

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 22.03.02 «Металлургия»
 Кафедра Металлургии черных металлов

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проект ферросплавного цеха производительностью 100 тыс. тонн марганцевых сплавов в год в условиях Западной Сибири

УДК 669.168

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10В10	Польша Евгений Владимирович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Нохрина О.И.	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
Зав. кафедрой БЖДЭиФВ	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.

Оглавление

Реферат	9
Введение	10
1 Объект исследования	11
1.1 Характеристика производства	11
1.2 Физико-химические свойства марганца	12
1.3 Термодинамика восстановления марганца	13
1.4 Организационная структура цеха	14
1.5 Конструкция здания цеха	15
1.6 Транспорт цеха	18
1.7 Организация работ в цехе	19
2 Расчеты и аналитика	24
2.1 Материальный баланс	24
2.2 Тепловой баланс плавки	35
2.3 Расчет оборудования цеха	45
3 Результат проведенной разработки	55
3.1 Технология выплавки ферромарганца FeMn78 безфлюсовым способом	55
3.2 Переработка шлака	58
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	61
4.1 Техничко-экономическое обоснование проекции цеха	61
4.2 Расчёт капитальных вложений в основные фонды при проектировании цеха	61
4.3 Расчёт производственной мощности и производственной программы цеха	62
4.4 Расчёт себестоимости продукции	64
4.5 Расчет фонда заработной платы	65
4.6 Расчёт технико-экономических показателей цеха	73
5 Социальная ответственность	75

5.1 Анализ условий труда в цехе	75
5.2 Мероприятия по организации безопасных условий труда	80
5.3 Защита окружающей среды	81
5.4 Мероприятия по контролю за выбросами	88
5.5 Пожарная безопасность	89
Заключение	90
Список использованной литературы	91
Приложение А Патентный поиск	93

РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа 100 листов, 32 рисунка, 30 источников, 1 приложение.

Ключевые слова: ферромарганец, технология, рудотермическая печь.

Актуальность работы производство ферромарганца высокоуглеродистых марок в условиях Кузбасса.

Объектом исследования является ОСП «Юргинский ферросплавный завод».

Цели и задачи исследования (работы) Разработать проект ферросплавного цеха производительностью 100 тысяч тонн сплава в год в условиях Кузбасса.

Работа представлена введением, 5 разделами и заключением, приведен список использованных источников.

В 1 разделе «Объект исследования» описаны технико-экономическое обоснование строительства цеха, конструкция здания цеха.

Во 2 разделе «Расчеты и аналитика» проведены тепловые расчеты производства ферромарганца, рассчитано оборудование цеха.

В 3 разделе «Результаты разработки» рассмотрен вопрос технологии выплавки сплава марки FeMn88, а также переработка шлака.

В 4 разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» рассмотрено штатное расписание рабочих, приводится расчёт себестоимости продукции и экономический эффект, а также срок окупаемости цеха при вложении капитала в строительство.

В 5 разделе «Социальная ответственность» рассмотрены вопросы охраны и гигиены труда, также указаны опасные факторы, влияющие на человека при производстве ферромарганца.

В заключении изложены основные результаты бакалаврской работы.

Введение

Юргинский ферросплавный завод располагается на территории бывшего Юргинского абразивного завода (ЮАЗ). В 2004 году ЮАЗ приобрел новый собственник, который уже имеет в собственности ОАО “Кузнецкие ферросплавы” и ОАО “ЧЭМК”, занимающиеся производством ферросплавной продукции. Поэтому, сохраняя профиль производства и 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 завод.

При принятии этого решения учитывался тот факт, что к городу Юрга близко расположена сырьевая база Антоновского рудоуправления, запасов кварцита которого хватит на 100 лет работы как ОАО “Кузнецкие ферросплавы”, так и Юргинского Ферросплавного заводов. Также рядом находится транссибирская магистраль, что упрощает отгрузку продукции.

В связи с тем, что на отечественном рынке ферросплавов, сплавы на основе марганца являются полностью экспортной продукцией, задача производства отечественного товара является актуальной, а тот факт что в Кузбассе имеется Усинское месторождение марганцевых руд, даёт возможность строительства на территории ОСП «Юргинский ферросплавный завод» цеха по производству марганцевых сплавов в крупном объеме.

Готовая продукция Юргинского ферросплавного завода поставляться на экспорт в Японию, Корею, Турцию, Канаду, Нидерланды железнодорожным и морским транспортом, а сплавы марганца, можно поставлять и на отечественный рынок.

1 Объект исследования

1.1 Характеристика производства

Процесс производства ферромарганца можно охарактеризовать следующим:

1) процесс электротермический;

2) с химической точки зрения процесс рудовосстановительный, т.е. основывается на одновременном восстановлении марганца из оксидов марганцевой руды (концентрата), как правило, углеродом твердого восстановителя (кокса);

3) технологические процессы производства включают следующие операции:

а) подбор площади для строительства плавильного цеха;

б) выбор сырьевой базы;

в) подготовка и обучение обслуживающего персонала;

г) подготовка шихтовых материалов;

д) транспортировка их в плавильный корпус;

е) сортировка и дозирование исходных материалов;

ж) механизированная подача материалов к печным карманам, затем в плавильный агрегат;

з) подвод электроэнергии к печному трансформатору, а от трансформатора к плавильному агрегату;

и) выплавка и разливка сплава;

к) организация работы склада готовой продукции (дробление и грохочение, подготовка к отправке потребителю (упаковка в контейнеры)).

4) оборудование, необходимое для технологического процесса производства:

а) виброгрохота и дробильное оборудование;

б) ленточные транспортеры;

в) средства дозирования и подачи материалов к плавильному агрегату;

г) непосредственно сам плавильный агрегат;
д) разливочные машины, ковши и крановое оборудование.
5) штат рабочих профессий, задействованных в основном производстве:

- а) плавильщик;
- б) электродчик;
- в) шихтовщик;
- г) дробильщик;
- д) машинист мостового крана.

Результатом производства ферромарганца являются два продукта: непосредственно ферромарганец и шлак (с содержанием Mn до 30 %). Такое содержание марганца позволяет использовать шлак в качестве основного шихтового материала для производства силикомарганца.

В связи с выше изложенным, а также выгодным расположением завода делает проект строительства цеха по производству ферромарганца выгодным и целесообразным.

1.2 Физико-химические свойства марганца.

Марганец (Mn) – элемент VII группы периодической системы элементов Менделеева. Порядковый номер марганца 25, атомная масса 54,938.

В металлургии марганец нашел широкое применение для раскисления и легирования, а так же десульфурации стали, т. к. он активно способствует удалению из стали кислорода и серы. Как легирующая добавка марганец повышает механические свойства стали, несколько снижая ее вязкость.

Марганец входит в состав почти всех сталей: инструментальные стали содержат до 0,4 % Mn, конструкционные до 0,7 % Mn. Стали, содержащие 0,8–14 % Mn, считаются легированными марганцем. В последнее время марганец начали применять для замены дефицитного никеля в

хромоникелевых сплавах. Расход марганца и его сплавов при выплавке стали составляет в среднем 8–9 кг на 1 т стали.

Руды марганца, которые могут быть использованы в ферросплавном производстве, образуются сравнительно небольшим количеством минералов, хотя марганец и входит в состав большого количества минералов. Так, пиролюзит состоит из диоксида марганца MnO_2 и содержит примерно 63 % Mn. Трехвалентный марганец образует минералы браунит (Mn_2O_3) с примерным содержанием 69,0 % Mn и манганит ($Mn_2O_3 \cdot 3H_2O$) с примерным содержанием 60 % Mn. Минерал гаусманит имеет состав Mn_3O_4 и содержит 72 % Mn. Родохрозит, содержащий примерно 47% Mn состоит из углекислого марганца или карбоната марганца $MnCO_3$, а родонит, содержащий – 41 % Mn, состоит из силиката марганца.

1.3 Термодинамика восстановления марганца

Восстановление марганца углеродом при производстве ферромарганца протекает ступенчато: $MnO_2 \rightarrow Mn_2O_3 \rightarrow Mn_3O_4 \rightarrow MnO \rightarrow Mn$.

1.4 Организационная структура цеха

В состав основного производства войдут:

- ферросплавный цех, с тремя рудотермическими печами мощностью 40 МВА каждая.
- в разливочном пролете располагается две разливочных машины, длиной 40 метров.
- параллельно плавильному корпусу расположен шихтовый двор, и склад готовой продукции.

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

производства, так же следует отметить, что для более правильного расчета оборудования, расчет ведется на два сплава, но в цехе выплавляют только FeMn78. Шлак ферромарганца выступает в роли шихтового материала для выплавки силикомарганца, который поступает в другой цех.

1.5 Конструкция здания цеха

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

Каркас состоит из поперечных плоских, взаимно связанных между собой рам. Каждая рама представляет собой сочетание двух вертикальных элементов (колонны) и соединяющий их горизонтальной детали (ригель) в виде балки или фермы (стропильная ферма). Ригель связывается с колоннами чаще всего шарнирно.

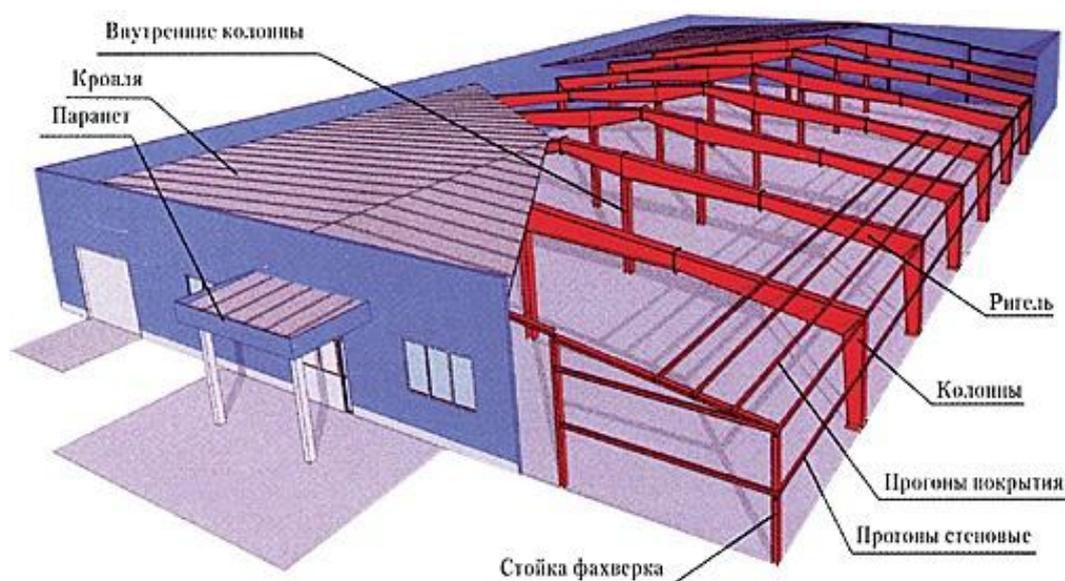


Рисунок 1 – Элементы каркаса

Конструкции фундаментов промышленных зданий проектируются с учетом типа здания, геологических и гидрогеологических условий площадки строительства и общих условий организации производства строительного-монтажных работ.

В зданиях, оборудованных мостовыми кранами, колонны служат также опорами для крановых балок; они могут служить опорами и для подкрановых и консольных катучих кранов, подвески трубопроводов; для крепления различного технологического и транспортного оборудования.

Стропильные фермы несут покрытия здания. Шаг установки стропильных ферм определяется шагом колонн крайнего ряда – 12 м. В свою очередь подстропильная ферма опирается на соседние колонны среднего ряда.

В данной дипломной работе выбираем самонесущие стены, они воспринимают нагрузки только от собственной массы и ветра по всей высоте здания.

Ворота раздвижные, они имеют большую скорость открывания и оборудованы воздушной завесой. Воздушно-тепловые завесы, защищающие работающих от холодного наружного воздуха, устроены с подачей тёплого воздуха с боков проёма. Завесы устроены в тех воротах, которые открываются чаще пяти раз в смену. Для экономии тепла включение воздушной завесы блокируют с открывающим ворота механизмом.

1.6 Транспорт цеха

Работа ферросплавного цеха тесно связана с функционированием различных цехов и отделений завода, в процессе взаимодействия которых осуществляется большой объем перевозок.

Промышленный транспорт ферросплавного предприятия разделяют на внутренний и внешний. Внешний транспорт, железнодорожный, обеспечивает доставку в цехи предприятия материалов от внешних

источников снабжения. На заводе имеется железнодорожный цех со своим специфическим хозяйством, который обеспечивает связь с внешним транспортом (МПС).

К непрерывному транспорту относятся: ленточные транспортеры, пневмотранспорт. Ленточные транспортеры применяются для передачи шихтовых материалов из шихтового отделения в печной корпус. Пневмотранспорт – для транспортировки патрона с пробами металла от печи в лабораторию.

1.7 Организация работ в цехе

Весь производственный процесс состоит из четырех последовательных стадий: подготовки шихтовых материалов, плавки подготовленной шихты в электропечах, разливки и разделки сплава. В связи с этим цех состоит из отделения шихтоподготовки, плавильного корпуса и склада готовой продукции.

1.7.1 Отделение шихтоподготовки

Производство ферросплавов основано на рудовосстановительных процессах. В состав шихты для выплавки ферромарганца входят следующие компоненты:

- а) обожженная марганцевая руда;
- б) концентрат химического обогащения (КХО);
- в) восстановитель – кокс;
- г) флюсы – материалы, способные взаимодействовать с оксидами руды и оксидами, образующимися при окислении восстановителя и формирующими шлак заданного состава.

Подготовка обожжённой марганцевой руды и КХО.

Для выплавки ферромарганца используем обожжённую марганцевую руду и концентрат химического обогащения в соотношении 4:1. Руду целесообразно добывать из самого крупного месторождения марганцевых руд Кузбасса – Усинское месторождение.

Основными стадиями подготовки обожженной марганцевой руды являются: дробление и помол руды, восстановительный обжиг, выщелачивание, осаждение примесей, фильтрация суспензии, промывка шлама водой, выпаривание раствора нитрата марганца, прокаливание для получения конечного товарного марганцевого концентрата.

Что касается концентрата химического обогащения, то КХО поступает на завод в готовом виде, после чего складировается в ямных бункерах для подготовленной шихты, а оттуда поступает бункера.

Подготовка восстановителя (кокса).

Подготовка кокса в цехе производится в две стадии. Первую стадию дробления осуществляют в шихтарнике цеха, где заготавливается фракция кокса – 16 мм. Схема состоит из двух грохотов ГИЛ32 и одной четырехвалковой дробилки ДГ4В 900х700. Данная схема в основном предназначена для дробления кокса фракции – 40 +25 мм. Кокс из приемки фракции – 40 мм подается на грохот. Надрешетный продукт (фракция +16 мм) передается на четырехвалковую дробилку, где дробится до фракции -16 мм и передается в дробильно-сортировочный узел. Подрешетный продукт пересыпается на грохот, где происходит разделение на фракции +16 мм (возврат) и -16 мм – запас, складированный в отдельном приемке.

Вторая стадия подготовки восстановителя производится в дробильно-сортировочном узле. Кокс фракции – 16 мм из приемков по наклонному транспортеру поступает в дробильно-сортировочный узел, где возможно организовать два потока подготовки: только отсев мелкой фракции (-5 мм) или дробление на двухвалковой дробилке ДОГ 900х700 с последующим отсевом мелочи. Если кокс предварительно раздроблен в шихтарнике, то он, минуя двухвалковую дробилку, поступает на грохот № 4 (ГИЛ32) и

рассеивается на рабочую фракцию -16+5 мм, которая по транспортеру подается в бункеры дозирочного отделения, а отсев (фракция -5 мм) пересыпается в вагон и передается потребителям данного материала.

1.7.2 Плавильный корпус

Плавильный корпус представляет собой основную часть ферросплавного цеха и предназначен для размещения и обслуживания электропечей, а также для приема и разливки готового сплава и удаления шлака. Плавильный корпус состоит из печного и разливочного пролета. К зданию корпуса со стороны печного пролета примыкает трансформаторная эстакада, на которой располагаются печные трансформаторы, питающиеся от системы глубокого ввода.

1.7.2.1 Печной пролет

Печной пролет служит для размещения и обслуживания электропечей, которые расположены вдоль цеха в линию. Ширина печного пролета 18 м. Пролет всегда многоэтажный.

В печном пролете расположено три печи типа РКЗ-33. По высоте пролет имеет четыре перекрытия на отметках 10,8; 16; и 22 м, а также местные площадки.

На нулевой отметке пролета расположены фундаменты печей, узлы выкатки и закатки ковшовых тележек, оборудование и механизмы системы газоочистки, подсобные помещения. Ковшовые тележки грузоподъемностью 120 т перемещаются по рельсам при помощи электролебедки. На каждой печи установлены две тележки.

Перекрытие на отметке +10,8 м служит площадкой, на которой обслуживается колошник печи. На ней размещены пульта управления

печами, наклонные газоходы, помещения для инженерно-технического и дежурного персонала.

Перекрытие на отметке +16 м предназначено для монтажа механизмов перемещения и перепуска электродов, на нем расположены насосно-аккумуляторные станции, мастерские по ремонту гидросистем и их уходу, установки технологической вентиляции обдувки электродов, дымососы и подсобные помещения.

На отметке +22 м делают перекрытие, на котором крепят печные карманы, размещают системы конвейеров для подачи шихтовых материалов печные карманы, монтируют вентиляционные установки. Также осуществляется наращивания кожуха и загрузка электродной массы в электроды. Все перекрытия имеют сквозные проемы по торцам для доставки контейнеров с электродной массой и кожухов электродов. Погрузочно-разгрузочные работы выполняются мостовыми кранами грузоподъемностью 5/0,5 т, установленных на отметке +29 м.

1.7.2.2 Разливочный пролет

Разливочный пролет ферросплавных цехов предназначен для приема из печного пролета металла и шлака, их первичной обработки, разливки сплава и подачи его на склад готовой продукции, подготовки и подачи к печам разливочной посуды, текущего ремонта посуды, приема необходимых материалов и сменного оборудования для нормальной эксплуатации плавильного корпуса.

Пролет располагается параллельно печному. В пролете перпендикулярно к его продольной оси расположена одна разливочная машина длиной 40 метров. Оборудована кантовальным устройством гидравлического типа, которое размещено непосредственно в разливочном пролете. Разливочная машина, кроме своей основной функции, выполняет

роль конвейера, передающего слитки сплава непосредственно на склад готовой продукции.

По окончании разливки ковш, с застывшим куском тугоплавкого шлака, переворачивают в шлаковню. После заполнения шлаковни устанавливаются на специальные платформы и транспортируются в отделение переработки шлака.

В разливочном пролете размещаются ковши с наливной футеровкой, вместимостью 8 м³ для приема сплава и стальные шлаковые чаши вместимостью 11 м³. Выпускают ферромарганец четыре раза в смену.

В пролете также располагается участок ремонта, чистки и футеровки ковшей. В разливочном пролете имеются два железнодорожных пути для вывозки чаш со шлаком из цеха, доставки огнеупоров, оборудования, электродной массы и кожухов электродов.

В пролете установлен один мостовой кран грузоподъемностью 125/30 т. Шлаковые чаши покрывают противопожарным раствором известкового молока на узле опрыскивания, установленном при въезде в пролет.

1.7.3 Склад готовой продукции

Представляет собой однопролетное здание, располагающееся параллельно плавильному корпусу и соединяющееся с ним галереей разливочной машины. Склад оборудован мостовыми кранами и устройствами для приема, дробления, сортировки и упаковки готового сплава. Слитки металла с разливочных машин падают в короба, вместимостью, установленные на самоходных тележках. Каждая разливочная машина оснащена тремя тележками для обеспечения непрерывного приема металла. Готовая продукция хранится в приемных бункерах. Дробление и сортировка производится на щековых дробилках и грохотах. ферромарганец дробят щековыми дробилками производительностью 50 м³/час. Склад оборудован

приемными весами, обслуживающих разливочную машину и платформенными весами для взвешивания отправляемой в вагон продукции.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Технико-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 33 МВА каждая. Производительность цеха составляет 100000 тонн в год. ОСП «Юргинский ферросплавный завод» в отличие от ОАО «Кузнецкие ферросплавы» обладает наиболее выгодным экономико–географическим положением.

4.2 Расчёт капитальных вложений в основные фонды при проектировании цеха

Капитальные вложения – это затраты материальных, трудовых и денежных ресурсов, направленные на восстановление и прирост основных фондов. Капитальные вложения предназначены для проекта ферросплавного цеха производительностью 100 000 тыс. тонн/год.

Капитальные вложения в проект цеха составят:

$$KB = 2\,182\,201\,376 \cdot 1,2 = 2\,618\,641\,651 \text{ руб,} \quad (43)$$

где 1,2 – коэффициент непредвиденных расходов.

обоснованной величине продолжительности всех видов перерывов в её работе, связанных с остановками на капитальный, холодный и горячий ремонты [5].

Расчёт производственной мощности.

Продолжительность ремонтов печей следующая:

– капитальные ремонты $T_{к.р.} = 10$ сут;

– холодные ремонты $T_{х.р.} = 2$ сут;

– горячие ремонты $T_{г.р.} = 1$ сут.

Номинальное время работы составляет:

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

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

$$T_{ном.} = 365 - (10 + 2) = 353 \text{ сут.}$$

Фактическое время работы:

$$T_{ф.} = T_{ном.} - T_{г.р.},$$

$$T_{ф.} = 353 - 1 = 352 \text{ сут.}$$

Суточная производительность печи в фактические сутки составляет:

$$N_{сут.} = \frac{24 \cdot Q_c \cdot K_g}{T_{пл}},$$

где Q_c – масса одного выпуска, т;

K_g – выход годного, %;

$T_{пл}$ – длительность плавки, ч.

$$N_{сут.} = \frac{24 \cdot 12 \cdot 0,99}{2} = 142,56 \text{ т/сут.}$$

Фактическую годовую производительность стали по цеху определяем по формуле:

$$B_r = N_{сут.} \cdot n_{п.} \cdot T_{ф.},$$

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

$$B_r = 142,56 \cdot 352 \cdot 3 = 150543,36 \text{ т/год.}$$

Производственная мощность цеха (с учётом коэффициента использования мощности $K_{и.м.} = 0,97$) составляет:

$$P_M = B_r / K_{и.м.} = 150543,36/0,97 = 155199 \text{ т/год.}$$

Таблица 20 – Производственные показатели цеха

Показатели	Индекс	Проектные данные
Мощность трансформатора, МВА	W	40
Баланс времени, сут: – капитальные простои	T _{к.р.}	15
– холодные простои	T _{х.р.}	2
– горячие простои	T _{г.р.}	1
– фактическое время работы	T _ф	352
– календарное время	T _к	365
Длительность плавки, ч	T _{пл}	2
Количество плавов в фактические сутки, шт	n _{пл}	12
Суточная производительность цеха, т/сут	N _{сут}	142,56
Годовая производительность, т/год	B _г	150 543,36
Производственная мощность цеха, т/год	ПМ	155 199

4.4 Расчёт себестоимости продукции

4.4.1 Расчёт статьи материалов

Таблица 21 – Калькуляция материальных затрат на одну тонну сплава

Статья затрат	Проектный вариант		
	Норма расхода, т	Цена за 1т, руб.	Сумма, руб
1. По заданию:			
Марганцевая руда	1,975	2500	4937
КХО	0,494	3609	1782
Кокс	0,602	9000	5421
Итого шихты	3,071		12 140
2. Добавочные материалы:			
Доломит	0,048	5000	240
3. Вспомогательные материалы			
Электроды	0,016	70000	1120
Огнеупоры	0,015	8000	355
Итого			1240
Всего затрат			13 855

4.4.2 Расчёт статьи теплоэнергоресурсов

Рассчитываем стоимость электроэнергии на выплавку 1 тонны ферромарганца составляет:

$$\mathcal{E}_{\text{тс}} = \frac{S_{\text{н}} \cdot k \cdot C_{\text{э}}}{M_{\text{с}}}, \quad (44)$$

где $S_{\text{н}}$ – мощность трансформатора, кВА;
 k – коэффициент использования трансформатора;
 $C_{\text{э}}$ – стоимость 1 кВт электроэнергии, руб;
 $M_{\text{с}}$ – масса одного выпуска.

$$\mathcal{E}_{\text{тс}} = \frac{40000 \cdot 0,8 \cdot 3,5}{12} = 9333 \text{ руб./т.}$$

Стоимость сжатого воздуха для выплавки 1 тонны сплава составляют:

$$\mathcal{E}_{\text{сж.возд.}} = P_{\text{сж.возд.}} \cdot C_{\text{сж.возд.}}, \quad (45)$$

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

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

Определяем затраты на техническую воду:

$$\mathcal{E}_{\text{техн.вода}} = P_{\text{техн.вода}} \cdot C_{\text{техн.вода}}, \quad (46)$$

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

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

Общая сумма затрат по статье теплоэнергоресурсов составляет:

$$\mathcal{E}_{\text{общ}} = 9333 + 98,79 + 170,01 = 9601,8 \text{ руб/т.}$$

4.5 Расчет фонда заработной платы

4.5.1 Расчёт численности персонала в цехе

При планировании заработной платы принимаем повременно-премиальную форму оплаты. Численность персонала приведена в таблице 22.

Таблица 22 – Штатное расписание рабочего персонала

Участки и профессии	Разряд	Расстановка штата					Всего штат с подменой и резервом
		по сменам			подмена	резерв на невыходы	
		1	2	3			
1 Плавильный корпус							
Плавильщик	7	6	6	6	6	8	28
Плавильщик	6	6	6	6	6	8	28
Плавильщик	5	12	12	12	12	7	51
Горновой	6	6	6	6	6	7	27
Горновой	5	12	12	12	12	10	48
Машинист крана ГУР	4	4	4	4	4	6	22
Огнеупорщик	4	7					7
Слесарь-ремонтник (дежурный)	5	1	1	1	1		4
Слесарь-ремонтник	6	5					5
Слесарь-ремонтник	5	5					5
Электрогазосварщик	5	2			2		4
Электромонтер по обслуживанию и ремонту электрооборудования	6	1	1	1	1		4
Электромонтер по обслуживанию и ремонту электрооборудования	5	2	2	2	2		8
Электромонтер по обслуживанию и ремонту электрооборудования	4	1	1	1	1		4
Электродчик	4	1	1	1	1		4
Электродчик	3	1	1	1	1		4

Продолжение таблицы 22

Участки и профессии	Разряд	Расстановка штата					Всего штат с подменной и резервом
		по сменам			подмена	резерв на невыходы	
		1	2	3			
Электросварщик ручной сварки	4	1	1	1	1		4
Итого							211
2 СГП							
Дробильщик бригадир	7	1	1	1	1	3	7
Дробильщик пом. бригадира	6	1	1	1	1	3	7
Машинист автопогрузчика	5	1	1	1	1	3	7
Контролер	6	1	1	1	1	3	7
Тракторист	5	2	2	2	2	4	10
Дробильщик ферросплава	4	2	2	2	2	2	10
Дробильщик шлака	4	2	2	2	2	2	10
Машинист крана	5	2	2	2	2	2	11
Упаковщик сплава в «биг-беги»	4	2	2	2	2	2	10
Упаковщик шлака в «биг-беги»	4	2	2	2	2	2	10
Электромонтер по обслуживанию и ремонту электрооборудования	5	1	1	1	1		4
Итого:							93
3 Газоочистка							
Оператор по обслуживанию пылегазоулавливающих установок	4	2	2	2	2		8
Слесарь-ремонтник (дежурный)	4	1	1	1	1		4
Слесарь-ремонтник	5	6					6
Электромонтер по обслуживанию и ремонту электрооборудования	5	2					2
Электрогазосварщик	5	1					1
Итого:							21
4 Бригада по ремонту зданий и сооружений							
Бригадир	окл.	1					1
Штукатур-маляр	4	1					1
Кладовщик	окл.	1					1
Слесарь-ремонтник	6	1					1
Итого							4
Всего по цеху							329

Таблица 23 – 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

Таким образом, списочный состав работающих в цехе составляет 350 ч., из которых 21 служащие и ИТР, 329 остальных рабочих.

4.5.2 Расчёт статьи заработной платы

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

Расчет годового ФЗП включает: часовой, дневной и месячный ФЗП, квартальный (годовой). Часовой включает: оплату по сдельным расценкам или тарифу; производственные премии рабочим; доплаты за бригадирство; доплаты за обучение учеников; доплаты за ночное время.

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

$$Z_{ЗП} = \frac{\Phi ЗП_{\text{год}}}{B_r}; \quad (55)$$

$$Z_{ЗП} = \frac{128506452,48}{150543,36} = 853,61 \text{ руб/т.}$$

Затраты на социальное страхование $Z_{\text{стр}}$ в месяц составляют 30 % ФЗП в месяц:

$$Z_{\text{стр}} = \frac{128506452,48 \cdot 0,30}{150543,36} = 290,2 \text{ руб/т.}$$

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

$$C_{p,\text{год}} = \frac{\Phi ЗП \cdot 380}{100},$$

$$C_{p,\text{год}} = \frac{128506452,48 \cdot 380}{100} = 488324519,4 \text{ руб/год.}$$

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

$$C_p = \frac{C_{p,\text{год}}}{B_c}, \quad (56)$$

$$C_p = \frac{488324519,4}{150543,36} = 3243,7 \text{ руб/т.}$$

В статью цеховые расходы входят следующие виды затрат: расходы на амортизацию здания, текущий ремонт здания, заработная плата работникам ИТР.

Потери от брака составляют 0,1 % от суммы ЗП, затраты на социальное страхование и цеховых расходов:

$$П_{\text{б}} = \frac{(13855 + 9601,8 + 853,61 + 290,2 + 3243,7) \cdot 0,1}{100} = 27,9 \text{ руб/т.}$$

Полная цеховая себестоимость ($C_{\text{пр}}$) 1 тонны сплава складывается из статьи материалов, статьи теплоэнергоресурсов, статьи заработной платы, потери от брака, цеховых расходов:

$$C_{\text{пр}} = Z_{\text{м}} + Э_{\text{общ}} + Z_{\text{ЗП}} + Z_{\text{стр}} + C_p + П_{\text{б}}. \quad (57)$$

$$C_{\text{пр}} = 13855 + 9601,8 + 853,61 + 290,2 + 3243,7 + 27,9 = 27872,21 \text{ руб/т.}$$

$$PC_{\text{пр}} = OЗР + C_{\text{пр}} = 4181 + 27872,21 = 32053,21 \text{ руб/т.} \quad (59)$$

4.6 Расчёт технико-экономических показателей цеха

Оптовая цена товарной продукции:

$$Ц_c = PC_{\text{пр}} \cdot K_{\text{нп}}, \quad (60)$$

где $PC_{\text{пр}}$ – себестоимость 1 тонны стали, руб/т;

$K_{\text{нп}}$ – коэффициент, учитывающий нормативную рентабельность,

$K_{\text{нп}} = 1,30$.

$$Ц_c = 32053,21 \cdot 1,3 = 41669,17 \text{ руб.}$$

Экономический эффект определяется условно годовой экономией:

$$\mathcal{E}_{\text{уг}} = (Ц_c - PC_{\text{баз}}) \cdot V_{\text{г}}, \quad (61)$$

где $V_{\text{г}}$ – фактическая годовая производительность сплава, т/год.

$$\mathcal{E}_{\text{уг}} = (41669,17 - 32053,21) \cdot 150543,36 = 1\,457\,234\,888 \text{ руб./год.}$$

Налог на прибыль:

$$N_{\text{пр}} = V_{\text{г}} \cdot (Ц_c - PC_{\text{баз}}) \cdot 16,67/100 = 242\,872\,481 \text{ руб.}$$

Налог на имущество:

$$N_{\text{им}} = KB \cdot 2/100 = 52\,372\,833 \text{ руб.}$$

Определяем годовой экономический эффект:

$$\mathcal{E}_{\text{чист}} = \mathcal{E}_{\text{уг}} - N_{\text{пр}} - N_{\text{им}}, \quad (62)$$

$$\mathcal{E}_{\text{чист}} = 1\,457\,234\,888 - 242\,872\,481 - 52\,372\,833 = 1\,161\,989\,574 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяем по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{KB}{\mathcal{E}_{\text{чист}}} = \frac{2618641651}{1161989574} = 2,25 \text{ года.} \quad (63)$$

Строительство цеха экономически целесообразно. Технико-экономические показатели представлены в таблице 26.

Таблица 26– Технико-экономические показатели

Статьи	Проектные данные
1. Капитальные вложения на строительство, руб	2 775 358 376

2. Суточная производительность, т/сут	142,56
3. Производственная мощность, т/год	155 199
4. Годовая производительность, т/год	150 543,36
5. Себестоимость 1 тонны ферромарганца, руб.	41669,17
6. Срок окупаемости, год	2,25
7. Среднемесячная заработная плата рабочих, руб	27124,8

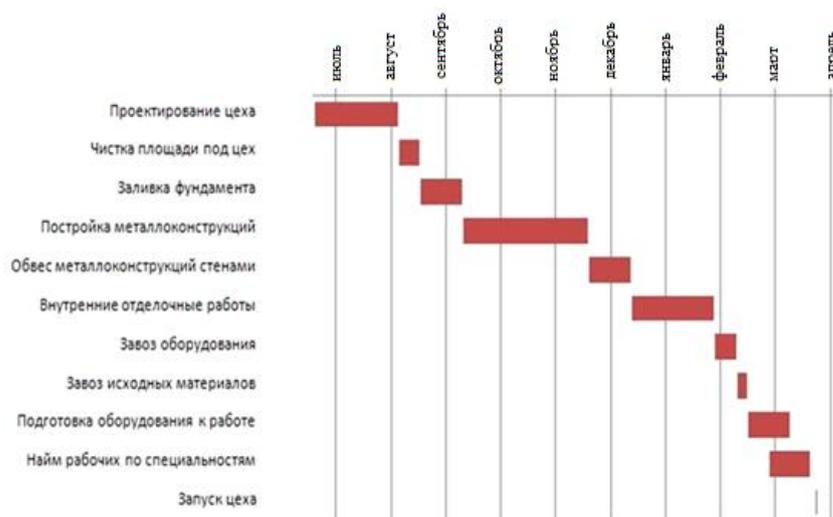


Рисунок 6 – Диаграмма запуска предприятия

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.