

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 109 с., 12 рисунков, 24 источника, 5 графического материала формата А1.

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

Актуальность работы: увеличение производительности металлургического комбината ОАО «Северсталь» по производству сортового проката в условиях Вологодской области для обеспечения внутреннего и внешнего рынка.

Объектом исследования является ЭСПЦ производительностью 1200000 млн. тонн в год конструкционных марок стали в условиях Вологодской области.

Цель работы: выбрать основное оборудования, произвести необходимые расчеты представить технико-экономические показатели проекта и определить главные вредные факторы и методы борьбы с ними.

Выпускная квалификационная работа представлена введением, 5 главами, заключением, список использованных источников и патентным поиском.

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

В 2 главе «Расчеты и аналитика» представлены расчеты баланса металла по цеху, расчет шихты и расчет оборудования, используемого в ЭСПЦ.

В 3 главе «Результаты проведенного исследования» рассмотрена технология выплавки, внепечной обработки, разливки стали марки 25Г2С.

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

В 5 главе «Социальная ответственность» рассмотрены главные вредные факторы, их влияние на человека и окружающую среду. Также представлены мероприятия по борьбе с ними.

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

BSTRACT

Graduation work contains 109 pages, 12 drawings, 24 literature sources, 5 sheets of graphic material of A1 format.

Keywords: electric furnace steelmaking shop, arc furnace, complex steel treatment device, circulating vacuum vessel, electric filter, continuous casting machine, bloom.

Relevance of the work: increase in productivity of iron and steel works at "Severstal" plant on production of high-quality rolled metal in the conditions of the Vologda region for supplying domestic and foreign market.

The object of research is electric furnace steelmaking shop with productivity of 1200000 million tons per year of constructional steels in Vologda region.

Work purpose: to choose the basic equipment, to make necessary calculations to submit the feasibility study of the project and to define the major harmful factors and methods of eliminate them.

The work includes introduction, 5 sections, conclusion, and the list of literature sources and patent search.

In 1 section "Object of Research" the designed electrosteel-smelting shop is described, the main parts and the equipment which is installed in them are considered.

Section 2 "Calculations and Analytics" estimates[→] of the main equipment used in the shop, calculates the charge and the metal balance in the shop.

In the 3rd section "Results of the research" the technology of smelting, secondary treatment and pouring of 25G2S steel are considered.

Section 4 "Financial management, resource efficiency and resource saving" presents feasibility study of the project, estimates capital investment and production capacity, payroll fund and return period of the shop construction.

In the 5th section "Social Responsibility" major harmful factors, their influence on people and methods to eliminate them are presented. Actions for

environmental protection are also presented. In the conclusion the main characteristics of the designed shop and expediency of this project are stated.

Введение

Основным конструкционным материалом остается сталь, объемы производства которой в мире непрерывно растут.

Из всех известных способов производства стали, наиболее перспективным считается электросталеплавильное производство.

За последние годы электрометаллургия претерпела существенные перемены. Значительно возросла вместимость электропечей и мощность печных трансформаторов, упростилась технология плавки. Электропечи всё чаще используются для расплавления шихты, а процессы рафинирования и доведения состава металла до заданного переносятся в установки внепечной обработки.

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

ЭСЦ представляет собой сложный и оснащённый разнообразным оборудованием комплекс зданий и сооружений. В цехе осуществляют выплавку, внепечную обработку, разливку стали, уборку шлака, подготовку оборудования, обеспечивающего выполнение этих технологических процессов.

В данной работе разработан проект нового цеха производительностью 1200000 тонн в год в условиях г. Череповец на базе предприятия компании ОАО «Северсталь».

1 Объект исследования

1.1 Технико-экономическое обоснование строительства ЭСПЦ

Проектируемый ЭСПЦ будет располагаться на базе предприятия компании ОАО «Северсталь».

«Северсталь» является горно-металлургической компанией, владеющая Череповецким металлургическим комбинатом (Вологодская область), вторым по величине сталелитейным комбинатом России.

Проектируемый цех будет входить в состав «Череповецкого металлургического комбината».

Согласно объемам производства ОАО «Северсталь» входит в число 20 более крупных металлургических предприятий мира и в первую пятерку металлургических комбинатов Российской Федерации.

Компания изготавливает сортовой прокат, холоднокатаный и горячекатаный стальной прокат, гнутые профили и трубы и тд.

Продукция комбината поставляется в 700 компаний СНГ и вывозится в 30 стран мира. Продукция имеет спрос, и это связано с тем, что предприятие показало свою приверженность к системной работе по качеству на протяжении длительного времени, о чем свидетельствуют многочисленные отечественные и международные награды.

Череповецкий металлургический комбинат является предприятием с полным металлургическим циклом, в состав которого входит более 100 крупных технологических агрегатов.

Большая часть производимой на Череповецком металлургическом комбинате стали используется в дальнейшем для производства проката в виде листовой и сортовой продукции, включая горяче- и холоднокатаный лист, плиты, рулоны, горячекатаные профили, холодноштампованную фасонную сталь и трубы.

Комбинат является одним из самых мощных и современных предприятий по производству черных металлов в мире. Производственные

мощности включают коксохимическое производство, агломерационное производство, доменное производство, сталеплавильное производство. Производство горячекатанного, холоднокатанного, плоского. сортового проката и трубное производство.

1.2 Организационная структура цеха

В состав основного производства войдут:

- электросталеплавильный цех с двумя электродуговыми печами переменного тока типа «Ultimate» фирмы Siemens и двумя установками типа АКОС;

- отделение непрерывной разливки стали, состоящей из двух машины непрерывного литья сортовых заготовок (МНЛЗ) фирмы Siemens;

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

Проектируемый ЭСПЦ будет состоять из следующих пролетов: печного, бункерного, пролет внепечной обработки стали, разливочный и пролет литых заготовок.

1.3 Конструкция здания цеха

Производственные сооружения предусмотрены с целью реализации в их ключевых либо добавочных производственных действий и предназначаются мишеням оптимального размещения оснащения и работников зон в конкретной научно-технической очередности с целью успешной компании производственного движения. Предполагаемый мастерская станет обладать скелетный вид сооружения.

Производственные сооружения предусмотрены с целью реализации в них основных или вспомогательных производственных процессов и служат целям рационального размещения оборудования и рабочих мест в определенной технологической последовательности для эффективной организации производственного процесса. Проектируемый цех будет иметь каркасный тип здания (рисунок 1) [1].

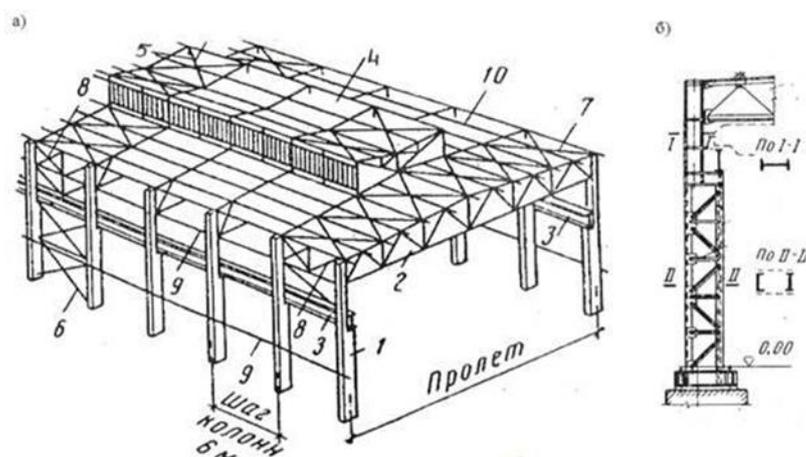


Рисунок 1 – Элементы каркаса

Конкретный комплект конструктивных элементов здания (несущие элементы) формируют каркас – пространственную жесткую систему. Основа воспринимает внешние воздействия на здание, внутренние рабочие нагрузки, собственную массу элементов сооружения, давления фундамента, колонны, стропильные и подстропильные фермы, подкрановые балки [2].

Каркас состоит из поперечных тонких, связанных между собой рам. Каждая рама представляет собой комбинацию из двух вертикальных компонентов (колонны) и соединяющий их горизонтальной элемента (ригель) в виде балки или фермы. Ригель связывается с колоннами в основном шарнирно.

Рамы соединены между собой компонентами каркаса, носящими общее название – связи. Согласно место расположению различают горизонтальные (находящиеся в горизонтальных плоскостях) и вертикальные (находящиеся в вертикальных плоскостях) связи.

1.4 Структурные элементы одноэтажных производственных зданий

1.4.1 Фундаменты

Строительство промышленных зданий осуществляется в зависимости от строительных, геологических и гидрогеологических условий участка и общих условий строительной-монтажной организации [3].

Для проектируемого ЭСПЦ выбираем одиночный столбчатый фундамент под несущие конструкции колонны (рисунок 2).

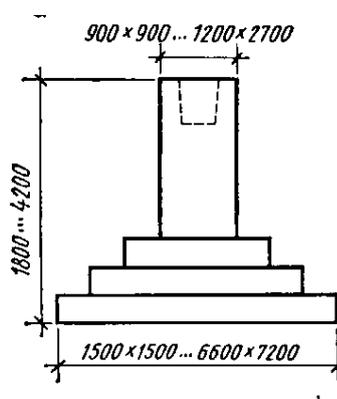


Рисунок 2 – Монолитный фундамент промышленных зданий

1.4.2 фундаментные балки

Для поддержки самонесущих и навесных стен по периметру здания укладывают фундаментные балки. Фундаментные балки расположены таким образом, что верхняя грань расположена над уровнем земли, но ниже пола помещения 30 мм. Такое расположение позволяет избежать касания земли со стенами и тем самым предотвратить попадание влаги, иметь двери и ворота без порогов.

1.4.3 Колонны

Колонны - ключевой элемент каркаса одноэтажного здания (рисунок 3). Они построены на фундаменте и являются опорой для крыши. В

зданиях, оборудованных мостовыми кранами, колонна также служит в качестве опоры подкрановых балок.

Колонны должны быть строго расположены по разбивочным осям. В зависимости от расположения в каркасе, колонны размещают в продольных рядах между пролетами параллельно на опорах, а боковые колонны расположены вдоль наружных продольных стен. Шаг колонн 12 метров [4].

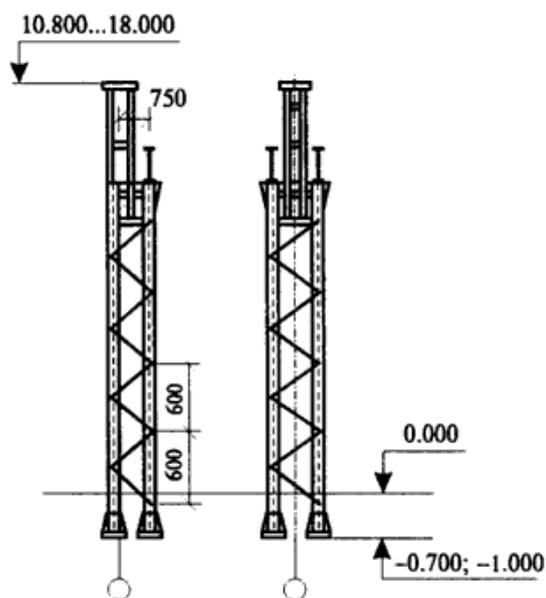


Рисунок 3 – Стальные двухветвевые колонны

1.4.4 подкрановые бали

Подкрановые балки укладываются на рельсы, образуют путь движения мостовых кранов. Так как подкрановые балки соединены с колоннами, они придают каркасу дополнительную жесткость.

1.4.5 подстропильные и стропильные фермы

Стропильные фермы - это перекрытие здание. При проектировании подстропильные фермы принимается в зависимости от размера пролета,

характера и стоимости эксплуатационных нагрузок, тип подъемного оборудования и других факторов (рисунок 4).

установка стропильных ферм определяется шагом колонн крайнего ряда. Таким образом, стропильная ферм одной стороной опирается на колонну, а другой стороной на подстропильную ферму. Подстропильная ферма опирается на соседнюю колонну среднего ряда.

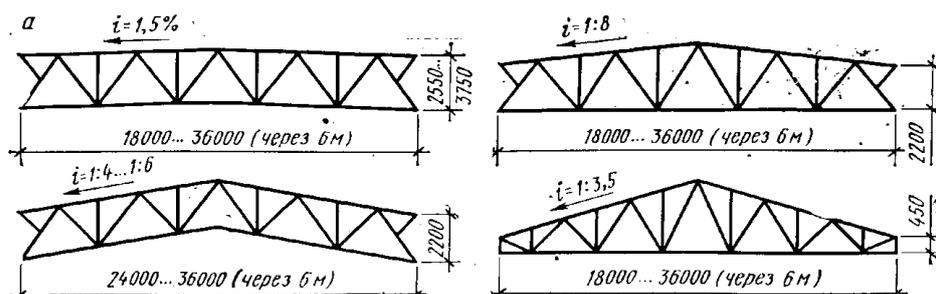


Рисунок 4 – Стропильная ферма

1.4.6 Стена

Быстровозводимые цеха - это в промышленные здания, элементы которого предоставляют множество преимуществ. Цех из сэндвич-панели могут быть использованы в различных областях промышленности: сборка, сварка, покраска и так далее. В дополнение к универсальности, сборные конструкции, цех имеет и другие преимущества. Строительство цеха занимает не так много времени, что позволяет экономить не только время, но и деньги.

1.4.7 Покрытие

Поверхностные покрытия используются для защиты зданий от внешних воздействий окружающей среды. Настилы выполнены из стальных листов, которые хорошо выдерживают неравномерные нагревы расплавленного металла.

1.4.8 Ворота

Ворота в ЭСПЦ раздвижные, они имеют более высокую скорость открывания и оснащены воздушными завесами. Они используются при автотранспорте и железнодорожном транспорте. На автотранспорте высота двери не менее 2,4 м и не менее 2-х метров в ширину. Направления нормальных железнодорожного пути 4,7х5,6 м.

Воздушные завесы предназначены для защиты работников от холодного наружного воздуха, расположенных с подачей горячего воздуха из сторон отверстия. Воздушные завесы располагаются в воротах, который открываются более чем в пять раз в смену.

1.5 Транспорт ЭСПЦ

Работа ЭСПЦ тесно связана с различными отделами металлургического завода, поэтому принимается во внимание процесс перевозок, который представляет собой большой поток перевозок. Эти перевозки, связанные с обеспечением цеха металлошихтой, шлакообразующих добавок, огнеупоров и поставку других материалов, а также потребности по утилизации отходов шлака и мусора.

транспорт и металлургического предприятия подразделяются на внутренние и внешние. Внешний транспорт: железнодорожный и автотранспорт, внутренний транспорт: конвейерный, железнодорожный, автотранспорт, мостовые краны в цехе и рельсовые тележки.

1.6 Общие характеристики ЭСПЦ

Планируемый завод состоит из пяти основных пролетов: печной пролет, бункерный пролет, пролет внепечной обработки стали, разливочный пролет и пролет литых заготовок.

Общая длина цеха составляет 120 метров, ширина пролетов: бункерный - 12 метров, разливочный и пролет литых заготовок - 24 метра, печной пролет и пролет внепечной обработки стали - 30 метров.

1.7 Организация работ печного пролета

Пролет состоит из двух электродуговых печей вместимостью 100 тонн и вспомогательного оборудования, необходимого для проведения металлургических процессов. Печь оборудована трансформаторной мощностью 100 МВА. Печь располагается на рабочей площадке. И находится в шумопылегазозащитной камере [4].

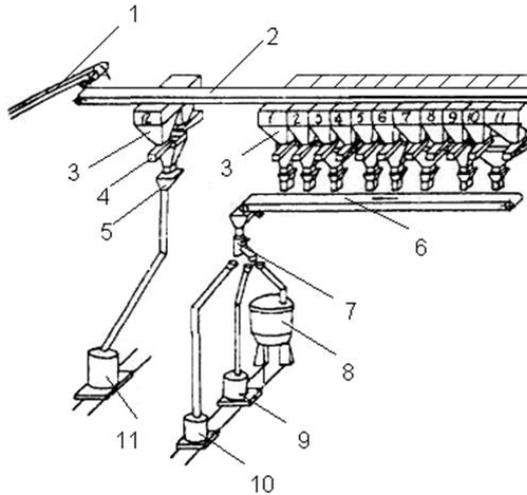
Задачи печного пролета: доставки и загрузка шихты в печь; доставка и наращивание электродов; уборка шлака, организация стоилицы, организация работ холодного и горячего ремонта печей.

Пролет обслуживается двумя мостовыми кранами грузоподъемностью 180+63/20 тонн.

1.8 Организация бункерного пролета

ЭСЩ использует широкий ассортимент материалов: углеродистый лом, сплавы стали и чугуна, известь, известняк, плавиковый шпат, кварцит, железная руда, ферросплавы различных марок. Все материалы должны быть поданы в определенное место в нужное время и в нужном количестве.

Ввод сыпучих и ферросплавов в печь осуществляется через труботочки. (рисунок 5) [5].

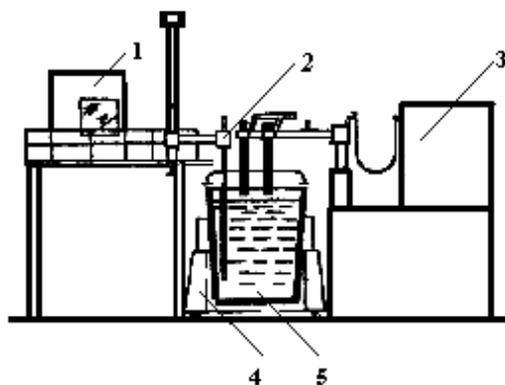


1, 2, 6 - конвейер; 3 - бункер; 4 - питатель; 5 - бункерные весы;
 7 – поворотная течка; 8 - ДСП; 9 - ковш; 10 – АКОС; 11- бадья
 Рисунок 5 – Организация подачи сыпучих и ферросплавов в ЭСПЦ

1.9 Организация работы пролета внепечной обработки стали

В пролете внепечной обработки имеется 2 АКОСа (рисунок 6) и циркуляционный вакууматор. Управление сталевозом дистанционное.

Отдельные группы сталей с низким содержанием углерода (флокеночувствительные), подлежат обработке в вакууме. В цехе для обработки в вакууме применяется циркуляционный вакууматр. Он представляет собой футерованную камеру, которая оснащена двумя патрубками, которые погружают в расплавленный металл.



1 – контрольный пост; 2 - фурмы; 3 – печная подстанция; 4 - ковш;
5 - стальной ковш с металлом

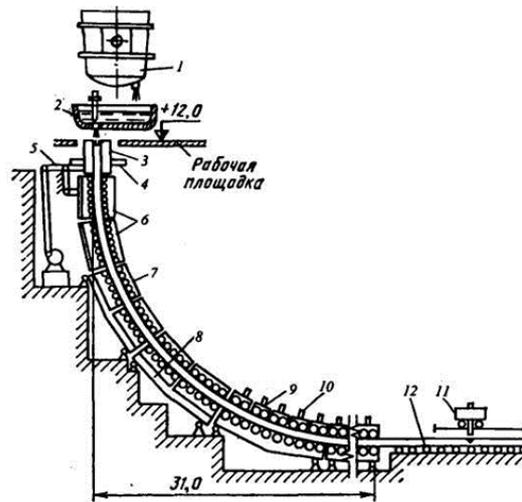
Рисунок 6 – Схема АКОСа

После внепечной обработки и доводки металла до заданного состава, металл отправляют на поворотный стенд МНЛЗ, где производится его разливка [6].

Пролет обслуживается 2-мя мостовыми кранами грузоподъемностью 180 + 63/10 тонн.

1:10 Организация работ в пролете литых заготовок

В пролете располагается две четырех ручьевых МНЛЗ радиального типа (рисунок 7), стенды для сушки, ломки футеровки промковшей и стенд для хранения промковшей. Пролет обслуживается двумя мостовыми кранами 30 / 20 тонн.



1 – сталеразливочный ковш; 2 – промковш; 3 – кристаллизатор;
 4 – кристаллизатор; 5 – механизм качания кристаллизатора;
 6, 7, 9 – ролики 8 – опорные балки; 10 – механизм прижатия и
 перемещения роликов; 11 – газорезка; 12 – рольганг

Рисунок 7 – Радиальная МНЛЗ

1.11 Организация работ в полете литых заготовок

В пролете литой заготовки формируют пакеты заготовок от все ручьев МНЛЗ. В цехе предусмотрены толкатели, с помощью которых заготовки, собирают в один пакет.

Краны пролета участвуют в ремонтах технологического оборудования, удаляют грейфером окалину из ямы-отстойника. Здесь установлен кран общего назначения. В пролете литой заготовки проводится следующие операций: осмотр заготовок, кантовка их, дефектоскопия, выборочная или сплошная зачистка [7].

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Технико-экономическое обоснование проекта

По проектному заданию предусматривается строительство цеха производительностью 1200000 млн. тонн стали в год.

Проектируемый цех будет входить в состав Череповечкого металлургического комбината ОАО «Северсталь». «Северсталь» — одна из крупнейших в мире сталелитейных компаний, производящая различный вид продукции: сортовой прокат, горячий прокат, холодный прокат, фасонный прокат, трубы и гнутые профили, прокат с покрытием.

В данной работе предложен вариант установления двух дуговых ДСП вместимостью 100 тонн. Также в цехе предлагается установить два агрегата внепечной обработки типа АКОС, циркуляционный вакууматор и две МНЛЗ радиального типа

Цех проектируется с учётом всех полезных достижений в выплавке стали:

- освоение технологии плавки и разлива стали;
- внепечная обработка стали;
- разливка металла на МНЛЗ.

Учитывая то, что полностью полагаться на статистические данные нельзя, данная работа позволяет реально оценить возможности и перспективы вложения капитала в создание нового предприятия. Исходя из заранее известных данных в данной работе будет проведен анализ целесообразности создания нового предприятия и его рентабельность. По проделанной работе можно будет сделать вывод: выгодно или невыгодно создавать новое предприятие в условиях нашей нестабильной экономики.

Проектируемый сортамент продукции приведен в таблице 28.

Таблица 28 – Данные для расчёта средней стоимости сортамента [15]

№	Сортамент	Количество, т	Цена, руб./т.	Выручка, руб.
1	25Г2С 35ГС 09Г2С	800 000	33 000	26 400 000
2	20Х 40Х 30Х	200 000	35 000	7 000 000
3	20 35 45	200 000	20 000	4 000 000
Итого		1 200 000		35 400 000 000

4.2 Расчёт капитальных вложений в основные фонды при строительстве цеха [16]

Таблица 29 – Смета капитальных вложений на строительство цеха

Наименование	Число единиц	Цена единицы, руб	Полная стоимость, руб
1	2	2	4
1 Здания			
Основной корпус: Производство и установка металлоконструкций	1	428 989 199	428 989 199
Бытовые помещения		555 902 000	555 902 000
Остальные		843 100 000	843 100 000
Всего по зданиям			1 827 991 199
2 Сооружения			
Трансформатор	2	570 300 000	1 140 600 000
Газоочистное	1	154 550 000	154 550 000
Остальное		450 500 000	450 500 000
Всего по сооружениям			1 745 650 000
3 Основное оборудование			
ДСП-100	2	950 836 300	1 901 672 600
АКОС	2	436 938 274	873 876 548
МНЛЗ радиальная	2	1 535 153 440	3 070 306 880

Продолжение таблицы 29

1	2	2	4
Вакууматор циркуляционный	1	34 000 000	34 000 000
Стальковш	13	160 000	2 080 000
Остальное		150 000 000	150 000 000
Всего по основному оборудованию			6 031 932 028
4. Крановое оборудование			
Кран 180+63/20 т	4	6 000 000	24 000 000
Кран 10 т	1	400 000	400 000
Кран 20 т	3	900 000	2 700 000
Всего по крановому оборудованию			27 100 000
Всего			9632673227

Капитальные вложения на строительство цеха составят:

$$КВ = 17\,437\,355\,255 \text{ руб.}$$

4.3 Расчёт производственной мощности и производственной программы цеха

Время работы электросталеплавильного цеха определяется по ведущему агрегату – дуговой сталеплавильной печи. Расчёт производственной мощности.

Продолжительность ремонтов печей следующая:

– капитальные ремонты $T_1 = 15$ суток;

– холодные ремонты $T_2 = 15$ суток;

– горячие ремонты $T_3 = 15$ суток.

Номинальное время работы:

$$T_5 = T_4 - (T_1 + T_2), \tag{77}$$

где T_4 – количество дней в году, суток.

$$T_5 = 365 - (15+15) = 335 \text{ сут.}$$

Фактическое время работы:

$$T_6 = T_5 - T_3, \quad (78)$$

$$T_6 = 335 - 15 = 320 \text{ сут.}$$

Суточная производительность печи:

$$N_{\text{сут.}} = \frac{24 \cdot Q_c \cdot B_r}{T_{\text{п}}}, \quad (79)$$

где $N_{\text{сут}}$ – масса садки печи, тонн;

B_r – выход годного (раздел 2.2), %;

$T_{\text{п}}$ – длительность плавки, час (раздел 2.2).

$$N_{\text{сут}} = \frac{24 \cdot 100 \cdot 0,95}{1,105} = 2063 \text{ т/сут.}$$

Фактическую годовую производительность стали по цеху определяем:

$$\Gamma_{\text{п}} = N_{\text{сут}} \cdot n \cdot T_6, \quad (80)$$

где n – количество печей в цехе, шт.

$$\Gamma_{\text{п}} = 2063 \cdot 2 \cdot 320 = 1320320 \text{ т./год.}$$

Производственная мощность цеха (с учётом коэффициента использования мощности $K = 0,97$):

$$П_{\text{ц}} = \Gamma_{\text{п}} / K = 1320320 / 0,97 = 1361155 \text{ т./год.}$$

Таблица 30 – Производственные показатели цеха

Показатели	Индекс	Проектные данные
Мощность трансформатора, МВА	W	100
Масса садки, тонн	Qc	100
Баланс времени, сутки: – капитальные простои	T1.	15
– холодные простои	T2.	15
– горячие простои	T3	15
– фактическое время работы	T4	320
– календарное время	T5	365
Длительность плавки, ч	T6	1,105
Количество плавов в фактические сутки, штук	n	40
Суточная производительность цеха, тонн/сутки	Nсут	2063

Продолжение таблицы 30

Показатели	Индекс	Проектные данные
Годовая производительность цеха, тонн/год	Гп	1320320
Производственная мощность цеха, тонн/год	Пц	1361155

4.4 Расчет штата работников и заработной платы

4.4.1 Расчет численности персонала в цехе

При планировании заработной платы принимаем повременно-премиальную форму оплаты. Численность персонала приведена в таблице 31.

Таблица 31 – Штатное расписание рабочего персонала

Профессия	Разряд	Смены					Резерв	Штат работников
		I	II	III	Сутки	С подменой		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Плавильный участок								
Сталевар	6	2	2	2	6	8	3	11
I вспомогательный работник	5	2	2	2	6	8	3	11
II вспомогательный работник	4	2	2	2	6	8	2	10
III вспомогательный работник	4	2	2	2	6	8	2	10
Крановщик	5	2	2	2	6	8	2	10
Пультовщик	5	6	6	6	18	20	6	26
Огнеупорщик	5	4	4	4	12	14	4	18
Мастер		2	2	2	6	8	3	11
Начальник		1	1	1	3	4	1	5
ИТР								16
Итого								112
2. Участок внепечной обработки								
Оператор	6	2	2	2	6	8	3	11
Ремонтный персонал	6	5	5	5	15	17	5	22
Крановщик	6	2	2	2	6	8	3	11
Мастер						10	3	13

Продолжение таблицы 31

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Начальник						4	2	6
ИТР								19
3. Разливочный участок								
Разливщик	6	2	2	2	8	10	3	13
Ремонтный персонал	6	5	5	5	15	18	6	24
Мастер		2	2	2	1	7	2	9
Начальник		1	1	1	1	4	2	6
ИТР								15
Итого								52
Работники								50
Всего								277

Состав работающих в цехе: 277 человек, из которых 50 человек ИТР.

4.4.2 Расчёт затрат на заработную плату

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

Виды доплат:

- ночные – 40 % тарифа;
- праздничные – 100 %;
- переработка – 50 % тарифа;

Районный коэффициент составляет 1,15.

Таблица 32 – Тарифные ставки по разрядам

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

В цехе средний разряд шестой, тарифная ставка составляет 55,8 рублей.

Таблица 33 – Исходные данные для расчета заработной платы рабочих

Разряд	Ставка	Отработанные часы			
		итого	ночные	вечерние	праздничные
6	55,78	192	64	32	8

Заработная плата:

$$ЗП = С \cdot Кч \cdot Кв, \quad (81)$$

где ЗП – часовая тарифная ставка, рублей/час;

С – тарифная ставка;

Кч – количество отработанных часов в месяц;

Кв – коэффициент, учитывающий выполнение плана.

$$ЗП = 55,8 \cdot 192 \cdot 1 = 10709,8 \text{ рублей./месяц.}$$

Доплата за работу ночных Дн:

$$Дн = Кч \cdot Т \cdot Кночь, \quad (82)$$

где Кч – количество отработанных ночных часов в месяц;

Т – тарифная ставка, рублей;

Кночь – коэффициент, за работу в ночное время (40 %).

$$Дн = 64 \cdot 55,78 \cdot 0,40 = 1428,0 \text{ рублей./месяц.}$$

Доплата за работу в вечернее время Дв, рассчитывается по формуле:

$$Дв = Кчв \cdot ТС \cdot Кв, \quad (83)$$

где Кч. – количество отработанных вечерних часов в месяц;

Кв – коэффициент, за работу в вечернее время (20 %).

$$Дв = 32 \cdot 55,78 \cdot 0,2 = 356,9 \text{ рублей./месяц.}$$

Доплата за работу в праздничные дни Дп, рассчитывается:

$$Дп = Кп \cdot ТС \cdot Кпр, \quad (84)$$

где Кп – количество отработанных праздничных часов в месяц;

Кпр – коэффициент, за работу в праздничные дни (100 % к ТС).

$$Дпр = 8 \cdot 55,78 \cdot 1 = 446,2 \text{ рублей./месяц.}$$

Доплата за вредность Двред, рассчитывается по формуле:

$$Двред = Кч \cdot ТС \cdot Квр, \quad (85)$$

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

$$D_{\text{вред}} = 192 \cdot 55,78 \cdot 0,24 = 2570,3 \text{ рублей/месяц.}$$

Премия за месяц ПР:

$$ПР = ТС \cdot K_{\text{ч}} \cdot K_{\text{прем}}, \quad (86)$$

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

$$ПР = 192 \cdot 55,78 \cdot 0,50 = 5354,9 \text{ руб./мес.}$$

Заработная плата без начисления районного коэффициента:

$$З_{\text{Поснов}} = З_{\text{Пп}} + D_{\text{н}} + D_{\text{в}} + D_{\text{п}} + D_{\text{вред}} + ПР, \quad (87)$$

$$\begin{aligned} З_{\text{Поснов}} &= 10709,8 + 1428,0 + 356,9 + 446,2 + 2570,3 + 5354,9 = \\ &= 20866,1 \text{ рублей./месяц.} \end{aligned}$$

Заработная плата с учётом районного коэффициента определяется по формуле:

$$ЗП = З_{\text{Поснов}} \cdot K_{\text{рк}}, \quad (88)$$

где $K_{\text{рк}}$ – районный коэффициент (30 % от ЗП).

$$ЗП = 20866,1 \cdot 1,15 = 23996 \text{ рублей./месяц.}$$

С учетом подоходного налога (13 %) заработная плата составляет:

$$ЗП_{13} = 23996 + (23996 \cdot 0,13) = 27115,48 \text{ рублей/месяц.}$$

Фонд оплаты труда рабочих:

$$ФОНД_{\text{отд}} = ЗП \cdot Ч_{\text{раб}},$$

где $Ч_{\text{раб}}$ – численность рабочих, равная 227 человек.

$$ФОНД_{\text{отд}} = 27115,48 \cdot 227 = 6155213,96 \text{ рублей/месяц.}$$

Зарплата управленческого персонала и специалистов = 20 % от ФОНД_{отд}. Основной фонд оплаты труда управленческого персонала и специалистов:

$$ФОНД_{\text{отупс}} = 6155213,96 \cdot 0,20 = 1231042,792 \text{ рублей/месяц.}$$

Среднемесячную заработную плату ИТР:

$$\frac{1231042,792}{50} = 24620,86 \text{ рублей/месяц.}$$

$$ОФонд = (6155213,96 + 1231042,792) \cdot 12 = 88635081,024 \text{ руб/год.}$$

Затраты по ЗП на 1 тонну стали составляют:

$$ЗП = \frac{ОФонд}{В}, \quad (89)$$

$$ЗП = \frac{88635081,024}{1320320} = 67 \text{ рублей/тонну.}$$

Затраты на социальное страхование $З_{зтр}$ в месяц составляют 30 % ОФонд в месяц:

$$З_{зтр} = \frac{88635081,024 \cdot 0,30}{1320320} = 20 \text{ рублей/тонну.}$$

4.5 Расчет затрат на основные и вспомогательные материалы

Цеховые расходы $Ц_{расход.год}$ составляют 380 % от заработной платы работников в год:

$$Ц_{расход.год} = \frac{ФЗП \cdot 380}{100}, \quad (90)$$

$$Ц_{расход.год} = \frac{8863081,024 \cdot 380}{100} = 336813307,9 \text{ рублей/год.}$$

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

$$Ц_{расход} = \frac{Ц_{расход.год}}{В}, \quad (91)$$

$$Ц_{расход} = \frac{336813307,9}{1320320} = 255 \text{ рублей/тонну.}$$

Потери от брака = 0,1 % от затрат на материалы, затрат по расходу теплоэнергоресурсов, суммы ЗП, затраты на социальное страхование и цеховых расходов:

$$П_{Брака} = \frac{(4572,03 + 3447 + 67 + 20 + 255) \cdot 0,1}{100} = 8,4 \text{ рублей/тонну.}$$

Полная цеховая себестоимость ($С_{цеха}$) 1 тонны стали складывается из статьи материалов, статьи теплоэнергоресурсов, статьи заработной платы, потери от брака, цеховых расходов:

$$С_{цс} = З_{м} + Э_{общ} + ЗП + З_{зтр} + Ц_{расход} + П_{брака} \quad (92)$$

$$С_{цс} = 4572,03 + 3447 + 67 + 20 + 255 + 8,4 = 8369,4 \text{ рублей/тонну.}$$

Общезаводские коммерческие расходы составляют 15 % от цеховой себестоимости:

$$\text{ОКР} = \text{С}_{\text{цс}} \cdot 15 \% ; \quad (93)$$

$$\text{ОКР} = 8369,4 \cdot 0,15 = 1255,4 \text{ руб.}$$

Полная себестоимость 1 тонны стали:

$$\text{ПСстали} = \text{ОКР} + \text{С}_{\text{цс}} = 1255,4 + 8369,4 = 9624,8 \text{ руб/т.} \quad (94)$$

Таблица 34 – Затраты на материалы на одну тонну стали

Затраты	Проектный вариант		
	Норма расхода, килограмм/тонну	Цена за 1 тонну, рубл./тонну	Сумма, руб/т
1 По заданию:			
Лом	0,998	3 000	2994
ФС75	0,0125	59500	743,75
СМн25	0,016	30 400	486,4
Алюминий	0,00058	45 000	26,1
Итого	1,027		4250,25
2 Добавочные материалы:			
Железная руда	0,019	1 500	28,5
Известь	0,129	720	92,88
Шамот	0,022	3 900	85,8
Плавиковый шпат	0,022	3 900	85,8
Кварцит	0,0036	8 000	28,8
Итого	0,196		321,78
Всего			4572,03

4.6 Расчёт затрат на теплоэнергоресурсы

Рассчитываем стоимость электроэнергии на выплавку 1 тонны стали:

$$C_{\text{элек}} = \frac{Q \cdot k \cdot C_{\text{в}}}{M}, \quad (95)$$

где $C_{\text{элек}}$ – стоимость электроэнергии, руб/т;

Q – мощность трансформатора, 95 кВА;

k – коэффициент использования трансформатора, $k = 0,9$;

$C_{\text{в}}$ – стоимость 1 кВт электроэнергии, $C_{\text{в}} = 3,20$ руб/кВт;

M – масса садки, $M = 100$ т.

$$C_{\text{элек}} = \frac{100000 \cdot 0,9 \cdot 3,20}{100} = 2880 \text{ рублей/тонну.}$$

Стоимость теплоэнергии

$$C_{\text{теп}} = P_{\text{п}} \cdot C_{\text{тэ}}, \quad (96)$$

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

$C_{\text{тэ}}$ – стоимость теплоэнергии, $C_{\text{тэ}} = 194,6$ рублей/Гкал.

$$C_{\text{теп}} = 0,385 \cdot 194,6 = 74,92 \text{ рублей/тонну.}$$

Затраты на кислород для выплавки 1 тонны стали составляют:

$$Z_{\text{ктсл}} = P_{\text{кисл}} \cdot C_{\text{кисл}}, \quad (97)$$

где $P_{\text{кисл}}$ – расход кислорода, $P_{\text{кисл}} = 17,83$ кг/т;

$C_{\text{кисл}}$ – стоимость кислорода, $C_{\text{кисл}} = 10,95$ руб/кг.

$$Z_{\text{кисл}} = 17,83 \cdot 10,95 = 195,24 \text{ рублей/тонну.}$$

Стоимость сжатого воздуха для выплавки 1 тонны стали составляет:

$$C_{\text{сж.воз}} = P_{\text{сж.воз}} \cdot C_{\text{сж.воз}}, \quad (98)$$

где $P_{\text{сж. воз.}}$ – расход сжатого воздуха, $P_{\text{сж. воз.}} = 0,95$ м³/т;

$C_{\text{сж. воз.}}$ – стоимость 1 м³ сжатого воздуха, $C_{\text{сж. воз.}} = 89,00$ руб/м³.

$$C_{\text{сж. воз.}} = 0,95 \cdot 89,00 = 84,55 \text{ рублей/тонну.}$$

Определяем затраты на техническую воду:

$$Z_{\text{техн.в}} = P_{\text{техн.в}} \cdot C_{\text{техн.в}}, \quad (99)$$

где $P_{\text{техн.в.}}$ – расход технической воды, $P_{\text{техн.в.}} = 85,0$ м³/т;

$C_{\text{техн.в.}}$ – стоимость технической воды, $C_{\text{техн.в.}} = 2,78$ рублей.

$$Z_{\text{техн.в.}} = 85,0 \cdot 2,78 = 236,30 \text{ рублей/тонну.}$$

Затраты на аргон для продувки стали составляют:

$$Z_{\text{ар}} = P_{\text{ар}} \cdot C_{\text{ар}}, \quad (100)$$

где $P_{\text{ар}}$ – расход аргона, $P_{\text{ар}} = 1,0$ м³/т;

$C_{\text{ар}}$ – стоимость аргона, $C_{\text{ар}} = 120,0$ руб/ м³.

$$Z_{\text{ар}} = 1,0 \cdot 120,0 = 120 \text{ рублей/тонну.}$$

Общая сумма затрат по расходу теплоэнергоресурсов составляет:

$$Z_{\text{общ}} = Z_{\text{тс}} + Э_{\text{кисл}} + Z_{\text{свеж.в.}} + Z_{\text{тех.в}} + Э_{\text{ар}}, \quad (101)$$

$$Z_{\text{общ}} = 2736 + 74,92 + 195,24 + 84,55 + 236,30 + 120 = 3447 \text{ рублей/тонну.}$$

4.7 Расчёт проектных технико-экономических показателей цеха

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

Себестоимость 1 тонны стали:

$$C_{\text{тс}} = \text{ОКР} + C_{\text{цс}} \quad (102)$$

$$C_{\text{тс}} = 1255,4 + 8369,4 = 9624,8 \text{ рублей/тонну.}$$

Оптовая цена товарной продукции:

$$Ц_{\text{оп}} = C_{\text{тс}} \cdot K_{\text{нр}} \quad (103)$$

где $C_{\text{тс}}$ – себестоимость 1 тонны стали, рублей/тонну;

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

$$Ц_{\text{оп}} = 9624,8 \cdot 1,35 = 12993,5 \text{ рублей/тонну.}$$

С учетом НДС (18 %) оптовая цена товарной продукции составляет:

$$Ц_{\text{оп}18} = 12993,5 + (12993,5 \cdot 0,18) = 15332,3 \text{ рублей/тонну.}$$

Экономический эффект определяется условно-годовой экономией:

$$Э_{\text{гэ}} = (Ц_{\text{оп}} - \text{ПСб}) \cdot Г_{\text{п}}, \quad (104)$$

где $Г_{\text{п}}$ – фактическая годовая производительность стали, тонн/год.

$$Э_{\text{гэ}} = (15332,3 - 9624,8) \cdot 1320320 = 7535726400 \text{ рублей./год.}$$

Определяем годовой экономический эффект

$$Г_{\text{э}} = Э_{\text{уг}} - K_{\text{в}} \cdot K_{\text{нэф}}, \quad (105)$$

где $K_{\text{нэф}}$ – нормативный коэффициент экономической эффективности капиталовложений, $K_{\text{нэф}} = 0,33$.

$$Г_{\text{э}} = 7535726400 - 17437355255 \cdot 0,33 = 1781399165,9 \text{ рублей.}$$

Валовая прибыль:

$$Вп = В \cdot (Цоп - ПСп.) \quad (106)$$

$$Вп = 1320320 \cdot (15332,3 - 9624,8) = 7535726400.$$

Налог на прибыль составляет 20 %:

$$Н_{приб} = 0,20 \cdot П_p = 0,20 \cdot 7525726400 = 1505145280 \text{ рублей}$$

Налог на имущество:

$$\text{Нимуц.} = КВ \cdot \text{СТим}/100 = 17439355255 \cdot 2,2/100 = 383621815,6 \text{ рублей}$$

Чистая прибыль:

$$П_{чист} = П_p - Н_{приб} - \text{Нимуц.}, \quad (107)$$

$$П_{чист} = 7535726400 - 1505145280 - 383621815,6 = 5646959304,4.$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяем по формуле:

$$C_{окуп.} = \frac{КВ}{П_{чист}} = \frac{17439355255}{5646959304,4} = 3.$$

Строительство цеха экономически целесообразно. Техно-экономические показатели представлены в таблице 35

Таблица 35 – Техно-экономические показатели цеха

Пункты	Проектные данные
1. Капитальные вложения на строительство цеха, рубли	17 439 355 255
2. Суточная производительность, тонн/сутки.	2063
3. Производственная мощность, тонн/год	1 361 154
4. Годовая производительность, тонн/год	1 200 000
5. Среднемесячная заработная плата, рублей	29 473,3
6. Годовой экономический эффект, рублей	1 602 097 056,14
7. Себестоимость 1 тонны стали, рублей	15 332,3
8. Срок окупаемости, год	3

На рисунке 10 графически представлены данные о сроке запуска предприятия.

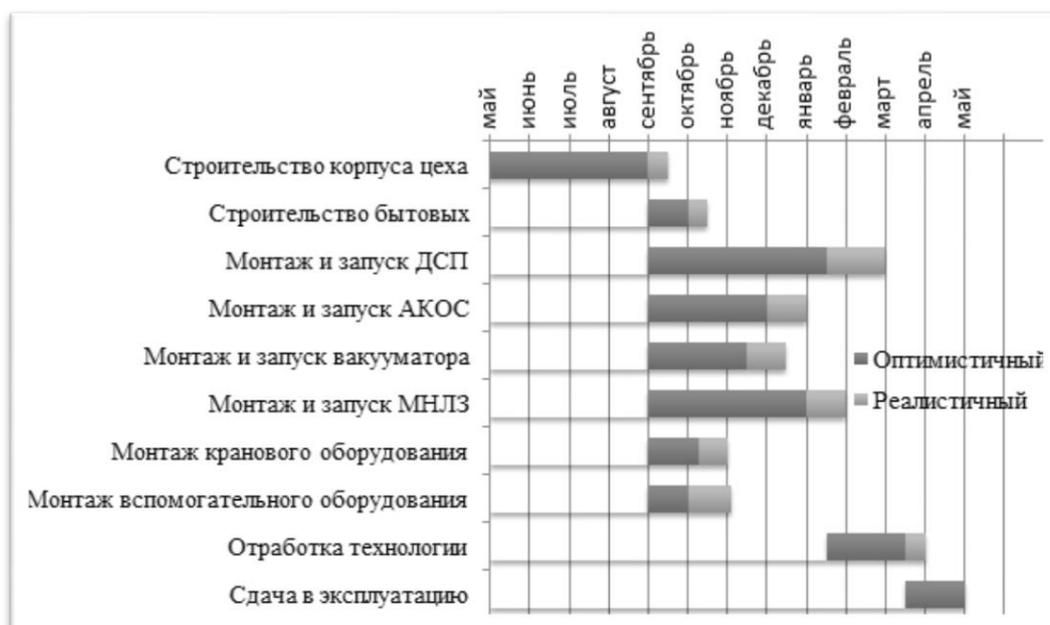


Рисунок 10 – Диаграмма запуска предприятия

4.8 Заключение

В результате расчётов определен годовой экономический эффект, он составил 1602097056,14 рублей. Капитальные вложения на строительство цеха составляю 17439355255 рублей. Срок окупаемости составляет 3 года. Себестоимость 1 тонны стали составляет 15332,3 рубля. Исходя из этого, можно сделать вывод, что проект является экономически целесообразным.