

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



Институт Юргинский технологический институт
 Направление подготовки 150101 Metallurgy of black metals
 Кафедра Metallurgy of black metals

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА

Тема работы
Проект ферросплавного цеха на площадях ОСП Юргинский ферросплавный завод производительностью 120 тыс. тонн ферросплава в год

УДК 669

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10200	Пахомов Д.С		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Нохрина О.И	Доктор технических наук		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Нестерук Д.Н.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. кафедры БЖДЭиФВ	Солодский С.А.	Ктн, Доцент.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Ибрагимов Е.А.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
МЧМ	Сапрыкин А.А.	Ктн.		

Юрга – 2016 г.

РЕФЕРАТ

Дипломная работа 150 листов, 17 рисунков, 30 источников, 2 приложения.

Ключевые слова: ферросплав, разливка, кремний,

Актуальность Увеличение выплавки сплава ФС70AL1.

В качестве объекта исследования принят ОСП «Юргинский ферросплавный завод»

Цели и задачи работы: Спроектировать ферросплавный цех производительностью 120 тысяч тонн сплава в год в на площадях ОСП «Юргинский ферросплавный завод»

В работе имеется введение, 5 глав и заключение, приложен список литературы, использованной при выполнении ВКР.

Первая глава «Объект исследования» описывает технико-экономическое обоснование строительства цеха, описаны основные узлы рудотермической печи РКЗ-63, электрооборудование печи РКЗ-63.

Во второй главе «Расчеты и аналитика» были рассчитаны геометрические, электрические и тепловые параметры рудотермической печи, также был произведен расчет основного оборудования плавильного корпуса.

В третьей главе «Результаты разработки» предложена технология выплавки сплава ФС70AL1, также осуществлен подбор оборудования для разливки и рафинирования расплава.

В четвертой главе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» рассмотрено штатное расписание рабочих, фонды оплаты труда, приводится расчёт себестоимости продукции и экономический эффект, а также срок окупаемости цеха при вложении капитала в строительство.

В пятой главе «Социальная ответственность» решены вопросы охраны и гигиены рабочих в цехе, также проведен анализ вредных и опасных факторов, влияющие на человека при производстве ферросилиция. В этом же разделе отмечены вредные воздействия производства на окружающую среду и предложена схема очистки отходящих газов.

В заключении изложены основные результаты дипломного проекта.

The summary

Final qualifying work of 140 pages, 17 figures, 30 sources, 2 annexes.

Keywords: ferrosilicon, technology, ore-thermal furnace,

Relevance of the work ferrosilicon production FS70AL1 brand in terms of Kuzbass

The object of this study is to GSP "Yurga Ferroalloys"

Aims and objectives: To develop a project of ferroalloy plant capacity of 120 thousand tons of alloy per year in terms of Kuzbass

The work is presented the knowledge, 5 chapters and conclusion, list of references.

1 In the "object of study" described a feasibility study for construction management, and design mechanisms RK3-63 oven, electric oven RK3-63.

2 In the section "Calculations and Analysis" conducted geometrical, electrical and thermal calculations of ore-thermal furnace is designed shop equipment.

3 In the section "Results of development" considered alloy smelting technology brand FS70AL1 and describes the hardware design for refining and casting alloy.

4 In the "Financial management, resource efficiency and resource conservation" examined staffing workers, payroll, is the calculation of the cost of production and economic benefits, as well as the payback period plant at an investment of capital in the construction.

5 In the "Social Responsibility" questions of occupational safety and health, as specified hazards affecting the person in the production of ferrosilicon. In the same section marked harmful effects on the environment and ways to eliminate them.

In conclusion, the main results of the graduation project.

Введение

Юргинский ферросплавный завод находится на территории бывшего Юргинского абразивного завода (ЮАЗ). В 2004 году ЮАЗ выкупил новый собственник, у которого уже есть в собственности ОАО «Кузнецкие ферросплавы» и ОАО «ЧЭМК», эти предприятия занимаются ферросплавной промышленностью. Было принято, сохранить профиль производства и учитывая повышенный спрос на мировом рынке ферросилиция, и так как ОАО «Кузнецкие ферросплавы» не обладают достаточными площадями для размещения новых печей, решили построить новый ферросплавный цех на базе Юргинского Ферросплавного завода.

Ферросилиций это продукт глобального рынка, поэтому ОСП «Юргинский ферросплавный завод» в отличие от ОАО «Кузнецкие ферросплавы» обладает наиболее выгодным экономическим и географическим положением т.к находится ближе к морским портам, а морские перевозки дешевле и выгоднее. «Юргинский ферросплавный завод» расположен рядом с предприятиями металлургического профиля, находящихся в европейской части страны, это в свою очередь влечет уменьшение затрат на расходы, а следовательно и начальную стоимость товара. Так же, этот фактор сыграет положительную роль для ООО ПО «Юрмаш», который находится в городе Юрге, ведь в структуре этого предприятия имеется металлургический комплекс, который нуждается в высокопроцентном ферросилиции (цеха № 10 и № 11). Немаловажным условием является цена на электроэнергию. В условиях г. Новокузнецка для промышленных предприятий она выше, чем для «Юргинского ферросплавного завода». Это преимущество делают производство ферросплавов в г. Юрге достаточно прибыльным и перспективным.

При получении ферросилиция в основе следующие шихтовые материалы:

а) источник кремнезёма - кварцит дробленный «Антоновского рудоуправления» (пос. Рудничный, в 12 км. от г. Анжеро-Судженска 1-го класса крупности (25–120 мм);

б) углерод содержащие восстановители кремнезёма:

1) коксовый орешек, полученный из углей Кузнецкого бассейна крупностью 10–25 мм и 8–25 мм;

2) уголь комбината «Кузбассуголь», месторождения: шахта Грамотейнская 1/2 .

в) железо в сплав переходит из:

1) стальная стружка углеродистой стали производимой ООО ПО «Юрмаш» (г. Юрга);

2) втор сырье в виде отходов кремнистых сталей

необходимы также следующие вспомогательные материалы:

г) известняк дроблёный Гурьевского рудоуправления (Кемеровская область). В случаях отклонения от хода технологического процесса, например, при большом количестве шлака в печи, на усмотрение старшего мастера дают в печь некоторое число известняка;

д) сидерит (руда железная сидеритовая) Бакальского месторождения (Челябинская область). Используется для отчистки ферросилиция в ковше, от алюминия.

Готовая продукция Юргинского ферросплавного завода будет продаваться в Японию, Корею, Турцию, Канаду, Нидерланды и др. страны, железнодорожными и морскими перевозками.

1 Объект исследования

1.1 Выбор технологической схемы

Марки ферросилиция с большим содержанием кремния (ФС70AL1) получают углеродотермическим способом. В качестве восстановителя оксидов кремния при углеродотермическом процессе является углерод.

Углеродом могут восстанавливаться оксиды всех почти всех элементов при высоких температурах процесса, так как химическое сродство углерода к кислороду с повышением температуры возрастает. Один из продуктов реакции восстановления оксида углеродом это монооксид углерода, отвод которого из зоны реакции обеспечивает высокую степень извлечения ведущего элемента из шихтовых материалов в металл. Углерод имеет невысокую стоимость, при этом возможно использование углеродистых материалов разного происхождения.

1.2 Физико-химические основы процесса

1.2.1 Физико-химические свойства кремния

Кремний принадлежит к IV группе Периодической системы элементов Д.И.Менделеева ($Z=14$, атомная масса 28,09). По количеству нахождения в земной коре (27 %) кремний находится на втором месте, уступа место только кислороду.

При плавлении объем кремния уменьшается на 10 %. Плотность составляет 2,33г/см³.

Кремний имеет большое сродство с кислородом и образует следующие соединения: SiO₂, Si₂O₃, Si₃O₄, SiO. Про первое и четвертое соединения многое известно.

В природе кремний можно встретить только в виде кремнезема (SiO_2). Данное соединения отличается от других соединений кремния:

- 1) Повышенной твердостью и тугоплавкостью ($T_{\text{пл}} = 1996 \text{ K}$).
- 2) Повышенной температурой начала кипения ($T_{\text{кип}} = 3532 \text{ K}$).
- 3) Наличием большого спектра модификаций

Аллотропные превращения SiO_2 проходят со значительными изменениями плотности и объема, это может вызвать растрескивание и измельчение породы.

4) Повышенной склонностью к переохлаждению. В результате резкого охлаждения имеется возможность зафиксировать кремний в виде его жидкого состояния (стекло), и высокотемпературной модификации α -кristобалита и тридимита. При быстром нагревании можно расплавить кварцит, минуя модификации тридимита и кристаболита.

5) Очень высоким электросопротивлением. Например, при 293 K оно составляет $1 \cdot 10^{12} \text{ Ом} \cdot \text{м}$. Но с повышением температуры электросопротивление SiO_2 снижается, а в жидком состоянии кремнезем имеет свойства хорошего проводника.

На рисунке 1 изображена диаграмма системы Fe-Si. В сплавах этого состава происходит целый ряд превращений, оказывающих значительное влияние на качество различных марок ферросилиция.

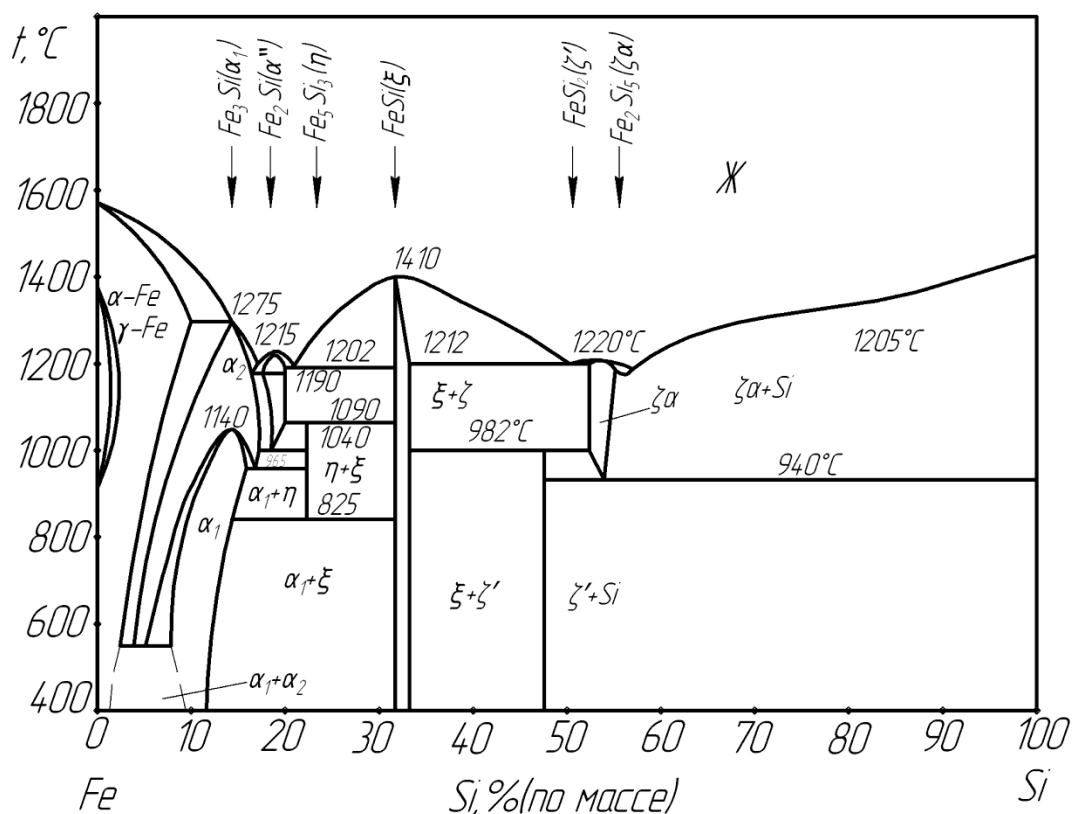
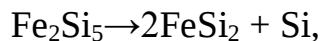


Рисунок 1 – Диаграмма Fe-Si

Так, один из силицидов железа – дисилицид FeSi_2 стабилен только при низких температурах (меньше 940 или 982 $^\circ\text{C}$, см. рисунок 1). При высоких температурах устойчива его высокотемпературная модификация, получившая название лебоит. Содержание кремния в этой фазе колеблется в пределах 53–56 %.

Высокотемпературный лебоит при охлаждении сплавов с содержанием Si более 55,5 % при $T < 1213 \text{ K}$ разлагается по эвтектоидной реакции:



а сплавов с содержанием 33,86–50,07 % Si ниже 1255 K по перитектоидной реакции:

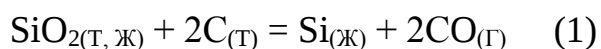


Сплавы промежуточного состава (50,15–55,5 % Si сначала при 1255 K претерпевают перитектоидное, а затем при 1213 K эвтектоидное превращения. Перитектоидное и эвтектоидное превращения силицида Fe_2Si_5 сопровожда-

ются изменениями их объёма. Поэтому сплавы, содержащие лебоит, теряют сплошность, растрескиваются и даже рассыпаются. Однако растрескивание, связанное с эвтектоидным распадом лебоита, лишь одна из причин рассыпания. Второй причиной, по-видимому главной, является то, что образование трещин по границам зерна создает возможность ликватам, выделяющимся по этим границам - фосфору, мышьяку, сульфидам и карбидам алюминия и др., реагировать с влагой воздуха по реакциям, в результате которых в атмосферу выделяются H_2 , PH_3 , PH_4 , AsH_4 и т.п., а в трещинах - рыхлые оксиды Al_2O_3 , SiO_2 , и др. соединения, распирающие их. Предотвратить рассыпание сплавов можно их модифицированием магнием, легированием добавками элементов, измельчающих зерно (ванадий, титан, цирконий и др.) или делающих его более пластичным. Измельчение зерна уменьшает концентрацию примесей и их соединений и влияет на свойства сплавов так же, как понижение концентрации примесей (P, Al, Ca), способствующих рассыпанию.

1.2.2 Термодинамика восстановления кремния

Во время производства сплавов кремния, в качестве источника кремния выступает чистый кварц. с высоким наличием кремнезёма ($\geq 97\%$). При углестермическом производстве восстановителем является свободный углерод. Из-за того, что растворимость углерода в кремнии, невелика, а кремний почти нерастворим в кремнезёме, восстановление SiO_2 в этих условиях описывается реакцией



В соответствии с законом действующих масс константа реакции (1) может быть описана уравнением

$$K_{p(1)} = a_{\text{Si}} \cdot P_{\text{CO}}^2 / a_{\text{SiO}_2} \cdot a_{\text{C}}^2.$$

Используя уравнения энергии Гиббса

$$\Delta G_{1700-2000} = 709870 - 365,44 T, \text{ Дж/моль},$$

$$\Delta G_{2000-2700} = 683470 - 352,42 T, \text{ Дж/моль}$$

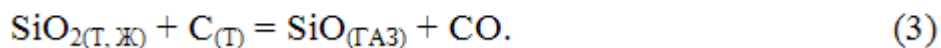
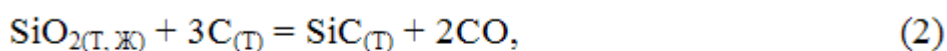
может быть найдена соответственно из уравнений:

$$\lg K_{p1700-2000} = -37070/T + 19,08,$$

$$\lg K_{p2000-2700} = -35690/T + 18,40.$$

Из выше приведенных формул следует, что реакция (1) - обычная эндотермическая химическая реакция. Уменьшение энергии Гиббса и увеличение константы с повышением температуры характерно для похожих реакций. Из-за того, что в реакции (1) участвуют чистые вещества, а кремний как со вторым продуктом реакции, так и начальными веществами (SiO_2 , C) растворов не образует, $a_{\text{SiO}_2}=1$, $a_{\text{C}}=1$, $a_{\text{Si}}=1$, $K_p=P_{\text{CO}}^2$. В этих условиях восстановление возможно лишь тогда, когда P_{CO} будет превышать внешнее давление. Имея уравнения энергии Гиббса и уравнения константы реакции найдем температуру, выше которой реакция (1) может протекать в сторону получения кремния. Решив уравнения, получили, что реакция (1) становится термодинамически возможной при $T > 1942 \text{ К}$. Эта температура получила название "теоретической температурой начала реакции".

Наряду с реакцией (1) взаимодействие кремнезема с углеродом может происходить также по реакциям (2) и (3):



Реакции (1) – (3) являются реакциями прямого восстановления кремнезема углеродом. Назовем их основными.

Продуктами взаимодействия по реакции (2) является твёрдый карбид и газообразный оксид углерода. Энергия Гиббса реакции (2) и её константа в области температур 1700–2000 К могут быть найдены из уравнений:

$$\Delta G_{(2)} = 587270 - 326,92 T, \text{ Дж/моль},$$

$$\lg K_{p(2)} = -30670/T + 17,07.$$

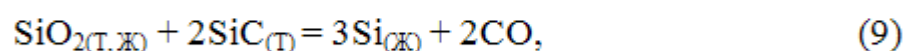
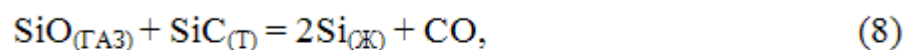
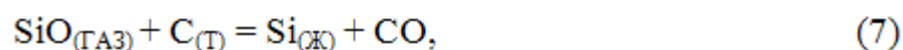
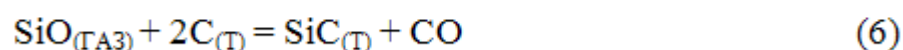
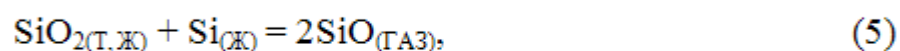
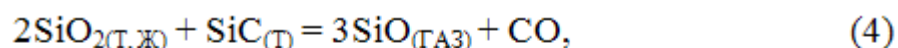
Из выше приведенных уравнений видно, что реакция (2), как и (1) - является эндотермической. Её энергия Гиббса уменьшается, когда происходит повышение температуры, а величина константы, напротив, растёт. В процессе реакции (2), как и в процессе реакции (1), возможно образование только одного продукта (CO). “Теоретическая температура начала реакции” (2) составляет 1796 К.

Продуктами реакции (3) является газообразный монооксид кремния и газообразный оксид углерода. Энергия Гиббса и константа реакции описывается уравнениями:

$$\Delta G_{(3)} = 660050 - 324,59 T, \text{ Дж/моль},$$

$$\lg K_{p(3)} = -34470/T + 16,95.$$

В ходе восстановления SiO_2 по реакциям (1) – (3) образуется ряд конденсированных и газообразных веществ. Они в свою очередь могут вступать во взаимодействие как с начальными веществами, так и между собой. Поэтому на условия восстановления кремния по реакции (1) могут оказывать влияние не только реакции (2) и (3), но и целая группа реакций, которые можно назвать сопутствующими. Необходимо учитывать следующие семь реакций:



На рисунке 2 изображена диаграмма системы Fe-Si-O-C.

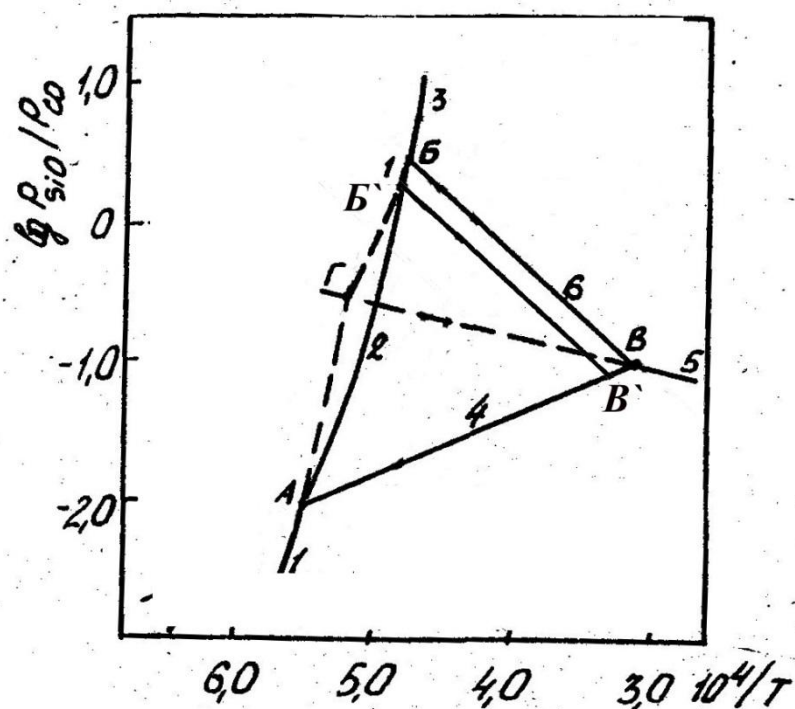


Рисунок 2 – Диаграмма системы Fe-Si-O-C

Сплошными кривыми (1–6) изображены результаты расчетов равновесной газовой фазы при $P_{\text{вн}}=101,3$ кПа. Так линия 1 показывает как изменяется в зависимости от температуры равновесный с конденсированными фазами $\text{SiO}_2\text{-C}$ состав газов. Кривые 2 и 3 характеризуют соответственно состав газов над $\text{SiO}_2\text{-SiC}$ и $\text{SiO}_2\text{-Si}$. Линии 4, 5, 6 описывают в зависимости от температуры состав газа соответственно над углеродом и карбидом, углеродом и кремнием, карбидом и кремнием. Так, например, если газовая фаза изображается одной из точек на плоскости выше кривой 6, то она будет реагировать с карбидом по реакции (8) до тех пор пока P_{SiO} не понизится до значений, соответствующим кривой 6. В равновесии с карбидом при этом будет кремний.

Точка А. В этой точке при температуре 1796 К, $P = 101,3$ кПа и отношении $P_{\text{SiO}}/P_{\text{CO}}=0,00575$ одновременно сосуществуют $\text{SiO}_2\text{-SiC-C}$.

Точка Б. В этой точке при температуре 2090 К и отношении $P_{\text{SiO}}/P_{\text{CO}}=1,6$ одновременно при $P = 101,3$ кПа сосуществуют $\text{SiO}_2\text{-SiC-Si}$.

Точка В. В этой точке при $T=3193$ К и соответствующем давлении в равновесии одновременно находится SiC- C- Si.

Если продлить кривые 2, 3 и 5 до их пересечения (на рисунке 2 это, сделано пунктиром), то получится ещё одна точка - Г, в которой при $T = 1929$ К и $P_{SiO}/P_{CO}=0,1737$ при $P_{вн} = 101,3$ кПа одновременно с газовой фазой сосуществуют три конденсированные фазы : SiO_2 -C-Si. Эта точка, как видно из диаграммы, лежит в области стабильного существования SiO_2 . Остальные конденсированные фазы, углерод и кремний, в этой точке нестабильны. Поэтому точка Г является точкой метастабильного равновесия трёх указанных фаз.

При введении в сплав железа линия 6 смещается вниз и образуется область А-В'-В'.

Как видно из рисунка 2 область существования карбида кремния уменьшилась, а при содержании кремния в количестве 20 % область стабильного карбида кремния исчезает в точке А.

Анализируя диаграмму Fe-Si-O-C (рисунок 2) можно сделать вывод, что восстановление кремнезема включает в себя три стадии:

- 1) процесс газификации;
- 2) процесс улавливания газовой фазы (SiO);
- 3) процесс разрушения карбида (SiC).

Исходя из диаграммы Fe-Si-O-C, все пространство печи можно разделить на три температурные зоны:

- 1) низкотемпературная ($T < 1796$ К до точки А);
- 2) среднетемпературная ($T = 1796 \div 2090$ К);
- 3) высокотемпературная ($T > 2090$ К).

Особенностью процессов газификации во второй зоне является то, что образующийся монооксид кремния по реакции (4) с конденсированной фазой взаимодействовать не может и полностью выносится в первую зону, где и взаимодействует с углеродом по реакции (6).

Особенностью третьей зоны является то, что реакции протекают как при взаимодействии кремнезема с кремнием, так и кремнезема с карбидом кремния. Полностью газовая фаза не реагирует по реакции (8), т.к. карбида кремния там немного, а не прореагировавший монооксид кремния поднимается в первую зону и участвует вместе с газовой фазой второй зоны в переносе тепла в область колошника (в область низкотемпературной зоны).

Рассмотрим улавливание газовой фазы (SiO).

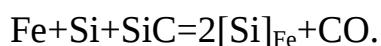
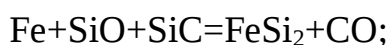
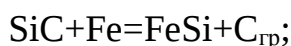
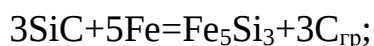
Из диаграммы Fe-Si-O-C и рассмотрения процессов газификации кремнезема следует, что улавливание газовой фазы (SiO), образующегося во всех трех зонах происходит в первой зоне за счет углерода (реакция (6) и (7)).

Улавливание газовой фазы (SiO), образующегося в первой зоне происходит практически нацело, благодаря избытку углерода непосредственно в той части этой зоны, где идет процесс газификации и зависит от соотношений скоростей реакций (6) и (3).

Улавливание газовой фазы (SiO), образующегося во второй зоне зависит от скорости реакции (4) и (6), а также и от других факторов (газопроницаемости шихты, поверхности восстановления и т.д.).

Рассмотрим разрушение карбида (SiC).

Железо активно участвует в разрушении карбида (SiC) (взаимодействие железа с карбидом начинается уже в твердых фазах при температуре выше 1273K). А при температурах плавления железа ($T = 1539\text{K}$) капельки железа, проходя через шихту, соприкасаясь с кусками кокса, смывают карбид (SiC). Этим самым, освобождая поверхность кокса для дальнейшего улавливания газовой фазы (SiO) коксом.



1.3 Организация работ по пролётам

Процесс производства сплава в ферросплавном цехе включает этапы: подготовку нужной шихты, расплавление в электропечи порции шихты. В соответствии с этим цех состоит из отделения шихтооподготовки, плавильного корпуса и склада готовой продукции.

1.3.1. Отделение шихтооподготовки

Отделение шихтоподготовки ферросплавного цеха используется для хранения, подготовки и дозирования шихтовых материалов. Шихтовый двор цеха располагается параллельно плавильному корпусу в отдельном здании, там происходит хранение, подготовка и распределение материалов по печным бункерам. Шихта, которая поступает в шихтовый двор, при помощи электромостовых кранов с грейферами перегружается в нужные приямки. перемешивание (загрязнение) одного шихтового материала другим не допустимо. Для создания необходимых запасов сырья допускается временное складирование шихтовых материалов на открытых складах (площадках). В случае перебоя поступления шихтовых материалов необходим запас трехсуточной нормы запаса. Все шихтовые материалы проходят подготовку. Кварцит дробят и отсеивают на фракции. Кокс и уголь дробятся на четырёх валковых дробилках и поступают по транспортерным лентам на грохоты отсева.

1.3.2. Плавильный корпус

Плавильный корпус занимает основную долю ферросплавного цеха. В плавильном корпусе размещают и обслуживают электропечи, а также разливают готовый сплав. Плавильный корпус делится на два пролёта: печной и разливочный.

Печной пролет предназначен для монтажа и обслуживания печей, Все печи в печном пролете размещают в линию. Данный пролет делается многоэтажным

На нулевой отметке пролёта сооружены фундаменты для печек, лебедки для выкатки металловозных тележек в разливочный пролет. Для обслуживания леточных блоков, сооружены местные горновые площадки.

Рабочая площадка, необходима, чтобы осуществлять контроль за состоянием печи и проводить ее обслуживание. Представляет собой сплошное перекрытие, расположенное на отметке 7,3 м. На ней установлен пульт управления печами (одно помещение на две печи), зонты для удаления газов, помещения для персонала.

Для контроля за состоянием механизмов перемещения и перепуска электродов служит электродная площадка, расположенная на отметке 13.470 м.

Перекрытие на отметке 18,6 м служит для размещения вентиляционных приспособлений, наваривания электродных кожухов и загрузки электродной массы. Все перекрытия имеют сквозные проёмы по торцам цеха для обеспечения печей электродной массой. Над каждой печью расположены так же проёмы для выполнения различных транспортных операций при ремонтах. Перекрытие на отметке 22,2 м. служит для крепления печных бункеров, размещения системы конвейерной подачи шихты в них.

Разливочный пролёт используется для приёма из печного пролёта металла и шлака, их первичной обработки, разливки сплава и отправки его в склад готовой продукции, тут осуществляется подготовка разливочной посуды,

Для разбивания слитков, в пролете установлен бункер для разбивания слитка. Между печами с целью рафинирования сплава от алюминия установлена установка кислородного рафинирования.

С торцов разливочного пролёта имеется автовозный и железнодорожный въезды.

1.3.3. Склад готовой продукции

Слитки ферросилиция, которые попадают на склад с передаточной тележки, находятся в коробах, которые отправляют на узел дробления.

Ферросилиций дробят на специализированных установках. Дробят сплав до фракций: 0–15; 15–50; 50–100 мм.

Небольшую фракция (0,15 мм) необходимо упаковывать в мешки, либо в барабанный, выполненные из металлических листов объемом 283 дм³ и массой 33 кг. В барабан можно загрузить до 450 кг сплава. Расфасовывают дробленый ферросилиций на специальных линиях упаковки.

Крупная фракция направляется покупателю в полувагонах или в крытых вагонах, а так же в упакованном виде.

Следят за качеством ферросилиция специальные группы контроля качества. Необходимо, чтобы сплав не имел неметаллических включений и соответствовал фракционному и химическому составу.

1.4 Основные узлы печи

1.4.1 Конструкция ванны и кожуха

В закрытой ферросплавной печи ванна печи представлена в виде цилиндра из стального кожуха, футерованного внутри огнеупорными кирпичами и гольными блоками

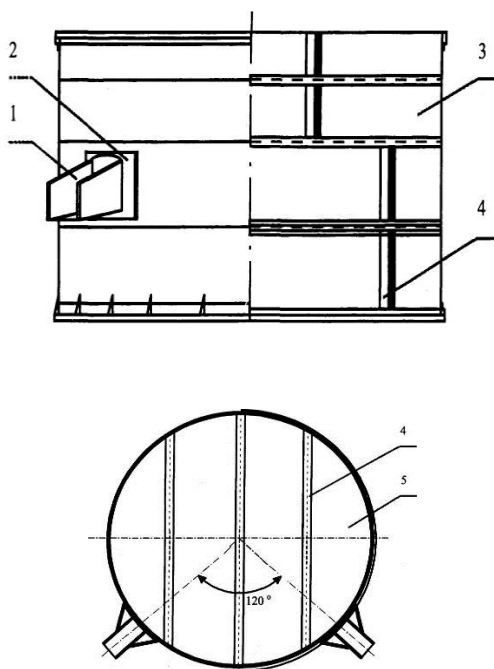
Кожух изготавливают из листовой стали с толщиной около 20 мм, днище изготавливают из листа толщиной около 25 мм. Сварные швы кожуха необходимо уплотнить накладками в виде полос, которые свариваются

сплошным швом, чтобы придать дополнительную герметизации внутри печи. Два леточных отверстия, располагают под углом 120° , усиливают по периферии металлическими пластинами - накладками толщиной около 30 мм, для закрепления используют наклейки или простую сварку.

Леточная амбразура в кожухе ванны вырезается только для рабочей летки. Резервную летку открывают только в том случае, когда работа на основной летки стала не возможна по причине выгорания угольных блоков вокруг леточного узла.

Кожух ванны смонтирован на постаменте из двутавровых балок, опирающихся на бетонный фундамент. В каналы между балками подается воздух для охлаждения днища.

Кожух изображен на рисунке 3.



1 – лоток летки; 2 – амбразура летки; 3 – кожух ванны; 4 – уплотняющие накладки; 5 – днище ванны.

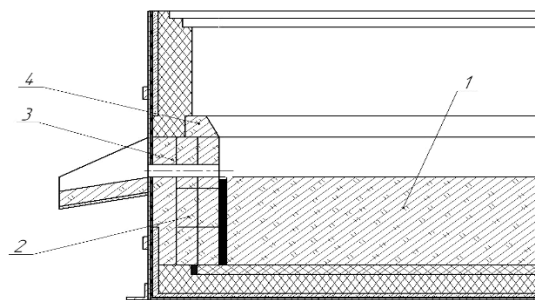
Рисунок 3 – Кожух ванны печи.

До начала кладки футеровки, вне печи необходимо произвести контрольную сборку каждого из рядов угольной части подины и леточных узлов.

Чтобы следить за тепловым режимом работы футеровки, а также для обнаружения наличия ям под электродами к металлу днища в местах, которые соответствуют вертикальным осям электродов, и в центр пода закладываются термопары.

После окончания кладки кирпичной части подины, производится возведение стен из муллито-корундового огнеупорного кирпича. Кладку необходимо вести в перевязку используя раствор из разбавленного до сметанообразного состояния высокоглиноземистого мертеля. Угольные блоки пода устанавливаются плашмя на последний ряд кирпичной кладки подины, который предварительно прогревается, а затем выравнивается подовой массой толщиной 30 мм. Блоки пода греются с помощью форсунок и тщательно промазываются жидким пеком, после чего швы между ними набиваются подогретой до 100–150 °С подовой массой. Нижний ряд подовых угольных блоков тщательно выравнивают. Затем на обработанную поверхность перпендикулярно поду устанавливаются угольные блоки для стен, которые имеют форму трапеции, грани, которыми они соприкасаются друг с другом смазывают жидкой углеродистой пастой соприкасающиеся грани которых смазываются жидкой углеродистой пастой.

Футеровка леточного узла. На ряд угольных блоков кладется нижний леточный блок, продольная ось которого располагается перпендикулярно оси леточного отверстия. На него вдоль оси летки укладывается основной леточный блок с заранее выполненным леточным каналом. Футеровка леточного узла показана на рисунке 4.



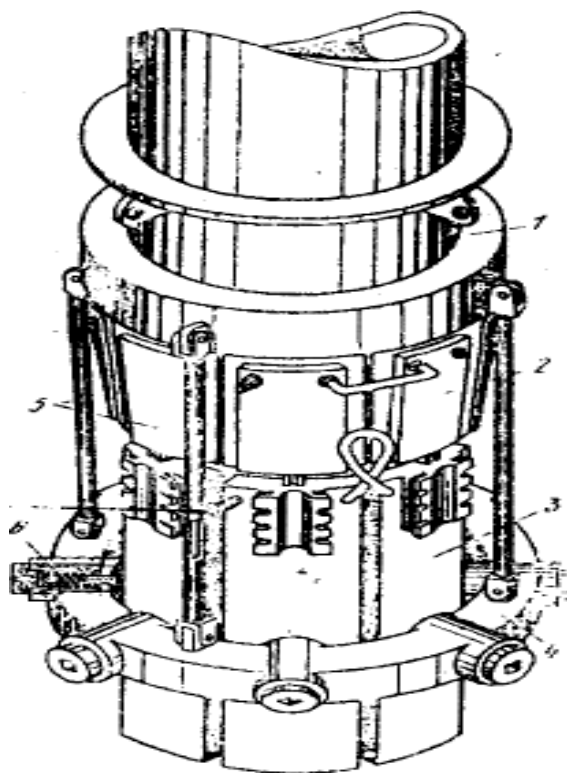
1 – подовые угольные блоки; 2 – нижний леточный угольный блок;
3 – угольный блок с леточным каналом; 4 – надлеточные угольные
блоки

Рисунок 4 – Леточный узел ферросплавной печи

1.4.2 Электрододержатель, механизм перемещения, перепуска электродов

Один из самых важных механизмов ферросплавной печи, влияющий на технические и экономические показатели работы является электрододержатель.

В состав Электрододержателя входит электродный зажим с нажимным устройством и щеками контакта, несущего цилиндра (мантеля) с механизмом перемещения и механизмом для перепуска электродов. Общий вид электрододержателя (верхняя часть несущего цилиндра с механизмами перемещения и перепуска электродов не показана) показан на рисунке 5.



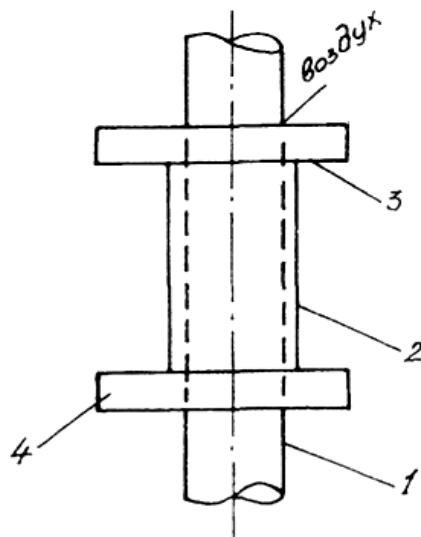
1 – нижнее кольцо несущего цилиндра; 2 – водоохлаждаемые щитки; 3 – контактные щеки; 4 – кольцо электрододержателя, 5 – подвески; 6 – механизм прижима контактных щек

Рисунок 5 – Схема электрододержателя печи

Кольцо электрододержателя при помощи трубчатых водоохлаждаемых подвесок крепится к нижнему кольцу мантеля. Механизм зажима электродов прижимает контактные щеки к электроду, которые в свою очередь подвешены с помощью подвесок к нижнему кольцу мантеля. Для увеличения срока службы электродов и предохранения подвесок контактных щек от теплового излучения колошника к нижнему кольцу мантеля крепятся водоохлаждаемые щитки (4–8 секций), выполненные из листовой стали толщиной 4–5 мм. К несущему цилиндру на высоте 500–700 мм выше водоохлаждаемого нижнего кольца прикрепляется траверса, охлаждаемая водой, к которой подвешивается подвижный башмак.

1.4.3 Несущий цилиндр (мантель)

На рисунке 6 изображен несущий цилиндр.



1 – кожух самоспекающегося электрода; 2 – несущий цилиндр; 3 – верхнее кольцо; 4 – нижнее кольцо.

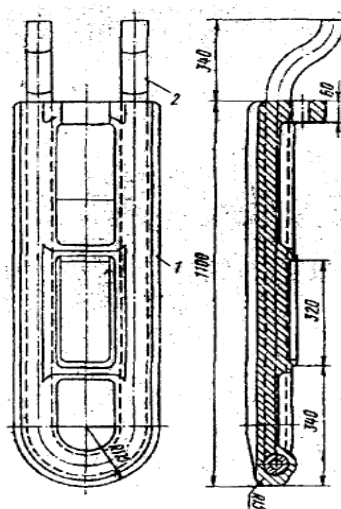
Рисунок 6 – Схема несущего цилиндра

Предназначение несущего цилиндра, помимо функции подвески и перемещения электродного зажима, обеспечение нужного режима коксования электродной массы, а также обеспечение хорошего контакта щека – электрод. Несущий цилиндр это цилиндр, который выполнен из листовой стали толщиной около 8–12 мм. Диаметр несущего цилиндра примерно на 150–200 мм больше диаметра электрода. Его длина, определяется расстоянием между рабочей площадкой и межэтажным перекрытием, где установлен механизм перемещения электродов. В зазор между несущим цилиндром и электродом целесообразно подавать со скоростью 3000–6000 м³/ч чистый подогретый воздух ($T = 30\text{--}40\text{ }^{\circ}\text{C}$), что обеспечивает стабильную температуру для спекания электродной массы. В следствии обдува электрода воздухом, его поверхность, выше уровня контактных щек предохраняется от пыли и образования диэлектрического слоя, который ухудшает контакт между щекой

и кожухом электрода. Воздух нагнетается вентилятором (на каждую печь один вентилятор), он направляется вниз к щекам. Несущий цилиндр имеет верхнее и нижнее кольцо, изготовленные из профилированного железа. Верхнее кольцо электрододержателя служит для установки механизма перемещения и механизма перепуска электродов.

1.5.4 Контактные щеки

Функции, которые выполняют контактные щеки можно разделить на: электротехническую (доставка тока к электроду) и теплофизическую (развитие электродного блока электрода). Во время использования контактных щек необходимо обращать внимание на состояние поверхности и достаточное прижатие щеки к электроду (данные нюансы определяют полноту функциональности контактных щек). Щеки представляют собой массивные водоохлаждаемые отливки, выполненные из бронзы ОЦС 5–5–5 (5 % Sn, 5 % Zn, 5 % Pb), и имеющие прямоугольную форму. Количество щек на одном электроде – 12 штук. Конструкция контактной щеки представлена на рисунке 7.

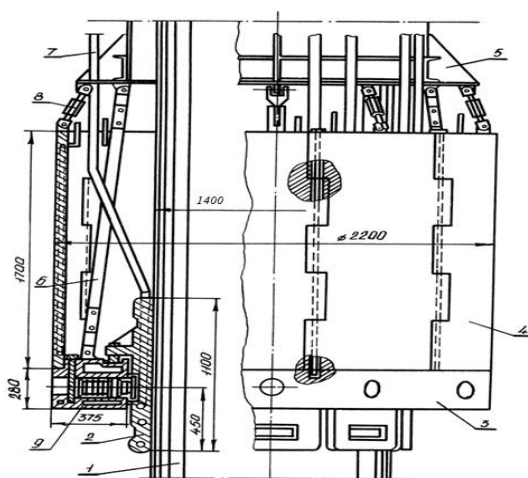


1 – тело щеки; 2 – медная труба с водоохлаждаемым трубчатым
токоподводом

Рисунок 7 – Контактная щека с залитым медным водоводом, сваренным

1.4.5 Нажимное кольцо электрододержателя

Нажимное кольцо круглых электродов выполняется из полуколец, имеющих электрическую изоляцию. Кольца следует изготавливать из немагнитных сталей для уменьшения электрических потерь. Полукольца соединяются между собой пальцами на бронзовых втулках. Несмотря на то, что пальцы делаются с небольшим конусом и смазываются графитовой смазкой, разборка этого соединения сопровождается большими затратами труда. Кольца изготавливаются сварными, имеют в сечении форму прямоугольника с одной полостью для водоохлаждения. В конструкции каждого полукольца имеются расширенные участки, число которых равно количеству контактных щек на электроде. В расширенную часть вваривается цилиндрическая втулка, в которую устанавливают гидравлические нажимные устройства (рисунок 8).



1 – электрод; 2 – контактная щека; 3 – нажимное кольцо;
4 – водоохлаждаемый щиток; 5 – несущая траверса; 6 – изолированная
подвеска; 7 – водоохлаждение щек; 8 – подвеска стакана; 9 – сильфонный
прижим.

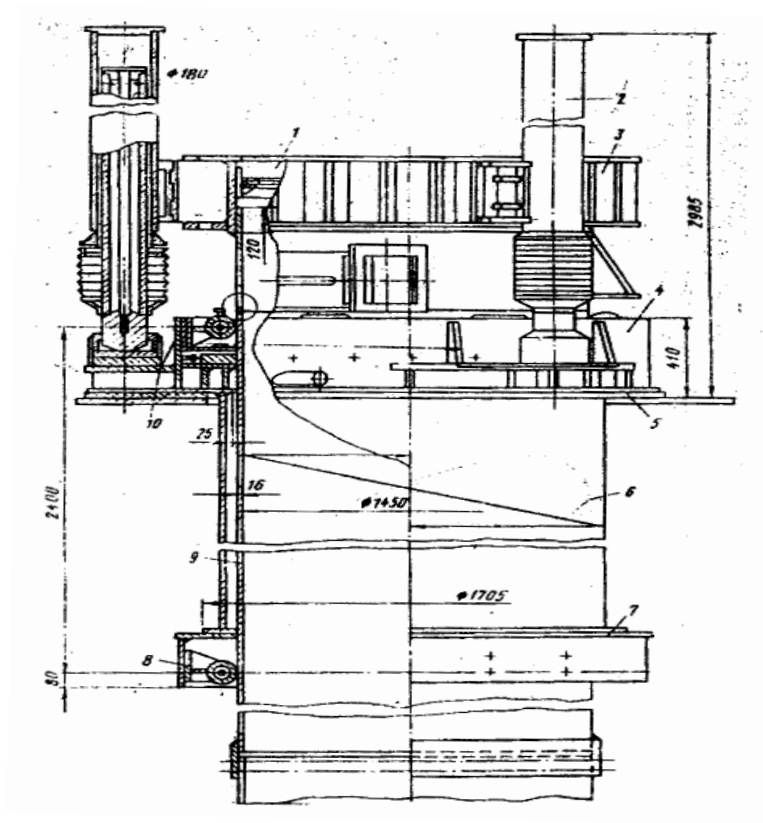
Рисунок 8 – Экранированный электрододержатель с гидроприжимом
контактных щек

Напротив каждой щеки в кольце имеется сильфон, в который подается рабочая жидкость под давлением 1,2–1,5 МПа, в результате чего сильфон удлиняется. Сила зажатия переходит на щеку через бугель. На всех электродах устанавливается столько сильфонов, сколько имеется щек. Механизм гидропитания производит бесперебойную циркуляцию воды. Температура воды, отходящей из сильфона около 50 °С. Сильфоны могут выйти из работы при попадании абразивных частиц на наружную часть самого сильфона, что приводит к нарушению герметичности гибкого элемента.

1.4.6 Механизм перемещения электродов

Во время работы печи, самоспекающиеся электроды расходуются, и для увеличения длины рабочих концов необходимо производить их перепуск. На печах РКЗ–63 механизм перемещения самоспекающихся электродов гидравлический (рисунок 5).

Основным конструктивным элементом этого механизма являются два плунжера, которые осуществляют перемещение электродов при подаче в них масла от маслонапорных установок. Плунжеры опираются на стаканы, укрепленные на раме уплотнения. Плунжеры установлены на межэтажном перекрытии. Плунжеры связаны между собой несущей траверсой (верхнее кольцо несущего цилиндра). Сверху траверсы устанавливается механизм перепуска электродов. Масло в плунжеры поступает при подаче сигнала от автоматического регулятора электрического режима печи на катушку золотника, находящегося в схеме питания гидроподъемника.



- 1 – изоляция; 2 – гидроплунжер; 3 – траверса несущего цилиндра;
 4 – верхнее кольцо с рядом роликов фиксатора; 6 – корпус фиксатора;
 7 – нижнее кольцо фиксатора; 8 – нижний ряд роликов; 9 – несущий цилиндр;
 10 – опорная пята гидроплунжера.

Рисунок 9 – Схема устройства с гидравлическим приводом для перемещения электродов.

Ход плунжеров гидроподъемников обычно выбирается от 1,2 м до 1,5 м, скорость перемещения около 0,5 м/мин.

Для устранения перекосов требуется фиксация направления движения электродов. Фиксирующее устройство имеет два ряда, установленных в верхнем опорном кольце, закрепленном на межэтажном перекрытии, и нижний ряд роликов в кольце фиксатора.

1.4.7 Механизм перепуска электродов

Во время работы печи, самоспекающиеся электроды расходуются, и для увеличения длины рабочих концов необходимо производить их перепуск. Механизм перепуска устанавливается и прикрепляется на верхнюю траверсу подвешенного кожуха используя три винтовых форкопа, они позволяют регулировать горизонтальность механизмов.

Механизм перепуска изготовлен из двух кассет, они неподвижно закреплены к траверсе подвешенного кожуха на нижней кассете и подвижной верхней, перемещаются сжатым воздухом под давлением 0,5 кН, которое подается поочередно в кольцеобразные пневморукава установленные между кассетами. Кассеты снабжены зажимными кольцами, стянутыми пружинами. Во время подачи сжатого воздуха в пневморукав чтобы поднять первую кассету электрод не двигается, он удерживается кольцами нижней кассеты и собственным весом; верхняя кассета спокойно скользит вдоль кожуха электрода на расстояние 15–30 мм – так происходит подготовка к перепуску. При подаче сжатого воздуха в пневморукав 6 для опускания верхней кассеты (подъемный пневморукав соединен с атмосферой) электрод преодолевает сопротивление трения в трех кольцах нижней кассеты своим весом и давлением верхней кассеты с пятью кольцами и перепускается на заданную величину.

Перепуском электрода можно управлять дистанционно с пультовой, заранее установив требуемую величину одного перепуска.

При качественной сборке и сварке электродов и соответствующей настройке прижатия обжимных колец механизм перепуска работает очень надежно.

1.4.8 Самоспекающиеся электроды

Предназначение Самоспекающихся электродов заключается в переносе тока по электроду в ванну печи. Самоспекающийся электрод выглядит как тонкостенный кожух, изготовленный из стали, который заполняют электродной массой, масса в процессе эксплуатации электрода спекается в твердый блок с помощью тепла печи и проходящим по электроду током в твердый блок на уровне не ниже контактных щек электрододержателя. Кожух выполнен в виде цилиндра при его изготовлении используют листовую сталь марки ВСт3 толщиной около 2 мм, поверхность листа необходимо очистить от ржавчины и окалины. Кожух электрода делается секционным с помощью вальцевания и после чего сваривают. Внутри к кожуху приделывают перьеобразные ребра в количестве 12 штук, необходимые для удержания электродной массы с кожухом и для удержания нижней части электрода. Ширина ребер варьируется в пределах 150–300 мм, также следует заметить, что с увеличением ширины ребер их число должно немного уменьшиться. Операция наращивания представляет собой добавление сверху очередной секции с последующим привариванием ее к нижней по торцам, торцы ребер также сваривают. Сварной шов, нанесенный на поверхность кожуха необходимо зачистить заподлицо для обеспечения хорошего прохождения самоспекающегося электрода через контактные щеки. Для облегчения наращивания кромка каждой предыдущей секции слегка загнута внутрь.

Расход электрода зависит от типа выплавляемого сплава, количества восстановителя в шихте, мощности на электродах, напряжения, качества массы, размеров и расположения электродов. При выплавке ферросилиция марки ФС70АL1 расход массы составляет 41–45 кг на тонну сплава.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Технико-экономическое обоснование проекции цеха

Проектируемый ферросплавный цех расположен в городе Юрга на территории ОСП «ЮФЗ». В данной работе предложен вариант установления двух рудотермических печей мощностью 63 МВА каждая. Производительность цеха составляет 120 тыс. тонн в год.

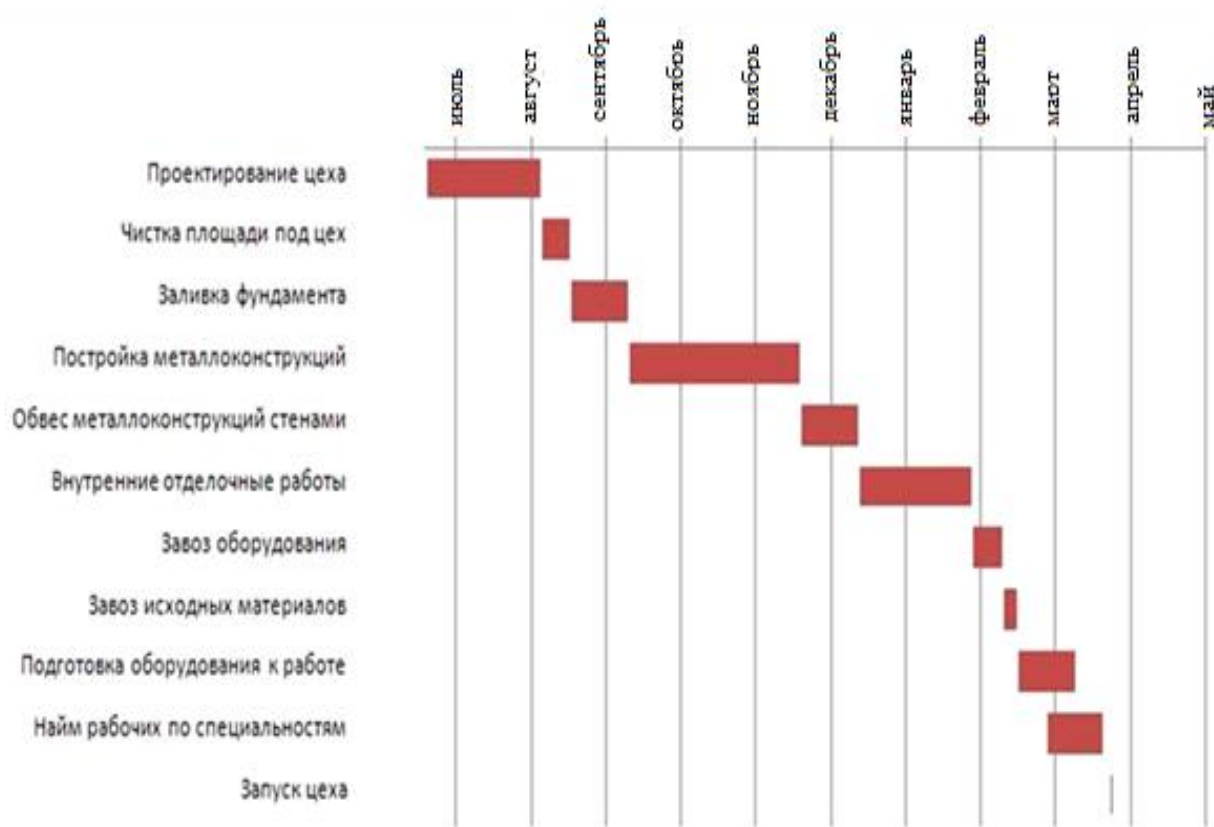


Рисунок 16 – диаграмма запуска предприятия

4.1 Расчёт основных фондов

Основные фонды цеха представлены в таблице 1.

Таблица 4.1 – Расчёт основных фондов.

Наименование	Количество единиц	Цена единицы, руб.	Полная стоимость, руб.	Норма амортизации, %	годовая сумма амортизации, руб.
1. Здания					
Плавильный корпус	1	1011442286	1011442286	3,1	31354710
Склад шихты	1	37812006	37812006	3,1	1172172
Всего по зданиям			1049254293		32526883
2. Сооружения					
Трансформаторная эстакада	2	2784504	5569009	4,7	261743
Газоочистное	2	3450387	6900775	4,7	324336
Прочее			17687420	4,7	831308
Всего по сооружениям			30157204		1417388
3. Рабочее оборудование					
РКЗ 63	2	580582520	161165041	6,7	10798057
Разливочный ковш	8	18726	149809	11,1	16628
Дробилка четырёх валковая	4	1266244	5064976	10,0	506497
Шлаковня	4	48575	194301	25	48575
Трансформатор	2	9480680	18961360	6,7	1270411
Прочее			73606080	11,1	8170274
Всего по рабочему оборудованию			259141570		20810445
4. Крановое оборудование					
Грейферный кран 20т	3	2329210	6987630	5,0	349381
Кран 20/5	1	2329210	2329210	5,0	116460
Кран 30/20	2	1943084	3886169	5,0	194308
Кран балка	2	27971	55942	14,3	7999
Прочее			108352675	7,7	8343155
Всего по					

Капитальные вложения цеха составляют:

$$1460164696 \cdot 1,5 = 2190247044 \text{ руб.}$$

где 1,5 – коэффициент расходов не привидимых.

4.2 Расчёт производственной мощности

Технически возможная производительность печи можно рассчитать по формуле:

$$N_{\text{ме}} = \frac{24 \cdot S \cdot \cos \varphi \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3}{W}, \quad (1)$$

где S – Номинал мощности трансформатора, кВА;

$\cos \varphi$ - коэффициент мощности (По [1] $\cos \varphi = 0,92$);

k_1, k_2, k_3 - коэффициенты перегрузки трансформаторов за время
(По [1] $k_1 = 0,97, k_2 = 0,97, k_3 = 0,99$);

W – расход энергии.

отсюда:

$$N_{\text{ме}} = \frac{24 \times 63000 \times 0,92 \times 0,97 \times 0,97 \times 0,99}{7579} = 170 \text{ м/сут.}$$

Производительность цеха за сутки:

$$N_{\text{сут}} = N_{\text{ТВ}} \times n_{\text{П}} = 170 \times 2 = 340 \text{ м}, \quad (2)$$

где $n_{\text{П}}$ – наличие печей в корпусе.

Время работы печей, суток:

$$T_{\text{ном}} = T_{\text{кал}} - (T_{\text{кр}} + T_{\text{ППР}}), \quad (3)$$

где $T_{\text{ППР}}$ – ремонт планово-предупреждающий;

$T_{\text{кр}}$ – капитал на ремонт.

$T_{\text{кал}}$ – число дней по календарю.

Расчетное время работы печей составит:

$$T_{\text{ном}} = T_{\text{кал}} - (T_{\text{кр}} + T_{\text{ППР}})$$

Действительное время работы печей, суток:

$$T_{\text{ф}} = T_{\text{ном}} - T_{\text{гп}}, \quad (4)$$

где $T_{\text{гп}}$ – горячие простои.

Отсюда следует, что время работы печей составит:

$$T_{\text{ном}} = 365 - (0 + 15) = 350 \text{ суток}$$

Фактическая годовая производительность сплава по цеху составит:

$$B_{\Gamma} = N_{me} \times T_{\Phi} \times n_{II} = 170 \times 346 \times 2 = 117640 \text{ т/г}, \quad (5)$$

где n_{II} – число печей, 2 шт.

Выпуск сплава за год 120000 тонн/год.

Мощность цеха по производству:

$$ПМ = \frac{B_{\Gamma}}{K_{им}} = \frac{117640}{0,92} = 127869 \text{ тн}, \quad (6)$$

где $K_{им}$ – коэффициент использования мощности, по[2] $K_{им} = 0,92$.

Производственные показатели цеха приведены в таблице 22.

Таблица 4.2 – Производственные показатели цеха.

Показатели	Индекс	Проектные данные
Мощность трансформатора, кВА.	W	63000
Баланс времени, сут.		
Календарное время, сут	$T_{к}$	365
Капитальные ремонты	$T_{кр}$	0
Планово-предупредительный ремонт	$T_{ппр}$	15
Горячие простои	$T_{кп}$	4
Фактическое время работы	T_{Φ}	346
Длительность плавки ч.	$t_{пл}$	2
Количество плавов в фактические сутки	$n_{пл}$	32
Суточная производительность цеха, т\сут	$N_{ТВ}$	340
Годовая производительность, т\год	B_{Γ}	117640
Производительная мощность цеха, т\год	ПМ	127869

4.3 Планирование показателей по труду и зарплате

При планировании зарплаты принимаем комбинированную систему оплаты труда, включающую повременно-премиальную оплату труда с начислением сдельных норм.

Штатное расписание рабочего персонала приведено в таблице 3.

Таблица 4.3 Штатное расписание рабочего персонала

№ п/п	Участки и профессии	Разряд	Расстановка штата					Всего штат с подменой и резервом
			по сменам			подмен а	резерв на невыход ы	
			1	2	3			
Плавильные бригады								
1	Электроплавильщик	6	2	2	2	0	1	7
2	Электроплавильщик	5	2	2	2	0	1	7
3	Электроплавильщик	4	2	2	2	0	1	7
4	Рабочий горна	4	2	2	2	0	2	8
5	Рабочий горна	4	4	4	4	0	2	14
6	Рабочий горна - инструктор	4	1					1
Всего								47

Двор шихтовщиков								
7	Дозировочник шихтового двора	4	1	1	3	1	1	8
8	Шихтовник (бригадир)	4	4	1	1	1		4
	Шихтовник	4	2	2	2	2	1	9
9	Шихтовник-разбивщик	4	1	1	1	1		4
Всего								25
Рабочий крана металлургического производства:								
10	на Горячий участок	4	2	2	2	1	1	8
11	в шихтовый двор	5	3	3	3	2	1	12

В итоге								20
Наблюдка электродов								
12	Электродник			1				1
13	Электродник	6		1				1
14	Электросварщик ручной сварки	4		1				1
В итоге								3
Осмотр приемных ковшей								
15	Огнеупорник на Горячий участок работ	4	2					2
16	Ремонтник-слесарь (дежурный)	5	1	1	1	1		4
17	Ремонтник-слесарь (дежурный)	4	1	1	1	1		4
18	Ремонтник-слесарь	6		3				3
19	Ремонтник-слесарь	5		6				6

20	Электро газосварщик	5		2				2
21	Ремонтник-слесарь шихтового двора	6		1				1
22	Слесарь-ремонтник шихтового двора	5		2				2
23	Электрогазосварщик шихтового двора	5		1				1
Всего								25
Электрослужба								
26	Электро эксперт	5	1	1	1	1		4
27	обслуживания электрооборудования	4	1	1	1	1		4
28	Электро эксперт по	6		2				2
29	ремонту и обслуживанию эл. оборудования	5		3				3

30	Слесарь-ремонтник по	6		1				1
31	ремонту вент. систем	5		1				1
32	Электромонтер по ремонту	6		1				1
33	и обслуживанию эл. оборудования	5		2				2
34	шихтового двора							
Итого								14
Бригада по ремонту зданий и сооружений								
35	Бригадир	оклад		1				1
36	Штукатур-маляр	4		1				1
37	Кладовщик	оклад		1				1
38	Слесарь-ремонтник	6		1				1
39	Слесарь-ремонтник	5		3				3
40	Электрогазосварщик	5		1				1
41	Уборщик служебных помещений	оклад		1				1
42	Уборщик служебных помещений	оклад	2	2	2	2	2	10
Итого								18

Таблица 4.5 – Штатное расписание для ИТР и служащих

№	Категория работающих, должность	В смену, чел.	Количество смен	Численность
1	Табельщик	1	3	3
2	Начальник цеха	1	1	1
3	Заместитель начальника цеха	1	1	1
4	Старший мастер	1	1	1
5	Нормировщик	1	1	1
6	Бухгалтер	1	1	1
7	Начальник <u>БТИЗ</u>	1	1	1
8	Плавильщик инструктор	1	1	1
9	Горновой инструктор	1	1	1
10	Мастер шихтового двора	1	1	1
11	Экономист	1	1	1
12	<u>Технолог</u>	1	1	1
13	Механик	1	1	1
14	Энергетик	1	1	1
15	Сменный мастер	1	3	3
Итого:				19

Из таблицы видно, что списочный состав работающих в цехе составляет 171 ч., из которых 19 служащие и ИТР, 152 основных и вспомогательных рабочих.

Ставки по тарифам, установленные в цехе приведены в таблице 4

Таблица 4.6 Часовые тарифные ставки

Профессия	Тарифные ставки по разрядам, руб./ч.							
	7	6	5	4	3	2	1	Оклад
Электроплавильщик	52,9	46,7	39,3	-	-	-	-	-
	2	3	6	-	-	-	-	-

Рабочий горна	-	48,42	39,36	-	-	-	-	-
Дозировщик	-	-	-	-	-	13,00	-	-
Бригадир шихтовщиков	-	-	-	-	15,83	-	-	-
Шихтовщик	-	-	-	-	14,38	-	-	-
Шихтовщик- разбивщик	-	-	-	-	18,19	-	-	-
Машинист крана ГУР	-	-	-	24,53	-	-	-	-
Машинист крана шихтового двора	-	-	-	14,38	12,04	10,92	9,84	-
Электродчик, огнеупорщик	-	-	-	18,19	17,06	-	-	-
Электросварщик	-	-	-	20,20	-	-	-	-
Слесарь- электромонтёр	-	24,02	18,60	15,95	13,73	11,68	9,84	-

Электрогазосварщик	-	-	18,19	-	-	-	-	-
Электромонтёр	-	20,24	19,08	17,16	13,73	11,68	9,84	-
Кладовщик	-	-	-	-	-	-	-	1759,5
Уборщик производственных и служебных помещений	-	-	-	-	-	-	-	1032,39
Начальник службы ремонта помещений	-	-	-	-	-	-	-	3740,79

Базисная заработная плата содержит все выплаты за службу и доплаты сопряженные с присутствием рабочего

Дополнительная заработная плата содержит всегда выплаты никак

не сопряженные с трудом, однакопредусмотренные законодательством.Виды доплат:

- время за ночь – 40 % тарифа;
 - Праздничные дни – 100 % ;
 - сверхурочные – 50 % тарифа;
- Коэффициент района принимается равным 1,3.

Таблица 4.7 – Тарифные ставки по разрядам

Тарифная ставка, руб/ч	Разряд			
	4	5	6	7
	37,05	39,36	46,73	52,92

Чтобы рассчитать среднюю заработную плату принимаем, что в цехе средний разряд шестой, поэтому тарифная ставка будет равна 46,73 рублей. Исходные данные для расчёта заработной платы приведены в таблице 27.

Таблица 4.8 – Исходные данные

Разряд	Тарифная ставка	Отработано часов			
		всего	ночных	вечерних	праздничных
6	46,73	192	64	32	8

Оплата по тарифной ставке за отработанный месяц определяется по формуле:

$$ЗП_{ппр} = ТС \cdot K_{час} \cdot K_{вп}, \quad (7)$$

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

$K_{час}$ – часы за месяц;

$K_{вп}$ – коэффициент выполнения плана.

$$ЗП_{ппр} = 46,73 \cdot 192 \cdot 1 = 8972,16 \text{ руб./мес.}$$

Надбавка за работу ночью $Д_{ночн}$, можно рассчитать по формуле:

$$Д_{ночн} = K_{ч.ночн} \cdot ТС \cdot K_{р} \quad (8)$$

где $K_{\text{ч.ночн}}$ – число часов за ночную работу;

ТС – Тариф, руб;

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

$$D_{\text{ночн}} = 64 \cdot 46,73 \cdot 0,40 = 1196,29 \text{ руб./мес.}$$

Надбавка за работу вечером $D_{\text{веч}}$, можно узнать по формуле:

$$D_{\text{веч}} = K_{\text{ч.веч}} \cdot \text{ТС} \cdot K_{\text{веч}}, \quad (9)$$

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

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

$$D_{\text{веч}} = 32 \cdot 46,73 \cdot 0,2 = 299,07 \text{ руб./мес.}$$

Надбавка за работу в праздничные дни $D_{\text{пр}}$, можно рассчитать по формуле

$$D_{\text{пр}} = K_{\text{ч.пр}} \cdot \text{ТС} \cdot K_{\text{пр}}, \quad (10)$$

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

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

$$D_{\text{пр}} = 8 \cdot 46,73 \cdot 1 = 373,84 \text{ руб./мес.}$$

Надбавка за вредность $D_{\text{вр}}$, можно рассчитать по формуле:

$$D_{\text{вр}} = K_{\text{час}} \cdot \text{ТС} \cdot K_{\text{вр}}, \quad (11)$$

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

$$D_{\text{вр}} = 192 \cdot 46,73 \cdot 0,24 = 2153,3 \text{ руб./мес.}$$

Сдельная оплата, распределённая между рабочими, за выплавку одной тонны сплава составляет: 128,65 рублей. Можно рассчитать сдельную часть заработной платы: одна печь за месяц выплавляет $170 \times 30,5 = 5185$ тонны за месяц, на одну печь приходится тонн: $5185 / 2 = 2592,5$ тонн, на одной печи работает по 6 человек на одного человека приходится по 432,08 тонн.

Значит сдельная часть заработной платы составит:

$$432,08 \cdot 128,65 = 55587,52 \text{ рублей}$$

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

$$ПР_{мес} = (ТС \cdot K_{час} + СЧ) \cdot K_{п}, \quad (12)$$

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

$$ПР_{мес} = (192 \cdot 46,73 + 55587,52) \cdot 0,50 = 32279,84 \text{ руб./мес.}$$

Базисная заработная плата без начисления районного коэффициента определяется по формуле:

$$ЗП_{осн} = ЗП_{ппр} + Д_{ночн} + Д_{веч} + Д_{пр} + Д_{вр} + СЧ + ПР_{мес}; \quad (13)$$

$$\begin{aligned} ЗП_{осн} &= 8972,16 + 1196,29 + 299,07 + 373,84 + 2153,3 + 55587,5 + 32279,84 \\ &= 100861,18 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Заработная плата с учётом коэффициента района определяется по формуле:

$$ЗП_{мес} = ЗП_{осн} \cdot K_{р}, \quad (14)$$

где $K_{р}$ — районный коэффициент (30 % от $ЗП_{мес}$).

$$ЗП_{мес} = 100861,18 \cdot 1,3 = 131119,53 \text{ руб.}$$

Базисный фонд оплаты труда рабочих составит:

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

где $Ч_{р}$ — число рабочих, равно 152 человек.

$$ОФОТ_{раб} = 131119,534 \cdot 152 = 19930169 \text{ руб/мес.}$$

Заработная плата административного персонала и экспертов составляет 10 % от фонда заработной платы работников. Базовый фонд оплаты труда административного персонала и специалистов составит:

$$ОФОТ_{раб} = 131119,534 \cdot 152 = 19930169 \text{ руб/мес.}$$

Отсюда следует, что среднемесячная заработная плата ИТР равна:

$$\frac{2274508,9}{19} = 104895,62 \text{ руб/мес.}$$

Фонд общей зарплаты на всех рабочих за год составит:

$$\Phi 3 \Pi' = (19930169 + 19930169,168) \cdot 12 = 263078230,8 \text{ руб/год.}$$

4.4 Проектирование себестоимости продукции

4.4.1 Расчёт статьи материалов и накладных расходов

Таблица 4.9 Затраты материалов на 1 тонну сплава

Наименование затрат	Цена, руб/т	На 1 тонну сплава	
		Количество, т	Сумма, руб.
1. Сырьё			
Кварцит	525	1,605	842,88
Стружка	3800	0,275	1045
Восстановительная смесь	2512	0,921	2313,7
Сидерит	4260	0,05265	224,3
Известь	4800	0,002	9,6
Шлак (-)	2041	0,003	6,12
Итого сырьё			4441,65
2. Расходы по переделу			
Электроэнергия технологическая	1150 (МВА/т)	7,579	8715,85

Электродная масса	5500	0,041	225,5
Электродная арматура	26290	0,01123	295,236
Итого			9236,586

Таблица 4.10 Накладные расходы на тонну сплава (из практических данных)

Наименование затрат	рублей/тонна
Текущий ремонт	5550
Содержание оборудования	1839,11
Транспортные расходы	7870,43
Цеховые расходы	1500
Содержание зданий	10000
Общезаводские расходы	5932,07
Итого	32691,61

Амортизация основных фондов:

$$\alpha = \frac{A}{B_r} = \frac{6346642}{117640} = 539,07 \text{ руб./тонну} \quad (15)$$

где А – Сумма амортизации за год;

B_r – производительность цеха.

Фонд оплаты труда с учетом подоходного налога (13 %) составит:

$$\Phi_{OT} = \frac{\Phi_{ЗП}}{B_r} = \frac{263078230,8}{117640} \times 1,13 = 2527 \text{ руб./тонну} ; ; \quad (16)$$

где ФЗП – основа заработной платы по цеху.

Отчисление на социальные нужды составляет 30 % от ФЗП.

$$CH = \Phi_{ЗП} \times \frac{0,3}{B_r} = 263078230,8 \times \frac{0,3}{117640} = 670,88 \text{ руб.} \quad (17)$$

4.4.2 Расчёт статьи теплоэнергоресурсов

Стоимость сжатого воздуха для выплавки 1 тонны ферросилиция составляет:

$$\Theta_{\text{сж.возд.}} = P_{\text{сж.возд.}} \cdot C_{\text{сж.возд.}} \quad (18)$$

$$\Xi_{\text{сж.возд.}} = 1,11 \cdot 89,00 = 98,79 \text{ руб/т}$$

где $P_{\text{сж.возд.}}$ – потребление сжатого воздуха, м³/т;

$C_{\text{сж.возд.}}$ – стоимость сжатого воздуха, руб.

Находим затраты на техническую воду:

$$\Xi_{\text{техн.вода}} = P_{\text{техн.вода}} \cdot C_{\text{техн.вода}}, \quad (19)$$

$$\Xi_{\text{техн.вода}} = 52,65 \cdot 2,78 = 146,367 \text{ руб/т,}$$

где $P_{\text{техн.вода}}$ – потребление технической воды, л/т;

$C_{\text{техн.вода}}$ – цена технической воды, руб.

Общая цеховая себестоимость 1 тонны ферросилиция складывается из статьи расхода материалов, статьи теплоэнергоресурсов, статьи общей заработной платы, расходов по цеху, таким образом полная цеховая себестоимость сплава составляет:

$$4441,65 + 9236,5 + 32691,61 + 539,07 + 2527 + 670,88 + 98,79 + 146,367 = 50351,81 \text{ рублей.}$$

4.5 Подсчет капитальных вложений в оборотные средства цеха.

Сумма этих затрат определяется по формуле:

$$K_{\text{ос}} = H_{\text{м}} + H_{\text{п}} + H_{\text{г}}, \quad (20)$$

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

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

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

1) показатель на производственные резервы сырья:

$$H_{\text{М}} = \frac{\sum C_i \times B_{\text{п}i} \times d_i}{365}, \quad (21)$$

где C_i - первоначальная стоимость i-го вида шихты, тыс. руб.;

$B_{\text{п}i}$ - выпуски i-го сплава в течении года, т;

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

Тогда:

$$H_M = \frac{4441,6 \times 117640 \times 15}{365} = 21473006,46 \text{ руб.}.$$

2) показатель на незавершенное производство:

$$H_H = \frac{B_H \times T_{\Pi}}{365 \times T_p} \times C_T \times K_H, \quad (22)$$

где T_{Π} - время рабочего промежутка, дни;

T_p - длительность ремонтов, дни;

C_T - первоначальная стоимость единицы продукции, руб.;

K_H – показатель возрастания затрат.

$$K_H = \frac{M + 0,5 \times P}{M + P}, \quad (23)$$

где M - стоимость нужной шихты на 1 тонну ферросилиция, руб.;

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

$$K_H = \frac{4441,6 + 0,5 \times 50351,81}{4441,6 + 50351,81} = 0,54,$$

$$H_H = \frac{117640 \times 15}{365} \times 50351,81 \times 0,54 = 137084097,48 \text{ руб.}.$$

3) Показатель на произведенную продукцию:

$$H_{\Gamma} = \frac{B_H \times C_{\Gamma} \times d_{\Gamma}}{365}, \quad (24)$$

где $d_{\Gamma}=4$ – показатель содержания готовой продукции, дни.

$$H_{\Gamma} = \frac{117640 \times 50351,81 \times 4}{365} = 64913816 \text{ руб.}.$$

4) Сумма капитальных вложений в оборотные средства:

$$K_{oc} = 21473006,46 + 137084097,48 + 64913816 = 223470919,94 \text{ руб.}$$

5) Расчет удельных капитальных вложений в производственные фонды:

Можно найти по формуле:

$$K = \frac{K_{\phi} + K_{oc}}{B}; \quad (25)$$

где $K_{\text{оф}}$ – капитальные вложения в базовые фонды в, руб./т;

$K_{\text{ос}}$ – капитальные вложения в оборотные средства, руб./т.

$$K = \frac{2190247044 + 223470919 \cdot 94}{117640} = 20517 \text{ руб./т.}$$

6) Определение экономической эффективности проекта.

Рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{прод}} = \frac{Ц \times 1,18 - C}{C} \times 100; \quad (26)$$

$$R_{\text{прод}}^{\text{баз}} = \frac{60000 - 50351}{50351} \times 100 = 19,6\%.$$

Выхлоп:

$$\Pi = \sum (Ц_i - C_i) \times B_{\text{н}} = (60000 - 50061) \times 117640 = 1135108360 \text{ руб.} \quad (27)$$

Экономический эффект проекта:

$$E = \frac{\Pi}{(K_{\text{оф}} + K_{\text{ос}})} = \frac{1135108360}{(2190247044 + 1135108360)} = 0,34. \quad (28)$$

Строительство окупится через::

$$T = \frac{1}{E} = \frac{1}{0,34} = 2,9 \text{ года} \quad (29)$$

Таким образом, цех получит прибыль 1135108360 рублей проект окупится за 2,9 года.

Технико-экономические показатели цеха приведены в таблице 4.11.

Таблица 4.11 - Технико-экономические показатели

№	Наименование показателей	Показатели
1	Производственная мощность, т/год	127869
2	Годовой выпуск продукции, т/год	117640
3	Удельные капиталовложения, руб/т	20509 ,21
4	Стоимость основных фондов, руб.	2190247044
5	Стоимость оборотных средств, руб.	222457128
6	Численность, чел	
	работающих	171
	рабочих	152
7	Среднемесячная заработная плата, руб.	
	Рабочих	131118
	Руководителей	104895
8	Себестоимость тонны продукции, руб.	50284
9	Удельный расход электроэнергии на 1т:	7579
10	Прибыль, руб.	1135108360
11	Коэффициент экономической эффективности	0,34
12	Рентабельность продукции, %	19,6
13	Срок окупаемости, лет	2,9