

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 96 листов, 5 рисунков, 30 источников, 1 приложение.

Ключевые слова: ферросилиций, технология, рудотермическая печь,

Актуальность работы производство ферросилиция марки ФС75 в условиях Кузбасса

Объектом исследования является ОСП «Юргинский ферросплавный завод»

Цели и задачи исследования (работы) Разработать проект ферросплавного цеха производительностью 50 тысяч тонн сплава в год в условиях Кузбасса

Работа представлена ведением, 5 разделами (главами) и заключением, приведен список публикаций студента, список использованных источников.

В 1 разделе (главе) «Объект исследования » описаны технико-экономическое обоснование строительства цеха.

Во 2 разделе (главе) «Расчеты и аналитика» проведены материальный баланс плавки сплава марки ФС 75, рассчитано оборудование цеха.

В 3 разделе (главе) «Результаты разработки» рассмотрен вопрос технологии выплавки сплава марки ФС75, а также рассмотрена схема разлива на разливочной машине конвейерного типа.

В 4 разделе (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 5 разделе (главе) «Социальная ответственность» рассмотрены вопросы охраны и гигиены труда, также указаны опасные факторы, влияющие на человека при производстве ферросилиция. В этом же разделе отмечены вредные воздействия производства на окружающую среду и пути их устранения.

В заключении изложены основные результаты выпускной квалификационной 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 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 в отношении более близкого расположения к морским портам (морские перевозки намного дешевле железнодорожных). 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. Кроме того, этот же фактор сыграет положительную роль для ООО ПО «Юормаш», расположенного в городе Юрге, так как в структуру данного предприятия включен металлургический завод, нуждающийся 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.

1 Объект исследования

1.1 Выбор технологической схемы

При производстве ферросилиция используются следующие основные шихтовые материалы:

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

б) углеродистые восстановители кремнезёма: коксовый орешек, изготовленный из углей Кузнецкого бассейна крупностью 10–25 мм и 8–25 мм; полукокс из угольного концентрата Ангарского нефтехимического комбината (г. Ангарск);

в) источники поступления железа в сплав: стружка стальная углеродистых сталей производимых ООО ПО «Юрмаш» (г. Юрга); отходы кремнистых сталей.

Используются также следующие вспомогательные материалы:

г) известняк дроблёный Гурьевского рудоуправления (Кемеровская область). В случаях расстройств хода технологического процесса, например, при большом скоплении шлака в печи, по решению старшего мастера дают в печь определённое количество известняка;

д) сидерит (руда железная сидеритовая) Бакальского месторождения (Челябинская область). Применяется для рафинирования ферросилиция в ковше, с целью снижения содержания алюминия в сплаве.

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

Высокопроцентные марки ферросилиция (ФС75) выплавляются углеродотермическим способом. Восстановителем оксидов кремния при углеродотермическом 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.

1.2 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). Атом кремния имеет электронную конфигурацию: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$, проявляет валентность к кислороду +2 и +4. В случае ковалентной связи радиус атома равен 0,1175 нм и уменьшается до 0,044 нм для иона Si^{4+} . 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 2,33 г/см³.

Кремний активно взаимодействует с кислородом, образуя следующие соединения: SiO_2 , Si_2O_3 , Si_3O_4 , SiO. Первое и четвертое соединение хорошо изучены.

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

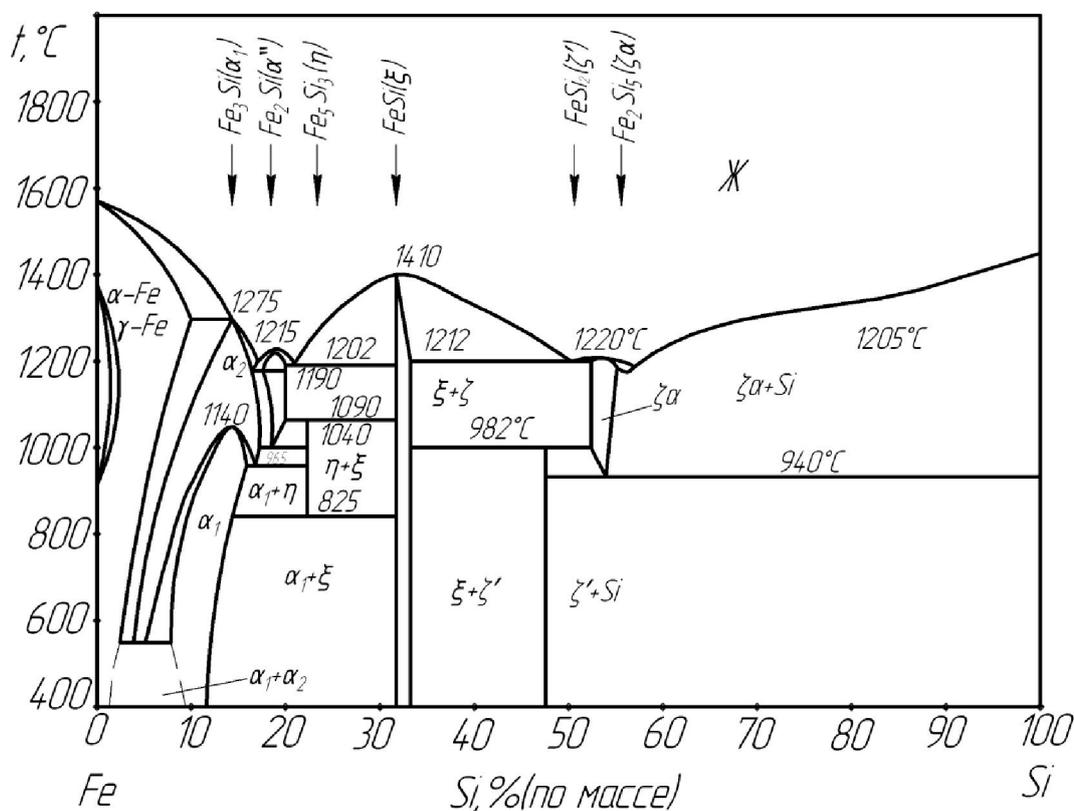


Рисунок 1 – Диаграмма Fe-Si

Так, один из силицидов железа – дисилицид FeSi_2 стабилен только при низких температурах (меньше 940 или 982°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 % ниже 1255 K по перитектоидной реакции:



Сплавы промежуточного состава (50,15–55,5 % Si сначала при 1255 К претерпевают перитектоидное, а затем при 1213 К эвтектоидное превращения. Перитектоидное и эвтектоидное превращения силицида Fe_2Si_5 сопровождаются изменениями их объёма. Поэтому сплавы, содержащие леббит, теряют сплошность, растрескиваются и даже рассыпаются. Однако растрескивание, связанное с эвтектоидным распадом леббита, 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_3 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.

1.3 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, как указывалось, 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

$$K_{p(1)} = a_{Si} \cdot P_{CO}^2 / a_{SiO_2} \cdot a_C^2.$$

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:

$$\lg K_{p_{1700-2000}} = -37070/T + 19,08,$$

$$\lg K_{p_{2000-2700}} = -35690/T + 18,40.$$

Из выше приведенных формул следует, что реакция (1) – типичная эндотермическая реакция. Уменьшение энергии Гиббса и увеличение константы с повышением температуры характерно для таких реакций. Реакция (1) в сторону восстановления кремния будет термодинамически возможной после того, как энергия Гиббса станет отрицательной ($\Delta G = 0$), а константа $K_{p(1)} = 1,0$. В связи с тем, что в реакции (1) участвуют чистые вещества, а кремний как со вторым продуктом реакции, так и исходными веществами (SiO_2 , C) растворов не образует, $a_{SiO_2} = 1$, $a_C = 1$, $a_{Si} = 1$, $K_p = P_{CO}^2$. 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 $T > 1942$ К. Эта температура получила название "теоретической температурой начала реакции".

Определено, что при температуре на 50–100 К выше "теоретической температуры начала реакции" давление выделения $P_{CO(1)}$ будет в 1,9–3,0 раза превышать атмосферное. Следовательно, реакция (1) термодинамически возможна при нагревании исходных веществ выше 1942 К, а при температурах на 50–100 К выше её должна протекать с большой скоростью.

Однако, исследование продуктов взаимодействия SiO_2 с углеродом, а также изучение скорости реакции (1) показало, что даже при температуре на 100 К превышающей теоретическую температуру её начала последняя протекает крайне медленно, а в её продуктах кремний не обнаруживается.

Однако, при температурах на 50-100 К выше "теоретической температуры её начала" (1942 К) кремний по реакции (1) получить не удастся по причинам, связанным как со свойствами исходных и получаемых веществ так и особенностями процессов, протекающих при восстановлении. Даже при температурах на 200 К выше $T_{\text{пл}}$ кремнезём имеет исключительно высокую вязкость ($\sim 10^4$ Па с). Т.к вязкость жидкого SiO_2 высокая, то скорость его прямого взаимодействия с углеродом по реакции (1) невелика. Она ограничивается весьма низкой скоростью диффузии веществ к поверхности восстановителя и очень низкой скоростью отвода из зоны реакции одного из продуктов – кремния.

Таким образом реакция (1) описывает лишь стехиометрию процесса.

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 этих уравнений видно, что реакция (2), как и (1) – типично эндотермическая. Её энергия Гиббса уменьшается с повышением температуры, а величина константы, наоборот, растёт. В ходе реакции (2),

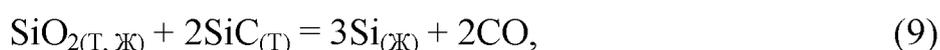
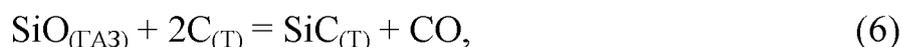
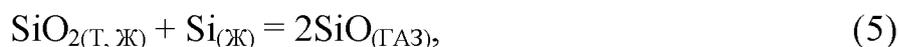
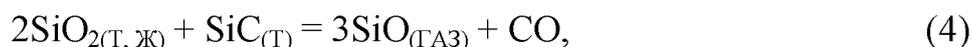
как и в ходе реакции (1), образуется только один газообразный продукт (CO). “Теоретическая температура начала реакции” (2) составляет 1796 К.

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 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.

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

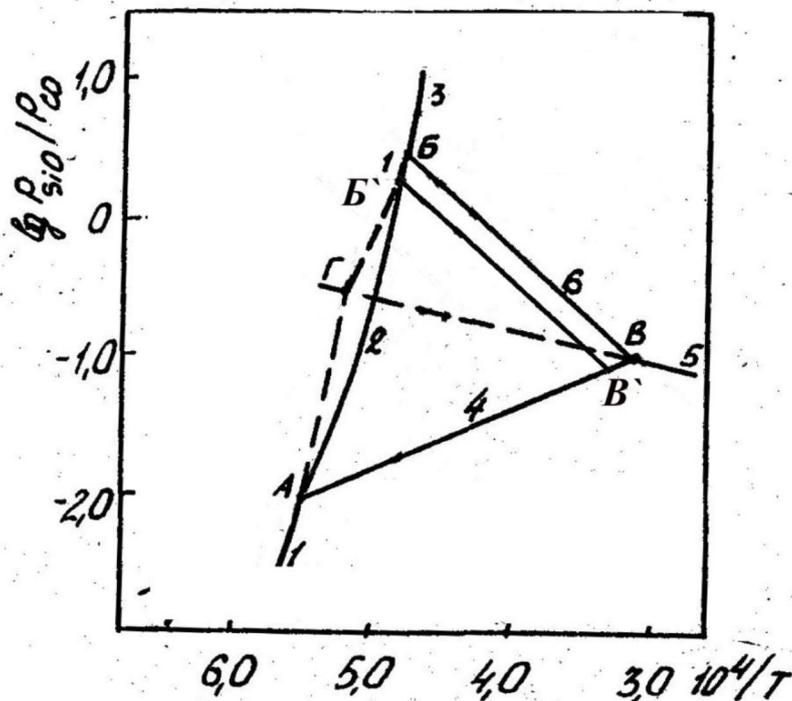


Рисунок 2 – Диаграмма системы Fe – Si – O – C

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.

Кривые 16 изображают не только температурную зависимость равновесного состава газа над конденсированными фазами, но и выделяют поля устойчивости четырех конденсированных фаз: I – левее и выше кривых 1,2 и 3 – SiO_2 , II – правее и ниже кривых 1,4 и 5 – углерода, III – треугольник, ограниченный кривыми 2,4 и 6 – SiC , IV – правее и выше кривых 3,6 и 5 – кремния. Из сказанного следует, что газовая фаза, находящаяся при соответствующих температурах за пределами области, ограниченной кривыми 3,6 и 5, по отношению к кремнию – окислитель.

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 $P_{\text{SiO}}/P_{\text{CO}}=0,1737$ при $P_{\text{вн}} = 101,3$ кПа одновременно с газовой фазой сосуществуют три конденсированные фазы : $\text{SiO}_2\text{--C--Si}$. 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–Б'–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 ($T < 1796 \text{ K}$ до точки A);
- 2) среднетемпературная ($T = 1796\text{--}2090 \text{ K}$);
- 3) высокотемпературная ($T > 2090 \text{ K}$).

Рассмотрим особенности процесса газификации кремнезема в трех указанных зонах печи.

Главной особенностью процесса газификации в первой области является прохождение реакции (3), т.к. в данной области присутствует углерод, и температуры сравнительно невысокие – процесс идет медленно из-за высокой вязкости кремнезема.

Второй особенностью является то, что газы отходящие из второй и третьей зоны улавливаются также углеродом первой зоны.

Третьей особенностью является то, что наряду с эндотермическими реакциями протекают экзотермические реакции. В результате переноса тепла из второй и третьей зон в первую шихта интенсивно разогревается (за счет газов).

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)).

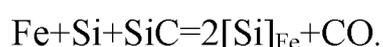
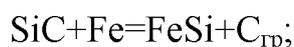
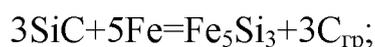
Улавливание газовой фазы (SiO), образующегося в первой зоне происходит практически нацело, благодаря избытку углерода непосредственно в той части этой зоны, где идет процесс газификации и зависит от соотношений скоростей реакций (6) и (3).

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.).

Полнота улавливания газовой фазы (SiO) из третьей зоны зависит от процесса газификации первой и второй зоны. Чем больше углерода первой зоны расходуется на монооксид кремния из первой и второй зоны, тем меньше его остается для монооксид кремния третьей зоны, тем ниже показатели плавки.

Рассмотрим разрушение карбида (SiC).

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



1.4 Организационная структура цеха

1.4.1 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.

1.4.2 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 печным бункерам.

Удовлетворительная работы ферросплавной печи может быть обеспечена только при тщательной подготовке шихтовых материалов.

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 четырёхвалковых 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	ГИПЗ2А	Сито 20×20, угол наклона 10–25°	40 т/ч	Рассев кварцита и восстановителя	5
Грохот барабанный	---	диаметр – 1,6 м, длина – 5 м	8 т/ч	Рассев 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

1.4.3 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.

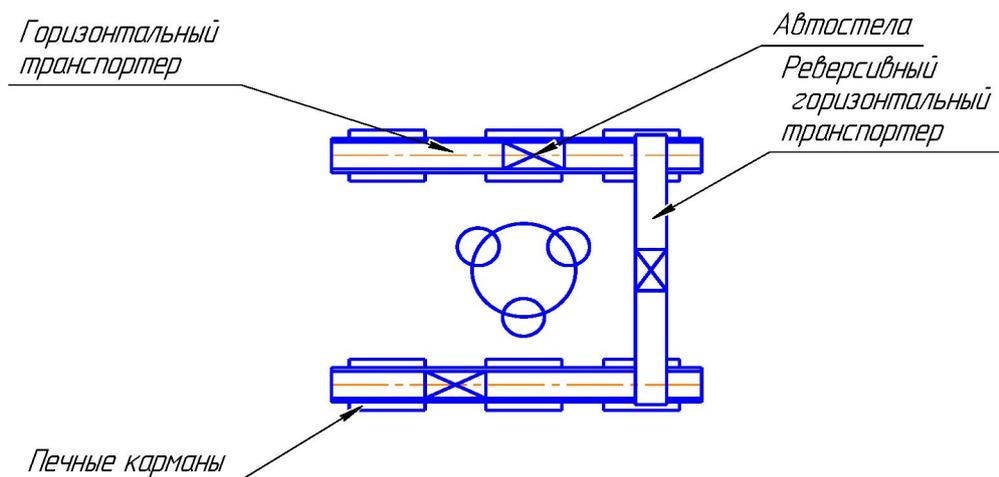


Рисунок 3 – Схема конвейерной подачи шихтовых материалов

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.

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».

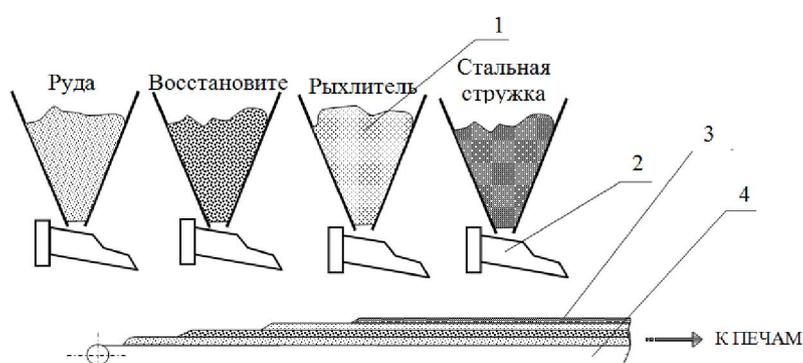
Однако данная система имеет несколько существенных недостатков:

- 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.



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

Рисунок 4 – Принципиальная схема непрерывного дозирования шихты

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

1.4.5. 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 м³ 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 Технично-экономическое обоснование проекта цеха

Проектируемый ферросплавный цех расположен в городе Юрга на территории ОСП «ЮФЗ» на существующих площадях. В данной работе предложен вариант установления двух рудотермических печей мощностью 29 МВА каждая. Производительность цеха составляет 50 тыс. тонн в год.

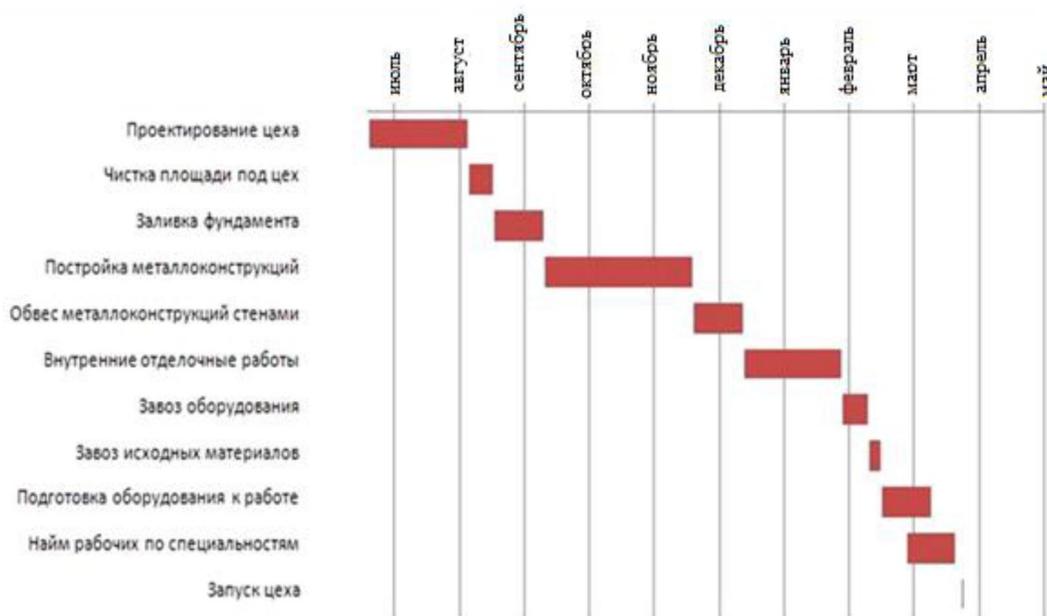


Рисунок 5 – диаграмма запуска предприятия

4.2 Расчёт капитальных вложений в основные фонды при проектировании цеха

Основные фонды цеха представлены в таблице 14.

Таблица 14 – 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	701900
Всего по зданиям			624690900		18670537
2. Сооружения					
Трансформаторная	2	1600290	3200580	4,7	150427
Газоочистное	2	1938420	3876840	4,7	182211
Прочее			11338090	4,7	532890
Всего по сооружениям			18415510		865528
3. Рабочее оборудование					
РКО 29	2	40493729	80987458	6,7	5426159
Разливочный ковш	6	120004	720024	11,1	79922
Дробилка четырёх валковая	2	811695	1623390	10,0	162339
Шлаковня	3	31138	93414	25	23353
Трансформатор	2	6077359	12154718	6,7	814366
Прочее			47183385	11,1	5237356
Всего по рабочему оборудованию			142762389		11743495
4. Крановое оборудование					
Грейферный кран 20т	2	12455607	24911214	5,0	1245560
Кран 20/5	1	12455607	12455607	5,0	1245560
Кран 30/20	2	22837067	45674134	5,0	2283706
Кран балка	2	14958	44874	14,3	6417
Прочее			69456843	7,7	5348177
Всего по крановому оборудованию			152542672		10129420
Всего по цеху			938411471		41408980

Капитальные вложения цеха составляют:

$$938411471 * 1,5 = 1407617206,5 \text{ руб.}$$

где 1,5 – коэффициент непредвиденных расходов.

4.3 Расчёт производственной мощности

Технически возможная производительность печи рассчитывается по формуле:

$$N_{тв} = \frac{24 \times S \times \cos \varphi \times k_1 \times k_2 \times k_3}{W}, \quad (31)$$

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:

$$N_{тв} = \frac{24 \times 29000 \times 0,92 \times 0,97 \times 0,97 \times 0,99}{7806,425} = 75 \text{ т/сут.}$$

Суточная производительность цеха составит:

$$N_{сут} = N_{тв} \times n_{п} = 75 \times 2 = 150 \text{ т}, \quad (32)$$

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

Номинальное время работы печей, суток:

$$T_{ном} = T_{кал} - (T_{кр} + T_{ппр}), \quad (33)$$

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

$T_{кр}$ – капитальный ремонт.

$T_{кал}$ – календарное количество дней.

Номинальное время работы печей составит:

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

Фактическое время работы печей, суток:

$$T_{ф} = T_{ном} - T_{гп}, \quad (34)$$

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:

$$B_{\Gamma} = N_{mв} \times T_{\Phi} \times n_{\Pi} = 75 \times 346 \times 2 = 51900 \text{ т/г}, \quad (35)$$

где n_{Π} – количество печей, 2 шт.

Годовой выпуск сплава по плану 50000 тонн/год.

Производственная мощность цеха составляет:

$$ПМ = \frac{B_{\Gamma}}{K_{им}} = \frac{51900}{0,92} = 56413 \text{ тн}, \quad (36)$$

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

Производственные показатели цеха приведены в таблице 15.

Таблица 15 – Производственные показатели цеха.

Показатели	Индекс	Проектные данные
Мощность трансформатора, кВА.	W	29000
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	$T_{ф}$	346
Длительность плавки ч.	$t_{пл}$	2
Количество плавов в фактические сутки	$n_{пл}$	24
Суточная производительность цеха, т\сут	$N_{ТВ}$	150
Годовая производительность, т\год	B_{Γ}	51900
Производительная мощность цеха, т\год	ПМ	56413

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 16.

Таблица 16 – Штатное расписание рабочего персонала

№ п/п	Участки и профессии	Разряд	Расстановка штата					Всего штат с подменой и резервом	
			по сменам			подмена	резерв на невыходы		
			1	2	3				
Плавильные бригады									
1	Плавильщик	7	6	6	6	0	1	19	
2	Плавильщик	6	6	6	6	0	1	19	
3	Плавильщик	5	6	6	6	0	1	19	
4	Горновой	6	6	6	6	0	2	20	
5	Горновой	5	6	6	6	0	2	20	
6	Горновой - инструктор	6	1					1	
Итого									98
Шихтовый двор									
7	Дозировщик шихтового двора	2	6	6	6	2	1	21	
8	Шихтовщик (бригадир)	3	1	1	1	1		4	
	Шихтовщик	3	6	6	6	6	1	25	
9	Шихтовщик-разбивщик	3	2	2	2	2		8	
Итого									58
Машинист крана металлургического производства:									
10	на ГУР	4	3	3	3	2	1	9	
11	в шихтовом дворе	4	4	4	4	3	1	16	
Итого									25
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		9				9	
19	Слесарь-ремонтник	5		19				19	
20	Электрогазосварщик	5		6				6	
21	Слесарь-ремонтник шихтового двора	6		1				1	

Продолжение таблицы 16

22	Слесарь-ремонтник шихтового двора	5		6				6
23	Электрогазосварщик шихтового двора	5		1				1
Итого								50
Электрослужба								
26	Электромонтер по обслуживанию электрооборудования	5	1	1	1	1		4
27	Электромонтер по ремонту и обслуживанию эл. оборудования	4	1	1	1	1		4
28	Электромонтер по ремонту и обслуживанию эл. оборудования	6		5				5
29	Электромонтер по ремонту и обслуживанию эл. оборудования	5		8				8
30	Слесарь-ремонтник по ремонту вент. систем	6		1				1
31	Слесарь-ремонтник по ремонту и обслуживанию эл. оборудования	5		1				1
32	Электромонтер по ремонту и обслуживанию эл. оборудования	6		1				1
33	Электромонтер по ремонту и обслуживанию эл. оборудования шихтового двора	5		4				4
34	Электромонтер по ремонту и обслуживанию эл. оборудования 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								297

Таблица 17 – 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

Продолжение таблицы 17

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 318 ч., из которых 21 служащие и ИТР, 297 основных и вспомогательных рабочих. Тарифные ставки, установленные в цехе ОАО "Юргинские Ферросплавы" приведены в таблице 18.

Таблица 18 – Часовые тарифные ставки

Профессия	Тарифные ставки по разрядам, руб./ч.							Оклад
	7	6	5	4	3	2	1	
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 шихтового 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 19 – 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 20.

Таблица 20 – 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:

$$ЗП_{\text{ппр}} = ТС \cdot K_{\text{час}} \cdot K_{\text{вп}}, \quad (37)$$

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

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

$K_{\text{пл}}$ – 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:

$$D_{\text{ночн}} = K_{\text{ч.ночн}} \cdot ТС \cdot K_{\text{н}}, \quad (38)$$

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

$ТС$ – тарифная ставка, руб;

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

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

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

$$D_{\text{веч}} = K_{\text{ч.веч}} \cdot ТС \cdot K_{\text{веч}}, \quad (39)$$

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 :

$$D_{\text{пр}} = K_{\text{ч.пр}} \cdot ТС \cdot K_{\text{пр}}, \quad (40)$$

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:

$$D_{\text{вр}} = K_{\text{час}} \cdot ТС \cdot K_{\text{вр}}, \quad (41)$$

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 $75 \times 30,5 = 2287,5$ тонны в

месяц, на одну печь приходится тонн: $2287,5 / 4 = 571,88$ тонн, на одной печи работает по 5 человек на одного человека приходится по 114,38 тонн.

Значит сдельная часть заработной платы составит:

$$114,38 \times 177,56 = 20308,43 \text{ рубля.}$$

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

$$PR_{\text{мес}} = (ТС \cdot K_{\text{час}} + СЧ) \cdot K_{\text{п}}, \quad (42)$$

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

$$PR_{\text{мес}} = (192 \cdot 46,73 + 20308,43) \cdot 0,50 = 14640,3 \text{ руб./мес.}$$

Основная заработная плата без начисления районного коэффициента определяется по формуле:

$$ЗП_{\text{осн}} = ЗП_{\text{шпр}} + D_{\text{ночн}} + D_{\text{веч}} + D_{\text{шпр}} + D_{\text{вр}} + СЧ + PR_{\text{мес}}; \quad (43)$$

$$\begin{aligned} ЗП_{\text{осн}} &= 8972,16 + 1196,29 + 299,07 + 373,84 + 2153,3 + 20308,43 + 14640,3 = \\ &= 47943,39 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Заработная плата с учётом районного коэффициента определяется по формуле:

$$ЗП_{\text{мес}} = ЗП_{\text{осн}} \cdot K_{\text{р}}, \quad (44)$$

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

$$ЗП_{\text{мес}} = 47943,39 \cdot 1,3 = 62326,4 \text{ руб.}$$

Основной фонд оплаты труда рабочих составит:

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

где $Ч_{\text{р}}$ – численность рабочих, равная 297 человек.

$$\text{ОФОТ}_{\text{раб}} = 62326,4 \cdot 297 = 18510940,8 \text{ руб/мес.}$$

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

$$\text{ОФОТ}_{\text{рук}} = 18510940,8 \cdot 0,10 = 1851094,1 \text{ руб/мес.}$$

Таким образом, получаем среднемесячную заработную плату ИТР равной:

$$\frac{1851094,1}{21} = 88147,3 \text{ руб/мес.}$$

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

$$\text{ФЗП} = (18510940,8 + 88147,3) \cdot 12 = 223189057,2 \text{ руб/год.}$$

4.5 Проектирование себестоимости продукции

Расчёт статьи материалов и накладных расходов.

Таблица 21 – 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
Известь	4800	0,002	9,6
Шлак (-)	2041	0,003	6,12
Итого сырьё			4648,65
2. Расходы по переделу			
Электроэнергия технологическая	1150 (МВА/т)	7,806	8976,9
Электродная масса	5500	0,043	236,5
Электродная арматура	26290	0,01131	297,34
Итого			14159,39

Таблица 22 – 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:

$$a = \frac{A}{B_r} = \frac{41408980}{51900} = 797,9 \text{ руб/тонну}, \quad (45)$$

где A – годовая сумма амортизации;

B_r – производительность цеха.

Фонд оплаты труда:

$$\Phi_{OT} = \frac{\Phi_{ЗП}}{B_r} = \frac{223189057,2}{51900} = 4300,4 \text{ руб/тонну}; \quad (46)$$

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

Отчисление на социальные нужды составляет 40 % от $\Phi_{ЗП}$.

$$CH = \Phi_{ЗП} \times \frac{0,4}{B_r} = 223189057,2 \times \frac{0,4}{51900} = 1720,1 \text{ руб}. \quad (47)$$

Расчёт статьи теплоэнергоресурсов.

Стоимость сжатого воздуха для выплавки 1 тонны сплава составляют:

$$\mathcal{E}_{\text{сж.возд.}} = P_{\text{сж.возд.}} \times C_{\text{сж.возд.}} \quad (48)$$

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

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

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

Определяем затраты на техническую воду:

$$\mathcal{E}_{\text{техн.вода}} = P_{\text{техн.вода}} \times C_{\text{техн.вода}}, \quad (49)$$

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

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 теплоэнергоресурсов, статьи заработной платы, цеховых расходов, таким образом полная цеховая себестоимость сплава составляет:

$$4648,65 + 14159,39 + 32691,61 + 797,9 + 4300,4 + 1720,1 + 98,79 + \\ + 170,01 = 58587 \text{ рублей}.$$

4.6 Расчёт технико-экономических показателей цеха

Сумма этих затрат определяется по формуле:

$$K_{oc} = H_M + H_{II} + H_T, \quad (50)$$

где H_M – норматив на производственные запасы сырья, руб.;

H_{II} – норматив на незавершенное производство, руб.;

H_T – норматив на готовую продукцию, руб.

1) норматив на производственные запасы сырья:

$$H_M = \frac{\sum C_i \times V_{ni} \times d_i}{365}, \quad (51)$$

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

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

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

Тогда:

$$H_M = \frac{4648,65 \times 51900 \times 15}{365} = 9914997,3 \text{ руб.}$$

2) норматив на незавершенное производство:

$$H_H = \frac{V_H \times T_{ц}}{365 \times T_p} \times C_T \times K_H, \quad (52)$$

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

T_p – время ремонтов, дни;

C_T – себестоимость единицы продукции, руб.;

K_H – коэффициент нарастания затрат.

$$K_H = \frac{M + 0,5 \times P}{M + P}, \quad (53)$$

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

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

$$K_H = \frac{4648,65 + 0,5 \times 58587}{4648,65 + 58587} = 0,54,$$

$$H_H = \frac{51900 \times 15}{350} \times 58587 \times 0,54 = 70369682,7 \text{ руб.}$$

3) Норматив на готовую продукцию:

$$H_{\Gamma} = \frac{B_N \times C_R \times d_R}{365}, \quad (54)$$

где $d_{\Gamma}=4$ – норма запаса готовой продукции, дни.

$$H_{\Gamma} = \frac{51900 \times 58587 \times 4}{365} = 33322359,5 \text{ руб.}$$

4) Сумма капитальных вложений в оборотные средства:

$$K_{oc} = 9914997,3 + 70369682,7 + 33322359,5 = 53607039,5 \text{ руб.}$$

5) Расчет удельных капитальных вложений в производственные фонды:

Рассчитывается по формуле:

$$K = \frac{K_{of} + K_{oc}}{B}; \quad (55)$$

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

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

$$K = \frac{1407617206,5 + 53607039,5}{51900} = 28154,6 \text{ руб/т.}$$

6) Определение экономической эффективности проекта.

Рентабельность продукции рассчитываем по формуле:

$$R_{prod} = \frac{Ц - C}{C} \times 100; \quad (56)$$

$$R_{prod}^{баз} = \frac{70000 - 58587}{58587} \times 100 = 19,5\%.$$

Прибыль:

$$\Pi = \sum(\Pi_i - C_i) \times B_{\text{ит}} = (70000 - 58587) \times 51900 = 592334700 \text{ руб.} \quad (57)$$

Коэффициент экономической эффективности проекта:

$$E = \frac{\Pi}{(K_{of} + K_{oc})} = \frac{592334700}{(1407617206,5 + 53607039,5)} = 0,40. \quad (58)$$

Тогда срок окупаемости составит:

$$T = \frac{1}{E} = \frac{1}{0,40} = 2,5 \text{ года.} \quad (59)$$

Таким образом, цех получит прибыль 592334700 рублей, строительство окупится за 2,5 года.

Технико-экономические показатели цеха приведены в таблице 23.

Таблица 23 – Технико-экономические показатели

№	Наименование показателей	Показатели
1	Производственная мощность, т/год	56413
2	Годовой выпуск продукции, т/год	51900
3	Удельные капиталовложения, руб/т	28154,6
4	Стоимость основных фондов, руб.	1407617205,5
5	Стоимость оборотных средств, руб.	53607039,5
6	Численность, чел	
	работающих	318
	рабочих	297
7	Среднемесячная заработная плата, руб.	
	Рабочих	62326,4
	Руководителей	88147,3
8	Себестоимость тонны продукции, руб.	58587
9	Прибыль, руб.	592334700
10	Коэффициент экономической эффективности	0,40
11	Рентабельность продукции, %	19,5
12	Срок окупаемости, лет	2,5