

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 реконструкции цеха №18 ООО «Юргинский машзавод» производительностью 320 тыс.тонн конструкционных марок стали в год

УДК 669.187.25

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10В10	Фатеев Александр Николаевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Валуев Д.В.	к.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.

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 102 с., 8 рисунков, 24 источника, 5 листов графического материала формата А1.

Ключевые слова: Дуговая сталеплавильная печь (ДСП), агрегат внепечной обработки типа ковш-печь (АКП), сталеразливочный ковш, электросталеплавильный цех (ЭСПЦ), марка стали.

Актуальностью работы является ввод в эксплуатацию законсервированного цеха №18.

Объектом исследования является электросталеплавильный цех №18 металлургического завода ООО «Юргинский машзавод».

Целью работы является реконструкция ЭСПЦ №18с установкой дуговой сталеплавильной печи.

В разделе «Объект и методы исследования» описано организационная структура управления цеха, конструкция здания цеха, грузопотоки цеха, организация работ в цехе.

В разделе «Расчеты и аналитика» даётся детальный анализ, расчет основных и необходимых оборудования, применяемых при реконструкции.

В разделе «Результаты проведенного исследования» рассмотрена технология выплавки и разливки стали марки St 52–3N, а так же оборудование для внепечной обработки и разливки стали.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» рассмотрено штатное расписание работающих, фонды оплаты труда, приведен расчет себестоимости продукции и экономический эффект, а также срок окупаемости цеха при реконструкции.

В разделе «Социальная ответственность» рассмотрены вопросы охраны и гигиены труда человека. В этом же разделе отмечены вредные воздействия производства на окружающую среду и пути их устранения.

Введение

На мировом рынке производителей стали, конкурентно способными являются на сегодняшний день сталеплавильное производство, с высокой производительностью и более низкой себестоимостью сортамента выпускаемой стали.

Цех 18 на данный момент времени законсервирован. В связи с этим реконструкция цеха является актуальной т.к. на пустующих площадях можно разместить 50 тонную печь, агрегат комплексной обработки стали и машину непрерывного литья заготовок. Тем самым добиться годовой производительности цеха 320000 т. стали в год. Увеличивается качество выпускаемой продукции завода, снижается себестоимость сортамента стали и увеличивается штат рабочих.

1 Объект и методы исследования

1.1 Организационная структура управления цеха №18

Электросталеплавильный цех № 18 является структурным подразделением металлургического завода ООО «Юргинский машиностроительный завод». Цех № 18 на данный момент времени законсервирован. За основу структурного подразделения принимаем структуру действующего цеха №11. Цех подчиняется непосредственно начальнику металлургического производства и свою производительную деятельность осуществляет под его руководством.

В своей работе ЭСПЦ (электросталеплавильный цех) руководствуется законодательством РФ, приказами, распоряжениями и указаниями Генерального директора предприятия и его заместителей по направлению, Директора металлургического завода, начальника металлургического производства, планами (графиками) работ по выпуску заготовок, методическими, нормативными и другими руководствующими материалами по производственно-хозяйственной деятельности цеха.

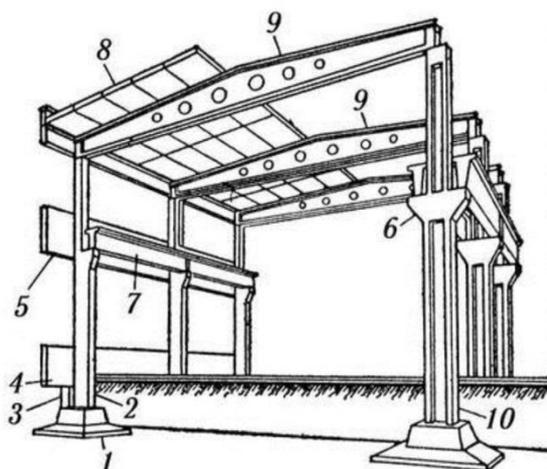
Структура и штаты цеха определяются в соответствии с функциональными задачами и объёмом работ, устанавливается штатным расписанием, утверждённым руководителем предприятия.

1.2 Общая характеристика 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.

Объемно-планировочная схема и конструкция здания в значительной мере зависят от вида применяемого внутрицехового транспорта. Основным видом внутрицехового транспорта сталеплавильного цеха являются электрические краны. Основной, наиболее распространенный тип промышленных зданий каркасный. Каркас воспринимает внешние воздействия на здание (ветер, снег), внутренние эксплуатационные нагрузки, собственную массу элементов здания и давления грунта на подземные части здания. К несущим элементам относятся фундаменты, колонны, стропильные и подстропильные фермы, подкрановые балки (рисунок 1).



1 – фундаменты под внутренние колонны; 2 – колонны наружного ряда; 3 – подкладка; 4 – фундаментная балка; 5 – стеновые плиты;
6 – консоли колонн; 7 – подкрановая балка; 8 – плиты покрытия;
9 – балки покрытия; 10 – внутренние колонны

Рисунок 1 – Элементы стального каркаса

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.

Дополнительную жёсткость каркаса обеспечивают подкрановые балки, на которых укладывают рельсы мостовых кранов. Также к горизонтальным связям относят «ветровые фермы», установленные в торцах зданий на уровне подкрановых балок или нижнего пояса строительных ферм.

Вертикальные связи устанавливают между колоннами продольных рядов в середине деформационного блока. Вертикальные связи в виде ферм обеспечивают правильность установки верхушек колонн при монтаже, а также передачу продольных усилий с верхних участков торцевых стен на колонны.

1.2.1 Элементы конструкции здания

1.2.1.1 Фундаменты

Из-за многообразия грунтовых условий и значительных колебаний нагрузок на фундаменты, типизация фундаментов очень сложна.

Для здания характерны одиночные столбчатые фундаменты под несущие колонны. Они устанавливаются при очень сильных нагрузках и при слабых неоднородных грунтах.

1.2.1.2 Фундаментные балки

Для опирания самонесущих и навесных стен по периметру здания по обрезаю фундамента укладывают фундаментные балки или рандбалки, изготовленные из железобетона. Фундаментная балка уложена так, что её верхняя грань выше уровня грунта, но ниже чистого пола на 30 мм. Такое расположение балки позволяет избежать касания грунта стенами и таким образом предотвращает их от увлажнения, устройства дверей и ворот без порогов.

через башмаки, привариваемые к нижней части колонн. Они расположены на 500–600 мм ниже пола.

1.2.1.3 Стропильные фермы

Стропильные фермы несут покрытие здания. Применяем стропильные фермы с параллельными поясами. Верхний и нижний пояс имеет уклон 1,5 %, что компенсирует провисание конструкции при эксплуатации. Стропильная ферма изготовлена из стальных уголков, широкополочных тавров, соединяемых в узлах электросваркой, в верхней части которой устроен аэрационный фонарь.

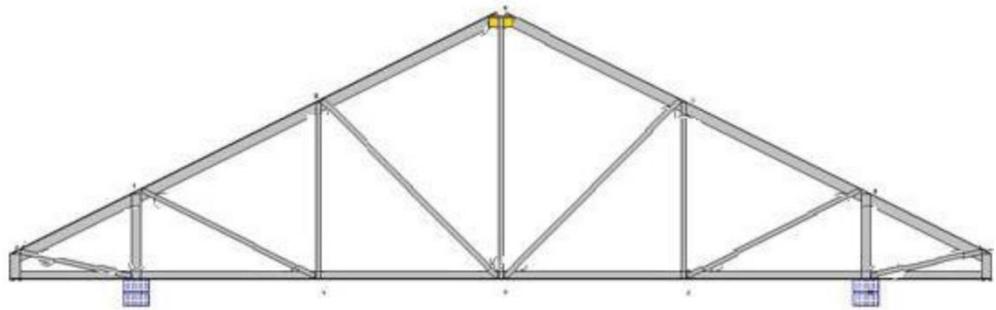


Рисунок 3 – Стропильная ферма

1.2.1.4 Подкрановые балки

Подкрановые балки с уложенными на них рельсами образуют пути движения мостовых кранов. Поскольку подкрановые балки прочно соединены с колоннами, они придают каркасу дополнительную жёсткость. Существует два вида: разрезные и неодинаковые по длине.

Разрезные балки состоят из секций длиной, равной двум шагам колонн и стыкующиеся между собой на опорных колоннах. По типу сечения

– сплошные и сквозные. Балки сплошного сечения имеют профиль сплошного двутавра. Стенки балок усилены рёбрами жёсткости.

1.2.1.5 Стены

Наружные стены совместно с покрытиями защищают внутреннее пространство здания от внешних воздействий. Стены выполнены из панельных блоков. Каркас стен состоит из железобетонных стальных ригелей. Этот дополнительный каркас называют фахверком. Так как цех является цехом с избыточным тепловыделением, то стены устроены из стальных волнистых и ребристых листов (лёгкие стены). Листы навешены на ригели фахверка внахлест. Для защиты лёгких стен от случайных повреждений цокольная часть стен выполнена из бетонных панелей.

1.2.1.6 Покрытия

Служат для ограждения внутренних помещений здания от атмосферных осадков и внешних температурных воздействий. Применяют настил из стальных листов, которые хорошо выдерживают неравномерный нагрев лучистым теплом расплавленного или раскалённого металла.

1.2.1.7 Ворота

Служат для проезда автотранспорта и железнодорожного транспорта. Для проезда автотранспорта высота ворот не ниже 2,4 м и ширина не менее 2 м. Для проезда железнодорожного транспорта нормальной колеи 4,7х5,6 м. Для прохода небольшого количества работающих в створах ворот устроены двери. В цехе существует несколько конструкций ворот: распашные (створные), раздвижные.

Распашные ворота имеют лучшую герметичность притвора. Их недостатком при большой величине створок является большой вес, возможные перекосы полотен и медленное открывание. Полнота ворот выполняются цельнометаллическими в виде сварной рамы-переплёта из прокатных стальных профилей с прикреплённой сваркой, с наружной стороны обшивкой из гофрированной листовой стали.

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.

1.3 Транспорт электросталеплавильного цеха

Работа электросталеплавильного цеха тесно связана с функционированием различных цехов и отделений металлургического завода, в процессе взаимодействия которых осуществляется большой объем перевозок. Эти перевозки связаны с обеспечением ЭСПЦ металлошихтой, ферросплавами, шлакообразующими добавками, огнеупорами и другими материалами, а также необходимостью вывоза из ЭСПЦ заготовок и отходов в виде шлака, без огнеупоров и мусора.

В качестве внутрицехового и межцехового транспорта применяют железнодорожный, автомобильный, непрерывный транспорт. На долю железнодорожного транспорта приходится примерно 60 % грузоперевозок, а автомобильного 12 % общего грузооборота.

Недостатки железнодорожного транспорта – относительно невысокая оперативность и гибкость: большие занимаемые площади на стрелки, тупики, резервные пути и повороты (минимальный радиус поворота железнодорожной колеи – не менее 150 м), высокие капитальные затраты и высокие эксплуатационные расходы.

Автомобильный транспорт служит для внутривозвонских перевозок грузов с центральных складов и отделений металлургического предприятия в цехи. Он обладает большей маневренностью по сравнению с железнодорожным транспортом, позволяет сократить площади, создавать компактные схемы грузоперевозок, радиус поворота автомобиля 20 м.

Пневматический транспорт применяют для транспортировки тонко измельченных и зернистых материалов по трубам в смеси с воздухом. Материалы перемещаются в результате сообщения им скорости движущимся потоком воздуха. Этот способ применяется, в частности, для вдувания различных материалов в сталь при внепечной обработке. Под давлением воздуха по трубам транспортируют калиброванную тару (патрон) с пробами металла от печи в экспресс-лабораторию центральной заводской лаборатории (пневмопочта).

1.4 Грузопотоки электросталеплавильного цеха

Основные грузопотоки ЭСПЦ связаны с обеспечением приёма лома и его загрузки в печь, подачи и загрузки сыпучих материалов, шлакообразующих и ферросплавов, загрузки легирующих в печь, уборки шлака, разлики стали и транспортировки в другие цеха готовой продукции.

Лом из копрового цеха № 52 железнодорожным транспортом поступает в шихтовый пролёт ЭСПЦ либо в саморазгружающихся бадьях. Лом поступает в бадьях, разгружается мостовым краном шихтового пролёта на специально отведённые площадки. После установки бадьи на передаточную тележку производят завес металлозавалки, и если в бадье находится требуемый развес шихты, то передают в печной пролёт, в котором производят завалку шихты в печь, либо устанавливают на площадку, специально отведённую под установку бадей.

Завалку производят после подъёма и отворота свода печи. Завалочный кран опускает саморазгружающуюся бадью внутрь рабочего пространства

печи, не доходя до уровня подины на 500 мм, бадья раскрывается, и лом загружается в печь.

Поступающие в шихтовый пролёт шлакообразующие материалы разгружаются в приемные стационарные бункера. Из № 52 цеха материалы поступают в печной пролёт, где переносятся мостовым краном печного пролета к рабочей площадки. Кокс и шамотный бой предварительно подвергнуты измельчению на бегунах, после чего загружаются в коробки и подаются непосредственно к печи.

В печном пролёте сталь из печи выливают в ковш. После выпуска стали ковш с металлом передаётся на агрегат внепечной обработки. После обработки ковш транспортируется мостовым краном на МНЛЗ.

Шлак, образующийся при расплавлении и в окислительный период плавки, удаляется из печи через загрузочное окно в шлаковую чашу, установленную под загрузочным окном печи. После скачивания шлака, заполненная чаша краном печного пролёта убирается из-под рабочего окна. Вместо неё устанавливается порожняя шлаковая чаша.

1.5 Организация работ в цехе №18

Сталеплавильный цех №18 состоит из двух пролетов: печной пролет и разливочный пролет.

1.5.1 Организация работ в печном пролете

Печной пролёт состоит из сталеплавильного участка, участка внепечной обработки и разливочного участка.

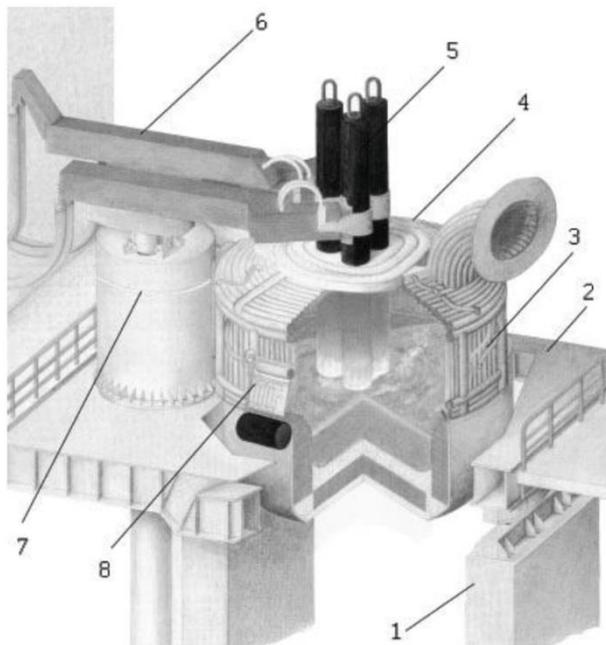
В печном пролёте располагаются дуговая печь, ковш-печь и вспомогательное оборудование, необходимое для обслуживания этих агрегатов, как агрегатов с многочисленными механизмами и сложными энергетическими хозяйствами.

1.5.1.1 Сталеплавильный участок

В цехе установлена одна 50-ти тонная печь с эркерным выпуском (рисунок 4). Печь установлена на фундаменте, а ее обслуживание осуществляется с рабочей площадки, которая возвышается относительно нулевой отметки цеха на высоте 7,00 м. Установка печей выше нулевой отметки, несмотря на увеличение стоимости здания, имеет ряд достоинств: удобство обслуживания нижних механизмов печей, лучшая организация уборки шлака, наличие дополнительной площади под рабочей площадкой, которая используется под склады огнеупоров, ремонтные мастерские, тракты подвода и отвода воды, отпадает забота об уровне грунтовых вод в зоне выпуска стали из печи. Ширина площадки составляет 6 м. На площадке располагаются также посты управления печами, стеллажи для расходных бункеров, а также и другое оборудование, необходимое для проведения процесса сталеварения.

Рабочая площадка не доходит до торцевой стены рабочего пролёта, и таким образом, создаются участки, где мостовые краны пролёта обслуживают непосредственно нулевую отметку цеха (пол цеха). Здесь расположены, стенд резервного свода, участок сушки ковшей и их охлаждения, участок по ремонту и обслуживанию ковш-печи и т.д.

Доставка и загрузка металлошихты из шихтового пролёта в печной осуществляется в самозагружающихся бадьях (с шихтой). После доставки бадей, бадьи, с помощью завалочного мостового крана поднимаются, и устанавливаются либо над печью для завалки, либо на специально отведённую площадку, расположенную возле рабочей площадки на нулевой отметке. Загрузка производится завалочным краном в один приём.



1 – фундамент; 2 – наклонная платформа; 3 – корпус печи; 4 – свод печи;
 5 – графитированные электроды; 6 – рукава электрододержателей;
 7 – подъемно-поворотный механизм свода и электродов; 8 – рабочее окно

Рисунок 4 – Конструкция современной дуговой сталеплавильной печи

Саморазгружающаяся бадья (корзина грейферного типа) предназначена для загрузки электропечи шихтой и состоит из корпуса и днища в виде двух челюстей, шарнирно прикрепленных к корпусу. Раскрытие челюстей происходит только после приложения тянущих усилий к канатам с помощью вспомогательного подцепа крана.

Заправка печи. Осуществляется после предварительной очистки откосов и подины от оставшегося шлака и металла, огнеупорным материалом (магнезит) вручную, лопатами.

Подача к печи электродов и их наращивание, осуществляется с помощью вспомогательного крюка завалочного крана. Наращивание электродов осуществляется следующим образом. Сначала разжимают электрододержатель, поднимают его вверх и захватывают (зажимают) электрод на более высоком уровне, чтобы можно было вновь постепенно опускать его по мере расхода (укорачивания).

Скачивание и уборка шлака. Шлаки, образующиеся при расплавлении и в окислительный период, удаляются из печи через рабочее окно. Шлаки доводки, формирующиеся в ковше во время выпуска и обработки инертным газом в ковш-печи, после разливки выливаются в приёмную шлаковую чашу, установленную возле разливочных площадок. Шлак из печи удаляется самотёком в шлаковую чашу, предварительно установленную под печью за 20 мин до полного расплавления металла. Объём шлаковой чаши составляет 1,5 м³, который рассчитан на приём шлака от 2–3 плавов. По мере наполнения шлаковой чаши шлаком, шлаковая чаша убирается мостовым краном в торец печного пролёта, затем на переработку. Перед подачей шлаковой чаши к печи она подлежит покраске с помощью известкового молока, и подсыпают сухой мусор, чтобы в случае попадания металла в шлаковую чашу он не пригорел к чаше.

Организация ремонтов печей связана с проведением большого объёма работ по замене отдельных элементов кладки ДСП, ремонту и профилактике механического и электрического оборудования печи. ДСП потребляют значительное количество огнеупорных материалов, что связано с большой массой элементов футеровки, выполненной из огнеупорных материалов. При эксплуатации ДСП различают простои печи, связанные с проведением холодных и профилактических ремонтов и с проведением горячих ремонтов футеровки свода и боковых стен.

Для обрушивания и кладки сводов, используются соответствующие стенды, установленные в шихтовом пролёте.

Крановое оборудование. Участок обслуживается тремя мостовыми кранами с двумя лебёдками различной грузоподъёмности. Лебёдки расположены на тележке, перемещающейся по мосту крана. Работа с бадьями, ковшами выполняется главным подъёмом, грузоподъёмностью 100 т. Работы, связанные с заменой свода, открывании дна завалочной бадьи, наращивание электродов и др. вспомогательные работы выполняются малым подъёмом.

1.5.2 Участок внепечной обработки

Внепечная обработка (ВО) является неотъемлемым элементом технологии производства стали в дуговых электропечах. Внепечной метод дегазации позволяет понизить содержание водорода до уровня, исключая образование флокенов. С помощью ВО можно гомогенизировать расплав по химическому составу и температуре, получать сталь с узкими пределами содержания её компонентов, модифицировать неметаллические включения.

Универсальным агрегатом внепечной обработки стали является ковш-печь. В цехе установлен один агрегат ковш-печи вместимостью 50 т. На нем выполняются практически все технологические операции: раскисление, легирование, десульфурация, вдувание порошкообразных материалов, подогрев металла, продувка нейтральным газом (аргон).

Ковш-печь позволяет выпускать металл из печи с более низкой температурой, не ограничивать продолжительность обработки и выдержки металла.

Агрегат оснащен механизированными устройствами для отбора проб, для химического анализа металла и шлака, измерения температуры, окисленности металла.

Ёмкостью, в которой находится металл в течение всего технологического цикла, служит сталеразливочный ковш.

Ковш-печь представляет собой крышку (свод), в котором имеются отверстия под электроды и под труботечку, по которой в ковш подаются сыпучие материалы. Продувка аргоном осуществляется через пористые вставки, расположенные в донной части ковша. Агрегат оборудован механизмами подъёма свода и перемещения электродов. После выпуска плавки ковш с металлом краном печного пролёта устанавливается на сталеvoz. На сталеvoze ковш с металлом транспортируется под

водоохлаждаемую крышку агрегата ковш-печь. Управление сталевозом дистанционное, точность остановки сталевоза ± 30 мм.

Установив ковш с металлом под крышкой, наводится шлак, обладающий высокой десульфуризирующей способностью и защищающий металл от вторичного окисления. Примерный состав шлака: 50–60% CaO, 20–35% Al₂O₃, 2–7% SiO₂, 3–5% MgO. Вследствие наличия в ковше-печи шлака с высокой десульфуризирующей способностью и интенсивного перемешивания аргоном может быть получено очень низкое содержание серы в стали (0,003% и менее). В результате обработки металла в ковше-печи в готовой стали значительно снижается содержание серы, также наблюдается небольшое снижение содержания в стали других вредных примесей и неметаллических включений, происходит выравнивание температуры и химического состава по всему объёму металла.

Продувка нейтральным газом, является неотъемлемым элементом рафинирования стали в ковше. Это приводит к некоторому снижению содержания водорода, азота и кислорода за счёт флотации и выноса восходящими потоками металла оксидных включений.

Для вакуумирования стали в цехе предусмотрена вакуум-камера.

Вакуумирование в ковше является сравнительно технически простым и относительно дешевым способом. Суть состоит в установке сталеразливочного ковша с металлом в вакуумную камеру, в которой после закрытия крышки с помощью системы вакуумных насосов производится снижение внешнего давления.

Вакуумную камеру устанавливаем, ближе к торцу пролёта внепечной обработки стали ЭСПЦ, это необходимо для уменьшения вакуумной коммуникации, так как пароежекторную станцию располагаем вне цеха. Такое расположение позволяет максимально использовать энергию, затраченную на отсос газа из камеры, которая может быть затрачена, если тракт отвода газов велик.

В качестве основной футеровки применяют магнезитохромит, предварительно подвергнутый термообработке. Основная и высокоглиноземистая футеровки более дороги, обладают низкой термостойкостью и высокой теплопроводностью. Поэтому для предотвращения растрескивания футеровки при колебаниях её температуры, а также с целью предотвращения сильного охлаждения жидкой стали в ковше при выпуске и разливке применяется высокотемпературная эксплуатация. Она заключается в том, что после окончания кладки футеровки её нагревают до ~ 1100 °С горелкой, затем ковш подают под разливку и при дальнейшей эксплуатации ковша не допускают снижения температуры футеровки ниже 800 °С. При этом после каждой разливки ковш ставят на стенд, оборудованный манипулятором для замены шибберных затворов, накрывают футерованной крышкой и обогревают горелкой до подачи под разливку следующей плавки.

Основные опасные и вредные производственные факторы, которые ведут к травматизму и заболеваемости рабочих, а также средства защиты от них.

1) Повышенная концентрация пыли.

В ходе технологического процесса различаются первичные и вторичные газовыделения. Первичное газовыделение происходит в печи в процессе расплавления, окисления, восстановления и составляет 90% от всех видов выделяющихся газов. Вторичное газовыделение происходит при загрузке шихты в печь и выпуске готовой стали из печи и составляет 10%.

Количество выделяющееся пыли составляет в среднем 7,5 г/т стали и зависит от гранулометрического состава вводимых в печь сыпучих материалов и ферросплавов, а также от способа их выделения в печь и интенсивности газоотсоса.

Для отчистки газов от пыли применяют комплекс газоочистных сооружений.

Примерный химический состав пыли на выходе из газоочистки, мг/м³:

Fe₂O₃ – 0,03174; Al₂O₃ – 0,0028; SiO₂– 0,0045; CaO – 0,0131;
MgO – 0,0126; FeO – 0,01337.

Печной пролёт: рабочая площадка печи, где концентрация пыли составляет 14,5 мг/м³, а предельно допустимая концентрация (ПДК) составляет 4,0 мг/м³; участок набора свода, рабочее место каменщика – огнеупорщика ПДК = 2,0 мг/м³, концентрация пыли 24,9 мг/м³.

Разливочный участок: подкрановые пути, ремонтная зона крана, где ПДК = 4,0 мг/м³, концентрация пыли 33,0 мг/м³, возле разливочной канавы, где ПДК = 4,0 мг/м³, концентрация пыли 61,0 мг/м³.

Средства защиты: общеобменная приточная вытяжная вентиляция, средства индивидуальной защиты (СИЗ), выполнение аспирации участков.

2) Повышенная загазованность.

Печной пролёт: рабочая площадка печи, где ПДК = 0,05 мг/м³, концентрация 0,3 мг/м³; кабина крана, где ПДК = 0,05 мг/м³, концентрация 0,64 мг/м³.

Разливочный участок: кабина крана, где ПДК = 0,05 мг/м³, концентрация 0,41 мг/м³; рабочая площадка разлильщиков, где ПДК = 0,05 мг/м³, концентрация 0,263 мг/м³; ремонтная зона крана на разливочном участке, где ПДК = 0,05 мг/м³, концентрация 0,41 мг/м³.

Средства защиты: аэрационный воздухообмен, СИЗ.

3) Повышение норм предельно допустимого уровня (ПДУ) температуры и относительной влажности рабочих участков.

Средства защиты: теплоизоляция помещений, воздушноедуширование, установка кондиционеров и защитных экранов.

4) Повышенный уровень производственного шума.

Основным источником шума в цехе является электропечь.

Шихтовый пролёт: бригадир, шихтовщик, ПДУ шума 85дБ, фактический уровень шума 88 дБ.

Печной пролёт: сталевар, ПДУ шума 85дБ, фактический уровень шума 103 дБ; пульт управления, ПДУ шума 65дБ, фактический уровень шума 78 дБ; машинист крана, ПДУ шума 85дБ, фактический уровень шума 88 дБ.

Средства защиты: звукоизоляция пролётов и рабочих мест.

5) Заниженная искусственная освещённость.

Шихтовый пролёт: предельно допустимое освещение (ПДО) 100 лк, фактическая освещённость 78 лк.

Печной пролёт: ПДО 150 лк, фактическая освещённость 120 лк.

Разливочный участок: ПДО 150 лк, фактическая освещённость 135 лк.

Средства защиты: установка дополнительных источников искусственного освещения.

б) Повышенный уровень вибрации.

Причины вибрации – электрическое оборудование в цехе (виброинструмент, дуговые сталеплавильные печи и др.).

Печной и разливочный пролёты: машинист крана, допустимая частота вибрации 63 Гц, фактическая 103 Гц; рабочее место сталеваров, подручных, слесарей, допустимая частота вибрации 63 Гц, фактическая 120 Гц.

Средства защиты: применение СИЗ, специальный режим труда, вентиляция участков.

Из всего вышеуказанного следует, что условия труда не соответствуют нормам охраны труда. В связи с этим в цехе разработаны специальные мероприятия по снижению опасных и вредных факторов и улучшению условий труда [27].

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Технико-экономическое обоснование реконструкции цеха №18

Реконструируемый цех расположен в городе Юрга на территории ООО«Юргинскиймашзавод».На сегодняшний день цехзаконсервирован. В данной работе предложено установка в цехе50 тонную дуговую сталеплавильную печь и другого необходимого оборудования, на базе использования новейших технологий. Данный вариант реконструкции позволяет получить производительность цеха 320000 тонн стали в год.

Таблица 25 – Данные для расчёта средней стоимости сортамента [19]

№	Сортамент	Количество, т	Цена, руб	Выручка, руб
1	20Х 40Х 50Х	30 000	27 000	810 000 000
2	25ХГСА 30ХГСА 35ХГСА	40 000	35 000	1 400 000 000
3	St52,3N СК45	250000	60 000	15000000000
Итого		320 000		17 210 000 000

По данным таблицы 25 средняя цена сортамента (Π_c) стали за 1 тонну составит:

$$\Pi_c = \frac{17\,210\,000\,000}{320\,000} = 53780 \text{ руб./ т.} \quad (76)$$

4.2 Расчет капитальных вложений в основные фонды

Капитальные вложения – это затраты материальных, трудовых и денежных ресурсов, направленные на восстановление и прирост основных фондов. Капитальные вложения предназначены для реконструкции ЭСПЦ производительностью 320000 т/год стали.

В разработанном проекте предлагается перечень и состав основного и вспомогательного оборудования в цехе по отделениям с указанием их назначения, а также стоимости (таблица 26).

Таблица 26 – Смета капитальных вложений по проекту [18]

Наименование	Количество единиц	Цена единицы, руб.	Полная стоимость, руб.	Норма амортизации, %	Годовая сумма амортизации, руб.
1 Сооружения					
Трансформатор	2	220 109 250	440 218500	4,7	20 690 269
Газоочистное	1	150 063 940	150 063 940	4,7	7 053 005
Прочее		350 000 000	350 000 000	5,5	19 250 000
Всего по сооружениям			940282440		46 993 274
2 Рабочее оборудование					
ДСП-50	1	246 307 280	246 307 280	6,7	16 502 587
АКОС	1	129 890 350	129 890 350	6,7	8 702 653
МНЛЗ	1	277 548 790	277 548 790	6,7	18 595 768
Стальковш	9	200 910	1808 190	8,1	146 463
Прочее		465 000 000	465 000 000	9,5	44 175 000
Всего по оборудованию			1 120 554 610		88 122 471
3 Крановое оборудование					
Кран мостовой 100/20 т	2	2 800 000	5 600 000	6,7	375 200
Прочее		50 000 000	50 000 000	6,7	3 350 000
Всего по крановому оборудованию			55 600 000		3 725 200
Всего			2116437050		138840945

Капитальные вложения в проект цеха составят:

$$KB = 2116437050 \cdot 1,2 = 2539724460 \text{руб.}, (77)$$

где 1,2 – коэффициент дополнительных расходов на иное оборудование.

4.3 Расчёт производственной мощности

Время работы электросталеплавильного цеха определяется по ведущему агрегату – дуговой сталеплавильной печи. Определение времени работы печи сводится к обоснованной величине продолжительности всех видов перерывов в её работе, связанных с остановками на капитальный, холодный и горячий ремонты.

Расчёт производственной мощности.

Продолжительность ремонтов печей следующая:

– капитальные ремонты $T_{к.р.} = 7 \text{сут.}$;

– холодные ремонты $T_{х.р.} = 8 \text{сут.}$;

– горячие ремонты $T_{г.р.} = 10 \text{сут.}$

Номинальное время работы составляет:

$$T_{\text{ном.}} = T_{\text{кол.}} - (T_{к.р.} + T_{х.р.}), \quad (78)$$

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

$$T_{\text{ном.}} = 365 - (7 + 8) = 350 \text{сут.}$$

Фактическое время работы:

$$T_{\text{ф.}} = T_{\text{ном.}} - T_{г.р.},$$

$$T_{\text{ф.}} = 350 - 10 = 340 \text{сут.}$$

Суточная производительность печи в фактические сутки составляет:

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

где Q_c – масса садки печи, т.;

K_r – выход годного, % (раздел 2.5);

$T_{\text{пл}}$ – длительность плавки, ч. (раздел 2.5).

$$N_{\text{сут.}} = \frac{24 \cdot 50 \cdot 0,9}{1,1} = 982 \text{ т/сут.}$$

Фактическую годовую производительность стали по цеху определяем по формуле:

$$B_{\Gamma} = N_{\text{сут.}} \cdot n_{\text{п.}} \cdot T_{\text{ф}}, \quad (79)$$

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

$$B_{\Gamma} = 982 \cdot 340 \cdot 1 = 333880 \text{ т/год.}$$

Производственная мощность цеха (с учётом коэффициента использования мощности $K_{\text{и.м.}} = 0,92$) составляет:

$$П_{\text{м}} = B_{\Gamma} / K_{\text{и.м.}} = 333880 / 0,92 = 362913 \text{ т/год.}$$

Расчеты производственных показателей цеха сводится в таблицу 27.

Таблица 27 – Производственно-технические показатели цеха

Показатели	Обозначение	Проектные данные
Мощность трансформатора, МВА	W	40
Масса садки, т	Q _с	50
Баланс времени, сут:		
– капитальный ремонт	T _{к.р.}	7
– холодный ремонт	T _{х.р.}	8
– горячий ремонт	T _{г.р.}	10
– фактическое время работы	T _ф	340
– календарное время	T _к	365
Длительность плавки, ч	T _{пл}	1,1
Количество плавов в сутки	n _{пл}	26
Суточная производительность цеха, т/сут.	N _{сут}	982
Годовая производительность, т/год	B _Г	333880
Производственная мощность цеха, т/год	П _м	362913

4.4 Расчет штата работников и заработной платы

Численность персонала приведена в таблице 28.

Таблица 28 – Штатное расписание рабочих по подразделениям

Профессия	Тарифный разряд	Смены					Резерв на невыход	Списочный штат
		I	II	III	подмена			
1 Шихтовое отделение								
Шихтовщик	3	2	2	2	8	1	15	
Крановщик	5	1	1	1	4	1	8	
Ремонтный персонал	5	1	1	1	4	1	8	
Термист	3	1	1	1	4	1	8	
Итого							39	
2 Сталеплавильный участок								
Сталевар	6	1	1	1	4	1	8	
I подручный	5	1	1	1	4	1	8	
II подручный	4	1	1	1	4	1	8	
III подручный	4	1	1	1	4	1	8	
Крановщик	5	1	1	1	4	1	8	
Пультовщик	3	1	1	1	4	1	8	
Каменщик-огнеупорщик	5	1	1	1	4	1	8	
Итого							56	
3 Участок внепечной обработки								
Оператор	6	1	1	1	4	1	8	
Ремонтный персонал	5	1	1	1	4	1	8	
Крановщик	5	1	1	1	4	1	8	
Итого							24	
4 Участок разливки								
Разливщик	6	2	2	2	2	10	18	
Ремонтный персонал	5	2	2	2	8	1	8	
Крановщик	5	1	1	1	4	1	15	
Итого							41	
Всего по цеху							160	

Тарифные ставки по разрядам приведены в таблице 29.

Таблица 29 – Тарифные ставки по разрядам

Тарифная ставка, руб/ч	Разряд					
	3	4	5	6	7	8
	37,05	41,86	48,01	55,78	62,05	71,45

Для расчёта средней заработной платы принимаем, что в цехе средний разряд шестой, тогда тарифная ставка будет равна 55,78 рублей.

Исходные данные для расчёта заработной платы приведены в таблице 30.

Таблица 30 – Исходные данные

Разряд	Тарифная ставка	Отработано часов			
		всего	ночных	вечерних	Праздничных
6	55,78	192	64	32	8

Заработная плата по тарифной ставке за месяц определяется по формуле:

$$ЗП_{\text{шпр}} = ТС \cdot K_{\text{час}} \cdot K_{\text{вл}}, \quad (80)$$

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

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

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

$$ЗП_{\text{шпр}} = 55,78 \cdot 192 \cdot 1 = 10\,710 \text{ руб.}$$

Доплата за работу в ночное время $Д_{\text{ночь}}$ рассчитывается по формуле:

$$Д_{\text{ночь}} = K_{\text{ч. ночн}} \cdot ТС \cdot K_{\text{н}}, \quad (81)$$

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 $ТС$).

$$Д_{\text{ночь}} = 64 \cdot 55,78 \cdot 0,4 = 1\,428 \text{ руб.}$$

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

$$D_{веч} = K_{ч. веч} \cdot TC \cdot K_{веч}, \quad (82)$$

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

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

$$D_{веч} = 32 \cdot 55,78 \cdot 0,2 = 357 \text{ руб.}$$

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

$$D_{пр} = K_{ч. пр} \cdot TC \cdot K_{пр}, \quad (83)$$

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

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

$$D_{пр} = 8 \cdot 55,78 \cdot 1 = 446 \text{ руб.}$$

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

$$D_{вр} = K_{час} \cdot TC \cdot K_{вр}, \quad (84)$$

где $K_{вр}$ – коэффициент, учитывающий доплату за вредность (24% к TC).

$$D_{вр} = 192 \cdot 55,78 \cdot 0,24 = 2\,571 \text{ руб.}$$

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

$$ПР_{мес} = TC \cdot K_{час} \cdot K_{п}, \quad (85)$$

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

$$ПР_{мес} = 55,78 \cdot 192 \cdot 0,50 = 5\,355 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата без начисления районного коэффициента определяется по формуле:

$$ЗП_{осн} = ЗП_{гпр} + D_{ночн} + D_{веч} + D_{пр} + D_{вр} + ПР_{мес}, \quad (86)$$

$$ЗП_{осн} = 10\,710 + 1\,428 + 357 + 446 + 2\,571 + 5\,355 = 20\,867 \text{ руб.}$$

Заработная плата с учётом районного коэффициента определяется по формуле:

$$ЗП_{мес} = ЗП_{осн} \cdot K_{р}, \quad (87)$$

где $K_{р}$ – районный коэффициент (30% к начисленной заработной плате).

$$ЗП_{\text{мес}} = 20\,867 \cdot 1,30 = 27\,127 \text{ руб.}$$

Основной фонд оплаты труда рабочих составит:

$$\text{ОФОТ}_{\text{раб}} = 27\,127 \cdot 160 = 4\,340\,320 \text{ руб./мес.}$$

где 160 – численность рабочих.

Зарплата управленческого персонала и специалистов составляет 20% от фонда заработной платы рабочих. Основной фонд оплаты труда управленческого персонала и специалистов составит:

$$\text{ОФОТ}_{\text{рук}} = 4\,340\,320 \cdot 0,20 = 868\,064 \text{ руб./мес.,}$$

Фонд заработной платы ($\Phi ЗП_{\text{год}}$) на всех рабочих за год составит:

$$\Phi ЗП_{\text{год}} = (4\,340\,320 + 868\,064) \cdot 12 = 62\,500\,608 \text{ руб./год.}$$

Затраты по ЗП на 1 тонну стали составляют:

$$З_{\text{ЗП}} = \frac{\Phi ЗП_{\text{год}}}{B_r}; \quad (88)$$

$$З_{\text{ЗП}} = \frac{62\,500\,608}{11\,9040} = 525 \text{ руб./т.}$$

Затраты на социальное страхование $З_{\text{стр}}$ в месяц составляют 30 % $\Phi ЗП$ в месяц:

$$З_{\text{стр}} = \frac{\Phi ЗП_{\text{год}} \cdot 0,30}{B_z}; \quad (89)$$

$$З_{\text{стр}} = \frac{62\,500\,608 \cdot 0,30}{11\,9040} = 179 \text{ руб.}$$

4.5 Расчёт затрат на материалы

Таблица 31 – Проектные затраты на материалы на одну тонну стали

Статья затрат	Проектный вариант		
	Норма расхода, т/т	Цена за 1т, руб./т	Сумма, руб./т
1. По заданию:			
Стальной лом	0,967	9 000	8703
Ферросилиций ФС75	0,026	50 000	520
Силикомарганец СМн20	0,011	21 230	234
Алюминий	0,000565	79 555	45
Итого	1,02		4 146
2. Добавочные материалы:			
Кокс	0,007	7 000	49
Железная руда	0,026	1 500	39
Известь	0,067	720	48
Шамот	0,008	3 900	32
Плавиновый шпат	0,008	3 900	32
Кварцит	0,008	8 000	64
Итого	0,124		263
Всего затрат			4 673

4.6 Расчёт затрат на тепло- и энергоресурсы

Расчет расходов тепло- и энергоресурсов на выплавку одной тонны продукции представлены в таблице 32.

Таблица 32 – Стоимость тепло- и энергоресурсов на производство одной тонны продукции

Наименование статьи затрат	Цена за единицу. Руб./ед.	Норма расхода, ед./т	Сумма, руб./т
Электроэнергия, кВт/ч	3,50	333,33	1 167
Теплоэнергия, Г _{кал}	194,6	0,385	75
Кислород, кг	10,95	17,83	196
Сжатый воздух, м ³	89	0,95	85
Вода техническая, м ³	2,78	85,0	236
Аргон, м ³	120	1	120
Итого			1 879

4.8 Планирование себестоимости продукции

Полная себестоимость 1 тонны стали:

$$C_{\text{п}} = (4\,673 + 1\,879 + 525 + 179) \cdot 1,6 = 11\,610 \text{ руб./т.} \quad (90)$$

где 1,6 – коэффициент, учитывающий общезаводские и коммерческие расходы.

4.9 Расчёт проектных технико-экономических показателей цеха

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

Согласно данным таблицы 29 средняя цена сортамента 1 тонны стали $C_{\text{с}}$ составит:

$$C_{\text{с}} = 53\,780 \text{ руб./т} \quad (91)$$

Валовая прибыль ($\Pi_{\text{р}}$):

$$\Pi_{\text{р}} = (C_{\text{с}} - C_{\text{п}}) \cdot B_{\text{г}};$$

где $C_{\text{п}}$ – себестоимость 1 тонны стали, руб./т;

V_f – фактическая годовая производительность стали по цеху, т/год;

C_c – средняя цена сортамента стали за 1 тонну.

$$P_p = (53\,780 - 11\,610) \cdot 333880 = 14079719600 \text{ руб./год.}$$

Налог на прибыль ($H_{пр}$):

$$H_{пр} = P_p \cdot 16,67 / 100, \quad (92)$$

$$H_{пр} = 14079719600 \cdot 16,67 / 100 = 2347089257 \text{ руб.}$$

Налог на имущество ($H_{им}$):

$$H_{им} = KB \cdot CT_{им} / 100, \quad (93)$$

$CT_{им} = 2,2 \%$.

$$H_{им} = 14079719600 \cdot 2,2 / 100 = 309753831 \text{ руб.}$$

Чистая прибыль ($Pr_{чист}$):

$$Pr_{чист} = P_p - H_{пр} - H_{им}, \quad (94)$$

$$Pr_{чист} = 14079719600 - 2347089257 - 309753831 = 11422876512 \text{ руб.}$$

Условие экономической целесообразности (E_p):

$$E_p = KB / Pr_{чист}, \quad (95)$$

$$E_p = 2539724\,460 / 11422876512 = 0,38$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяем по формуле:

$$T_{ок} = 1 / E_p, \quad (96)$$

$$T_{ок} = 1 / 0,38 = 2,6 \text{ года.}$$

Строительство цеха экономически целесообразно. Технико-экономические показатели представлены в таблице 33.

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.

Таблица 33 –Технико-экономические показатели

Статьи	Проектные данные
1. Капитальные вложения на строительство цеха, руб	2539724460
2. Суточная производительность, т/сут.	982
3. Производственная мощность, т/год	362913
4. Годовая производительность, т/год	333880
5.Среднемесячная заработная плата, руб	27 127
6. Годовой экономический эффект, руб.	11422876512
7. Себестоимость 1 тонны стали, руб.	11610
8. Срок окупаемости, год	2,6

На рисунке 7 графически представлены данные о сроке запуска предприятия.

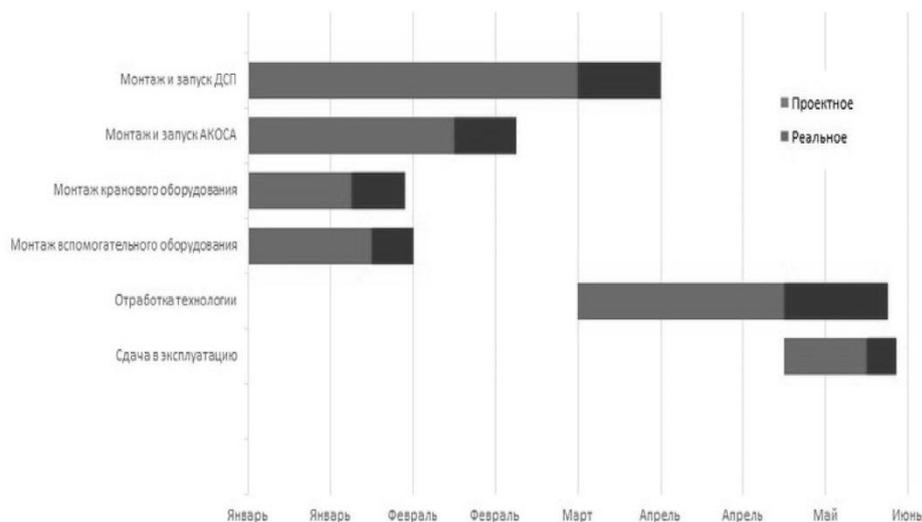


Рисунок 7 – Диаграмма запуска предприятия