуговые сталеплавильные печи (ДСП) вместимостью 100 тонн, с эркерным выпуском металла. Печи оснащены трансформатором мощностью 95 МВА. ДСП оборудованы подстанцией (печным трансформатором) которая располагается на уровне рабочей площадки на расстоянии 11 метров от ДСП.

ДСП находится в шумо-пылезащитной камере. При выплавки стали газы отсасываются через сводовый патрубок непосредственно из пространства печи, от от подкрышного зонта и шумо-пылезащитной камеры.

В печном пролете вся работа подчинена выполнению следующих задач: доставка и загрузка металлолома в печь, заправка печи; доставка электродов и наращивания их по мере расхода; уборки шлака, выпуск металла в сталеразливочный ковш, организация холодных, горячих и капитальных ремонтов печей.

Выше нулевой отметки установлены печи. На нулевой отметке находятся службы по ремонту, в печных подстанциях удается лучше скомпоновать электрическое оборудование. Наконец, отпадает проблема уровня грунтовых вод, из печи в зоне выпуска стали.

Для обслуживания печи сооружена рабочая площадка, состоящая из опорных колонн и металлических конструкций, поперечных и продольных балок и настила. Настил состоит из плит железобетонных или выкладывается из кирпичей огнеупорных, рабочая площадка находится на уровне 8 метров. При этом рабочая площадка должна иметь минимальные размеры, чтобы не возрастала стоимость здания.

Пролёт обслуживается двумя мостовыми кранами с 2 лебёдками различной грузоподъёмностью и литейным краном грузоподъёмностью

В проектируемом цехе пролет внепечной обработки совмещен с пролетом

180+63/20 т.

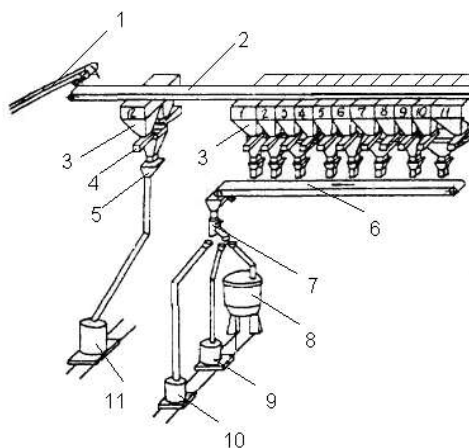
Запас всех сыпучих в ЭСПЦ (шлакообразующие, окислители, ферросплавы, заправочные) хранится в бункерах находящихся в бункерном пролете вместимостью 16–29 м<sup>3</sup>. Бункера установлены в бункерном пролете и все сыпучие передаются по трубопроводам в печной пролет и пролет внепечной обработки.



Ввод сыпучих и ферросплавов в печи осуществляется через загрузочные воронки на своде ДСП.

Бункера загружаются с помощью ленточного конвейера и автостелой. После того как тележка заполнилась она начинает двигаться в сторону указанного бункера в котором будут находиться нужные сыпучие. После того как тележка остановилась подается команда и включается лента связывающая склад сыпучих материалов и бункерный, и бункера с определенными сыпучими материалами вместе с весами. После того как бункер наполнился лента отключается. Под весами ленточный конвейер, который подаёт материал в распределительную воронку и по трубчаткам попадает в печь, сталеразливочный ковш при выпуске или в агрегат внепечной обработки (рисунок 5).

Все приказы и установка определенных задач для исполнения устанавливается с пульта управления ДСП. Оператор задает определенная программа в которой назначается навеска и адрес подачи сыпучих (в печь, в ковш на выпуске или АКОС)



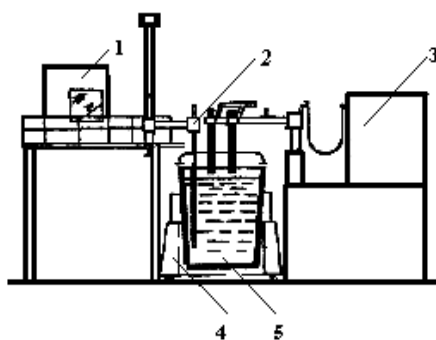
1, 2, 6 – ленточные конвейеры; 3 – бункер;

4 – электровибрационный питатель; 5 – бункерные весы; 7 – поворотная  
течка; 8 – ДСП; 9 – сталеразливочный ковш на выпуске; 10 – ковш на установке  
АКОС; 11 – загрузочная бадьа.

Рисунок 5 – Организация подачи сыпучих и ферросплавов в ЭСПЦ

Также в пролёте внепечной обработки имеется два АКОСа (рисунок 6). После выпуска плавки ковшом с металлом переставляется на сталевазАКОСа и поступает под свод АКОСа. Раскисление и легирование металла проводится в АКОСе, следовательно, дуговая печь используется лишь для расплавления лома и проведения окислительного периода.

Часть выплавляемой стали подвергают обработки на установке циркуляционного вакуумирования, которая позволяет получать сталь с низким содержанием водорода, углерода.



1 – пост управления; 2 – фурма; 3 – печная подстанция; 4 – сталеваз;  
5 – сталеразливочный ковш с металлом

Рисунок 6 – Схема агрегата комплексной обработки стали

После доведения металла до определенного химического состава где металл выезжает вна сталевазе в раздаточный пролет и краном раздаточного пролета устанавливается на поворотный стенд машины непрерывного литья заготовки после чего стенд поворотный стенд поворачивается в сторону разливки литой.

Так же в раздаточном пролете имеются чаши для слива остатков шлака из ковшей после чего они устанавливаются на автошлаковоз и увозятся в отдел переработки шлаков.. Замена всех чаш для шлака также осуществляется автошлаковозами (рисунок 7). В пролете установлены

стенды для сушки сталеразливочных ковшей; узел для приготовления расвора.

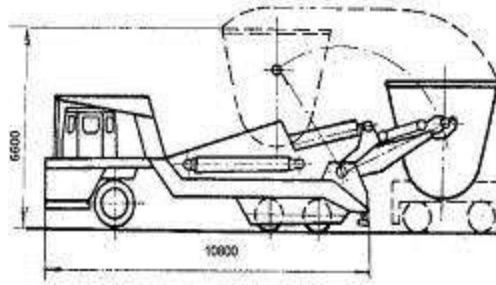
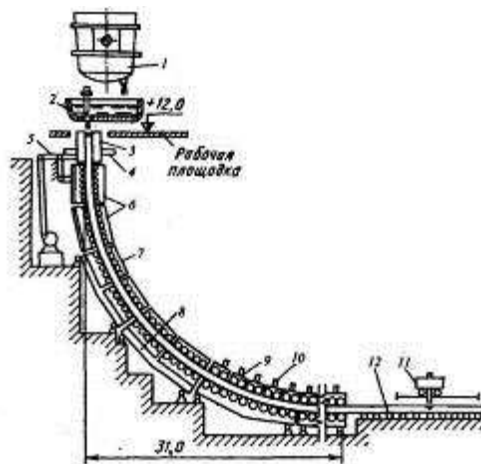


Рисунок 7 – Автошлаковоз. Схема перестановки шлаковой чаши



1 – сталеразливочный ковш; 2 – пром ковш;

3 – кристаллизатор; 4 – опорная рама для кристаллизатора; 5 – механизм для предотвращения приваривания кристаллизатора; 6, 7, 9 – секции роликовой проводки (соответственно четырнадцати - , десяти - и четырехроликовые); 8 – опорные балки;

10 – механизм прижатия и перемещения роликов; 11 – газорезка;

12 – рольганг

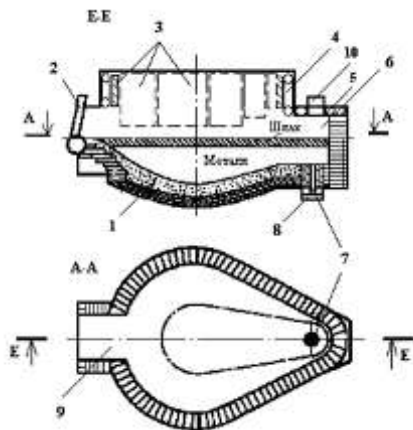
Рисунок 8 – Радиальная МНЛЗ

Сталь из ковша попадает в пром ковш, а затем проходит в кристаллизатор, снабженный специальным механизмом предотвращающим приваривание литой заготовки. После выхода из кристаллизатора литой

заготовки, она проходит зону повторного охлаждения заготовки, после чего она при помощи специально установленных роликов продвигается в сторону нарезки литых заготовок.

### 1.6 Описание конструкции механизмов печи

В проектируемом ЭСПЦ устанавливаем две дуговые сталеплавильные печи (ДСП) вместимостью 100 тонн и мощностью печного трансформатора 95 МВА. Печи с эркерным выпуском металла (рисунок 9), предназначена для получения расплавов группы железа с отсечкой печного шлака, это необходимо для дальнейшей внепечной обработки.

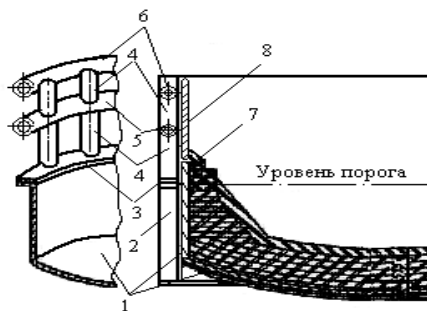


- 1 – утолщённый набивной слой; 2 – заслонка; 3 – стеновая панель;  
4 – трубчатый каркас стен; 5 – сводик эркера; 6 – эркер; 7 – сталевыпускное отверстие; 8 – запорная пластина; 9 – рабочее окно

Рисунок 9 – 100 - тонная печь с эркерным выпуском металла и водоохлаждаемыми стенами

Кожух водоохлаждаемых сверхмощных печей цилиндрической формы со сферическим дном. Кожух состоит из двух частей. Нижнюю часть, которая является опорой кладки пода, делают сварной, а верхнюю часть выполняют в виде решетчатого каркаса, на который крепят водоохлаждаемые панели. Каркас состоит из стальных труб и включает две

кольцевые трубы и ряд вертикальных труб, опирающихся на фланец (рисунок 10).

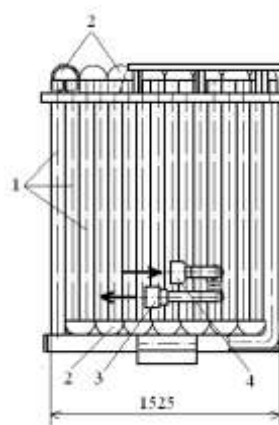


1 – нижняя часть кожуха; 2 – ребро жёсткости; 3 – фланец;  
4; 5; 6 – трубы; 7 – откос; 8 – стеновая водоохлаждаемая панель

Рисунок 10 – Каркас ДСП

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

В данном проекте применяется панели конструкции «Kripp» (рисунок 11).



1 – ряд водоохлаждаемых труб; 2 – переходники; 3 и 4 – отверстия для отвода и подвода охлаждающей жидкости

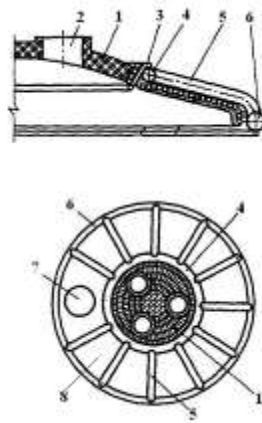
Рисунок 11 – Стеновая водоохлаждаемая панель конструкции фирмы «Krupp»

При использовании стеновых панелей расход электроэнергии, увеличивается до 10 кВт·ч/т на плавку. Однако при этом отмечают снижение более чем на 50% расхода огнеупоров для футеровки стен и некоторое уменьшение расхода электродов.

В данном проекте свод выполняют комбинированным. Периферийная часть водоохлаждаемая, а центральная часть свода футерованная, это связано с тем чтобы не возникало возможное замыкание с водоохлаждаемыми элементами свода ДСП. Центральную часть футеруют хромомагнетитовым кирпичом.

Опорное кольцо центрального огнеупорного свода охлаждается индивидуально из коллектора периферийной части свода.

Каждая секция свода снабжается термопарами, установленными на выходе воды из панели свода. Температура воды до свода измеряется в подводящем коллекторе. Показания этих термопар, так же как и разность температур на входе и выходе, регистрируются на пульте управления печью.

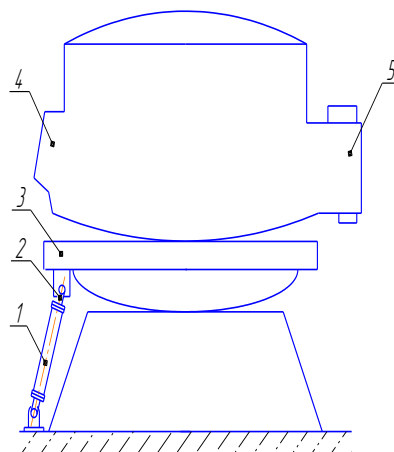


1 – центральная футерованная часть свода; 2 – отверстие под электрод;  
 3 – водоохлаждаемое опорное кольцо; 4 – верхнее трубчатое кольцо;  
 5 – радиальные балки; 6 – нижнее трубчатое кольцо; 7 – отверстие под  
 газоотводящей патрубков; 8 – водоохлаждаемые панели

Рисунок 12 – Комбинированный свод

### 1.7 Механизмы печи

Для выпуска металла печь наклоняют в сторону эркера на угол  $12^\circ$  для скачивания шлака печь наклоняют на угол  $10-12^\circ$  в сторону рабочего окна. Для наклона ДСП служит люлька которая опирается на опорный сегмент фундамент. Она выполнена в виде двух литых бетонных сегментов. На сверхмощных ДСП ставится гидроцилиндры для механизм наклона, когда нам нужно наклонить печь мы подаем масло под давлением и шток с соединением с люлькой начинает наклонять печь. После того как мы наклонили печь и нам ее нужно вернуть в исходное положение масло подается в обратную сторону и плюс вес печи помогает ей вернуться в исходное положение. (рисунок 13).

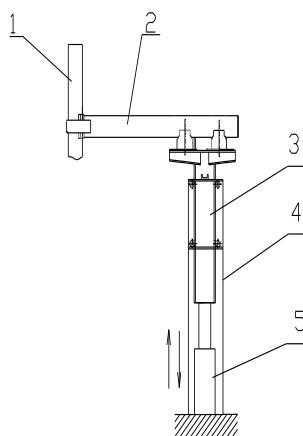


1 – гидроцилиндр; 2 – шток; 3 – люлька; 4 – рабочее окно; 5 – эркер

Рисунок 13 – Механизм наклона печи

Механизм перемещения электродов должен обеспечивать самостоятельное движение каждого электрода вверх и вниз при включении и отключении печи и в период ее работы. Движение должно быть медленным, постепенным и в то же время быстрым.

Электроды перемещаются вдоль стоек, которые представляют собой пустотелые колонны круглого сечения, закрепленные у одной из боковых сторон печи. В крупных печах применяют телескопические стойки, перемещающиеся по роликам в вертикальной шахте, закрепленной на корпусе печи (рисунок 14).



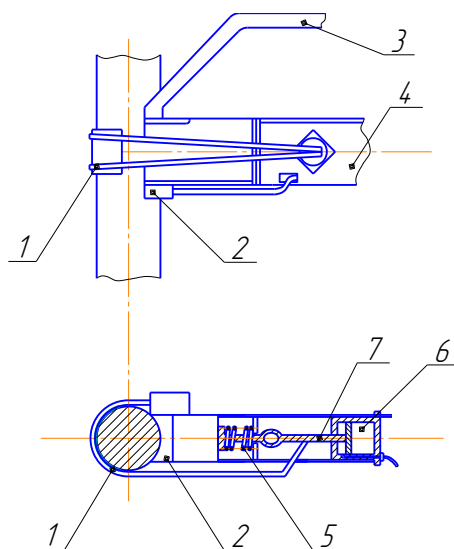


1 – электрод; 2 – рукав электрододержателя; 3 – подвижная стойка;  
4 – неподвижная стойка; 5 – гидроцилиндр

Рисунок 14 – Механизм перемещения электродов

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 (масса которого может достигать 2 – 3 тонны) и исключать вибрации.

В пружинно-пневматическом зажиме электрод зажимается между щеками корпуса электрододержателя (2) и зажимной колодкой (3). Колодка зажимает электрод с усилием, достаточным для предупреждения его проскальзывания, с помощью штока (6) и мощных пружин (7), расположенных внутри рукава стойки (5). Освобождение электрода производится дистанционно с помощью пневмоцилиндра (8), сжимающего пружины (рисунок 15).

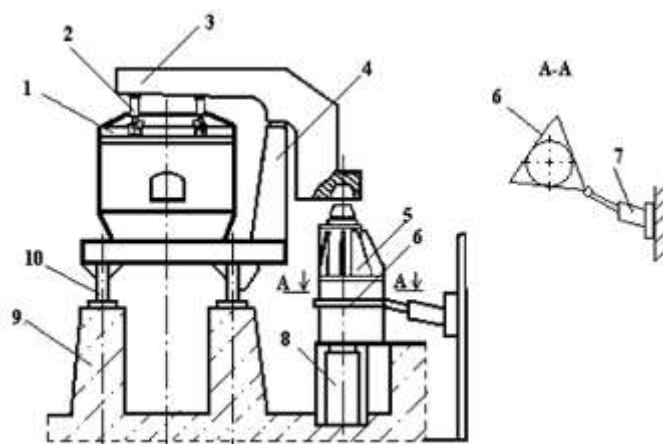


1 – хомут; 2 – щека; 3 – токоподвод; 4 – рукав; 5 – зажимная пружина;  
6 – пневмоцилиндр; 7 – шток

Рисунок 15 – Механизм зажима электрода

Крышка свода ДСП подымается на высоту 15–20 см. При помощи гидроцилиндра вал, который входит в зацепление с полупорталом на котором крепится свод и далее происходит поднятие и отворот свода ДСП . Опускание происходит так же как и поднятие но только свод опускается при помощи собственного веса. Скорость подъема высокая и достигает 6 до м в мин, скорость опускание ниже чем при поднятии это связано с тем что должно присходить плавное опускание при помощи собственного веса 2–3 м в мин.

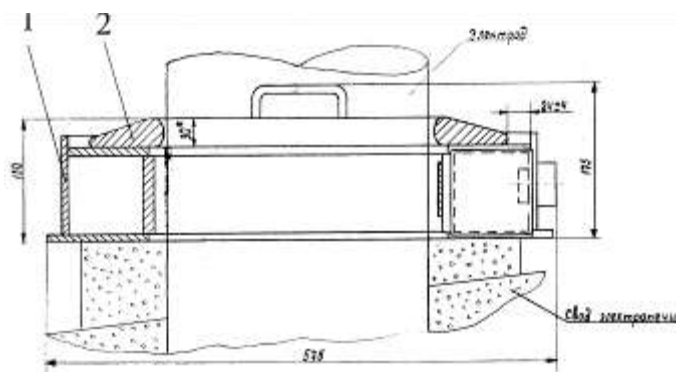
Отворот свода печи (рисунок 16).



1 – свод; 2 – подвеска; 3 – полупортал; 4 – боковая опорная стойка;  
 5 – опорно-поворотный вал (толкатель); 6 – хомут; 7 – гидроцилиндр поворота свода; 8 – гидроцилиндр подъёма свода; 9 – платформа; 10 – опорная конструкция

Рисунок 16 – Механизм подъёма и поворота свода

Для предотвращения электродов, и понижение факторов влияющих на его окисление предлагается установка уплотняющего кольца с водоохлождением которое снижает окисление электрода и выбросы печных газов в атмосферу цеха это экономайзер (рисунок 17).



1 – кольцо уплотнительное нижнее; 2 – кольцо уплотнительное верхнее

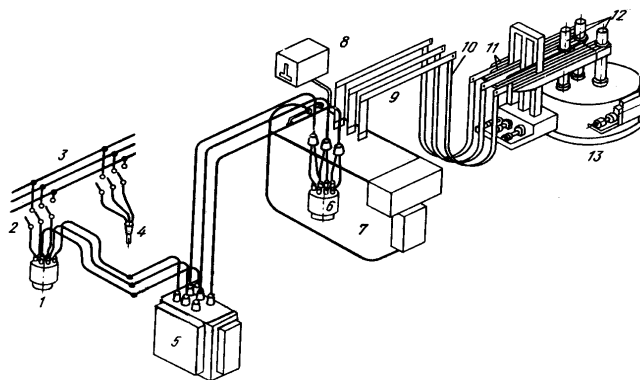
Рисунок 17 – Экономайзер

### 1.8 Электрическое оборудование дуговой печи

В электро оборудование ДСП состоит из:

1. Высоковольтный воздушный разъединитель (ВВР),
2. Главный высоковольтный выключатель (ГВВ), служит для отключения под нагрузкой электрической цепи, по которой протекает ток высокого напряжения.
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 5–10 кВ до 100–800 В).
5. При переключении масляных выключателей (МВ) можно изменить
6. Участок электрической сети от трансформатора до электродов называется короткой сетью.

На рисунке 18 показана схема электропечной установки ДСП, состоящей из печи и электропечной подстанции.



- 1 – высоковольтный выключатель; 2 – высоковольтный  
разъединитель;
- 3 – шины высокого напряжения; 4 – высоковольтный кабель;
- 5 – реактор; 6 – выключатель, шунтирующий реактор; 7 – печной  
трансформатор; 8 – бак – расширитель; 9 – шины низкого напряжения;
- 10 – гирлянда гибких кабелей;
- 11 – разводка шин, расположенных на электрододержателе печи;
- 12 – графитированные электроды; 13 – ДСП
- Рисунок 18 – Схема электропечной установки

Для уменьшения потерь чего на участке от печного трансформатора до электродов печную подстанцию максимально приближают к печи, а участок цепи от трансформатора до электродов делают, возможно, более короткой (короткая сеть).

### 1.9 Электроды

На дуговых электропечах применяют электроды круглого сечения. От качества электродов и способа подвода к ним электрического тока

значительно зависят потери электроэнергии, составляющие до 10 % и более всей подводимой к печи мощности.

Для сталеплавильных процессов применяют графитированные электроды (ГЭ), обладающие более высокими физико-механическими и электротехническими свойствами по сравнению с угольными электродами. ГЭ характеризуются низким удельным сопротивлением, высокой термостойкостью, содержат мало золы. Допустимая плотность тока  $16 \text{ А/см}^2$ . У электродов с двух сторон имеются ниппельные гнёзда с конической резьбой. Для фиксации биконического ниппельного соединения применяют контактную прессованную пасту, вставляемую в виде пластин между ниппелем и дном ниппельного гнезда в процессе наращивания электродов (рисунок 20).

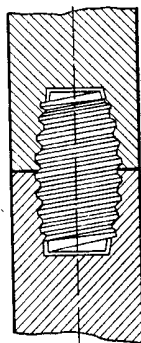


Рисунок 20– Соединение электродов биконическим ниппелем

## 4. Финансовый менеджмент ресурсоэффективность и ресурсосбережения

### 4.1 Общие технико-экономические параметры проекта

Строящийся цех расположен на площадях ОАО «Северский трубный завод», г. Полевской. В данной работе предложен вариант установления двух дуговых электросталеплавильных печей вместимостью 100 тонн. Производительность цеха составляет 1600000 тонн в год стали. Также в цехе предлагается установить два агрегата внепечной обработки, типа АКОС и две машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ).

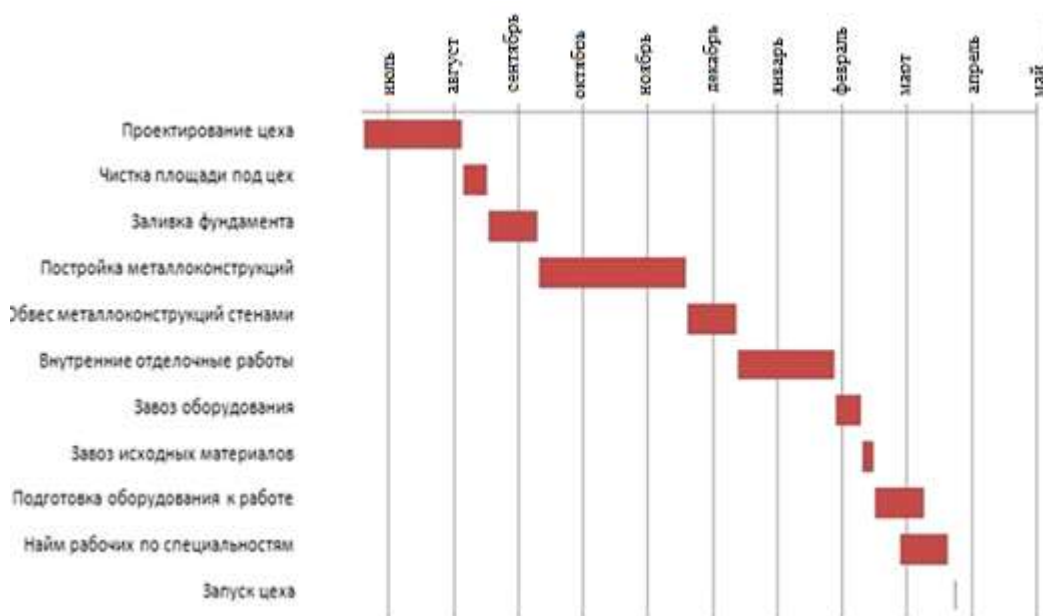


Рисунок 25 – Диаграмма запуска предприятия

### 4.2 Расчёт капитальных вложений в основные фонды при строительстве цеха

Капитальные вложения – это затраты материальных, трудовых и денежных ресурсов, направленные на восстановление и прирост основных фондов. Капитальные вложения предназначены для строительства ЭСПЦ производительностью 1600 тысяч т/год стали.

$$K_{o_i} = C_{o_i} \times (1 + G_{T_i} + G_{M_i}) \times n_i, \quad (98)$$

где  $C_{o_i}$  – цена приобретения единицы  $i$ -того оборудования, руб.;

$G_{T_i}$ ,  $G_{M_i}$  – коэффициенты, учитывающие соответственно долю транспортно-заготовительных затрат (0,05-0,08), на монтаж и освоение  $i$ -того оборудования (0,08-0,15);

$n_i$  – количество единиц  $i$ -того оборудования.

Таблица 28 – Смета капитальных вложений на строительство цеха

Наименование	Количество единиц, шт	Цена единицы, руб	Стоимость единицы с учетом $G_T$ и $G_M$	Полная стоимость, руб	Норма амортизации, %	Годовая сумма амортизации, руб.
1. Здания						
Главный корпус	1	3 374 964 713	4 151 206 597	4 151 206 597	7,7	319 642 908
Бытовые помещения	3	300 000 000	357 000 000	1 071 000 000	7,7	82 467 000
Всего по зданиям				5 222 206 597		402 109 908
2. Сооружения						
Трансформаторная	4	823 349 031	1 012 719 308	4 050 877 233	4,7	190 391 230
Газоочистное	1	730 915 678	869 789 657	869 789 657	4,7	66 973 804
Прочее		362 930 296	420 999 143	420 999 143	6,7	32 416 934
Всего по сооружениям				5 341 666 033		289 781 968
3. Рабочее оборудование						
ДСП-100	2	964 905 789	1 186 834 120	2 373 668 241	6,7	159 035 772
АКОС	2	63 739 983	78 400 179	156 800 358	6,7	10 505 624
Вакуум-камера	1	16 767 983	20 624 619	20 624 619	6,7	1 381 849
МНЛЗ	2	937 366 095	1 152 960 297	2 305 920 594	3,1	71 483 538
Трансформатор	2	15 601 607	19 189 977	38 379 953	6,7	2 571 457
Трансформатор УПК	2	10 303 439	12 673 230	25 346 460	6,7	1 698 213
Газорежущая машина	2	378 131	465 101	930 202	3,1	28 836

Продолжение таблицы 28

Газорезущая машина	2	378 131	465 101	930 202	3,1	28 836
АСУ МНЛЗ	2	979 722	1 205 058	2 410 116	3,1	74 714
Сталеразливочный ковш	14	635 951	718 625	10 060 745	7,7	774 677
Шлаковая чаша	7	621 899	702 746	4 919 221	7,7	378 780
Завалочная бадья	10	352 416	398 230	3 982 301	7,7	306 637
Трайб аппарат	2	581 335	691 789	1 383 577	7,7	106 535
Автошлаковоз	2	747 755	889 828	1 779 657	5,8	103 220
Всего рабочее оборудование				4 944 426 387		248 449 854
4. Крановое оборудование						
Мостовой кран	6	42 246 685	51 963 423	311 780 535	5,8	24 007 101
Всего по оборудованию				5 256 206 923		272 456 955
Всего по цеху				15 820 079 552		964 348 830

#### 4.3 Расчёт производственной мощности и производственной программы цеха

Производственная мощность  $M$  – это максимальный годовой объем продукции в номенклатуре, установленной проектным заданием.

Производственная программа  $V_{пл}$  представляет собой систему плановых заданий по выпуску продукции установленной номенклатуры и ассортимента.

Между  $M$  и  $V_{пл}$  должно выполняться соотношение:  $M > V_{пл}$ .

Объем производства находится в прямой зависимости от производительности и от степени использования календарного времени.

Для расчета производственной мощности определяются номинальный и фактический (действительный) фонды работы оборудования.

Номинальное время работы оборудования  $T_{ном}$  составляет

$$T_{ном} = T_{кал} - (T_{к.р} + T_{х.р}), \quad (99)$$

где  $T_{кал}$  – календарное количество дней в году, сут;



$T_{кр}$  – длительность капитальных ремонтов в году, сут;

$T_{хр}$  – длительность холодных(текущих) ремонтов в году, сут.

$$T_{ном} = 365 - (18+14) = 333 \text{ сут}$$

Фактическое время работы оборудования  $T_{ф}$  составляет:

$$T_{ф} = T_{ном} - T_{г.п.}, \quad (100)$$

где  $T_{г.п.}$  – продолжительность горячих простоев, сут.

$$T_{ф} = 333 - 20 = 313 \text{ сут.}$$

Технически возможную норму суточная производительность  $N_{сут}$  печи определяют по формуле:

$$N_{сут} = \frac{24 \cdot Q_c \cdot K_r}{T_{пл}}, \quad (101)$$

где  $Q_c$  – масса садки печи, 100 т;

$K_r$  – выход годного, 98 % [8];

$T_{пл}$  – длительность плавки, 0,82 ч.

$$N_{сут} = \frac{24 \cdot 100 \cdot 0,98}{0,82} = 2868,29 \text{ т/сут.}$$

Фактическую годовую производительность  $V_r$  определяем по формуле:

$$V_r = N_{сут} \cdot n_{п.} \cdot T_{ф}, \quad (102)$$

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

$$V_r = 2868,29 \cdot 2 \cdot 313 = 1795551,22 \text{ т/год.}$$

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

$$M = \frac{V_r}{K_{и.м.}}; \quad (103)$$

$$M = \frac{1795551,22}{0,92} = 1951686,11 \text{ т/год.}$$

Таблица 29 – Производственные показатели цеха

Показатели	Индекс	Проектные данные
Мощность трансформатора, кВА	W	95000
Масса садки (номинальная емкость печи), т	Q <sub>с</sub>	100
Баланс времени:		
– календарное время, сут	T <sub>к</sub>	14
– капитальные простои, сут	T <sub>к.р</sub>	18
– текущие ремонты, сут	T <sub>к.р</sub>	20
– горячие простои, сут	T <sub>к.р</sub>	313
– фактическое время работы, сут	T <sub>ф</sub>	365
Длительность плавки, ч	T <sub>пл</sub>	0,82
Количество плавов в фактические сутки, шт	N <sub>пл</sub>	39
Суточная производительность цеха, т/сут	N <sub>сут</sub>	2868,29
Фактическая годовая производительность, т/год	V <sub>ф</sub>	1795551,22
Производственная мощность цеха, т/год	M	1951686,11

#### 4.4 Расчет штата работников и заработной платы

Рабочие электроплавильных цехов работают по непрерывному четырех бригадному графику в три смены при восьмичасовом рабочем дне. Различают следующие виды штатов: сменный (расстановочный) – Ш<sub>р</sub>; суточный – Ш<sub>с</sub>; подменный на выходные дни – Ш<sub>в</sub>; суточный штат с подменой на выходные дни – Ш<sub>св</sub>; резервный штат на отпуск (РО) и невыходы по уважительным причинам (РН); списочный штат – Ш<sub>сп</sub>.

Штат рабочих устанавливается для каждого самостоятельного участка по ходу технологического процесса. Он отображается в таблице 30.

Таблица 30 – Штатное расписание рабочих по подразделениям

Наименование профессии	разряд	Расстановочный штат					Резерв штата на отпуск	Резерв штата на невыходы	Списочный штат
		Смены			итого в сутки	итого с подсменой			
		1	2	3					
Сталеплавильный участок									
Сталевар электропечи	7	1	1	1	3	4		1	5
Подручный сталевара (первый)	6	1	1	1	3	4	1		5

Продолжение таблицы 30

Подручный сталевара (второй)	5	1	1	1	3	4			4
Подручный сталевара (третий)	4	2	2	2	6	8	1		9
Пультовщик электропечи	2	1	1	1	3	4	1	1	6
Машинист крана металлургического производства	5	2	2	2	6	8	1	1	10
Итого									39
Печь ДСП-100									
Сталевар электропечи	7	1	1	1	3	4		1	5
Подручный сталевара (первый)	6	1	1	1	3	4	1		5
Подручный сталевара (второй)	5	1	1	1	3	4			4
Подручный сталевара (третий)	4	2	2	2	6	8	1	1	10
Пультовщик электропечи и	2	1	1	1	3	4	1	1	6
Итого									30
Участок внепечной обработки									
Установка печь-ковш									
Сталевар электропечи	8	1	1	1	3	4	1	1	6
Подручный сталевара (первый)	7	1	1	1	3	4	1	1	6
Подручный сталевара (второй)	6	1	1	1	3	4	1		5
Итого									17
Установка печь-ковш									
Сталевар электропечи	8	1	1	1	3	4	1	1	6
Подручный сталевара (первый)	7	1	1	1	3	4	1	1	6
Подручный сталевара (второй)	6	1	1	1	3	4	1		5
Итого									17
Установка вакуумирования стали									
Оператор установки	7	1	1	1	3	4	1	1	6
Подручный оператор	6	1	1	1	3	4			4
Машинист крана	5	2	2	2	6	8	1	1	10
Итого									20
Участок непрерывной разливки стали									
Оператор МНЛЗ	6	3	3	3	9	12		1	13
Оператор системы гидравлики и охлаждения	5	3	3	3	9	12			12
Машинист крана	5	1	1	1	3	4	1	1	6

Продолжение таблицы 30

Оператор разливочного поста	6	1	1	1	3	4			4
Итого									35
Оператор МНЛЗ	6	3	3	3	9	12		1	13
Оператор системы гидравлики и охлаждения	5	3	3	3	9	12			12
Машинист крана	5	1	1	1	3	4	1	1	6
Оператор разливочного поста	6	1	1	1	3	4			4
Итого									35
Участок горячих ремонтов на печи									
Огнеупорщик	6	2	2	2	6	8		1	9
Огнеупорщик	5	2	2	2	6	8			8
Итого									17
Участок сборки шиберных затворов									
Слесарь ремонтник	6	3	3	3	9	1	10		11
Ковшевой (бригадир)	4	2	2	2	6	8	2	1	11
Ковшевой	4	3	3	3	9	12	1		13
Итого									35
Термоотделочный участок МНЛЗ									
Бригадир газорезчик	5	2	2	2	6	8		1	9
Оператор газорезки	5	6	6	6	18	24			24
Обработчик поверхности слитка	5	4	4	4	12	16			16
Машинист крана	5	4	4	4	12	16	2	1	19
Итого									68
Участок газоочистки и вентиляции									
Оператор по обслуживанию пылегазоулавливающих установок	4	3	3	3	9	12	2	1	15
Итого									15
Участок сточных вод									
Участок по ремонту и содержанию печей и МНЛЗ									
Дежурный персонал печей		6	6	6	18	24	3	1	28
Дежурный персонал МНЛЗ		5	5	5	15	20	3	1	24
Ремонтный персонал печей		3	3	3	9	12			12
Ремонтный персонал МНЛЗ		3	3	3	9	12	1	1	14
Итого									78
Итого по цеху	5,227272727								406

Таким образом, списочный состав рабочих в цехе составляет 406 человек.

Штат руководителей и ИТР устанавливается в соответствии со схемой управления, учитывающей численность рабочих и нормы управляемости. Штат служащих, МОП и учеников можно принять по данным базового цеха или определить, исходя из установившегося соотношения численности между категориями персонала. Штат руководителей, ИТР, служащих, МОП и учеников отображается по форме таблицы 31.

Таблица 31 – Штатное расписание для руководителей, ИТР, служащих, МОП и учеников

Категория работающих, должность	Число работников в в одной смене, чел.	Количество смен работы	Проектная численность, чел.
Начальник цеха	1	1	1
Заместитель начальник цеха по техобслуживанию	1	1	1
Заместитель начальника цеха по производству	1	1	1
Энергетик цеха	1	1	1
Механик цеха	1	1	1
Электрик цеха	1	1	1
Начальник технического отдела	1	1	1
Начальник производственного отдела	1	1	1
Начальник печного отделения	1	1	1
Начальник отделения разлива стали	1	1	1
Начальник отдела персонала	1	1	1
Старший мастер по ремонту механического оборудования	1	1	1
Старший мастер по ремонту электрооборудования	1	1	1
Мастер по ремонту электрооборудования	1	3	3
Мастер по ремонту оборудования	2	1	2
Бюро программного обеспечения	1	3	3
Инженер по подготовке производства	3	1	3
Начальник смены	1	3	3
Старший мастер печь-ковш и УВС	1	1	1
Старший мастер электропечей	1	1	1
Старший мастер разлива	1	1	1
Старший мастер МНЛЗ	1	1	1

Продолжение таблицы 31

Начальник технологического бюро	1	1	1
Диспетчер	1	3	3
Сменный мастер печь-ковш и УВС	1	3	3
Сменный мастер электропечи	1	3	3
Сменный мастер разливки	1	3	3
Сменный мастер МНЛЗ	1	3	3
Инженер технолог	2	1	2
Мастер по огнеупорным работам	1	1	1
Учетно-экономическое бюро	2	1	2
Инженер по организации и нормированию труда	2	1	2
Инженер по подготовке кадров	1	1	1
Инженер по ОТ и ТБ	1	1	1
Табельщик	1	1	1
Секретарь	1	1	1
Завхоз	1	1	1
Электрики	1	3	3
Водители	2	3	6
Итого			68

Фонд заработной платы – сумма денежных средств, которая определяется на планируемый период для распределения между трудящимися по труду в соответствии производственной программой.

Расчет годового ФЗП включает: часовой, дневной и месячный ФЗП, квартальный (годовой).

Часовой включает: оплату по сдельным расценкам или тарифу; производственные премии рабочим; доплаты за бригадирство; доплаты за обучение учеников; доплаты за ночное время.

Дневной фонд заработной платы включает: оплаты льготных часов подростков; оплаты внутрисменных простоев; оплаты льготных часов кормящих матерей; доплаты за работу в праздничные дни; доплаты за работу в сверхурочное время и часовой ФЗП.

Месячный (квартальный, годовой) равен дневному ФЗП плюс выплаты: оплату отпусков и компенсаций за отпуск; оплату не выход на работу, связанным с государственными и общественными обязанностями; выплаты за выслугу лет; оплату целодневных простоев; оплату выходных пособий; районный коэффициент.

ФЗП подразделяется на основную и дополнительную зарплату.

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;

Таблица 32 – Тарифные ставки по разрядам

Тарифная ставка, руб/ч	Разряд					
	3	4	5	6	7	8
	37,05	41,86	48,01	55,9	62,05	71,45

Для расчёта средней заработной платы принимаем, что в цехе средний разряд шестой, тогда тарифная ставка будет равна 55,9 рублей. Исходные данные для расчёта заработной платы приведены в таблице 32.

Таблица 33 – Исходные данные для расчета заработной платы

Разряд	Тарифная ставка	Отработано часов			
		всего	ночных	вечерних	праздничных
6	55,9	192	64	32	8

Заработная плата по тарифной ставке за месяц определяется по формуле:

$$ЗП_{ппр} = ТС \cdot К_{час} \cdot К_{вп}, \quad (104)$$

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

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

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

$$ЗП_{ппр} = 55,9 \cdot 192 \cdot 1 = 10733 \text{ руб./мес.}$$

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

$$D_{\text{ночн}} = K_{\text{ч.ночн}} \cdot \text{ТС} \cdot K_{\text{н}}, \quad (105)$$

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

ТС – тарифная ставка, руб;

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

$$D_{\text{ночн}} = 64 \cdot 55,9 \cdot 40/100 = 1431 \text{ руб./мес.}$$

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

$$D_{\text{веч}} = K_{\text{ч.веч}} \cdot \text{ТС} \cdot K_{\text{веч}}, \quad (106)$$

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).

$$D_{\text{веч}} = 32 \cdot 55,9 \cdot 20/100 = 358 \text{ руб./мес.}$$

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

$$D_{\text{пр}} = K_{\text{ч.пр}} \cdot \text{ТС} \cdot K_{\text{пр}}, \quad (107)$$

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).

$$D_{\text{пр}} = 8 \cdot 55,9 \cdot 100/100 = 447 \text{ руб./мес.}$$

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

$$D_{\text{вр}} = K_{\text{час}} \cdot \text{ТС} \cdot K_{\text{вр}}, \quad (108)$$

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

$$D_{\text{вр}} = 192 \cdot 55,9 \cdot 24/100 = 2576 \text{ руб./мес.}$$

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

$$\text{ПР}_{\text{мес}} = \text{ТС} \cdot K_{\text{час}} \cdot K_{\text{п}}, \quad (109)$$

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

$$\text{ПР}_{\text{мес}} = 192 \cdot 55,9 \cdot 50/100 = 5366 \text{ руб./мес.}$$



Основная заработная плата без начисления районного коэффициента определяется по формуле:

$$ЗП_{\text{осн}} = ЗП_{\text{ппр}} + Д_{\text{ночн}} + Д_{\text{веч}} + Д_{\text{пр}} + Д_{\text{вр}} + ПР_{\text{мес}}; \quad (110)$$

$$ЗП_{\text{осн}} = 10733 + 1431 + 358 + 477 + 2576 + 5366 = 20911 \text{ руб/мес.}$$

Основной фонд оплаты труда рабочих составит:

$$\text{ОФОТ}_{\text{раб}} = ЗП_{\text{мес}} \cdot Ч_{\text{р}}; \quad (111)$$

где  $Ч_{\text{р}}$  – численность рабочих, равная 406 человек.

$$\text{ОФОТ}_{\text{раб}} = 20911 \cdot 406 = 9041948 \text{ руб/мес.}$$

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

$$\text{ОФОТ}_{\text{рук}} = 9041948 \cdot 0,20 = 1808390 \text{ руб/мес.}$$

Таким образом, получаем среднемесячную заработную плату ИТР равной:

$$\frac{1808390}{68} = 26594 \text{ руб/мес.}$$

Фонд заработной платы ( $\Phi ЗП_{\text{год}}$ ) на всех рабочих за год составит:

$$\Phi ЗП_{\text{год}} = (9041948 + 1808390) \cdot 12 = 130204044,5 \text{ руб/год.}$$

Величина страховых взносов СВ:

$$СВ = \Phi ЗП \cdot \frac{СВ_{\text{став}}}{100}, \quad (112)$$

$$СВ = 130204044,5 \cdot 30/100 = 39061213,34 \text{ руб/год.}$$

Затраты по ЗП на 1 тонну стали составляют:

$$\Phi ЗП' = \frac{\Phi ЗП_{\text{год}}}{V_{\text{г}}}, \quad (113)$$

$$\Phi ЗП' = \frac{130204044,5}{1795551,22} = 72,51 \text{ руб/т}$$

Затраты на социальное страхование  $СВ'$  в месяц составляют 30 %  $\Phi ЗП$  в месяц:

$$CB' = \frac{39061213,34}{1795551,22} = 21,75 \text{ руб/т};$$

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

$$C_{p,\text{год}} = \frac{\PhiЗП_{\text{год}} \cdot 380}{100}, \quad (114)$$

$$C_{p,\text{год}} = \frac{130204044,5 \cdot 380}{100} = 494775369 \text{ руб/год.}$$

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

$$C_p = \frac{C_{p,\text{год}}}{B_{\Gamma}}, \quad (115)$$

$$C_p = \frac{494775369}{1795551,22} = 275,56 \text{ руб./т.}$$

#### 4.5 Расчет затрат на основные и вспомогательные материалы

Расчет затрат на материалы на одну тонну стали приведен в таблице 34.

Таблица 34 – Затраты на материалы на одну тонну стали

Статья затрат	Проектный вариант		
	Норма расхода, кг/т	Цена за 1 т, руб/т	Сумма, руб/т
<b>1. Заданное сырьё и основные материалы</b>			
Стальной лом	996,05	7 000	6972,35
Ферросилиций ФС75	4,67	65 000	303,55
Силикомарганец СМн20	18,72	58000	1085,76
Кварцит	6,3	4 950	31,19
Алюминий	0,58	48 000	27,84
Кокс	6,06	16 000	96,96
<b>Итого металлошихты</b>			<b>8517,65</b>
<b>2. Флюсы</b>			
Железная руда	25,51	7 000	178,57
Известняк	58,83	1100	64,713
Плавленый шпат	5,38	10500	56,49
<b>Итого флюсов</b>			<b>299,773</b>

Продолжение таблицы 34

3. Вспомогательные материалы			
Электроды	0,06	238 000	14,28
Огнеупоры	0,015	37 300,00	0,5595
Всего вспомогательных материалов			14,84
Всего затрат на 1 т стали (3 <sub>ш</sub> )			8832,26

4.6 Расчет затрат на тепло- и энергоресурсы

Рассчитываем стоимость электроэнергии на выплавку 1 тонны стали:

$$\mathcal{E}_{\text{тс}} = \frac{S_{\text{н}} \cdot k \cdot C_{\text{э}}}{M_{\text{с}}}, \quad (116)$$

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

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

$k$  – коэффициент использования трансформатора,  $k = 0,8$ ;

$C_{\text{э}}$  – стоимость 1 кВт электроэнергии,  $C_{\text{э}} = 2,7$  руб;

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

$$\mathcal{E}_{\text{тс}} = \frac{95000 \cdot 0,8 \cdot 2,7}{100} = 2052 \text{ руб/т.}$$

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

$$\mathcal{E}_{\text{ттз}} = P_{\text{пара}} \cdot C_{\text{ттз}}, \quad (117)$$

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

$C_{\text{ттз}}$  – стоимость теплоэнергии,  $C_{\text{ттз}} = 99,8$  руб/Гкал.

$$\mathcal{E}_{\text{ттз}} = 0,385 \cdot 99,8 = 38,423 \text{ руб/т.}$$

Затраты на кислород для выплавки 1 тонны стали составляют:

$$\mathcal{E}_{\text{кислород}} = P_{\text{кислород}} \cdot C_{\text{кислород}}, \quad (118)$$

где  $P_{\text{кислород}}$  – расход кислорода,  $P_{\text{кислород}} = 6,27$  кг/т;

$C_{\text{кислород}}$  – стоимость кислорода,  $C_{\text{кислород}} = 30$  руб/кг.

$$\mathcal{E}_{\text{кислород}} = 6,27 \cdot 30 = 188 \text{ руб/т.}$$

Стоимость сжатого воздуха для выплавки 1 тонны стали составляет:

$$\mathcal{E}_{\text{сж.возд.}} = P_{\text{сж.возд.}} \cdot C_{\text{сж.возд.}}, \quad (119)$$

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

$C_{\text{сж.возд.}}$  – стоимость 1  $\text{м}^3$  сжатого воздуха,  $C_{\text{сж.возд.}} = 96,00 \text{ руб}/\text{м}^3$ .

$$\mathcal{E}_{\text{сж.возд.}} = 0,95 \cdot 96,00 = 91,2 \text{ руб}/\text{т}.$$

Определяем затраты на техническую воду:

$$\mathcal{E}_{\text{техн.вода}} = P_{\text{техн.вода}} \cdot C_{\text{техн.вода}}, \quad (120)$$

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,  $C_{\text{техн.вода}} = 2,61 \text{ руб}$ .

$$\mathcal{E}_{\text{техн.вода}} = 85,0 \cdot 2,61 = 221,85 \text{ руб}/\text{т}.$$

Затраты на аргон для продувки стали составляют:

$$\mathcal{E}_{\text{аргон}} = P_{\text{аргон}} \cdot C_{\text{аргон}}, \quad (121)$$

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,  $C_{\text{аргон}} = 135,0 \text{ руб}/\text{м}^3$ .

$$\mathcal{E}_{\text{аргон}} = 1,0 \cdot 135,0 = 135 \text{ руб}/\text{т}.$$

Общая сумма затрат по статье теплоэнергоресурсов составляет:

$$\mathcal{E}_{\text{общ}} = \mathcal{E}_{\text{тс}} + \mathcal{E}_{\text{кислород}} + \mathcal{E}_{\text{сж.возд.}} + \mathcal{E}_{\text{техн.вода}} + \mathcal{E}_{\text{аргон}}, \quad (122)$$

$$\mathcal{E}_{\text{общ}} = 2052 + 38,423 + 188 + 91,2 + 221,85 + 135 = 2726,57 \text{ руб}/\text{т}.$$

#### 4.7. Планирование себестоимости продукции

В этом разделе с учётом принятых технических и технологических решений обосновываются все расходные коэффициенты, цены и затраты, необходимые для калькуляции себестоимости, и составляется проектная калькуляция себестоимости продукции в таблице 34.

Проектная калькуляция себестоимости 1 тонны продукции включает:

- материальные затраты на единицу продукции  $P'_m$ ;
- стоимость тепло- и энергоресурсов на единицу продукции  $P'_{тэ}$ ;
- удельные затраты на заработную плату  $FЗП'$  и страховые взносы

$СВ'$  на единицу продукции;

- затраты на амортизацию цехового оборудования;
- общецеховые расходы  $P'_{оц}$ ;
- общезаводские расходы  $P'_{оз}$ ;
- коммерческие расходы  $P'_{ком}$ .

Удельные затраты на амортизацию цехового оборудования  $A'$  рассчитываются по формуле

$$A' = \frac{A_{общ}}{B_{г}} \quad (123)$$

где  $A_{общ}$  – годовая сумма амортизации по всем объектам основных фондов за год, руб./год (из таблицы 28).

$$A' = \frac{964348830}{1795551,22} = 537,1 \text{руб/год.}$$

Цеховая себестоимость ( $C_{пр}$ ) 1 тонны стали складывается из статьи материалов, статьи теплоэнергоресурсов, статьи заработной платы, амортизации, цеховых расходов:

$$C_{пр} = Z_m + Э_{общ} + Z_{ЗП} + СВ' + Ц_p + A' \quad (124)$$

$$C_{пр} = 8832,26 + 2726,57 + 72,51 + 21,75 + 275,56 + 537,1 = 12465,75$$

руб/т.

Общезаводские и коммерческие расходы на единицу продукции условно принимаются в процентном отношении к другим калькуляционным статьям.

Общезаводские и коммерческие расходы составляют 15 % от цеховой себестоимости.

$$P'_{оз} = C_{пр} \times 15\%, \quad (125)$$

$$P'_{\text{оз}} = 12465,75 \cdot 0,15 = 1870 \text{ руб/т.}$$

$$P'_{\text{ком}} = 12465,75 \cdot 0,15 = 1870 \text{ руб/т.}$$

В итоге общая проектная себестоимость 1 тонны продукции Спр составит

$$C'_{\text{пр}} = P'_{\text{м}} + P'_{\text{тэ}} + \Phi З П' + С В' + А' + P'_{\text{оц}} + P'_{\text{оз}} + P'_{\text{ком}} \quad (126)$$

$$C'_{\text{пр}} = 8832,26 + 2090,423 + 72,51 + 21,75 + 537,1 + 275,56 + 1870 + 1870 =$$

$$15569,31$$

Таблица 35 - Укрупненная калькуляция себестоимости 1 тонны продукции

Статьи затрат	Проектный вариант, руб./т
Затраты на материалы	8832,26
Затраты на теплоресурсы	38,423
Затраты на энергоресурсы	2052
Затраты на заработную плату	72,51480384
Социальные страховые взносы	21,75444115
Затраты на амортизацию	537
Общехозяйственные расходы	275,5562546
Общезаводские расходы	1 870
Коммерческие расходы	1 870
Полная себестоимость 1 тонны	15569,31

#### 4.8. Расчет вложений в нормируемые оборотные средства

Вложения в оборотные средства лимитируются их нормативной величиной. Нормируемые оборотные средства рассчитываются по важнейшим элементам. Затем результаты расчетов суммируются, и определяется сумма капитальных вложений, авансированных в оборотные фонды проектируемого цеха

$$K_{\text{OC}} = N_{\text{пз}} + N_{\text{зч}} + N_{\text{гп}}, \quad (127)$$

где  $N_{\text{пз}}$  – норматив производственных запасов сырья, основных и вспомогательных материалов, покупных полуфабрикатов, а также топлива (кроме газа), руб.;

$N_{\text{зч}}$  – норматив на запасные части, руб.;

$H_{гп}$  – норматив запасов готовой продукции, руб.

1. Норматив производственных запасов сырья и материалов рассчитывается по формуле

$$H_{пз} = \sum_{i=1}^m \frac{P_{mi} \times Ц_{mi} \times B_{г} \times d_{mi}}{T_{ном}}, \quad (128)$$

где  $P_{mi}$  – удельный расход  $i$ -го вида материала на 1 тонну продукции, кг/т.;

$Ц_{mi}$  – средняя цена тонны заданного  $i$ -го материала, руб./кг;

$d_{mi}$  – норма запаса  $i$ -го вида производственных запасов, дни;

$m$  – количество видов производственных запасов.

$$H_{пз} = \sum_{i=1}^m \frac{P_{mi} \times Ц_{mi} \times B_{г} \times d_{mi}}{T_{ном}} = 15489604744,74 \quad (129)$$

2. Норматив на запасные  $H_{зч}$  части можно определить аналитически, используя норматив на запасные части базового цеха

$$H_{зч} = \frac{H_{зч}^{\bar{}} \times C_{об}^n}{C_{об}^{\bar{}}}, \quad (130)$$

где  $H_{зч}^{\bar{}}$  – норматив запасных частей базового цеха, руб.;

$C_{об}^n$  – полная первоначальная стоимость оборудования по проектному варианту, руб.;

$C_{об}^{\bar{}}$  – полная первоначальная стоимость оборудования по базовому варианту, руб.

$$H_{зч} = \frac{H_{зч}^{\bar{}} \times C_{об}^n}{C_{об}^{\bar{}}} = 27245695488,33 \text{ руб.}$$

3. Норматив запаса готовой продукции находят по формуле

$$H_{гп} = \frac{B_{г} \times C'_{пр} \times d_{гп}}{365}, \quad (131)$$

где  $d_{гп}$  – норма запаса готовой продукции на складе предприятия, дни.

$$H_{гп} = \frac{B_{г} \times C'_{пр} \times d_{гп}}{365} = 2047470609,41 \text{ руб.}$$

Сумма капитальных вложений, авансированных в оборотные фонды проектируемого цеха:

$$K_{OC} = 15489604744,74 + 27245695488,33 + 2047470609,41 = \\ = 44782770842,49$$

#### 4.9 Определение экономической эффективности проекта

Прибыль от реализации продукции составит

$$\Pi = (C_{рын} - S_T) \times V_T, \quad (132)$$

где  $C_{рын}$  – цена 1 т стали, руб;

$S_T$  – себестоимость 1 т стали, руб;

$V_T$  – годовое производство стали, т.

$$\Pi = (34000 - 15569,31) \cdot 1600000 = 29489104000 \text{ руб.}$$

##### 1. Абсолютная эффективность капитальных вложений

Общая эффективность капитальных вложений проектируемого определяется расчетом показателя общей рентабельности производства:

$$R_O = \frac{(C' - C'_{пр}) \cdot V_T}{K_{OF} + K_{OC}} \cdot 100, \quad (131)$$

где  $C'$  – цена продажи единицы продукции проектируемого цеха за вычетом налогов, руб./т.

$$R_O = \frac{(34000 - 15569,31) \times 1600000}{15489604744,74 + 44782770842,49} \times 100 = 48,93 \text{ } 17,7 \text{ \%}.$$

##### 2. Сравнительная экономическая эффективность капитальных вложений

Экономическое обоснование эффективности проектируемого варианта производится по расчетному коэффициенту сравнительной экономической эффективности  $E_p$  и расчетному сроку окупаемости капиталовложений  $T_p$  за счет экономии на снижении себестоимости.

Расчетный коэффициент сравнительной экономической эффективности  $E_p$ , рассчитывается по формуле:



$$E_p = \frac{(C'_6 - C'_{пр}) \cdot B_r}{K_{ОФ} + K_{ОС}}, \quad (134)$$

$$E_p = \frac{(34000 - 15569,31) \times 1600000}{15489604744,74 + 44782770842,49} = 0,49$$

Расчетный срок окупаемости капиталовложений  $T_p$ , рассчитывается по формуле:

$$T_p = \frac{K_{ОФ} + K_{ОС}}{(C'_6 - C'_{пр}) \cdot B_r}, \quad (135)$$

где  $(C'_6 - C'_{пр}) \times B_r$  – условно-годовая экономия на себестоимости продукции, руб./год.

$$T_p = \frac{15489604744,74 + 44782770842,49}{(34000 - 15569,31) \times 1600000} = 2,043$$

Полученные показатели  $E_p$  и  $T_p$  сопоставляют с нормативными величинами  $E_n$  и  $T_n$ . Для промышленности  $E_n = 0,16$  и  $T_n = 6,25$ .

$$E_p = 0,49 \geq E_n = 0,16 \text{ и } T_p = 2,043 \leq T_n = 6,25.$$

Предлагаемый вариант является эффективным.

3. Годовой экономический эффект от внедрения проектного варианта

Годовой экономический эффект от внедрения варианта строительства цеха определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_r = (C'_6 - C'_{пр}) \times B_r - E_n (K_{ОС} + K_{ОФ}), \quad (136)$$

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_r &= (34000 - 15569,31) \times 1600000 - 0,16 \times (15489604744,74 + 44782770842,49) = \\ &= 19845523906,05 \text{ руб./год.} \end{aligned}$$

Условно годовая экономия:

$$\mathcal{E}_{уг} = (C'_6 - C'_{пр}) \times B_r, \quad (137)$$

где  $B_r$  – фактическая годовая производительность стали, т/год;

$C'_{пр}$  – себестоимость 1 тонны стали, руб/т;

$C'_6$  – оптовая цена товарной продукции.

$$\mathcal{E}_{уг} = (19461,63 - 15569,31) \cdot 1600000 = 6227723103,62 \text{ руб./год.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяем по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{C - S}, \quad (138)$$

где  $C$  – стоимость годового выпуска продукции по проекту в оптовых ценах предприятия, руб;

$S$  – себестоимость годового выпуска продукции, руб.

$$T_{\text{ок}} = \frac{15820079552}{31138608000 - 24910896000} = 2,5 \text{ года.}$$

Строительство цеха экономически целесообразно. Техничко-экономические показатели представлены в таблице 36.

Таблица 36 – Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Базовый вариант	Проектный вариант
Производственная мощность цеха, т/год	1200000	1951686,11
Годовой выпуск продукции, т/год	1000000	1600000
Балансовая стоимость основных фондов, руб.	9 588 738 660	15 489 604 745
Стоимость нормативных оборотных средств, руб.	-	44782770842
Удельные капитальные вложения, тыс. руб.	-	15 820 079 552
Численность:		
- работников, чел	382	474
- рабочих, чел.	320	406
Среднемесячная заработная плата, руб./чел.	20 223	23 125
Себестоимость 1 тонны продукции, руб./т	22 459,37	15569,31
Прибыль, руб.	-	29489104000
Рентабельность продукции, %	-	48,93
Условно-годовая экономия, руб./год	-	6227723103,62
Годовой экономический эффект, руб.	-	20 895 797 641
Срок окупаемости капиталовложений, лет	-	2,5

#### 4.10 Заключение

Срок окупаемости проекта составляет 2,5 года. Годовой экономический эффект составил 20 895 797 641 руб, а общая рентабельность производства 48,93 % . В сравнении с базовым вариантом, предложенные проектные предложения наиболее экономически эффективны. Из расчётов делаем вывод, что проект ЭСПЦ является экономически целесообразным.

