

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 23.02.03 «Металлургия»
Кафедра Металлургии черных металлов

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

| Тема работы |
|---|
| Проект ферросплавного цеха производительностью 70 тыс. тонн сплава марки ФС 65 в условиях Кузбасса |

УДК 669.168

Студент

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|---------|-------------------------------|---------|------|
| 3-10В10 | Барсуков Дмитрий Владимирович | | |

Руководитель

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|----------------|---------------------------|---------|------|
| Профессор | Гизатулин Р.А. | Д.Т.Н. | | |

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|---------------|---------------------------|---------|------|
| Ассистент | Нестерук Д.Н. | | | |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|----------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент | Солодский С.А. | К.Т.Н. | | |

По разделу «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. | К.Т.Н. | | |

Юрга – 2016 г.

Реферат

Бакалаврская работа 87 листов, 6 рисунков, 30 источников, 1 приложение.

Ключевые слова: ферросилиций, технология, рудотермическая печь.

Актуальность работы производство ферросилиция марки ФС65 в условиях Кузбасса

Объектом исследования является ОСП «Юргинский ферросплавный завод».

Цели и задачи работы: Разработать проект ферросплавного цеха производительностью 70 тысяч тонн сплава в год в условиях Кузбасса.

Работа представлена введением, 5 разделами и заключением, а также 4 чертежами.

В разделе «Объект исследования» описаны технико-экономическое обоснование строительства цеха, конструкция и механизмы печи РКО-29.

В разделе «Расчеты и аналитика» приведены геометрические, электрические и тепловые расчеты рудотермической печи, рассчитано основное оборудование цеха.

В разделе «Результаты разработки» рассмотрен вопрос технологии выплавки сплава марки ФС65, а также рассмотрен вопрос разливки сплава.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» рассмотрено штатное расписание рабочих, фонды оплаты труда, приводится расчёт себестоимости продукции и экономический эффект, а также срок окупаемости цеха.

В разделе «Социальная ответственность» рассмотрены вопросы охраны и гигиены труда, также указаны опасные факторы, влияющие на человека при производстве ферросилиция.

В заключении изложены основные результаты бакалаврской работы.

Введение

Юргинский ферросплавный завод располагается на территории бывшего Юргинского абразивного завода (ЮАЗ). Учитывая повышенный спрос на мировом рынке ферросилиция, и так как ОАО «Кузнецкие ферросплавы» имеет дефицит площадок для установки новых печей, было принято решение построить новый ферросплавный цех на базе Юргинского Ферросплавного завода.

Ферросилиций относится к продуктам глобального рынка, поэтому ОСП «Юргинский ферросплавный завод» в отличие от ОАО «Кузнецкие ферросплавы» обладает наиболее выгодным экономико-географическим положением. Также «Юргинский ферросплавный завод» расположен ближе и к предприятиям металлургического профиля, расположенных в европейской части страны, что связано со снижением транспортных расходов, а следовательно и себестоимости товара. 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.

Готовая продукция Юргинского ферросплавного завода будет поставляться на экспорт в Японию, Корею, Турцию, Канаду, Нидерланды и др., железнодорожным и морским транспортом.

1 Объект исследования

1.1 Технико-экономическое обоснование

Проектируемый ферросплавный цех будет располагаться в городе Юрга на площадях Юргинского абразивного завода (ЮАЗ). Учитывая, повышенный спрос на мировом рынке ферросилиция было принято решение построить ферросплавный цех по производству кремнистых сплавов.

При принятии решения о месте расположения цеха учитывается тот факт, что к городу Юрга близко расположено Антоновское месторождение кварцита с большим запасом руды. Также важным фактом является прохождение транссибирской магистрали через Юргу, что немаловажно при доставке сырых материалов и транспортировке готовой продукции.

Готовая продукция проектируемого ферросплавного цеха будет поставляться как на внутренний рынок России – «Северсталь» (г. Череповец), «Новолипецкий металлургический комбинат» (г. Липецк), «Волжский трубный завод» (г. Волгоград), «Сибэлектросталь» (г. Красноярск), «Юрмаш» (г. Юрга), так и на внешний – в Японию, Корею, Турцию, США, Канаду, Нидерланды, Германию; Италию; Великобританию; Францию; Бельгию железнодорожным и морским транспортом.

1.2 Выбор технологической схемы

Высокопроцентный ферросилиций ФС65 выплавляется углетермическим способом. Восстановителем оксидов кремния при углетермическом процессе является углерод.

Углеродом могут восстанавливаться оксиды всех элементов при высоких температурах процесса, так как химическое сродство углерода к кислороду с повышением температуры увеличивается. Одним из продуктов реакции восстановления оксида углеродом является монооксид углерода, удаление которого из зоны реакции обеспечивает высокую степень

извлечения ведущего элемента из шихты в металл. Углерод имеет невысокую стоимость, при этом возможно использование углеродистых материалов различного происхождения.

Применение силикотермического и алюмотермического процессов нецелесообразно. При силикотермическом процессе в качестве восстановителя применяют кремний, а восстанавливать оксид кремния кремнием мы не можем. При алюмотермических процессах в качестве восстановителя применяют алюминий. Алюминий дорогостоящий восстановитель, поэтому алюмотермический способ не экономичен.

1.3 Физико-химические основы процесса

Кремний относится к IV группе Периодической системы элементов Д.И.Менделеева ($Z=14$, атомная масса 28,09). По распространенности в земной коре (27%) кремний занимает второе место (после кислорода). Температура плавления кремния равна 1687 К, кипения 2560 К, а теплота плавления составляет 39,55 кДж/моль. При плавлении объем кремния уменьшается на 10%. Плотность составляет 2,33г/см³.

Кремний активно взаимодействует с кислородом, образуя следующие соединения: SiO₂, Si₂O₃, Si₃O₄, SiO. Первое и четвертое соединение хорошо изучены.

В природе кремний встречается только в виде кремнезема (SiO₂). Это соединение кремния отличается:

- 1) Высокой твердостью и тугоплавкостью ($T_{пл}= 1996$ К).
- 2) Высокой температурой кипения ($T_{кип}= 3532$ К).
- 3) Образованием большого количества модификаций.
- 4) Исключительно высокой склонностью к переохлаждению. В результате быстрого охлаждения имеется возможность зафиксировать как структуру жидкого расплава (стекло), так и высокотемпературных модификаций α -кристобалита и тридимита. Наоборот, при быстром

нагревании можно расплавить кварц, минуя структуры тридимита и кристоболита.

5) Исключительно высоким электросопротивлением. Например, при 293 К оно составляет $1 \cdot 10^{12}$ Ом·м. Однако с повышением температуры электросопротивление SiO_2 понижается, а в жидком состоянии кремнезем – неплохой проводник.

6) Исключительно высокой вязкостью. Так при 2073 К вязкость равна $1 \cdot 10^4$ Па·с, а при 2273 К 280 Па·с.

Существует также другой оксид кремния SiO . Он существует в газовой фазе электропечи и в конденсированных фазах. Оксид обладает невысокой плотностью ($2,15 \text{ г/см}^3$), высоким электросопротивлением (10^5 – 10^6 Ом·м). Конденсированный оксид хрупок. Вследствие высокой летучести температуру плавления SiO экспериментально определить не удалось. Оксид кремния имеет стекловидный излом, его цвет изменяется от белого до шоколадного, что связано с его окислением кислородом воздуха. Термодинамически стабилен оксид только при высоких температурах в виде SiO_T . При охлаждении оксид диспропорционирует по реакции:



При соединении с углеродом кремний образует один карбид SiC . Этот карбид устойчив до 2880 К, а выше этой температуры диссоциирует.

С железом кремний образует соединения: FeSi_2 – дисилицид (стабилен только при низких температурах 940°C), Fe_2Si_5 – лебоит (устойчив при высоких температурах), Fe_5Si_3 , FeSi , Fe_3Si .

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

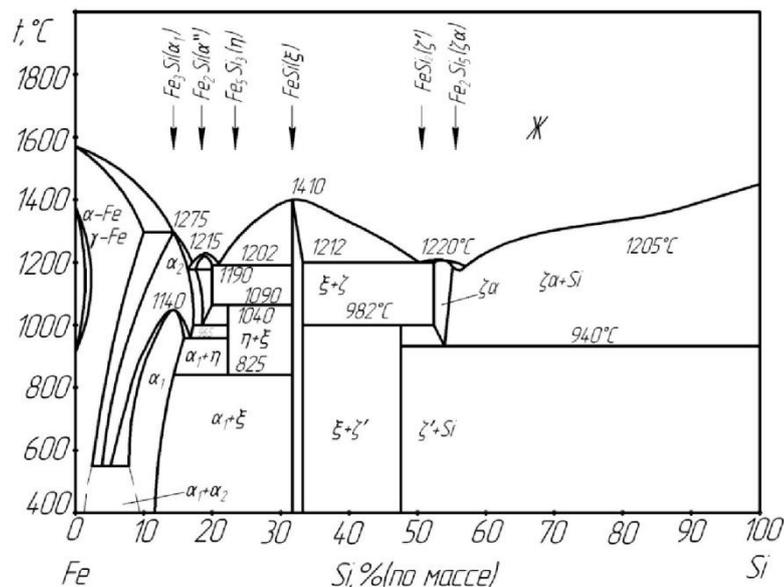


Рисунок 1 – Диаграмма Fe–Si

1.4 Термодинамика восстановления кремния

При производстве кремнистых ферросплавов источником кремния является чистый кварц или кварцит с весьма высоким содержанием кремнезёма ($\geq 97\%$). При углетермическом производстве восстановителем является свободный углерод. В связи с тем, что растворимость углерода в кремнии, невелика, а кремний почти нерастворим в кремнезёме, восстановление SiO_2 в этих условиях описывается реакцией:



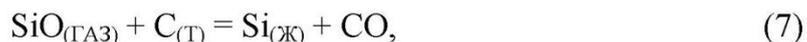
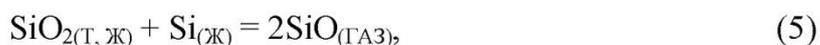
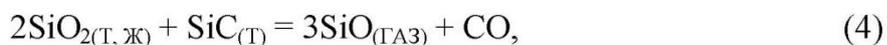
Наряду с реакцией (1) взаимодействие кремнезёма с углеродом может происходить также по реакциям (2) и (3):



Реакции (1)–(3) являются реакциями прямого восстановления кремнезёма углеродом. Продуктами взаимодействия по реакции (2) является твёрдый карбид и газообразный оксид углерода.

Продуктами реакции (3) является газообразный монооксид кремния и газообразный оксид углерода.

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 исходными 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:

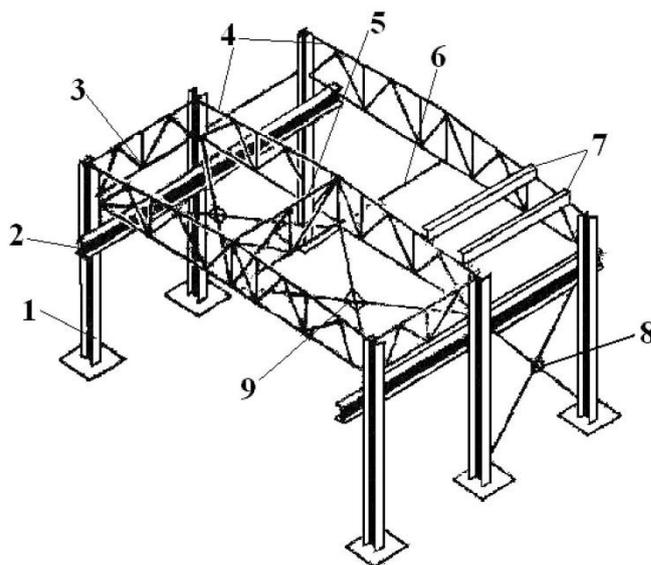


Таким образом, при восстановлении SiO_2 углеродом имеет место весьма сложный комплекс реакций, протекающих как в конденсированных, так и в газовых фазах. Большинство реакций, наблюдающихся при восстановлении кремния, являются реакциями эндотермическими и протекают тем полнее, чем выше температура. Условия равновесия как основных, так и сопутствующих восстановлению кремния реакций в значительной мере определяются характером и составом газовой фазы. Состав образующихся в атмосфере печи в ходе углетермического восстановления кремнезёма газовых фаз непрерывно изменяется. Он зависит от температуры процесса и состава конденсированных фаз.

1.5 Общая характеристика здания цеха

В цехе используется каркасный тип конструкции (рисунок 2). Здесь определен набор конструктивных элементов здания (несущие элементы)

образует каркас – пространственную жесткую систему. К несущим элементам относятся фундаменты, колонны, подкрановые балки. Другой набор конструктивных элементов каркасного здания – ограждающие элементы (крыша, стены) – изолируют оборудование, протекающие в здании процессы и работающих людей от внешнего пространства и воздействия атмосферы.



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

Рисунок 2 – Элементы стального каркаса

Каркас состоит из поперечных плоских, взаимно связанных между собой рам. Каждая рама представляет собой сочетание двух вертикальных элементов (колонны) и соединяющей их горизонтальной детали (ригель) в виде балки или фермы (стропильная ферма).

Рамы связаны между собой элементами каркаса, носящее общее название – связи. По расположению различают горизонтальные и вертикальные связи. Роль горизонтальных связей выполняют и погоны, укладываемые на верхний пояс стропильных ферм, плиты покрытия. Вертикальные связи устанавливают между колоннами продольных рядов в середине деформационного блока.

Вертикальные связи в виде ферм обеспечивают правильности установки колонн при монтаже, а также передачу продольных усилий с верхних участков торцевых стен на колонны. Привязка осей подкрановых путей мостовых кранов к продольным разбивочным осям зависит от грузоподъемности крана.

Каркас здания изготавливают из стальных элементов. Для каркасных зданий характерны одиночные столбчатые фундаменты под несущие конструкции колонн.

Для опирания самонесущих и навесных стен по периметру здания по обрезу фундамента укладывают фундаментные балки, изготавливаемые из железобетона. Фундаментную балку укладывают так, чтобы ее верхняя грань была выше уровня грунта, но ниже чистого пола помещения на 30 мм [1].

Колонны – основной элемент несущего каркаса здания. Они опираются на фундаменты и, в свою очередь являются опорами для несущих конструкций покрытия, для подкрановых балок. Колонны располагаются строго по разбивочным осям, исключением являются промежуточные колонны – фахверка стен здания. В зависимости от расположения в каркасе различают средние колонны, устанавливаемые в продольных рядах многопролетных зданий между смежными параллельными пролетами.

Крайние колонны устанавливаются вдоль наружных продольных стен. В нашем случае установлены двухветьевые и одноветьевые колонны.

Подкрановые балки с уложенными на них рельсами образуют пути движения мостовых кранов. Поскольку подкрановые балки прочно

соединяются с колоннами, они придают каркасу дополнительную жесткость, применяют стальные подкрановые балки.

В цехе стены устраивают из стальных ребристых листов (легкие стены). Для защиты легких стен от случайных повреждений цокольную часть стены на высоту не менее 1,8 м выполняют из бетонных панелей или кирпича [2]. Этим же материалом обрамляют проемы ворот и въездов в здание.

Покрытия служат для ограждения внутренних помещений здания от атмосферных осадков и внешних температурных воздействий. В цехе применяется настил из стальных листов, которые хорошо выдерживают нагрев лучистым теплом расплавленного или раскаленного металла.

В цехе устанавливаются распашные ворота. Они имеют лучшую герметичность притвора по сравнению с другими. Применяются воздушно-тепловые завесы, защищающие работающих от холодного наружного воздуха, их устраивают с подачей теплого воздуха с боков проема. Для прохода небольшого количества работающих в створах ворот устраиваются двери.

1.6 Организационная структура цеха

1.6.1 Организация работ по пролётам

Производственный процесс в ферросплавном цехе включает три последовательные стадии: подготовки шихтовых материалов, плавки подготовленной шихты в электропечах и разделки готового сплава. В соответствии с этим цех состоит из отделения шихтоподготовки, плавильного корпуса и склада готовой продукции.

1.6.2 Отделение шихтоподготовки

Отделение, шихтоподготовки ферросплавного цеха предназначено для хранения, подготовки и дозирования шихтовых материалов. Шихтовый двор

цеха представляет собой закрытое помещение, где происходит хранение, подготовка и распределение материалов по бункерам.

Поступающая в железнодорожный вагонах шихта при помощи четырёх электромостовых грейферных кранов разгружается в соответствующие приямки. Смешивание (загрязнение) одного шихтового материала другим запрещается. Для создания необходимых запасов сырья допускается временное складирование шихтовых материалов на открытых складах (площадках). На случай перебоя в поступлении шихтовых материалов предусмотрена трёхсуточная норма запаса. Перед использованием шихтовые материалы проходят подготовку. Не раздробленный кварцит поступает по транспортерным лентам на грохота для отсева на фракции. Кокс и полукокс дробятся на четырёх валковых дробилках и поступают по транспортерным лентам на грохота отсева. Стружка подвергается отсеву на барабанном грохоте. Все вышеперечисленные операции осуществляются при помощи большого количества оборудования, параметры которого приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика оборудования шихтового двора

| Наименование оборудования | Тип | Краткая характеристика | Производит. | Назначение | Кол-во |
|---------------------------------|--------|--|----------------------|--|--------|
| Кран электромостовой грейферный | — | $Q = 10 \text{ т}, V = 2 \text{ м}^3$, длина пролета – 25 м | 74 т/ч | Разгрузка и подача шихтовых материалов | 4 |
| Дробилка 4-х валковая | — | Диаметр валков – 900 мм, длина – 700 мм | 16 т/ч | Дробление восстановителя | 2 |
| Грохот инерционный | ГИП32А | Сито 20×20, угол наклона 10-25° | 40 т/ч | Отсев кварцита и восстановителя | 5 |
| Грохот барабанный | — | диаметр – 1,6 м, длина – 5 м | 8 т/ч | Отсев стружки | 1 |
| Транспортёры ленточные №№ 1-5 | 8063 | $B_{1-4} = 0,8 \text{ м}, B_5 = 1 \text{ м},$ $l_{1,3} = 27,6 \text{ м}, l_2 = 38,78 \text{ м},$ $l_4 = 64,9 \text{ м}, l_5 = 100,9 \text{ м}$ | 50 м ³ /ч | Подача шихтовых материалов | 5 |
| Транспортеры ленточные №№ 6,7 | 5050 | $B_{6,7} = 0,5 \text{ м}, l_{6,7} = 6,3 \text{ м}$ | 75 м ³ /ч | Возврат мелкой фракции | 2 |
| Транспортеры ленточные №№ 8,10 | 8063 | $B_8 = 0,65 \text{ м}, l_8 = 8,4 \text{ м}$ $B_{10} = 0,8 \text{ м}, l_{10} = 4,2 \text{ м}$ | 75 м ³ /ч | Возврат крупной фракции | 2 |

1.6.3 Плавильный корпус

Плавильный корпус представляет собой основную часть главного цеха и предназначен для размещения и обслуживания электропечей, а также для приёма и разливки готового сплава и удаления шлака. Он делится на два пролёта: печной и разливочный.

Печной пролет служит для размещения и обслуживания плавильных электропечей, которые расположены вдоль цеха “в линию”. Печной пролёт выполнен многоэтажным.

На нулевой отметке пролёта расположены фундаменты плавильных печей, механизмы выкатки металловозных тележек, оборудование, подсобные помещения. Для обслуживания лётки установлены местные горновые площадки.

Рабочая площадка, предназначенная для обслуживания печи; наблюдения за технологическим и электрическим режимами, представляет собой сплошное перекрытие, расположенное на отметке 5.3 м. На ней установлены пульта управления печами (одно помещение на две печи), зонты для удаления газов, помещения для инженерно-технического и дежурного персонала.

Для обслуживания механизмов перемещения и перепуска электродов служит электродная площадка, расположенная на отметке 16.0 м. Перекрытие на отметке 22.2 м служит для монтажа вентиляционных установок, наращивания 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. Так же перекрытие на отметке 22.2 м. служит для крепления печных бункеров, размещения системы конвейерной подачи шихты в них.

Схема шихтоподачи представляет следующую схему: с горизонтального транспортера шихтового двора шихта поступает на

наклонный транспортер, а затем на реверсивный горизонтальный транспортер, откуда шихта автостелой перегружается в печные карманы.

Схема конвейерной подачи шихтовых материалов показана на рисунке 3.

Принцип непрерывного дозирования заключается в том, что на движущуюся транспортерную ленту из бункеров шихтовые компоненты насыпаются со строго определенной производительностью. При этом для загружаемой в печь шихты соотношение компонентов выдерживается в соответствии с требованиями технологии. Принципиальная схема такого способа изображена на рисунке 4.

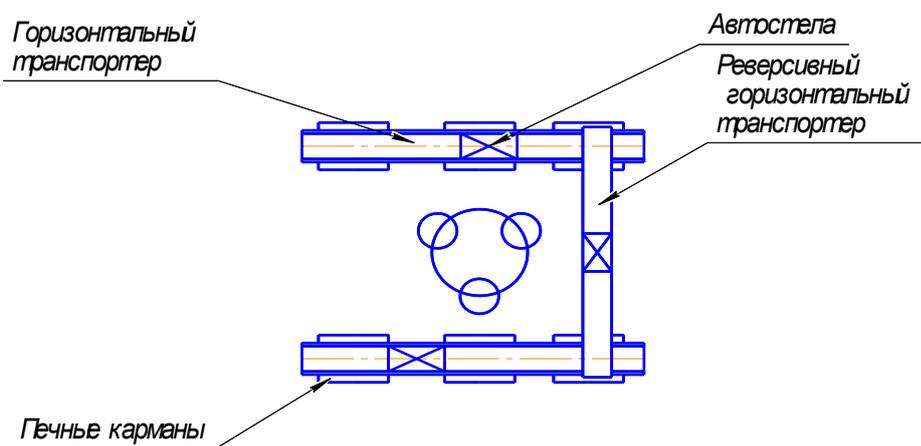
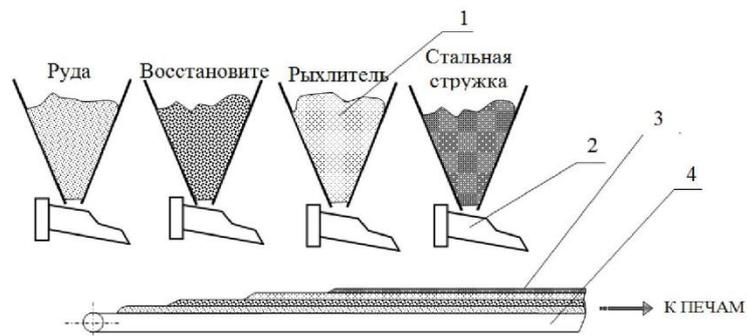


Рисунок 3 – Схема конвейерной подачи шихтовых материалов

Достоинством такого способа дозирования является: практически неограниченная производительность, так как над одной лентой можно поставить любое количество питателей; хорошее перемешивание шихтовых компонентов, поскольку шихта подается в печные карманы в виде «слоеного пирога».



1 – бункер с шихтовыми компонентами; 2 – дозатор; 3 – сдозированная шихта; 4 – транспортер

Рисунок 4 – Принципиальная схема непрерывного дозирования шихты

Однако данная система имеет несколько существенных недостатков:

- погрешность дозирования значительно выше, чем у порционного способа;
- обязательно необходима автоматизированная система, контролирующая и меняющая производительность дозаторов при случайных отклонениях производительности любого из дозаторов системы;
- высокая инерционность системы, препятствующая оперативной корректировке соотношения компонентов в шихте;
- трудность ввода корректирующих добавок шихты определенной массы.

Несмотря на большое, число недостатков, системы непрерывного дозирования внедрены на всех современных мощных, высокопроизводительных печах.

Модернизация дозаторов и внедрение средств автоматизированного контроля и управления на базе вычислительной техники позволяет снизить погрешность дозирующих систем и приблизить их к точности систем порционного дозирования.

Разливочный пролёт предназначен для приёма из печного пролёта металла и шлака, их первичной обработки, разливки сплава и передачи его на

Выпуск ферросилиция из печи производят в ковш, футерованный шамотным кирпичом. Во время выпуска сплава горновой печи графитовым тиглем отбирает пробу сплава для экспресс – анализа содержания кремния в текущей плавке для измерения массовой доли кремния и алюминия. Отобранная проба как для "горячего" экспресс – анализа на содержание кремния и алюминия в выплавленном сплаве, так и для маркировочного анализа выливается на чистую поверхность чугунной плиты (плитки), расположенной в определенном (постоянном) месте. Затем она дробится горновой печи на щёковой дробилке, отсеянный порошок крупностью 3–5 мм ссыпается в маркированный патрон (указывается номер печи, номер выпуска) и отправляется по пневмопочте в экспресс – лабораторию.

После наполнения ковша, установленного на передаточной тележке, его отправляют на участок полигонной разливки. Во избежание выплесков сплава из ковша при транспортировке тележки, следует выдерживать уровень недолива до верхнего края ковша в пределах 150–200 мм. На разливочном участке ковш снимается с передаточной тележки и посредством крана устанавливается на разливочную тележку.

После окончания разливки, ковш немедленно направляют на стенд для очистки с расположенной рядом шлаковней, так как промедление приводит к затвердеванию шлака, затруднению его удаления из ковша и ускорению зарастания ковша шлаком. Очистка производится специальной машиной по ремонту и обслуживанию ковшей.

Сопутствующий выплавке ферросилиция шлак является товарной продукцией, поэтому горновые обязаны следить за тем, чтобы в шлаке не было посторонних примесей (кусков глины, огнеупорного кирпича, графитовых электродов, стальных прутьев и т.д.). Остывший шлак извлекается из шлаковни и разделяется в соответствующую технологическую тару на куски, с размерами не превышающими 400 мм в любом измерении.

3.2 Подбор оборудования для разливки сплава

3.2.1 Разработка полигонной разливки сплава

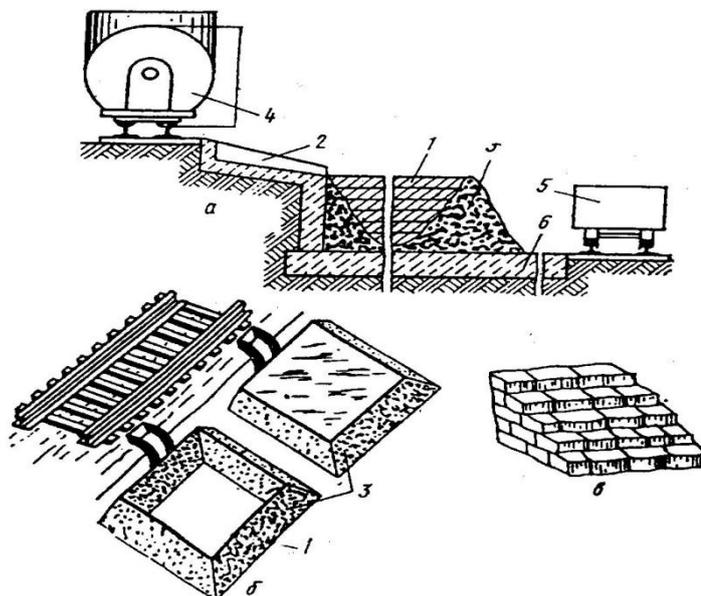
Полигонная разливка применяется ко многим ферросплавам, образующим при остывании на поверхности тонкую окисную пленку (ферромарганец, ферросилиций, феррохром, силикомарганец, ферротитан и др.). По патенту США металл сливают в широкую изложницу из расчета получения слоев высотой, соответствующей требуемому максимальному размеру кусков (13–200 мм). После затвердевания и появления окалины на первый слой наливают второй такой же высоты, затем следующий и т.д. до заполнения изложницы (рисунок 5).

Остывший многослойный блок металла извлекают из изложницы и сбрасывают с высоты 25–75 см, достаточной для того, чтобы он распался на отдельные слои. Полученные таким образом штаты раскалывают, ударяя их о специальную решетку, снабженную направленными кверху зубьями, расположенными на расстоянии 25–100 мм друг от друга в зависимости от требуемого размера куска сплава.

Согласно японскому патенту, рассчитанному на получение кускового ферромарганца, металл сливают в литейные ямы, находящиеся непосредственно у самой печи ("припечная разливка") или же на отдельной площадке, к которой жидкий сплав подают в ковше, установленном на платформе. Литейные ямы сооружают из огнеупорного материала или из мелочи сплава так, что после остывания металла они легко разбираются. Чтобы металл тек плавно, а не "падал", у ям устраивают желоба. Охлаждают металл водой, что приводит к разломам сплава на куски с формой, близкой к кубической. В оптимальном варианте заливают шесть слоев при общей высоте до 1200 мм.

Количество и размеры литейных ям определяются массой заливаемого металла. После удаления одной или двух стенок приемника металла осуществляют механизированную разборку и погрузку сплава.

По сравнению с разливкой на машинах послойная разливка существенно дешевле и не нуждается в применении противоприварных покрытий, ухудшающих качество и товарный вид сплава.



1– литейная яма; 2 – желоб; 3– насыпные перегородки; 4–разливочная платформа – ковш для жидкого металла; 5–вагон;6– огнеупорное основание
а– разрез литейной ямы; б– две литейные ямы (вид сверху); в– несколько слоев ферросилиция в литейной яме после удаления перегородок и начала разборки затвердевшего металла

Рисунок 5– Полигонная разливка ферросилиция

склад готовой продукции, подготовки и подачи к печам разливочной посуды, текущего ремонта посуды, приёма необходимых материалов и сменного оборудования для нормальной эксплуатации оборудования плавильного корпуса. С торцов разливочного пролёта имеется железнодорожный и автовозный въезд для ввоза пустой тары и вывоза коробок со сплавом и шлаком.

1.6.4 Склад готовой продукции

Коробки со сплавом, поступающие на склад готовой продукции, перегружаются с железнодорожной платформы, после чего подаются на взвешивающее устройство. Здесь сплав взвешивается.

Дробление ферросилиция осуществляется на специальных установках. После дробления получается ферросилиций фракций 0–15, 15–50, 50–100 мм.

Мелкая фракция (0,15 мм) обязательно упаковывается либо в мешки, либо в металлические барабаны объемом 283 дм³ и массой 33 кг. В барабан загружается до 450 кг сплава. Расфасовка дробленого ферросилиция осуществляется на специализированных линиях упаковки.

Более крупная фракция отправляется потребителю в полувагонах или в крытых вагонах, а так же в упакованном виде.

Контроль ферросилиция осуществляется группой контроля качества, которая следит, чтобы сплав не имел неметаллических включений и соответствовал фракционному и химическому составу.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Техно-экономическое обоснование проекции цеха

Проектируемый ферросплавный цех расположен в городе Юрга на территории ОСП «ЮФЗ» на существующих площадях. В данной работе предложен вариант установления трех рудотермических печей мощностью 29 МВА каждая. Производительность цеха составляет 70 тыс. тонн в год. Ферросилиций относится к продуктам глобального рынка, поэтому ОСП «Юргинский ферросплавный завод» в отличие от ОАО «Кузнецкие ферросплавы» обладает наиболее выгодным экономико-географическим положением.

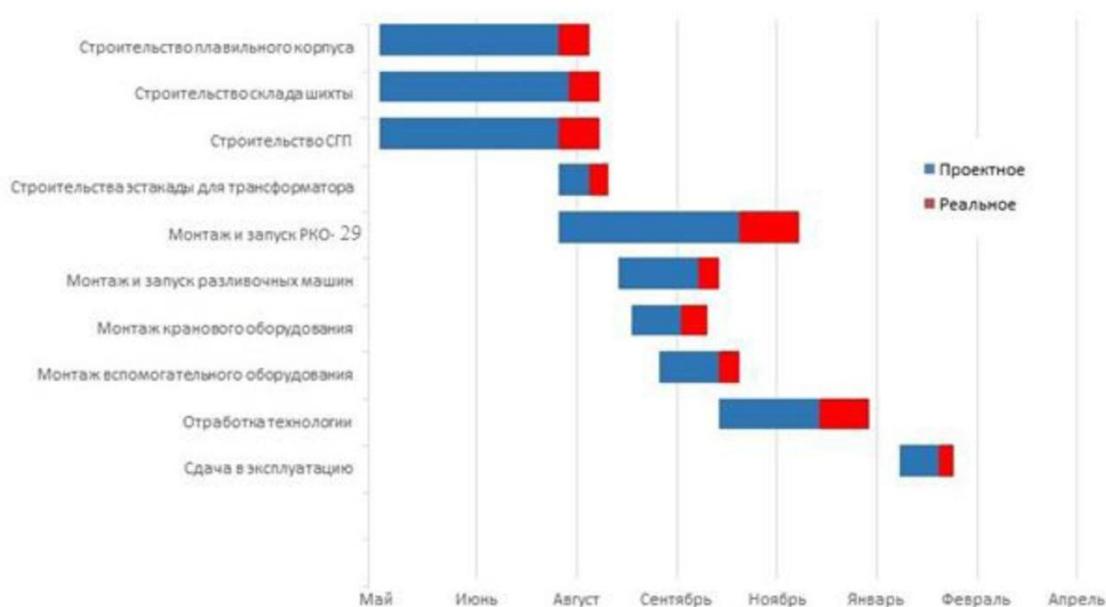


Рисунок 6 – Диаграмма запуска предприятия

4.2 Расчёт капитальных вложений в основные фонды при проектировании цеха.

Основные фонды цеха представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Расчёт основных фондов

| Наименование | Количество единиц | Цена единицы, руб. | Полная стоимость, руб. | Норма амортизации, % | Годовая сумма амортизации, руб. |
|---------------------------------|-------------------|--------------------|------------------------|----------------------|---------------------------------|
| 1. Здания | | | | | |
| Плавильный корпус | 1 | 602048980 | 602048980 | 3,1 | 18663518 |
| Склад шихты | 1 | 22641920 | 22641920 | 3,1 | 701899 |
| Всего по зданиям | | | 624690900 | | 19365417 |
| 2. Сооружения | | | | | |
| Трансформаторная | 3 | 10600290 | 40800870 | 4,7 | 225640 |
| Газоочистное | 3 | 10938420 | 50815260 | 4,7 | 273317 |
| Прочее | | | 110338090 | 4,7 | 532890 |
| Всего по сооружениям | | | 210954220 | | 1031847 |
| 3. Рабочее оборудование | | | | | |
| РКО-29 | 3 | 45493790 | 136481370 | 6,7 | 9144251 |
| Разливочный ковш | 9 | 50500 | 454500 | 11,1 | 50449 |
| Дробилка четырёх валковая | 3 | 911695 | 2735085 | 10,0 | 273508 |
| Шлаковня | 6 | 45730 | 274380 | 6,5 | 60859 |
| Трансформатор | 3 | 60077350 | 180232050 | 6,7 | 1221547 |
| Прочее | | | 470183900 | 11,1 | 5237356 |
| Всего по рабочему оборудованию | | | 705361285 | | 15987970 |
| 4. Крановое оборудование | | | | | |
| Грейферный кран 20 т | 3 | 1375590 | 4126770 | 5,0 | 206338 |
| Кран 20/5 т | 1 | 1215590 | 1215590 | 5,0 | 12455 |
| Кран 30/20 т | 2 | 1225590 | 2451180 | 5,0 | 122559 |
| Кран балка | 2 | 35950 | 71900 | 14,3 | 6417 |
| Прочее | | | 29456900 | 7,7 | 5348177 |
| Всего по крановому оборудованию | | | 37322340 | | 5695946 |
| Всего по цеху | | | 4038845864 | | 202081180 |

Капитальные вложения цеха составляют:

$$4038845864 \cdot 1,5 = 6058268796 \text{ руб.}$$

где 1,5 – коэффициент общезаводских коммерческих расходов.

4.3 Расчёт производственной мощности

Технически возможная производительность печи рассчитывается по формуле:

$$N_{me} = \frac{24 \cdot S \cdot \cos \varphi \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3}{W}, \quad (41)$$

где S – номинальная мощность трансформатора, кВА;

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

k_1, k_2, k_3 – коэффициенты перегрузки трансформаторов во времени
(По [1] $k_1 = 0,97, k_2 = 0,97, k_3 = 0,99$);

W – удельный расход электроэнергии.

Таким образом:

$$N_{me} = \frac{24 \cdot 29000 \cdot 0,92 \cdot 0,97 \cdot 0,97 \cdot 0,99}{7806,4} = 76 \text{ т/сут.}$$

Суточная производительность цеха составит:

$$N_{сут} = N_{me} \cdot n_{п} = 76 \cdot 3 = 229 \text{ т}, \quad (42)$$

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

Номинальное время работы печей, суток:

$$T_{ном} = T_{кал} - (T_{кр} + T_{ппр}), \quad (43)$$

где $T_{ппр}$ – планово-предупредительный ремонт;

$T_{кр}$ – капитальный ремонт.

$T_{кал}$ – календарное количество дней.

Номинальное время работы печей составит:

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

Фактическое время работы печей, суток:

$$T_{ф} = T_{ном} - T_{гп}, \quad (44)$$

где $T_{гп}$ – горячие простои.

Таким образом фактическое время работы печей составит:

$$T_{ф} = 350 - 4 = 346 \text{ суток.}$$

Фактическая годовая производительность сплава по цеху составит:

$$B_{г} = N_{me} \cdot T_{ф} \cdot n_{п} = 76 \cdot 346 \cdot 3 = 78888 \text{ т/г}, \quad (45)$$

где $n_{п}$ – количество печей, 3 шт.

Годовой выпуск сплава по плану 70000 тонн/год.

Производственная мощность цеха составляет:

$$ПМ = \frac{B_r}{K_{им}} = \frac{78888}{0,92} = 85747 \text{ т/Г}, \quad (46)$$

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

Производственные показатели цеха приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Производственные показатели цеха

| Показатели | Индекс | Проектные данные |
|---|-----------|------------------|
| Мощность трансформатора, квА. | W | 29000 |
| Баланс времени, сут. | | |
| Календарное время, сут | T_k | 365 |
| Капитальные ремонты | $T_{кр}$ | 0 |
| Планово–предупредительный ремонт | $T_{ППР}$ | 15 |
| Горячие простои | $T_{кп}$ | 4 |
| Фактическое время работы | T_f | 346 |
| Длительность плавки ч. | $t_{пл}$ | 2 |
| Количество плавов в фактические сутки | $n_{пл}$ | 56 |
| Суточная производительность цеха, т/сут | $N_{ТВ}$ | 229 |
| Годовая производительность, т/год | B_r | 78888 |
| Производительная мощность цеха, т/год | ПМ | 85747 |

4.4 Расчет фонда заработной платы

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

Штатное расписание рабочего персонала приведено в таблице 17.

Списочный состав работающих в цехе составляет 166 чел., из которых 21 служащие и ИТР, 145 основных и вспомогательных рабочих.

Тарифные ставки, установленные в цехе ОАО ”Юргинские Ферросплавы” приведены в таблице 18.

Таблица 17 – Штатное расписание рабочего персонала

| № п/п | Участки и профессии | Разряд | Расстановка штата | | | | | Всего штат с подменной и резервом |
|---|-----------------------------------|--------|-------------------|----|---|---------|--------------------|-----------------------------------|
| | | | по сменам | | | подмена | резерв на невыходы | |
| | | | 1 | 2 | 3 | | | |
| Плавильные бригады | | | | | | | | |
| 1 | Плавильщик | 7 | 3 | 3 | 3 | 0 | 1 | 10 |
| 2 | Плавильщик | 6 | 3 | 3 | 3 | 0 | 1 | 10 |
| 3 | Плавильщик | 5 | 3 | 3 | 3 | 0 | 1 | 10 |
| 4 | Горновой | 6 | 3 | 3 | 3 | 0 | 2 | 11 |
| 5 | Горновой | 5 | 3 | 3 | 3 | 0 | 2 | 11 |
| 6 | Горновой-инструктор | 6 | 1 | | | | | 1 |
| Итого | | | | | | | | 53 |
| Шихтовый двор | | | | | | | | |
| 7 | Дозировщик шихтового двора | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 12 |
| 8 | Шихтовщик (бригадир) | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 4 |
| | Шихтовщик | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 13 |
| 9 | Шихтовщик-разбивщик | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | | 5 |
| Итого | | | | | | | | 34 |
| Машинист крана металлургического производства: | | | | | | | | |
| 10 | на ГУР | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 9 |
| 11 | в шихтовом дворе | 4 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 10 |
| Итого | | | | | | | | 19 |
| Набивка электродов | | | | | | | | |
| 12 | Электродчик | 4 | | 1 | | | | 1 |
| 13 | Электродчик | 3 | | 3 | | | | 3 |
| 14 | Электросварщик ручной сварки | 4 | | 1 | | | | 1 |
| Итого | | | | | | | | 5 |
| Ремонт разливочных ковшей | | | | | | | | |
| 15 | Огнеупорщик на ГУР | 4 | 7 | | | | | 7 |
| 16 | Слесарь-ремонтник (дежурный) | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 4 |
| 17 | Слесарь-ремонтник (дежурный) | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 4 |
| 18 | Слесарь-ремонтник | 6 | | 6 | | | | 6 |
| 19 | Слесарь-ремонтник | 5 | | 12 | | | | 12 |
| 20 | Электрогазосварщик | 5 | | 3 | | | | 3 |
| 21 | Слесарь-ремонтник шихтового двора | 6 | | 1 | | | | 1 |

Продолжение таблицы 17

| | | | | | | | | |
|--|--|-------|---|---|---|---|---|-----|
| 22 | Слесарь-ремонтник шихтового двора | 5 | | 3 | | | | 3 |
| 23 | Электрогазосварщик шихтового двора | 5 | | 1 | | | | 1 |
| Итого | | | | | | | | 41 |
| Электрослужба | | | | | | | | |
| 26 | Электромонтер по обслуживанию электрооборудования | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 4 |
| 27 | | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 4 |
| 28 | Электромонтер по ремонту и обслуживанию эл. оборудования | 6 | | 5 | | | | 5 |
| 29 | | 5 | | 8 | | | | 8 |
| 30 | Слесарь-ремонтник по ремонту вент. систем | 6 | | 1 | | | | 1 |
| 31 | | 5 | | 1 | | | | 1 |
| 32 | Электромонтер по ремонту и обслуживанию эл. оборудования | 6 | | 1 | | | | 1 |
| 33 | | 5 | | 4 | | | | 4 |
| 34 | шихтового двора | | | | | | | |
| Итого | | | | | | | | 29 |
| 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 | | 6 | | | | 6 |
| 40 | Электрогазосварщик | 5 | | 2 | | | | 2 |
| 41 | Уборщик служебных помещений | оклад | | 1 | | | | 1 |
| 42 | Уборщик служебных помещений | оклад | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 11 |
| Итого | | | | | | | | 25 |
| Всего по цеху | | | | | | | | 145 |

Таблица 18 – Штатное расписание для ИТР и служащих

| № | Категория работающих, должность | В смену, чел. | Количество смен | Численность |
|--------|---------------------------------|---------------|-----------------|-------------|
| 1 | Табельщик | 1 | 4 | 4 |
| 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 БТИЗ | 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 | Технолог | 1 | 1 | 1 |
| 13 | Механик | 1 | 1 | 1 |
| 14 | Энергетик | 1 | 1 | 1 |
| 15 | Сменный мастер | 1 | 4 | 4 |
| Итого: | | | | 21 |

Таблица 19 – Часовые тарифные ставки

| Профессия | Тарифные ставки по разрядам, руб./ч. | | | | | | | |
|--|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|---------|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | Оклад |
| Плавильщик | 52,92 | 46,73 | 39,36 | – | – | – | – | – |
| Горновой | – | 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 ших. двора | – | – | – | 14,38 | 12,04 | 10,92 | 9,84 | – |
| Электродчик, огнеупорщик | – | – | – | 18,19 | 17,06 | – | – | – |
| Электросварщик ручной сварки | – | – | – | 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 |
| Бригадир службы ремонта помещений | – | – | – | – | – | – | – | 3740,79 |

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

Дополнительная зарплата включает все выплаты не связанные с работой, но предусмотренные законом.

Виды доплат:

–ночное время – 40 % тарифа;

–доплата за праздничные дни – 100 % ;

–переработка графика – 50 % тарифа;

Районный коэффициент принимается равным 1,3.

Таблица 20– Тарифные ставки по разрядам

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

Для расчёта средней заработной платы принимаем, что в цехе средний разряд шестой, тогда тарифная ставка будет равна 46,73 рублей. Исходные данные для расчёта заработной платы приведены в таблице 21.

Таблица 21 – Исходные данные

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

Заработная плата по тарифной ставке за месяц определяется по формуле:

$$ЗП_{\text{шпр}} = ТС \cdot K_{\text{час}} \cdot K_{\text{вп}}, \quad (47)$$

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

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

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

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

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

$$D_{\text{ночн}} = K_{\text{ч.ночн}} \cdot ТС \cdot K_{\text{н}}, \quad (48)$$

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

$ТС$ – тарифная ставка, руб;

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

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

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

$$D_{\text{веч}} = K_{\text{ч. веч}} \cdot TC \cdot K_{\text{веч}}, \quad (49)$$

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

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

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

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

$$D_{\text{пр}} = K_{\text{ч. пр}} \cdot TC \cdot K_{\text{пр}}, \quad (50)$$

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

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

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

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

$$D_{\text{вр}} = K_{\text{час}} \cdot TC \cdot K_{\text{вр}}, \quad (51)$$

где $K_{\text{вр}}$ – коэффициент, 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: 177,56 рублей. Рассчитываем сдельную часть заработной платы: одна печь за месяц выплавляет $102 \cdot 30,5 = 3111$ тонны в месяц, на одну печь приходится тонн: $3111 / 4 = 777,75$ тонн, на одной печи работает по 5 человек на одного человека приходится по 155,55 тонн.

Значит сдельная часть заработной платы составит:

$$155,55 \cdot 177,56 = 27619,4 \text{ руб.}$$

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

$$PR_{\text{мес}} = (TC \cdot K_{\text{час}} + СЧ) \cdot K_{\text{п}}, \quad (52)$$

где K_{II} – коэффициент, учитывающий размер премии (50 %),

$$PP_{\text{мес}} = (192 \cdot 46,73 + 27619,4) \cdot 0,50 = 18295,78 \text{ руб./мес.}$$

Основная заработная плата без начисления районного коэффициента определяется по формуле:

$$ЗП_{\text{осн}} = ЗП_{\text{штп}} + Д_{\text{ночн}} + Д_{\text{веч}} + Д_{\text{пр}} + Д_{\text{вр}} + СЧ + PP_{\text{мес}}; \quad (53)$$

$$\begin{aligned} ЗП_{\text{осн}} &= 8972,16 + 1196,29 + 299,07 + 373,84 + 2153,3 + 27619,4 + 18295,78 = \\ &= 58909,84 \text{ руб./мес.} \end{aligned}$$

Заработная плата с учётом районного коэффициента определяется по формуле:

$$ЗП_{\text{мес}} = ЗП_{\text{осн}} \cdot K_p, \quad (54)$$

где K_p – районный коэффициент (30 % от $ЗП_{\text{мес}}$).

$$ЗП_{\text{мес}} = 58909,84 \cdot 1,3 = 76582,8 \text{ руб./мес.}$$

Основной фонд оплаты труда рабочих составит:

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

где $Ч_p$ – численность рабочих, равная 145 человек.

$$\text{ОФОТ}_{\text{раб}} = 76582,8 \cdot 145 = 11104506 \text{ руб/мес.}$$

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

$$\text{ОФОТ}_{\text{рук}} = 11104506 \cdot 0,10 = 1110450,6 \text{ руб/мес.}$$

Таким образом, получаем среднемесячную заработную плату ИТР равной:

$$\frac{1110450,6}{21} = 52878,6 \text{ руб/мес.}$$

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

$$\text{ФЗП}' = (1110450,6 + 52878,6) \cdot 12 = 133888615,2 \text{ руб/год.}$$

4.5 Проектирование себестоимости продукции

Расчёт статьи материалов и накладных расходов

Таблица 22 – Затраты материалов на 1 тонну сплава

| Наименование затрат | Цена, руб/т | На 1 тонну сплава | |
|-------------------------|-------------|-------------------|-------------|
| | | Количество, т | Сумма, руб. |
| 1. Сырьё | | | |
| Кварцит | 525 | 1,661 | 872,02 |
| Стружка | 3800 | 0,251 | 953,8 |
| Восстановительная смесь | 2512,25 | 0,986 | 2477,08 |
| Щепа | 1068 | 0,099 | 105,73 |
| Сидерит | 4260 | 0,05265 | 224,3 |
| Известь | 4800 | 0,002 | 9,6 |
| Шлак (-) | 2041 | 0,003 | 6,12 |
| Итого сырьё | | | 4648,65 |
| 2. Расходы по переделу | | | |
| Электродная масса | 5500 | 0,043 | 236,5 |
| Электродная арматура | 26290 | 0,01131 | 297,34 |
| Итого | | | 5182,1 |

Амортизация основных фондов:

$$a = \frac{A}{B_r} = \frac{42081180}{78888} = 533,4 \text{ руб/т.}, \quad (55)$$

где A – годовая сумма амортизации;

B_r – производительность цеха.

Фонд оплаты труда:

$$\Phi_{OT} = \frac{\Phi_{ЗП}}{B_r} = \frac{133888615,2}{78888} = 1697,2 \text{ руб/т.}, \quad (56)$$

где $\Phi_{ЗП}$ – фонд заработной платы по цеху.

Отчисление на социальные нужды составляет 30% от $\Phi_{ЗП}$.

$$CH = \Phi_{ЗП} \cdot \frac{0,30}{B_r} = 133888615,2 \cdot \frac{0,30}{78888} = 577,1 \text{ руб.} \quad (57)$$

Расчёт статьи тепло энергоресурсов.

Стоимость электроэнергии для выплавки 1 тонны сплава составляет:

$$\mathcal{E} = P \cdot C, \quad (58)$$

$$\mathcal{E} = 78,806 \cdot 3,50 = 897,9 \text{ руб./т.},$$

где P – расход электроэнергии, МВа/т;

C – стоимость электроэнергии, руб.

Стоимость сжатого воздуха для выплавки 1 тонны сплава составляют:

$$\mathcal{E}_{\text{сж.возд.}} = P_{\text{сж.возд.}} \cdot C_{\text{сж.возд.}} \quad (59)$$

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

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

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

Определяем затраты на техническую воду:

$$\mathcal{E}_{\text{техн.вода}} = P_{\text{техн.вода}} \cdot C_{\text{техн.вода}} \quad (60)$$

$$\mathcal{E}_{\text{техн.вода}} = 61,155 \cdot 2,78 = 170,01 \text{ руб/т.},$$

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

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

Полная цеховая себестоимость 1 тонны сплава складывается из статьи материалов, статьи тепло энергоресурсов, статьи заработной платы, цеховых расходов, таким образом, полная цеховая себестоимость сплава составляет:

$$\begin{aligned} Q_{\text{общ.}} &= N_{\text{сыр.}} + M_{\text{рас.}} + S_{\text{нак. рас.}} + a + \text{ФОТ} + \text{СН} + \mathcal{E} + \mathcal{E}_{\text{сж.возд.}} + \mathcal{E}_{\text{техн.вода}} = \\ &= 4648,65 + 5182,1 + 32691,61 + 533,4 + 1697,2 + 897,9 + 577,1 + 98,79 + 170,01 = \\ &= 54576 \text{ рублей.} \end{aligned}$$

4.6 Расчёт технико-экономических показателей цеха

Сумма экономических затрат определяется по формуле:

$$K_{\text{ос}} = H_{\text{м}} + H_{\text{п}} + H_{\text{г}}, \quad (61)$$

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

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

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

1) Норматив на производственные запасы сырья:

$$H_M = \frac{\sum C_i \cdot B_{ni} \cdot d_i}{365}, \quad (62)$$

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

B_{ni} – годовой выпуск i -го сплава, т;

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

Тогда:

$$H_M = \frac{4648,65 \cdot 78888 \cdot 15}{365} = 15070795,9 \text{ руб.}$$

2) Норматив на незавершенное производство:

$$H_H = \frac{B_H \cdot T_{ц}}{365 \cdot T_p} \cdot C_T \cdot K_H, \quad (63)$$

где $T_{ц}$ – длительность производственного цикла, дни;

T_p – время ремонтов, дни;

C_T – себестоимость единицы продукции, руб.;

K_H – коэффициент нарастания затрат.

$$K_H = \frac{M + 0,5 \cdot P}{M + P}, \quad (64)$$

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

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

$$K_H = \frac{4648,65 + 0,5 \cdot 54576}{4648,65 + 54576} = 0,54,$$

$$H_H = \frac{78888 \cdot 15}{365} \cdot 54576 \cdot 0,54 = 99639060,1 \text{ руб.}$$

3) Норматив на готовую продукцию:

$$H_G = \frac{B_N \cdot C_R \cdot d_R}{365}, \quad (65)$$

где $d_R=4$ – норма запаса готовой продукции, дни.

$$H_G = \frac{78888 \cdot 54576 \cdot 4}{365} = 47182372 \text{ руб.}$$

4) Сумма капитальных вложений в оборотные средства:

$$K_{oc} = 15070795,9 + 99639060,1 + 47182372 = 161892228 \text{ руб.}$$

5) Расчет удельных капитальных вложений в производственные фонды:

Рассчитывается по формуле:

$$K = \frac{K_{of} + K_{oc}}{B_r}, \quad (66)$$

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

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

$$K = \frac{1333993117,5 + 161892228}{78888} = 18962,1 \text{ руб/т.}$$

б) Определение экономической эффективности проекта.

Прибыль:

$$П = \sum (Ц_i - C_i) \cdot B_{Hi} = (94000 - 54576) \cdot 78888 = 3110080512 \text{ руб.} \quad (67)$$

Налог на прибыль (Нпр):

$$Н_{пр} = П_p \cdot 20 / 100, \quad (68)$$

$$Н_{пр} = 3110080512 \cdot 20 / 100 = 622016102,4 \text{ руб.}$$

Налог на имущество (Ним):

$$Н_{им} = KB \cdot CT_{им} / 10, \quad (69)$$

где $CT_{им} = 2,2 \%$.

$$Н_{им} = 3110080512 \cdot 2,2 / 100 = 62201610,24 \text{ руб.}$$

Чистая прибыль (Пр_{чист}):

$$Пр_{чист} = Пр - Н_{пр} - Н_{им}, \quad (70)$$

$$Пр_{чист} = 3110080512 - 622016102,4 - 62201610,24 = 2425862799,36 \text{ руб.}$$

Рентабельность продукции рассчитываем по формуле:

$$R_{прод} = \frac{Ц - C}{C} \cdot 100; \quad (71)$$

$$R_{прод}^{баз} = \frac{94000 - 54576}{54576} \cdot 100 = 72,2 \%$$

Коэффициент экономической эффективности проекта:

$$E = \frac{\Pi}{K_{\text{оф}} + K_{\text{ос}}} = \frac{2425862799,36}{6058268796 + 161892228} = 0,39. \quad (72)$$

Тогда срок окупаемости составит:

$$T = \frac{1}{E} = \frac{1}{0,39} = 2,5 \text{ года} . \quad (73)$$

Таким образом, цех получит прибыль 2425862799,36рублей, строительство окупится за 2,5 года.

Технико-экономические показатели цеха приведены в таблице 23.

Таблица 23 –Технико-экономические показатели

| Наименование показателей | Показатели |
|---|---------------|
| Производственная мощность, т/год | 85747 |
| Годовой выпуск продукции, т/год | 78888 |
| Удельные капиталовложения, руб/т | 18962,1 |
| Стоимость основных фондов, руб. | 6058268796 |
| Стоимость оборотных средств, руб. | 161892228 |
| Численность, чел | |
| работающих | 166 |
| рабочих | 145 |
| Среднемесячная заработная плата, руб. | |
| Рабочих | 76582,8 |
| Руководителей | 52878,6 |
| Себестоимость тонны продукции, руб. | 54576 |
| Удельный расход электроэнергии на 1т: | 7806 |
| Прибыль, руб. | 2425862799,36 |
| Коэффициент экономической эффективности | 0,42 |
| Рентабельность продукции, % | 72,2 |
| Срок окупаемости, лет | 2,5 |

В итоге определена чистая прибыль, показатель общей рентабельности производства и срок окупаемости данного проекта. Проведенный анализ этих показателей позволяет утверждать, что предложенный проект цеха для производства кремнистых сплавов является экономически эффективным.

Цех состоит из 3 пролётов. Параллельно плавильному корпусу расположена газоочистка (сухая – т.к. все печи открытые). Севернее корпуса – шихтовый двор. В цехе установлено 3 открытых рудотермических печей мощностью печных трансформаторов 29 МВА. В цехе выплавляют сплав ФС 65.

Производство ферросилиция характеризуется наличием опасных и вредных факторов. Опасные и вредные факторы приведены в таблице 24.

Таблица 24 – Опасные и вредные факторы в цехе

| Факторы | Участок | Средства защиты |
|---|---|--|
| Высокая температура Поверхности оборудования | Около печей, мульды разливочной машины со сплавом и шлаковен со шлаком | Спецодежда, водяное охлаждение, защитная маска |
| Движущиеся машины и механизмы | По всему цеху | Особое внимание, осторожность, ограждение опасных мест, сигнализация (звуковая) |
| Поражение электрическим током | Трансформаторы, короткая сеть, площадка для наращивания электродов | Площадка из изоляционных материалов, резиновые коврики, средства индивидуальной защиты |
| Тепловое излучение | Колошник и горн печи | Спецодежда (защитная маска, суконная одежда, спецобувь) |
| Повышенная запылённость и загазованность | Практически по всему цеху | Вентиляция, аэрация, средства индивидуальной защиты |
| Повышенный уровень шума | Плавильная, горновая и дозировочная площадки | Шумозащитные наушники |

Все опасные и вредные факторы, перечисленные в таблице 24, влияют на условия труда и могут привести к травмам и профессиональным заболеваниям [18].

В таблице 25 приведены нормы и результаты замеров загазованности и запылённости в цехе.

Таблица 25 – Запылённость и загазованность рабочих мест в цехе

| Участок цеха | Ингредиент | ПДК, /12/ мг/м ³ | Результаты замеров, мг/м ³ | | |
|-------------------|------------|-----------------------------------|---------------------------------------|---------|----------|
| | | | январь | февраль | март |
| Горновая п 1 | СО | 20 | – | 6,2 | – |
| | Пыль | 1 | – | 3,3–3,5 | 3,9–5,2 |
| Горновая п 2 | СО | 20 | – | 6,2 | – |
| | Пыль | 1 | – | 3,0–4,8 | 4,7–6,2 |
| Горновая п 3 | СО | 20 | – | 6,2 | – |
| Плавильная п 1 | СО | 20 | – | 6,2 | – |
| | Пыль | 1 | – | 3,4–4,0 | 5,2–7,1 |
| Плавильная п 2 | СО | 20 | – | 6,2 | – |
| | Пыль | 1 | 3,1–4,7 | 3,4–5,3 | 6,2–6,3 |
| Плавильная п 3 | СО | 20 | – | 6,2 | – |
| Кабина крана | СО | 20 | – | 12,5 | – |
| | Пыль | 2 | 11,5–13,1 | 2,5–3,0 | 8,4–14,6 |
| Ковшечная | Пыль | 2 | – | 12,5 | 3,2 |
| Кабина электродов | СО | 20 | – | 12,5 | – |

Как видно из таблицы 25, запылённость рабочих мест в цехе превышает ПДК в несколько раз. Источниками пыли являются:

- транспортная лента;
- печные бункера;
- печи;
- ковши (на выпуске и разливке).

Большая часть пыли удаляется вытяжными зонтами установленными в местах большого выхода пыли. Пыль и газ, возникающие при рафинировании, устраняются с помощью местной вытяжки над ковшом.

Состояние воздушной среды в цехе характеризуется также и микроклиматом на рабочих местах, т.е. температурой и влажностью воздуха.

Их значения приведены в таблице 27.

Как видно из таблицы 26, влажность не превышает допустимых значений, а температура или выше или ниже ПДУ (в частности на плавильных площадках, кабине крана и дозировочных площадках)[19].

Таблица 26 – Температура и относительная влажность воздуха в цехе

| Наименование рабочего места | Влажность, % | | | | Температура, °С | | | |
|-----------------------------|--------------|-------------|---------|------|-----------------|-------------|---------|------|
| | по норме | фактическая | | | ПДУ | фактическая | | |
| | | январь | февраль | март | | январь | февраль | март |

| | | | | | | | | |
|--------------|-------|---------|-------|------|---------|----|-------|-------|
| Горновая п1 | | 18,5 | 20,4 | 22,1 | | 2 | 15–16 | 8–10 |
| Горновая п2 | 15–75 | 18,0 | 20,6 | 22,9 | 15–16,9 | 3 | 14–16 | 9–11 |
| Горновая п3 | | 17,5 | 20,2 | 23,0 | | 5 | 15 | 7–10 |
| Плавильная 1 | | – | 18,5 | 18,7 | | – | 19–21 | 20–26 |
| Плавильная 2 | 15–75 | 20,5 | 18,0 | 19,3 | 15–16,9 | 4 | 19–21 | 22–25 |
| Плавильная 3 | | 20,3 | 17,5 | 19,2 | | 3 | 22 | 22–23 |
| Кабина крана | 15–75 | 15,8–16 | 19–21 | 22 | 5–16,9 | 10 | 18–19 | 19–20 |
| Ковшевая | 15–75 | – | 20,1 | 28 | 15–16,9 | – | 5 | 6 |

Шум и вибрация – это вредные факторы. Их значения приведены в таблице 27. Как видно из таблицы 27, наиболее шумными местами в цехе являются:

- горн печи (при включенном вентиляторе и при прожиге лётке)
- дозировка (при работе вибропитателей)
- плавильная площадка (плавка и загрузка шихты).

Для обеспечения норм условий труда в цехе установлено хорошее освещение, отвечающее нормативным требованиям [18].

Таблица 27 – Шум в цехе

| Место замера | Класс шума | Уровень шума, дБА | ПДУ, дБА /13/ |
|--------------|---|-------------------|--|
| Дозировочная | шум широко– полостной не постоянный | 89 | 80 |
| Плавильная | | 95 | |
| Горновая | | 77 | |
| Дозировочная | – | 76 | 80 |
| Плавильная | – | 88 | 80 |
| Горновая | при включенном вентиляторе | 95 | 75 (при включенном вентиляторе нормы уже сточаются на 5 дБА) |

Освещённость рабочих мест цеха приведена в таблице 29.

Таблица 28 – Освещённость рабочих мест цеха

| Рабочее место | Освещение по норме, ЛК /14/ | Фактическое освещение, ЛК |
|---------------|--------------------------------|---------------------------|
| Горновая п.1 | 75 | 54 |
| Горновая п.2 | | 54 |

| | | |
|--------------------|-----|-----|
| Горновая п.3 | | 54 |
| Плавильная п.1 | | 43 |
| Плавильная п.2 | 75 | 40 |
| Плавильная п.3 | | 41 |
| Галерея | 150 | 53 |
| Пульт управления | 150 | 120 |
| Пешеходная галерея | 50 | 85 |

Из таблицы 28 видно, что освещённость практически всех рабочих мест в цехе недостаточная.

Для обеспечения электробезопасности в цехе короткая сеть печей ограждена, кожуха печей и шунтовые выключатели заземлены. Выключатели имеют изолированную подставку и ограждение. Для того, чтобы рабочий не мог получить удар электрическим током, запрещается включать и выключать шунтовые выключатели под нагрузкой.

Для облегчения труда рабочих и их безопасности все тяжёлые и трудоёмкие работы в цехе механизированы, а движущиеся части механизмов закрыты.