

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



Институт электронного обучения
Специальность_140604 - "Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов"
Кафедра электропривода и электрооборудования

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Тема работы
Регулируемый электропривод приемного рольганга стана 1250
УДК 62-83-523:621.771.23-52

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-7100	Спиваков Денис Викторович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель	Гнеушев В.В.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин А.А.	Кандидат технических наук, доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Дементьев Ю.Н.	Кандидат технических наук, доцент		

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

Институт электронного обучения
 Специальность_140604 - "Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов"
 Кафедра электропривода и электрооборудования

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой
 _____ Ю.Н. Дементьев
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Выпускной квалификационной работы
--

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-7100	Спивакову Денису Викторовичу

Тема работы:

Электропривод приемного рольганга	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№-2399/С от 28.03.2016 г..

Срок сдачи студентом выполненной работы:	23.05.2016г.
--	--------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Материалы преддипломной практики, техническая литература, техническая документации
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Введение; описание технологического процесса; обоснование и выбор системы электропривода; выбор элементов и расчет параметров силового канала регулируемого электропривода; синтез и анализ линеаризованной системы автоматического управления регулируемого электропривода; синтез и анализ нелинейной САУ РЭП; расчет статических и динамических характеристик, социальная ответственность проекта; финансовый менеджмент; заключение.

Перечень графического материала	<ul style="list-style-type: none"> - схема кинематическая; - схема электрическая принципиальная; -схема электрическая функциональная; - схема электрическая структурная; - демонстрационный лист; - технико-экономические показатели;
--	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Грахова Елена Александровна
Социальная ответственность	Сечин Андрей Александрович

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Реферат

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.03.2016г.
---	--------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гнеушев Виталий Викторович			01.03.2016г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-7100	Спиваков Денис Викторович		01.03.2016г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 123 страниц текста, 24 рисунков, 27 таблицы, 51 использованных источников и 1 приложение.

ЭЛЕКТРОПРИВОД, РОЛЬГАНГ, СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА, ОПТИМИЗАЦИЯ, СТАТИЧЕСКИЕ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА РЕГУЛИРОВАНИЯ.

В работе произведен расчет электропривода приемного рольганга.

В проектно-пояснительной части описан технологический процесс участка и представлена кинематическая схема. При этом произведены оценка и анализ вариантов исполнения, обоснованы функциональные схемы РЭП и системы управления.

В проектно-расчетной части произведен расчет и выбор силового оборудования, расчет регулировочных характеристик реверсивного преобразователя. Изложена методика синтеза линеаризованной САУ РЭП. Построены статические характеристики РЭП и ЛЧХ оптимизированных контуров САУ РЭП. Для нелинейной САУ РЭП преобразователя непрерывного и дискретного построены переходные процессы с помощью ЭВМ для различных режимов работы электропривода.

В экономической части произведен экономический расчет пуско-наладочных работ электропривода и составлена сметная стоимость затрат.

В разделе безопасности и экологичности освещены вопросы: анализ опасных и вредных производственных факторов, техника безопасности, производственная санитария, пожарная безопасность, произведен расчет освещения, а также рассмотрены мероприятия по охране окружающей среды.

ВВЕДЕНИЕ

Прокатка является основным видом обработки металлов давлением. Около 75% стали, выплавляемой на металлургических заводах, обрабатывается на прокатных станах и выпускается в виде готового проката: листов, сортовых профилей, труб и т.п. Остальная часть предназначена для производства стальных фасонных отливок и кузнечных слитков.

Из всех реверсивных станах горячей прокатки в нашей стране наибольшее значение в прокатном производстве имеют обжимные станы (блюминги).

Блюминг - (англ. blooming)-мощный прокатный стан, предназначенный для обжатий тяжелых стальных слитков в квадратные заготовки(блюмы). Используется также для прокатки плоской прямоугольной заготовки, идущей, на производство листовой стали - слябов.

Современный прокатный стан характеризуется высоким уровнем производительности, механизацией трудоемких работ и автоматизацией основных технологических процессов. Рост производительности прокатных станов и вспомогательных механизмов, повышение качества продукции, достижение высоких скоростей прокатки и интенсификация обжатий стали возможными в результате развития и широкого внедрения в прокатное производство современных систем электропривода и автоматики. Современные прокатные станы и механизмы представляют пример тесной взаимосвязи элементов конструкций, технологического процесса и автоматизированного электропривода.

Кроме основной операции на прокатном стане производится целый ряд вспомогательных операций, без которых невозможна прокатка металла.

В современных механизированных прокатных станах с поточным технологическим процессом обработки металла рольганги являются одним из наиболее распространенных вспомогательных механизмов, от которых в большой степени зависит производительность и бесперебойная работа про-

катного стана в целом. Производительность прокатного стана может оказаться невысокой, если хотя бы один из его механизмов не в состоянии выполнить соответствующее количество операций в заданное время.

Рольганг -(нем. Rollgang)- конвейер, по которому груз перемещается по роликам под действием силы тяжести самих грузов; применяется для перемещения штучных грузов.

Для транспортирования прокатываемого металла к прокатному стану, задачи металла в валки, приема его из валков и передвижения к вспомогательным машинам (ножницам, правильным машинам, машине огневой зачистке и т.п.) служат рольганги.

Общая длина рольгангов весьма значительна, а вес их достигает 40-60% от общего веса оборудования стана. Конструкция рольгангов, их вес и стоимость, также как и эксплуатационные показатели работы, тесно связаны с типом электропривода, к выбору которого следует подходить весьма тщательно с учетом их назначения и всех возможных режимов работы в данной технологической линии.

Рольганги выполняются с групповым или индивидуальным приводом. При индивидуальном приводе каждый ролик данной секции рольганга приводится от отдельного электродвигателя. При групповом электроприводе секция рольганга, состоящая из 3-10, а иногда и более роликов имеет общий электропривод от одного электродвигателя. Групповой электропривод применяется для рольгангов, работающих в тяжелом режиме, с частыми пусками или реверсами (например, для рабочих и приемных рольгангов обжимных клетей). Для этих станов начальная длина слитка и длина раската в первых проходах близки к величине шага рольганга, вследствие чего на один ролик приходится почти весь вес прокатываемого металла. Это делает необходимым применение группового электропривода, имеющего по сравнению с индивидуальным на много меньшую установленную мощность электродвигателей и меньшую себестоимость.

По своему назначению рольганги разделяют на рабочие и транспортные. Рабочими называют рольганги, расположенные непосредственно у рабочей клетки и служащие для задачи металла в валки и приема его из валков. Транспортными называют все остальные рольганги, установленные перед рабочей клетью и за ней и связывающие между собой отдельные вспомогательные машины и устройства стана.

Целью проектирования является разработка реверсивного электропривода приемного рольганга стана 1250 обжимного цеха (блюминга) ЗСМК. Реализация этих требований осуществляется на основе применения новейших технических средств: тиристорных преобразователей, систем подчиненного регулирования на базе унифицированной блочной системы регуляторов (УБСР), бесконтактных логических элементов и других высокоэффективных средств управления.

ПРОЕКТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Технологический процесс участка

Из сталеплавильного цеха горячие слитки на железнодорожных платформах доставляются к нагревательным колодцам, которые расположены в начале обжимного цеха. Посадка слитков в нагревательные колодцы осуществляется специальными клещевыми кранами.

Нагрев слитков осуществляется в рекуперативных нагревательных колодцах до температуры 1300°C. Нагревательные колодцы состоят из 12 групп, по четыре ячейки в каждой группе. Нагретые слитки извлекаются тем же краном из ячеек нагревательных колодцев и кладутся на тележки слитковозов по два.

Доставка слитков к приемному рольгангу осуществляется с помощью слитковозов автоматической кольцевой слиткоподачи. В кольце предусмотрена работы четырех слитковозов.

Приемный рольганг является вспомогательным оборудованием стана 1250 и состоит из четырех секций.

При доставке слитков с первой группы нагревательных колодцев, а также при выходе из строя устройств кольцевой слиткоподачи осуществляется непосредственно клещевым краном на приемный рольганг. Доставка слитков осуществляется по одному.

При доставке слитков со второй группы осуществляется слитковозами работающими в челноке. При доставке слитков с третьей группы и далее осуществляется слитковозами при работе слиткоподачи по кольцу.

После подачи слитка слитковозом и остановки его перед сталкивателем (устройство для сталкивания слитков с тележки слитковоза) слиток сталкивается на остановленные ролики приемного рольганга. Сталкиватели слитков находятся напротив второй и четвертой секции приемного рольганга.

С приемного рольганга слитки транспортируются с помощью подводящих и рабочих рольгангов к клетки 1250, где происходит обжатие металла.

План расположения оборудования участка представлен на рисунке 1.

Управление рольгангами может осуществляться как в ручном, так и в автоматическом режиме.

Ручной режим осуществляется оператором поста управления (ПУ-2) с помощью ключей управления. Ручной режим предусматривает транспортировку слитков по подводящему рольгангу в одном направлении со скоростью 2 м/с, а также предусмотрен реверс при забурировании и для возврата остывших слитков в нагревательные колодцы.

Автоматика рольгангов под управлением программируемого контроллера, "FESTO" обеспечивает автоматический режим 2, 3, 4 секций приемного рольганга. Транспортирование слитков осуществляется только в одном направлении. При автоматической работе включение приемного рольганга происходит при засвечивании фотореле, расположенных по линии прокатки.

При транспортировании слитка включается одновременно со своей секцией следующая секция (работающая в холостую).

Автоматический режим работы обеспечивает:

- 1) отправку слитков со второй секции приемного рольганга:
 - оператором ПУ-2 нажатием кнопки отправки;
 - при движении сталкивателя назад;
 - включением первой секции приемного рольганга;
- 2) передвижение слитков по приемным рольгангам, где слиток дожидается прокатки, при условии, что на пути следования слитков рольганги свободны;
- 3) расстановку слитков через рольганг в случае "плотной" прокатки с последующей автоматической отправкой с места ожидания по мере освобождения рольганга;
- 4) остановку рольганга после прохождения слитка.

В наиболее тяжелом режиме работает вторая и четвертая секция приемного ролганга при доставке по два слитка слитковозом со второй группы нагревательных колодцев. Слитковоз останавливается напротив второй (четвертой) секции приемного рольганга, сталкивателем сталкивается один слиток на не вращающиеся ролики. Затем включается вторая секция приемного рольганга нажатием кнопки отправки и металл транспортируется к следующей секции приемного рольганга в течении 2,5 секунд. Возможна пробуксовка роликов по металлу в течении одной секунды при буксировании седьмого ролика под неподвижным слитком. Далее сталкивателем сталкивается второй слиток через 5 секунд, включается рольганг при движении сталкивателя назад или нажатием кнопки отправки. После прохождения слитка по рольгангу, аналогично первому слитку, время паузы для доставки следующих слитков 25 секунд.

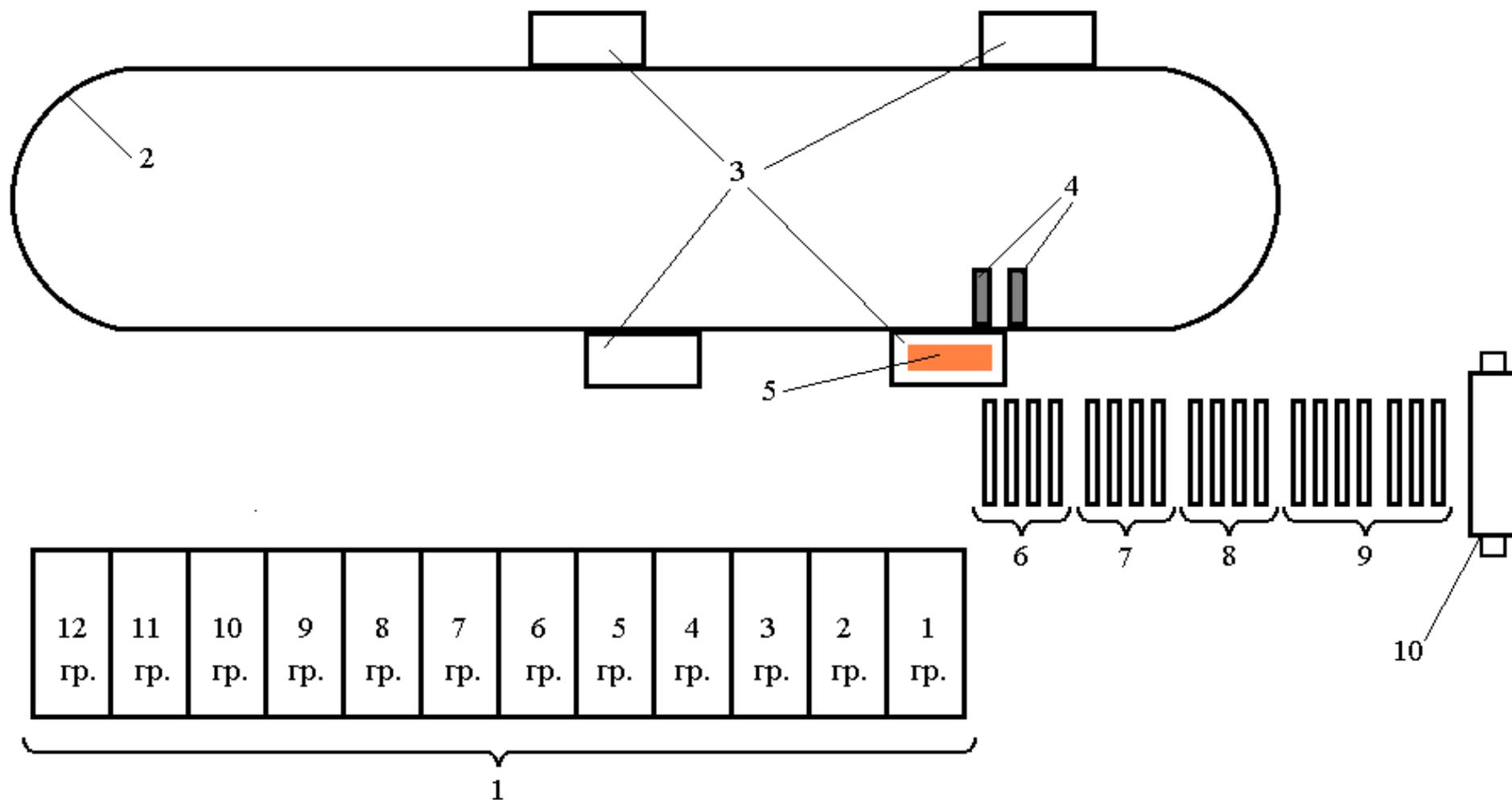


Рисунок 1. План расположения оборудования участка.

1 – нагревательные колодцы; 2 – кольцевая слиткоподача; 3 – слитковоз; 4 – сталкиватель; 5 – слиток; 6 – приёмный рольганг; 7 – подводящий рольганг; 8 – раскатной рольганг; 9 – рабочий рольганг; 10 – клеть 1250.

1.2 Кинематическая схема механизма приёмного рольганга

Приемный рольганг принимает слиток от слитковоза и передает на подводный рольганг, который транспортирует его к рабочему рольгангу перед клетью. Ролики этого рольганга принимают на себя удары при опрокидывании на них слитков, и поэтому их делают цельноковаными.

Кинематическая схема приемного рольганга приведена на рисунке 2. Используется секция с групповым электроприводом, работающем в повторно-кратковременном режиме. Секция состоит из семи роликов имеющих общий привод от электродвигателя мощностью 110кВт (500 об/мин) через редуктор с передаточным числом $i=7,65$, промежуточные цилиндрические шестерни и шпиндели (типа удлиненных зубчатых муфт) и трансмиссионный вал. Ролики смонтированы на конических роликовых подшипниках. Для восприятия больших ударных нагрузок при подаче слитка массой 13,5 тонн на рольганг не слитковозом, а непосредственно колодцевым клещевым краном предусмотрена амортизация опор роликов при помощи тарельчатых пружин. Электропривод секции групповой, применен здесь, так как приемный рольганг работает в тяжелом режиме, с частыми пусками и большими нагрузками. Для приемного рольганга длина слитка близка к величине шага рольганга, вследствие чего на один ролик приходится почти весь вес прокатываемого металла.

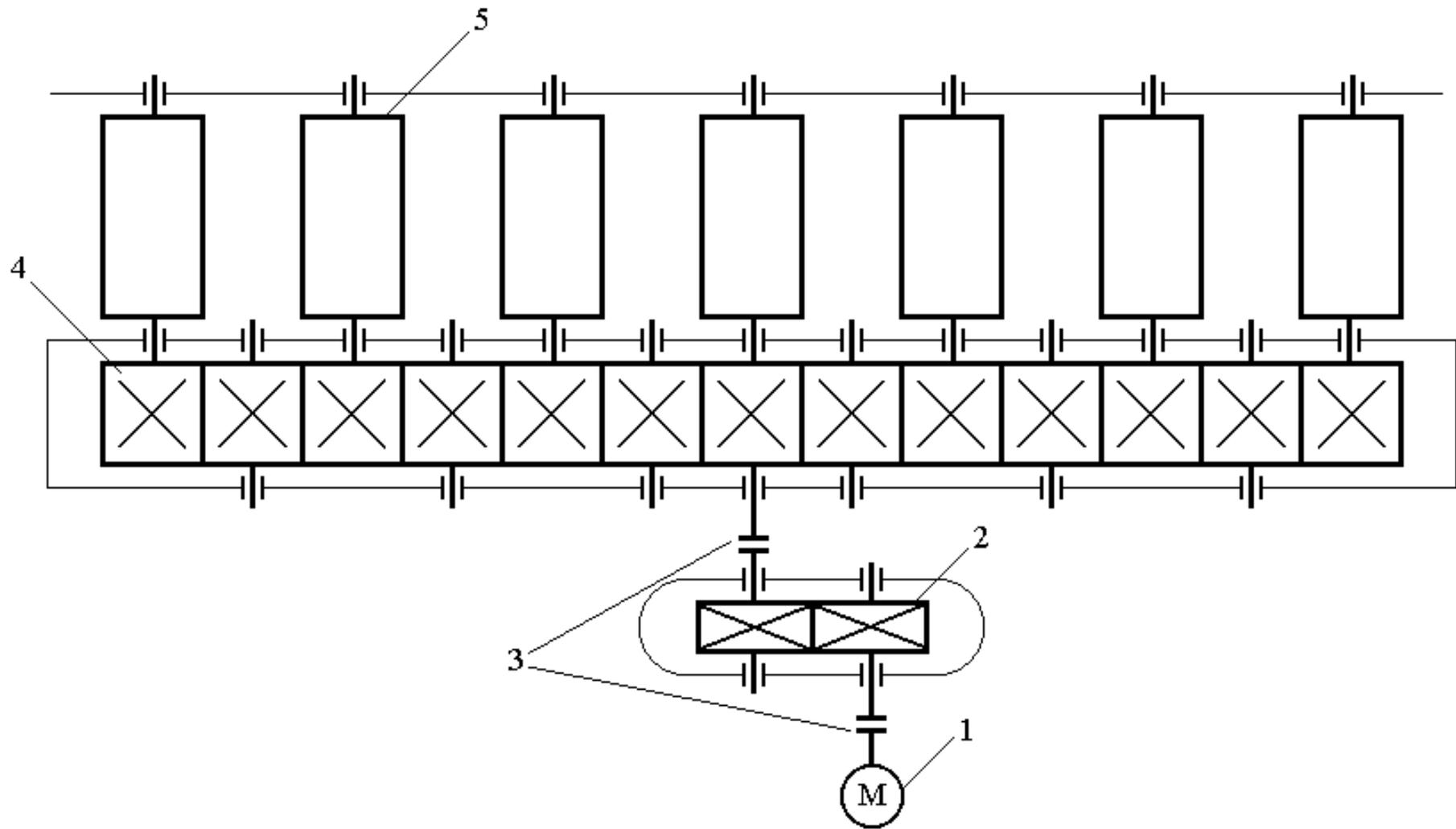


Рисунок 2. Кинематическая схема приёмного рольганга.

1 – электродвигатель; 2 – цилиндрический одноступенчатый редуктор; 3 – муфта; 4 – распределительный редуктор;
5 – ролик.

1.3 Оценка и анализ вариантов исполнения электропривода приёмного рольганга

Выбор рода тока и типа электропривода производится исходя из целого ряда условий, предъявляемых к режиму работы исполнительного механизма. Приемный рольганг работает в повторно - кратковременном режиме работы с частыми пусками, реверсами и торможениями, требует большой перегрузочной способностью для быстрого ускорения металла со слитком, а так же регулирования скорости вращения роликов. Для данного электропривода используется двигатель постоянного тока, имеющий следующие преимущества:

- более высокая перегрузочная способность, достигающая $2,5 \div 4$ - кратной величины (у асинхронных двигателей она не превышает $2 \div 2,5$ кратной величины);
- минимальный момент инерции;
- электрическое торможение двигателей постоянного тока осуществляется проще и дает лучшие результаты, чем торможение асинхронного двигателя;
- допускают регулирование скорости в широких пределах;
- аппаратура управления на постоянном токе проще и надежнее в действии, чем аппаратура управления на переменном токе.

Для питания двигателя постоянного тока существуют системы управления:

- генератор-двигатель;
- транзисторный преобразователь-двигатель;
- тиристорный преобразователь-двигатель.

В нашем случае в качестве электропривода приемного рольганга целесообразно использование комплектного тиристорного электропривода постоянного тока серии КТЭ.

Электропривод КТЭ отвечает всем необходимым требованиям, предъявляемым к электроприводу приемного рольганга, к его статическим и динамическим показателям качества.

1.4 Обоснование функциональной схемы РЭП и выбор ее основных элементов

1.4.1 Функциональная схема электропривода

Наибольшее применение в металлургической промышленности в настоящее время находит автоматизированный электропривод постоянного тока с замкнутой системой регулирования.

На рисунке 3. представлена функциональная схема автоматизированного тиристорного реверсивного электропривода постоянного тока приемного рольганга. Рассмотрим схему и назначение ее основных элементов.

Электродвигатель М независимого возбуждения получает питание от реверсивного тиристорного преобразователя UZ, который питается от трехфазной сети через автоматический выключатель QF1 и согласующий трансформатор Т. Выключатель QF1 защищает преобразователь и двигатель от токов короткого замыкания и больших перегрузок по току.

Силовой тиристорный блок преобразователя выполнен с отдельным управлением группами вентилей, включенных по трехфазной мостовой схеме выпрямления.

Сглаживающий дроссель LD включенный в якорную цепь позволяет ограничить величину переменных составляющих тока и, тем самым улучшить использование двигателя, его коммутацию и электромеханические характеристики. Выключатель QF2 производит отключение двигателя М и защищает его от перегруза и коротких замыканий.

1.4.2 Функциональная схема преобразовательной части электропривода

На рисунке 4 представлена функциональная схема преобразовательной части электропривода приемного рольганга.

Узел фазосмещения АТ формируется шесть последовательностей импульсов для выпрямительного моста VSF или VSB, которые усиливаются усилителями А-F и А-В. Сдвиг импульсов относительно силового напряжения определяется напряжением управления U_y .

Для синхронизации с питающей сетью на вход АТ поступает опорное напряжение $U_{оп}$ после фильтра Z. Выбор работающего моста осуществляется логическим переключающим устройством (ЛПУ) АВ в зависимости от полярности напряжения U_n и абсолютного тока нагрузки (i_d). Устройство АВ формирует логические сигналы выбора моста VSF или VSB, переключает полярность напряжения задания начального угла U_o и вырабатываемого сигнала бестоковой паузы $BF1=1$, которым снимаются импульсы с обоих выпрямительных мостов.

Сигнал BF2, появляющийся одновременно с сигналом BF1, но исчезающий несколько позже, служит для отключения сигнала задания тока во времени бестоковой паузы. По сигналу $U_{ср}$ (срыв импульсов) импульсы снимаются с обоих выпрямительных мостов.

Защита электропривода осуществляется узлом АF, который воспринимает перегрузки в цепи переменного тока (i_d) и в цепи постоянного тока i_d , а также сигналом "Авария", вырабатываемым в схеме электропривода. Узел АF через узел ускоренного отключения АR отключает автоматический выключатель главной цепи QF, воздействуя на его независимый расцепитель R, снимает сигнал готовности в схеме управления электроприводом и сдвигает управляющие импульсы в инверторную область.

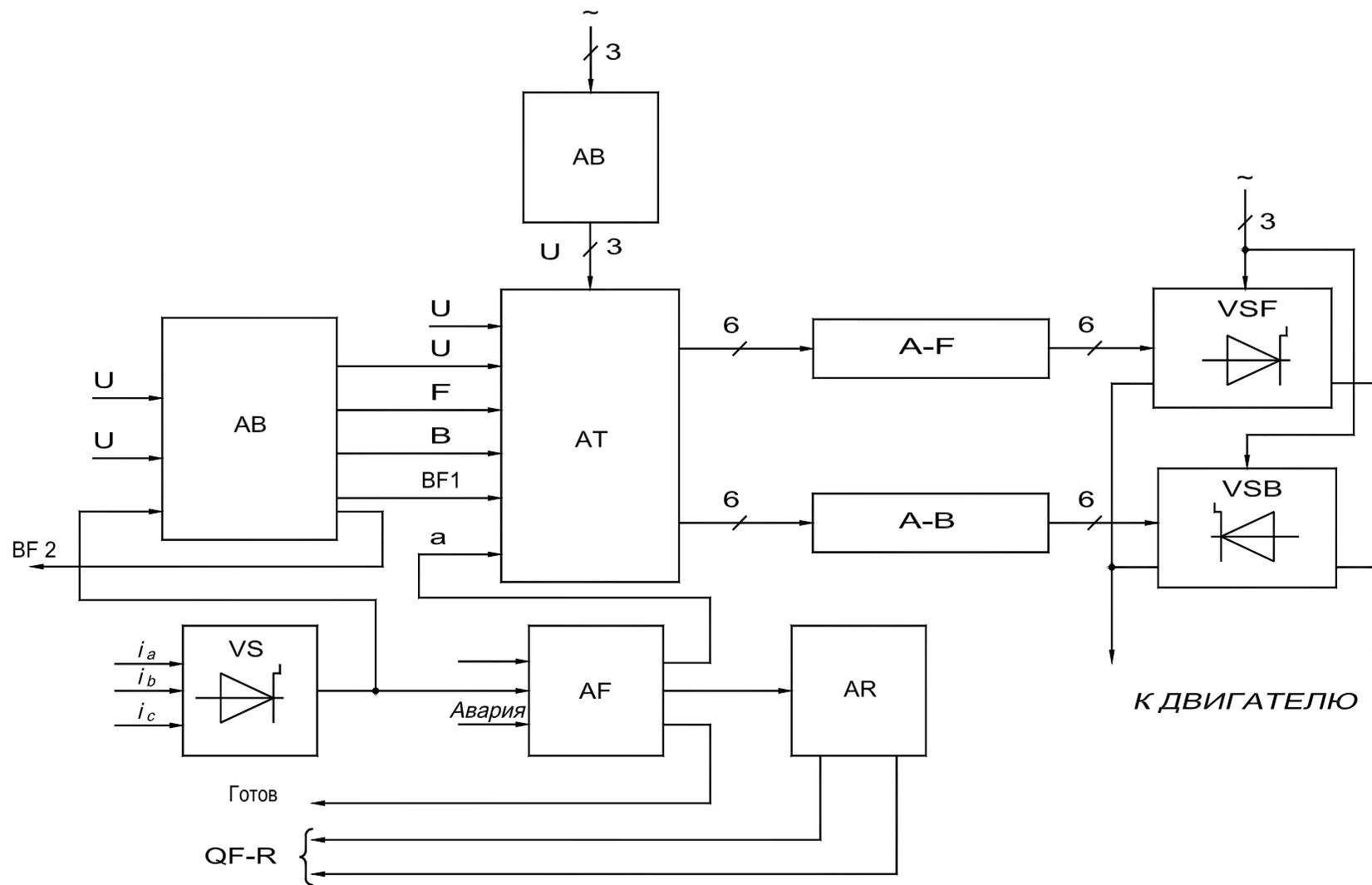


Рисунок 4 Функциональная схема преобразовательной части электропривода

2.8 Расчет переходных процессов

Расчет переходных процессов в системах регулируемого однофазного электропривода постоянного тока нелинейной САУ РЭП преобразователь непрерывный, выполненного по структурной многоконтурной схеме с последовательной коррекцией, выполняется на ЭВМ по программе Matlab.

Программа воспроизводится методом имитационного численного моделирования переходных процессов в аналоговых нелинейных системах регулируемого электропривода при типовых задающих и возмущающих воздействиях. Она позволяет в широких пределах варьировать структуру и значения параметров элементов САУ, выводить результаты расчетов в виде графиков, по которым определяются динамические качества.

Схема набора представлена на рисунке 19.

Диаграммы цикла работы электропривода приёмного рольганга представлена на рисунке 20.

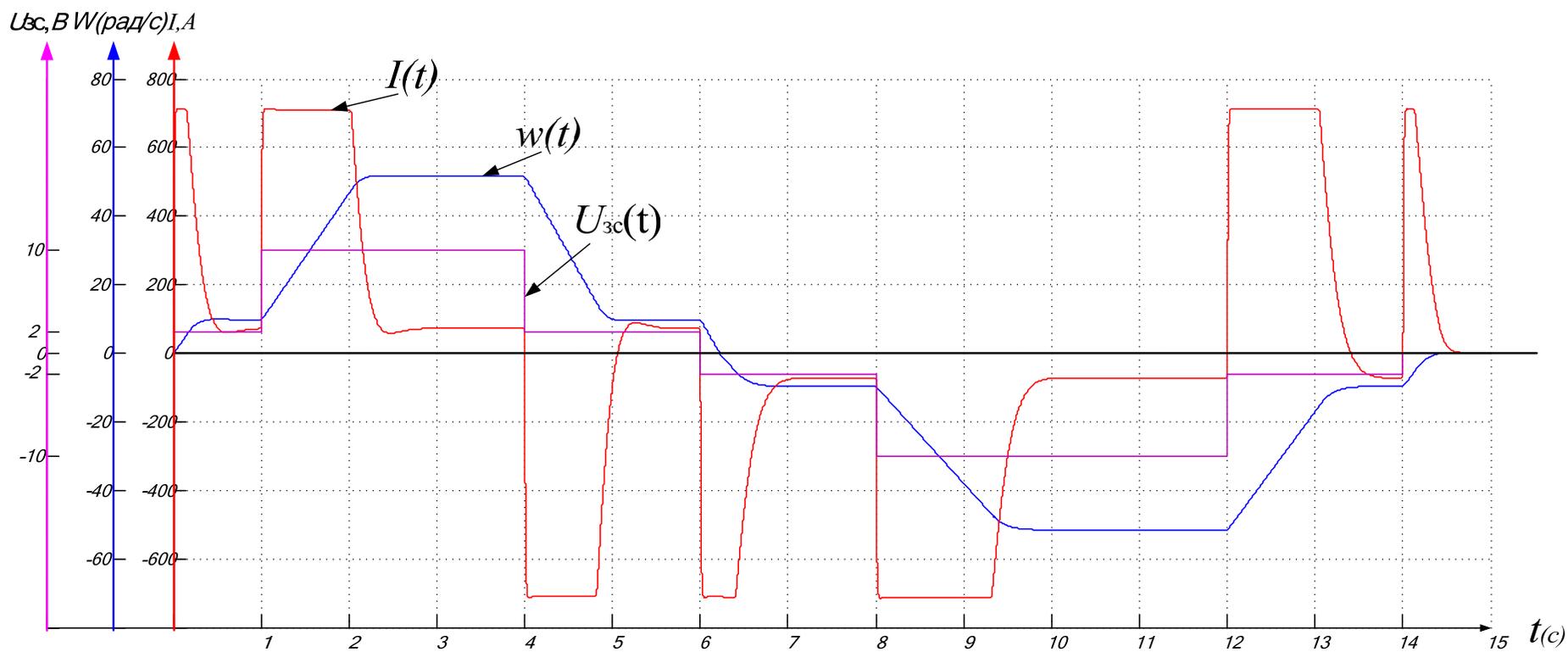


Рисунок 20 – Диаграммы цикла работы электропривода приёмного рольганга

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ,
РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-7100	Спиваков Денис Викторович

Институт	ЭНИН	Кафедра	ЭПЭО
Уровень образования	Специализация	Направление/специальность	Электроприводы и системы управления электроприводами

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов проектной работы: материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	- Инициатор проекта ОАО «Евраз ЗСМК» - Примерный бюджет проекта 2,5 млн. рублей - В реализации проекта задействованы 3 человека: инженер-электрик, бригадир электромонтеров, электромонтер;
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	- Проект выполняется в соответствии с ГОСТ 14.322-83 «Нормирование расхода материалов» и ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность» В соответствии с ГОСТ 14.322-83 «Нормирование расхода материалов» и ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность» - Минимальный размер оплаты труда (на 2016 год) составляет 6675 руб.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	- Отчисления по страховым взносам – 30 % от ФОТ

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения проектной работы с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	- Потенциальные потребители результатов исследования - Анализ конкурентных технических проектных решений (Выбор структурной схемы. Формирование вариантов решения проблем с учетом потерь электроэнергии) - Оценка научно-технического уровня проекта
2. Планирование и формирование бюджета для реализации проекта	- Планирование работ по НТП, - Формирование сметы расходов на проект
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности проекта	- Определение ресурсной и экономической эффективности проекта - Определение научно-технической эффективности

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. График Ганта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры менеджмента	Грахова Елена Александровна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-7100	Спиваков Денис Викторович		

3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Темой дипломного проекта является «электропривод приемного рольганга стана 1250 обжимного цеха (блюминга) ЗСМК». Цель работы – разработка реверсивного электропривода приемного рольганга стана 1250 обжимного цеха (блюминга) ЗСМК.

В результате проекта была разрабатывается система электропривода рольганга, отвечающая поставленным производственным целям и требованиям. Реализация этих требований осуществляется на основе применения новейших технических средств: тиристорных преобразователей, систем подчиненного регулирования на базе унифицированной блочной системы регуляторов (УБСР), бесконтактных логических элементов и других высокоэффективных средств управления.

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности проекта, оценка его эффективности, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести комплексный анализ проекта;
- провести конкурентный анализ вводимого в эксплуатацию оборудования;
- осуществить планирование этапов выполнения проекта;
- рассчитать сметную стоимость на реализацию проекта;
- произвести оценку экономической эффективности НТП.

3.1 Инициализация проекта и его технико-экономическое обоснование

3.1.1 Потенциальные потребители результатов проектирования

Прокатные станы являются важнейшими технологическими системами в металлургической промышленности. Электропривод приемного рольганга является неотъемлемой частью процесса проката. Так же как и к электроприводу прокатного стана, к электроприводу рольганга предъявляются высокие требования.

Заказчиком проекта является ОАО «Евраз ЗСМК». Проект осуществляется в рамках модернизации прокатного стана 1250.

В дальнейшем результаты могут быть использованы как основа для типовых проектов по модернизации и разработке электропривода приемных рольгангов на различных металлургических предприятиях, поэтому можно говорить, что в дальнейшем проект имеет коммерческий потенциал. Таким образом, потенциальными потребителями результатов этого проекта являются предприятия металлургической промышленности, расположенные на территории Российской Федерации.

3.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты (см. табл.2).

При разработке электропривода для приемных рольгангов разработчик руководствовался следующими соображениями: для механизма рольгангов

необходим высокий пусковой момент, высокая точность и быстродействие. Поэтому наиболее рационально использовать систему питания на постоянном токе. Рассматривались варианты использования преобразовательных устройств: транзисторный преобразователь – двигатель и тиристорный преобразователь – двигатель.

1. Комплектный тиристорный преобразователь КТЭ-320/440-132-1-УХЛ-4КТЭ–номинальное выпрямленное напряжение – 440 В, номинальный выпрямленный ток – 320 А; Стоимость – 485600 руб.;
2. Привод постоянного тока АВВ DCS-800-S01-2050-06/07 - номинальное выпрямленное напряжение – 440 В, номинальный выпрямленный ток – 350 А; Необходимо дополнительно приобретать модуль для связи с системой АСУ ТП прокатного стана; Стоимость – 657000 руб.;
3. Привод постоянного тока Simoreg DC Master 6RA7081-6DV62-0 - номинальное выпрямленное напряжение – 440 В, номинальный выпрямленный ток – 400 А; Необходимо дополнительно приобретать модуль для связи с системой АСУ ТП прокатного стана; Стоимость – 645000 руб.;

Производим выбор варианта с использованием метода экспертных оценок.

Для проведения оценки выбраны следующие показатели: *технические*– производительность, помехозащищенность, точность, плавность протекания процессов, степень стандартизации и унификации, удобство управления, шум при работе и *экономические* – капитальные вложения, затраты на эксплуатацию, надежность.

По выбранным критериям с помощью экспертов необходимо присвоить коэффициент весомости, отражение их важности.

По каждому критерию необходимо установить оценку степени обеспечения (см. табл.2):

Таблица 12 – Оценка степени обеспечения

Цели	низкий	средний	высокий (выше средней)
Уровень цели Оценка обеспечения цели	1.0	0.5	0

Таблица 13 - Сравнительная характеристика электроприводов

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Примечание
		1	2	3	
1	2	3	4	5	4
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
1. Производительность	1	0	0	0	Разная у всех компонентов, но у всех устройств достаточная
2. Помехозащищенность	0,5	0,5	0	0	
3. Точность	0,5	0	0	0	
4. Плавность протекания процессов	0,5	0	0	0	
5. Удобствостройки	0,2	0	0,5	0,5	Дополнительные затраты на модуль связи
6. Степень стандартизации унификации	0,3	0	0,5	0,5	Специальный модуль связи
7. Удобство управления	0,5	0,5	0	0	
8. Шум при работе	0,1	0,5	0,5	0,5	
Экономические критерии оценки эффективности					
9. Капитальные вложения	1	0	0,5	0,5	
10. Затраты на эксплуатацию	0,8	0	0,5	0,5	
11. Надежность	0,8	0,5	0	0	
Итого		0,95	1,2	1,2	

Несмотря на то, что привода 2 и 3 немного надежнее и удобнее в управлении, но необходимы дополнительные эксплуатационные затраты связанные с обучением персонала для работы с новым иностранным оборудованием, так же не исключена вероятность в необходимости сервисного обслуживания со стороны производителя. Привод 1 уступает по удобству управления, но с данным оборудованием персонал обучен работать, так же привод 1 имеет преимущество по капитальным вложениям. Применение

привода 1 не связано с дополнительные затраты по внедрение в систему АСУ ТП проката. Выбираем комплектный тиристорный электропривод КТЭ-320/440-132-1-УХЛ-4КТЭ.

3.1.3 Определение научно-технической эффективности проекта

Для оценки научной ценности, технической значимости и эффективности проекта необходимо: рассчитать коэффициент научно-технического уровня. Коэффициент НТУ рассчитывается при помощи метода балльных оценок, в котором каждому из признаков НТУ присваивается определенное число баллов по принятой шкале. Общую оценку приводят по сумме баллов по всем показателям с учетом весовых характеристик. Общая оценка рассчитывается по формуле 1

$$, НТУ = \sum_{i=1}^n k_i \cdot П_i \quad (1)$$

где k_i – весовой коэффициент i – го признака;

$П_i$ – количественная оценка i – го признака.

Таблица 14 – Весовые коэффициенты НТУ

Признаки НТУ	Весовой коэффициент
Уровень новизны	0.5
Теоретический уровень	0.4
Возможность реализации	0.2

Таблица 15 – Шкала оценки новизны

Баллы	Уровень
1-4	Низкий НТУ
5-7	Средний НТУ
8-10	Сравнительно высокий НТУ
11-14	Высокий НТУ

Таблица 16 – Значимость теоретических уровней

Характеристика значимости теоретических уровней	Баллы
Установка законов, разработка новой теории	10
Глубокая разработка проблем, многосторонний анализ, взаимозависимость между факторами	8
Разработка способа (алгоритм, вещество, устройство, программы)	6
Элементарный анализ связей между факторами (наличие гипотезы, объяснение версий, практические рекомендации)	2
Описание отдельных факторов (вещества, свойств, опыта, результатов)	0.5

Таблица 17 - Возможность реализации по времени и масштабам

Время реализации	Баллы
В течение первых лет	10
От 5 до 10 лет	4
Свыше 10 лет	2
Масштабы реализации	Баллы
Одно или несколько предприятий	2
Отрасль	4
Народное хозяйство	10

$$k_1 = 0.5, P_1 = 6, k_2 = 0.4, P_2 = 7,$$

$$k_3 = 0.2, P_3 = 10, k_4 = 0.2, P_4 = 4.$$

$$НТУ = 0.5 \cdot 2 + 0.4 \cdot 7 + 0.2 \cdot 10 + 0.2 \cdot 4 = 7.1$$

По полученным результатам расчета коэффициента научно-технического уровня можно сделать вывод, что данный проект имеет среднюю значимость теоретического и практического уровня, и при этом используется в широком спектре отраслей.

3.2 Планирование проектных и пусконаладочных работ

Комплекс работ по созданию проекта включает в себя 2 этапа:

- проектировка электропривода приемного рольганга;
- пуско-наладочные работы электропривода приемного рольганга.

Проект электропривода приемного рольганга будут разрабатывать 2 человека: руководитель проекта и инженер-разработчик.

При осуществлении работ пуско-наладочных работ необходимо привлечение бригады электромонтеров, один из которых будет выполнять обязанности бригадира. Минимальный состав бригады 2 человека.

3.2.1 Планирование проектных и пуско-наладочных работ

Структура ПНР определяется исходя из сложности серийно-выпускаемых, освоенных промышленностью электротехнических устройств в соответствии с требованиями санитарных норм и правил, правил технической эксплуатации и правил техники безопасности, правил устройств электроустановок, правил органов государственного надзора и другими нормативными документами.

Комплекс работ разобьем на этапы и определим в процентном соотношении объем выполнения работ по каждому этапу при наладке реверсивного тиристорного преобразователя. Результаты сведены в таблицу 18.

Таблица 18 - Содержание этапов ПНР

№	Содержание этапов работы	Объем работы, %
1.	Подготовительные работы	12
1.1	Изучение проектной документации, составление замечаний и разработка рекомендаций по их устранению	3
1.2	Составление рабочего графика проведения ПНР и согласования его с предприятием	1
1.3	Подготовка рабочих мест, аппаратуры, инструмента	1

1.4	Внешний осмотр электрооборудования и проверки соответствия проекту	2
1.5	Оказание технической помощи по приемке установки из монтажа, составление ведомости дефектов; контроль за устранением	3
1.6	Ревизия тиристорной установки, прозвонка цепей	2
2.	Проверочные работы	17
2.1	Проверка количества ПНР и их соответствие рабочим чертежам	4
2.2	Проверка установленной аппаратуры и снятие в необходимых случаях характеристик, градуировка	4
2.3	Изменение аппаратных параметров оборудования и электрических схем	3
2.4	Проверка и настройка работы электрических систем дистанционного управления, блокировок и автоматики	6
3.	Наладочные работы	45
3.1	Измерение сопротивления изоляции и испытания повышенным напряжением	2
3.2	Испытание силового трансформатора, двигателя	4
3.3	Фазировка цепей управления с напряжением силовой цепи	3
3.4	Испытание и настройка элементов защиты	3
3.5	Испытание и наладка СИФУ преобразователя	18
3.6	Наладка системы регулирования электропривода преобразователя	12
3.7	Раздельное испытание комплектов "Вперед и "Назад" преобразователя на эквивалентную нагрузку	3
4.	Комплексное опробование	18
4.1	Испытание преобразователя на холостом ходу	5
4.2	Опробование и корректировка работы при рабочей нагрузке	7
4.3	Проверка режимов работы при управлении с поста управления	3
4.4	Осциллографирование основных режимов работы	3
5.	Оформление отчетной и приемно-сдаточной документации	8
5.1	Обработка материалов испытания	1
5.2	Составление инструкции по эксплуатации	2
5.3	Внесение в один экземпляр принципиальных схем проекта изменений, во время проведения ПНР	3
5.4	Оформление и сдача технического отчета	2
ИТОГО		100

Соотношение этапов пусконаладочных работ согласно таблице представлен на рисунке 21.

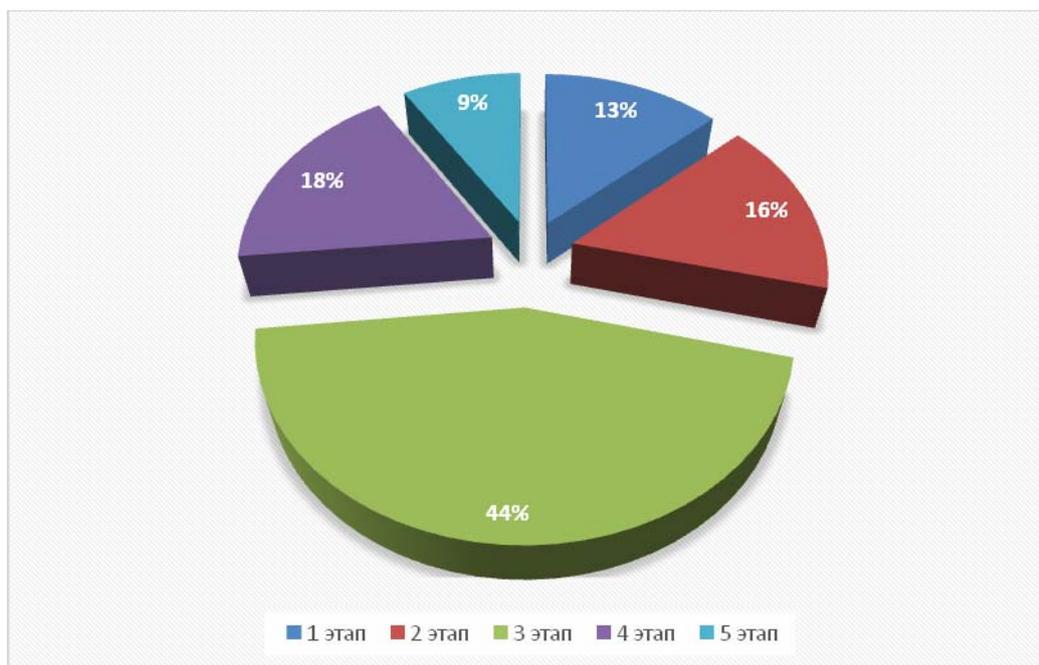


Рисунок 21 – Соотношение этапов пусконаладочных работ.

По классификационным признакам бригада наладчиков характеризуется профессиональным составом и сменностью работы как специализированная из рабочих одной профессии, выполняющих технологически однородные работы; работа сменная (работа в одну смену); техника безопасности запрещает производить работы на электрооборудовании под напряжением менее чем двум рабочим.

Исходя из выше перечисленного набираем бригаду в составе 3 человек. Стоимость человеко-час производственно-технического персонала представлена в таблицу 19.

Таблица 19 - Стоимость человеко-час для персонала

Состав - бригады	Разряд или квалификация	Стоимость человеко-часа,руб.
Инженер-электрик	Инженер I категории	144
Бригадир электромонтеров	7	128
Электромонтер	6	123

Полный комплекс ПНР и последовательность их выполнения исполнителями с учетом нормативов сведем в таблицу 20.

Таблица 20 - Сроки исполнения ПНР

№ этапа (подэтапа)	Продолжительность этапа, дни	Исполнители
1. Подготовительные работы	6	инженер-электроник, бригадир электромонтеров, электромонтер
1.1. Изучение проектной документации, составление замечаний и разработка рекомендаций по их устранению	1,5	
1.2. Составление рабочего графика проведения ПНР и согласования его с предприятием	0,5	
1.3. Подготовка рабочих мест, аппаратуры, инструмента	0,5	
Внешний осмотр электрооборудования и проверки соответствия проекту	1	
1.4. Оказание технической помощи по приемке установки из монтажа, составление ведомости дефектов; контроль за устранением	1,5	
1.5. Ревизия тиристорной установки, прозвонка цепей	1	
2. Проверочные работы	7	инженер-электроник, бригадир электромонтеров, электромонтер
2.1. Проверка количества ПНР и их соответствие рабочим чертежам	1,5	
2.2. Проверка установленной аппаратуры и снятие в необходимых случаях характеристик, градуировка	1,5	
2.3. Изменение аппаратных параметров оборудования и электрических схем	1	
2.4. Проверка и настройка работы электрических систем дистанционного управления, блокировок и автоматики	3	
3. Наладочные работы	20	инженер-электроник, бригадир электромонтеров, электромонтер
3.1. Измерение сопротивления изоляции и испытания повышенным напряжением	1	
3.2. Испытание силового трансформатора, двигателя	2	
3.3. Фазировка цепей управления с напряжением силовой цепи	1,5	
3.4. Испытание и настройка элементов	1,5	

защиты		
3.5. Испытание и наладка СИФУ преобразователя	8	
3.6. Наладка системы регулирования электропривода преобразователя	4,5	
3.7. Раздельное испытание комплектов "Вперед и "Назад" преобразователя на эквивалентную нагрузку	1,5	
4.Комплексное опробование	8	
4.1. Испытание преобразователя на холостом ходу	2	инженер-электроник, бригадир электромонтеров, электромонтер
4.2. Опробование и корректировка работы при рабочей нагрузке	3	
4.3. Проверка режимов работы при управлении с поста управления	1,5	
4.4. Осциллографирование основных режимов работы	1,5	
5.Оформление документации	4	инженер-электроник, бригадир электромонтеров
5.1. Обработка материалов испытания	0,5	
5.2. Составление инструкции по эксплуатации	1	
5.3. Внесение в один экземпляр принципиальных схем проекта изменений, во время проведения ПНР	1,5	
5.4. Оформление и сдача технического отчета	1	
ИТОГО	45	

Весь комплекс ПНР проводится бригадой за 45 рабочих дней. Все работы ведутся в строгом соответствии с нормами их проведения.

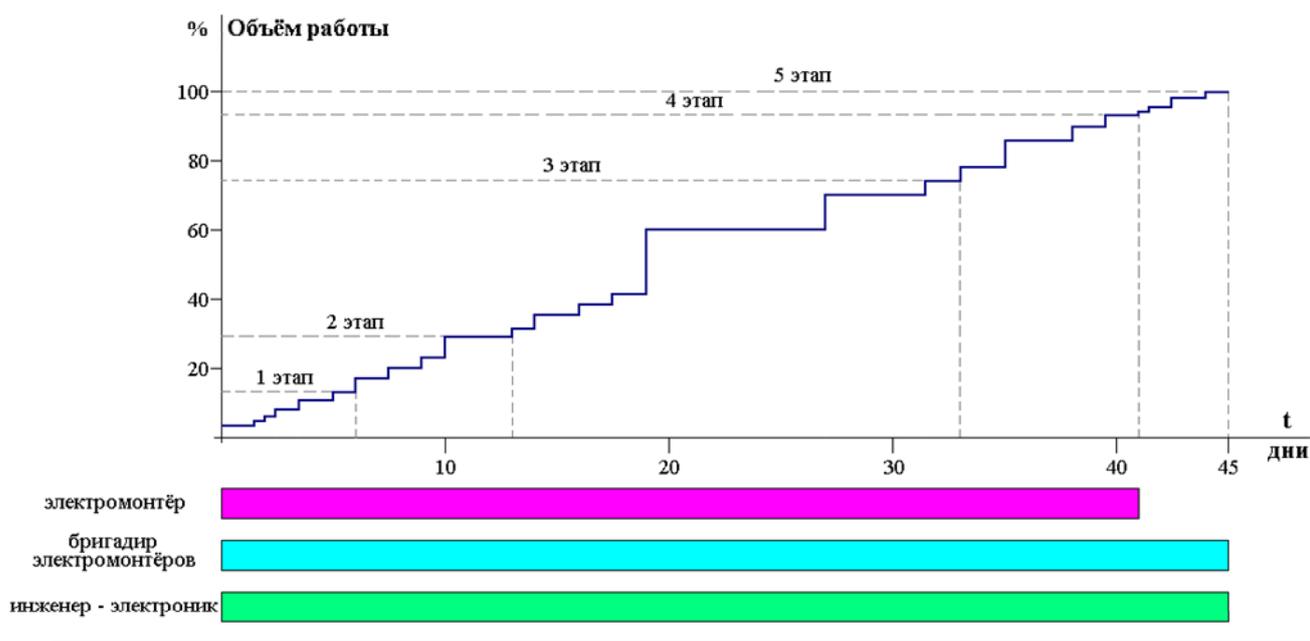


Рисунок 22 – График календарного плана реализации проекта

Календарный план реализации проекта составлен с учетом всех выходных и праздничных дней. На разработку данного проекта потребуется 45 рабочих дней которые выполняют 3 человека: инженер-электрик, бригадир электромонтеров и электромонтер.

3.2.2 Сметная стоимость пусконаладочных работ

Сметная стоимость пусконаладочных работ включает в себя:

- Стоимость комплектующих и оборудования;
- Стоимость вспомогательных материалов;
- Затраты на основную заработную плату;
- Затраты на дополнительную заработную плату;
- Затраты на отчисления в социальные фонды;
- Накладные расходы

3.2.3 Стоимость комплектующих и оборудования

Стоимость оборудования и комплектующих представлена в таблице 21.

Таблица 21 - Стоимость комплектующих и оборудования

№	Наименование	Единица Измерения	Количество	стоимость, руб	
				за единицу.	всего
1.	Комплектный тиристорный электропривод КТЭ-320/440-132-1-УХЛ-4	шт	1	485600	485600
2.	Электродвигатель Д814	шт	1	720000	720000
3.	Силовой трансформатор ТСЗП-400/10- УЗ	шт	1	390000	390000
4.	ТиристорТЮОО	шт	12	1500	18000
5.	Сглаживающий реактор ФРОС-65/0,5УЗ	шт	1	435000	435000
6.	Автоматический выключатель А3756Б	шт	1	3200	3200
7.	Автоматический выключатель А3795П	шт	1	3500	3500
8.	Провод ПВ-Л	м	10	2,9	29
9.	Провод ПРГ	м	10	3,8	38
10.	Шнур ВВГ	м	7	14	98
11.	Кабель РКМ	м	15	48	720
12.	Кабель ВРГ	м	15	51	765
13.	Металлорукав РЗ-Ц	кг	5	103,8	519
14.	Перфорированный швеллер К225	кг	20	350	7000
15.	Перфорированный уголок К236	кг	15	31	465
16.	Кабельный наконечник 70-10-13-МУХЛЗ	шт	30	29	870
17.	Кабельный наконечник 16-6-6-МУХЛЗ	шт	30	11	330
18.	Уплотнитель резиновый	шт	20	12	240
19.	Кабельная гильза 1 3-5-2 - ООУТ2	шт	20	29	580
Итого		2066954			

3.2.4 Стоимость вспомогательных материалов

Стоимость вспомогательных материалов, необходимых для проведения пусконаладочных работ рассчитываем в таблицу 22.

Таблица 22– Стоимость вспомогательных материалов

№	Наименование	Единица Измерения	Количество	стоимость, руб.	
				за единицу.	всего
1.	Лента поливинилхлоридная электроизоляционная	кг	0,05	195	9,75
2.	Трубка электромонтажная ХВТ-5УХЛ-2.5	кг	0,1	78	7,8
3.	Трубка электромонтажная ХВТ-16УХЛ-2.5	кг	0,05	88	4,4
4.	Лакоткань электроизоляционная капроновая ЛКМ-105	м ²	2	202	404
5.	Листовой электротехнический текстолит	кг	23	209	4807
6.	Листовой фольгированный стеклотекстолит	кг	10	246	2460
7.	Электроизоляционная термостойкая самослипающаяся резиновая радиационной вулканизации ЛЭТСАР	кг	0,5	598	299
8.	Бензин А-92	л	1,2	28	33,6
9.	Спирт технический	л	0,2	170	34
10.	Канифоль или флюс КСп	кг	0,15	66	9,9
11.	Припой ПОС	кг	0,4	70	28
12.	Компаудный лак К- 168	кг	0,5	46	23
13.	Ветошь	кг	2	18	36
Итого				8156,5	

3.2.4 Затраты на основную заработную плату

Бригада проводящая ПНР в составе 3 человек работает по 8 часов в день. Их заработная плата рассчитывается за фактически отработанное

время. При проведении ПНР для расчета заработной платы применяются поправочные коэффициенты:

$K_p=1.3$ - районный коэффициент

$K_p=1.3$ - коэффициент, вводимый при работах в действующих установках

Дневная ставка членов бригады

$$C_{дн} = C_{чел. час} * K_p * K_{п} * n,$$

где $C_{чел. час}$ – тарифная ставка за час (руб./час)

n – количество отработанного времени за смену (час)

Тарифные ставки членов производственно-технического персонала проводящего ПНР представлена в таблицу 23.

Таблица 23 – Тарифные ставки персонала

Состав - бригады	Разряд или квалификация	Тарифная ставка руб.
Инженер-электрик	Инженер I категории	144
Бригадир электромонтеров	7	128
Электромонтер	6	123

Расчет затрат на основную заработную плату бригаде проводящую ПНР сводим в таблицу 24

Таблица 24 - Затраты на основную заработную плату

Состав бригады	Разряд, квалификация	Дневная ставка, руб.	Количество рабочих дней.	Заработная плата, руб.
Инженер-электрик	Инженер I категории	1946.88	45	87609
Бригадир электромонтёров	7 разряд	1730.56	45	77875.2
Электромонтёр	6 разряд	1662.96	40	66518.4
Итого				232002.6

3.2.6 Затраты на дополнительную заработную плату

Дополнительная заработная плата производится на оплату отпусков (за неиспользованный отпуск) и составляет 15% от основной заработной платы.

ДЗП - дополнительная заработная плата, руб.

$$\text{ДЗП} = 0.15 \times \text{ОЗП, руб}$$

где ОЗП - основная заработная плата, руб.

$$\text{ДЗП} = 0.15 \times 232002,6 = 34800,39 \text{ руб.}$$

3.3 Определение сметной стоимости ПНР

Все затраты на проведение ПНР такие как: стоимость оборудования и вспомогательных материалов, затраты на основную и дополнительную заработную плату, ЕСН и накладные расходы сводим в таблицу 25

Таблица 25 – Сметная стоимость ПНР

№	Наименование статей	Сумма, руб.
1	Вспомогательные материалы	8156,5
2	Стоимость комплектующих и оборудования	2066954
3	Основная заработная плата	232002,6
4	Дополнительная заработная плата	34800,39
5	ЕСН (30 % от ФОТ)	80040,9
6	Накладные расходы (60% от ст.2)	139201,56
Итого		2 561 155,95

3.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей) и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

3.4.1 Интегральный финансовый показатель

Определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{\text{р.}i}}{\Phi_{\text{max}}}$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{\text{р}i}$ – стоимость i -го варианта исполнения включая ПНР

$$\Phi_{\text{р}1} = 485600 + 2561155 = 3046755 \text{ руб}$$

$$\Phi_{\text{р}2} = 657000 + 2561155 = 3218155 \text{ руб}$$

$$\Phi_{\text{р}3} = \Phi_{\text{max}} = 645000 + 2561155 = 3206155 \text{ руб}$$

Φ_{max} – максимальная стоимость всего проекта

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах.

3.4.2 Интегральный показатель ресурсоэффективности

Определяется следующим образом:

$$I_{\text{р}i} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где $I_{\text{р}i}$ – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (табл. 26).

Таблица 26 – Сравнительная оценка вариантов исполнения

Критерии / Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исп.1 (Комплектный тиристорный преобразователь)	Исп.2 (Привод постоянного тока ABB)	Исп.3 (Привод постоянного тока Simoreg)
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	5	5
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	4	5	5
3. Помехоустойчивость	0,15	5	5	4
4. Энергосбережение	0,20	5	4	4
5. Надежность	0,25	4	5	5
6. Материалоемкость	0,15	5	3	3
ИТОГО	1	4,6	4,5	4,35

3.4.3 Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки

$(I_{испi})$ определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (см. табл. 27) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{\text{ср}}$):

Таблица 27 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1 (Комплектный тиристорный преобразователь)	Исп.2 (Привод постоянного тока АВВ)	Исп.3 (Привод постоянного тока Simoreg)
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,94	1	0,99
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,6	4,5	4,35
3	Интегральный показатель эффективности	4,89	4,5	4,39
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,92	0,89

Сравнение значений с позиции финансовой и ресурсной эффективности указывает на первый вариант исполнения - Комплектный тиристорный преобразователь КТЭ-320/440-132-1-УХЛ-4 КТЭ стоимостью – 485 600 руб., , как наиболее эффективный.

Выводы по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1) В данной части ВКР проведено экономическое обоснование выбранного оборудования и принятого способа управления электроприводом приемного рольганга;

2) Проведен конкретный анализ, в ходе которого в качестве преобразователя выбран комплектный тиристорный преобразователь КТЭ-320/440-132-1-УХЛ-4КТЭ т.к. у данного преобразователя оптимальные технические показатели при выгодной стоимости;

3) проведен расчет коэффициента научно-технического уровня (9,1), который оказался довольно высоким;

4) Также было произведено планирование проектных работ, продолжительность которых составила 45 день;

5) Расчет сметы затрат на проектирование, расчет капитальных вложений на реализацию. Общая смета затрат на проектирование составила 2561155,95 рублей;

6) Произведена оценка ресурсоэффективности проекта, которая указала, что наиболее эффективен первый вариант исполнения проектных работ, который и был реализован в НТП.

Таким образом, по полученным результатам можно сделать вывод, что данный проект имеет хорошие показатели научно-технического уровня, коммерческий потенциал, а также является целесообразным с точки зрения ресурсной и экономической эффективности.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-7100	Спивакову Денису Викторовичу

Институт	ИнЭО	Кафедра	ЭПЭО
Уровень образования	Специалист	Направление/специальность	Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

- *ОАО ЗСМК, прокатное производство, непрерывно–заготовочного стана 1250*
 - *вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)*
 - *опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)*
 - *негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)*
- чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)*

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. *Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды;*
2. *Основными вредными факторами агломерационного цеха являются:*
 Запыленность (металлической, токопроводящей пылью различных фракций);
 Загазованность;
 Шум и вибрация;
 Отклонение показателей микроклимата;
 Недостаточная освещенность рабочей зоны.
3. *Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды;*
 Опасными факторами агломерационного цеха являются:
 Возможность получения травм в следствии:
 а) движения машин и механизмов;
 б) движение производственного материала;
 в) Наличие высокого напряжения.
 Поражение электрическим током при обслуживании электрооборудования.
4. *Охрана окружающей среды:*
 - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);
 - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);

разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.

5. Защита в чрезвычайных ситуациях:

- перечень возможных ЧС на объекте;
 - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;
 - разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;
- разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий

Перечень графического материала:

План эвакуации при пожаре

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

02.03.2015г.

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	Сечин Андрей Александрович	кандидат технических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-7100	Спиваков Денис Викторович		

4 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.

4.1 Анализ вредных и опасных производственных факторов

На производстве должны быть созданы благоприятные условия труда – совокупность факторов производственной среды, оказывающих влияние на здоровье и работоспособность человека в процессе труда.

Однако возможность воздействия производственных факторов на работающих существует всегда, поэтому должны быть разработаны меры защиты от него и обеспечения безопасности труда – состояния условий труда, при которых исключено воздействие на работающих опасных и вредных производственных факторов.

При проведении технологического процесса в обжимном цехе ОАО "ЗСМК" на всех стадиях обработки металлов возможно появление опасных и вредных факторов. Основными из них являются: выделение пыли, газов, паров; тепловой поток; повышенный уровень шума, вибрации, электромагнитных излучений; увеличения напряжения в электрических цепях; наличие движущихся машин и механизмов; подвижные части производственного оборудования.

В цехе установлено различное основное и вспомогательное оборудование, движущие части которого представляют определенную опасность, так как непредусмотренный контакт с ними может вызвать травмы производственного персонала. Это прокатные валки, тянущие, подающие и направляющие ролики, кантователи, толкатели, сталкиватели, манипуляторы, рольганги, транспортеры.

Части и узлы прокатных машин (валки, маховики, соединительные шпиндели, зубчатые колеса, барабаны летучих ножниц, различные муфты, втулки, кулачки, эксцентрики) совершают вращательные движения. Другие части и узлы (рычаги, элементы транспортеров, толкателей манипуляторов и кантователей) выполняют возвратно – поступательное движение (рис.6).

Опасность воздействия определяется прежде всего конструктивными проблемами. Так, опасность возрастает, если вращающиеся части оборудования содержат выступающие крепежные детали (болты, шпильки, винты, гайки), а на их поверхности имеются следы неравномерного износа или дефекты (трещины, заусенцы и пр.).

При вращении навстречу друг другу прокатных и других валков возникают условия для захвата конечностей человека, его одежды. Движущиеся слитки, блюмы, слябы, заготовки, подкат и готовый продукт создают возможность травмирования персонала во время непредусмотренного контакта их с человеком. Учитывая, что скорость обработки металла на механическом оборудовании прокатных цехов возросла, возможны выбросы металла из валков, направляющих линеек, аппаратов и т.д.

Поэтому для обеспечения безопасности эксплуатации машин и механизмов прокатных цехов необходимо применять различные системы защиты. Это достигается прежде всего механизацией и автоматизацией производственных процессов, дистанционным управлением механизмами и наблюдением за их работой, заменой периодических процессов непрерывными, автоматизацией измерения параметров процесса обработки металла.

При нагреве слитков в камерах нагревательных колодцев возможны выбросы горячего шлака из камеры при его взаимодействии с водой и материалами, имеющими высокую влажность. Образовавшаяся окалина на поверхности исходных материалов создает опасность поражения персонала при разлете в момент прокатки. Окалина также отслаивается от поверхности слитков, блюмов, слябов и заготовок, попадает на пути, по которым передвигается слитковозы, в пространство под загрузочными устройствами, холодильниками, шлеперами и прочими оборудованием. Раздробленная в

процессе прокатки окалина рассеивается в пространстве у прокатного стана и создает значительную запыленность воздуха.

При выполнении операций резки металла на ножницах потенциальная опасность возникновения травм у персонала может возникнуть при замене ножей и удалении с их режущих поверхностей наваров, уборке обреза и окалины от ножниц, устранении заклинивания обреза в желобе ножниц и на конвейере, в процессе резки и отборе проб. В скрапном пролете опасность возможна при проведении кантовки коробок – контейнеров с обрезью, а также при перестановке вагонов под обрезь, поэтому в процессе работы проводят периодический осмотр оборудования, при котором также возможно поражение персонала.

При проведении прокатки на блюминге или слябинге потенциальная опасность возникновения травм у персонала возникает при транспортировании слитков рабочим рольгангом к стану, прокатке слитков в рабочей клетке в первых проходах, проведении перевалок и настройке валков, очистке желобов гидросмыва окалины, очистке рольгангов от данных пробок и скрапа, проведении операций по установке, уборке и кантованию коробок для скрапа.

Значительно возрастает фактор опасности производственного процесса при использовании в потоке машин огневой зачистки металла. Вместе с тем этот процесс оказывает большое влияние на улучшение условий труда, способствуя ликвидации опасных и вредных факторов на других стадиях процесса. При огневой зачистке металла возможен взрыв газов.

Такие технологические операции, как охлаждение, клеймение, складирование металла особого влияния на уровень безопасности производственного процесса не оказывают, за исключением термической

обработки. В цехе с горячим воздухом газ соприкасается в горелочных устройствах методических печей, в остальных случаях газ и воздух могут

смешиваться в холодном состоянии и поэтому всякое попадание воздуха в газ или газа в закрытое пространство с воздухом может привести к образованию взрывоопасной смеси. При посадке слитков в печи и их выдаче существует опасность выпадения слитков на рабочую площадку.

В производственных помещениях цеха предусматривается создание микроклимата, который обеспечивает нормальные условия для работы производственного персонала. Источники тепловых выделений - обрабатываемый металл, нагревательные устройства, стан, вспомогательное оборудование методической печи для термической обработки, отделочные агрегаты. Большое количество теплоты выделяется при складировании исходных материалов, готовых изделий, охлаждении на холодильниках. В прокатных цехах должны быть созданы условия по СанПиН 2.2.4.548-96. Оптимальная температура 16-25 С, допустимая 13-25 С, при выполнении тяжелой физической работы максимально допустимое значение температуры 26 С, а относительная влажность не более 75%.

При нагревании слябов для горячей прокатки на поверхности последних образуется окалина, которая при прокатке взламывается и поднимается в пространство около стана. Дисперсность частиц этой окалины, загрязняющих воздух прокатного отделения, определяется условиями работы нагревательных устройств, маркой стали и конструкцией печей. Раздробленная окалина распределяется в пространстве перед клетью и за ней.

В обжимном цехе основными источниками инфразвука являются: системы вентиляции, газоочистки, поршневые компрессоры. К механическим источникам возбуждения звука в цехе относятся: сталкиватели толкатели, стан, кантователи. Аэродинамическими источниками являются: вентиляторы, системы подачи защитных газов. Санитарные нормы допустимых уровней шума на рабочих местах по СН № 3223-85.

Шум оказывает многообразное влияние на организм человека. Источники механических шумов в прокатных цехах являются зубчатые

передачи, подшипники, кулачки, кривошипные механизмы, цепные передачи, процессы транспортировки металла по рольгангам, его деформации, резки, вибрации поверхностей машин и оборудования. Термический шум возникает при работе газовых горелок, нагревательных устройств, при горении различных факелов. Электромагнитный шум возникает при шуме трансформаторов. Уровень звукового давления на рабочих местах в цехе 90-120 дБ, при норме 80 дБ.

Источниками вибрации являются: возвратно-поступательные движущие системы: электрические и пневматические зубила, шлифовальные машины. Санитарные нормы вибрации рабочих мест по СН № 3044-84.

В цехе большая часть электрооборудования работает при напряжении до 1000В. Электрическую опасность представляют: электроустановки, электродвигатели, электрооборудование и линии электропередач.

В цехе имеются источники электромагнитных и электрических полей, которые используются для различных целей: подогрева рабочих валков, сушки покрытий, нанесенных на поверхность изделий, нагрева исходных изделий для горячей прокатки. Электромагнитное поле создается при работе высокочастотных и сверхвысокочастотных установок. Нормы по электромагнитному излучению по СанПиН № 5802-91.

Санитарно - технические условия, существующие в обжимном цехе показаны, в таблице 28.

Таблица 28. - Санитарно - технический паспорт

Участки	Загазованность мг/ м ³	Запыленность мг/ м ³	Температура, С ⁰		Относительная влажность, %	
			теплый период года	холодный период года	теплый период года	холодный период года
Нагревательные колодцы	15-20	2,2-2,7	28-46	9-20	40	46
Стан 1250	0,1-0,15	6,7-9,5	26-42	5-16	60	67
Машина огневой зачистки	10-15	6,3-7,6	23-43	5-18	53	58
Непрерывно-заготовительный стан	0,05-0,13	5,9-6,8	24-38	12-24	42	49
Склад горячих заготовок	-	6,3-7,2	26-43	8-18	36	42

Анализируя существующие в обжимном цехе условия труда, можно сделать вывод, что имеются недостатки на производстве, устраняя которые возможно улучшить условия труда работающих, а как следствие и их производительность, что окажет положительное влияние на прибыль.

4.2 Техника безопасности

По действующим правилам (ПУЭ п. 1.1.13) все помещения делятся по степени опасности поражения людей электрическим током на три класса:

- без повышенной опасности;
- с повышенной опасностью;
- особо опасные.

К помещениям без повышенной опасности относятся сухие, беспыльные помещения с нормальной температурой воздуха, с изолирующими (например, деревянными) полами, в которых отсутствуют заземленные предметы или их очень мало. К помещениям с повышенной опасностью относятся помещения:

- сырые, в которых относительная влажность воздуха длительно превышает 75%;

- жаркие, в которых под воздействием различных тепловых излучений температура воздуха превышает постоянно или периодически (более 1 суток) 35°С;

- пыльные, с токопроводящей пылью, в которых по условиям производства выделяется токопроводящая технологическая пыль;

- с токопроводящими полами - металлическими, земляными, железобетонными, кирпичными и тому подобное, в которых возможно одновременное прикосновение человека к имеющим соединение с землёй металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и тому подобное, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования, с другой.

К особо опасным относятся помещения:

- особо сырые, то есть помещения, в которых относительная влажность воздуха близка к 100%,

- с химически активной или органической средой, содержатся агрессивные пары, газы, жидкости, образуются отложения или плесень, действующие разрушающе на изоляцию и токоведущие части электрооборудования.

С учетом представленных выше условий и факторов помещение службы относится к помещениям с повышенной опасностью.

Защита рабочих мест от интенсивного теплового облучения горячими поверхностями технологического оборудования применяются водотеплоотводящие экраны, которые поглощают теплоту экранируемой поверхности, не допуская его распространения в окружающую среду и должны соответствовать требованиям ГОСТ.12.1.007-88.

Защита от избыточной теплоты осуществляется экранированием рабочих мест, созданием тепловой изоляции, устройства аэрации

производственного помещения, местной обдувающей вентиляции и увлажнением подаваемого воздуха мелко распыленной водой. В холодный период года используют радиационные души, обеспечивающий местный лучистый обогрев рабочих мест в условиях отрицательной температуры до (-25С). Над транспортным рольгангом устанавливают теплозащитные панели, состоящие из теплоизолирующего слоя заполняющего каркас экрана и должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.003-81.

Значительному образованию пыли способствует вода, подающаяся для охлаждения валков блюминга. Вода растекается по поверхности раската, испаряется и, переходя в пар, вырывается с большой силой в направлении движения металла, отрывает окалину и раздробляет ее до состояния мелкодисперсных частиц.

Основным методом борьбы с пылеобразованием на обжимных станах является предотвращение или уменьшение окалинообразования при вращение или уменьшение окалинообразования при нагреве слитков в нагревательных колодцах. В качестве специальных мер следует применять систему гидрообеспыливания. водяные струи, увлажняя пыль, предотвращают ее распространение. Таким образом осаждается 70-80 % пыли.

При зачистке металла на машине огневой зачистки образуются большие количества пыли и газов. Для защиты от них применяют специальное укрытие с отсосом их от машины огневой зачистки. Концентрация пыли должна соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.005-88.

При эксплуатации рольгангов возникает высокие уровни шума, обусловленные ударным воздействием. Снижение шума достигается изменением конструкции рольганга, а также применением металлических материалов с высокими демпфирующими свойствами, изготовление роликов рольганга из стали, содержащей от 0,7 до 3,5% Mn, что снижает уровень звукового излучения на 12-15 дБ. Посты управления обжимными станами

располагают вблизи клетки. Следовательно, они систематически находятся над горячими слитками и прокатами, а также имеет место шум высоких уровней. Поэтому посты управления должны иметь защитную теплоизоляцию и были защищены от проникновения шума в помещении поста. Уровни шума должны соответствовать ГОСТ 121.003-83 и ГОСТ 12.1.012-78.

Движущиеся и вращающиеся части механизмов прокатных станов, агрегатов, расположенных в труднодоступных местах, допускается ограждать общим ограждением с запирающимся устройством. Маховики должны иметь боковое ограждение в виде сплошного барьера или перил с обшивкой по низу. Ограждения маховиков по ободу должно выполняться в виде сплошного щита не менее 2м.

Для безопасного перехода людей через рольганги шлепперы, конвейеры должны быть строены переходные мостики, огражденные перилами. Мостики для перехода через горячий металл должны иметь теплоизолирующий настил, а с боков экранированы щитами из листового железа высотой не менее 1,8 м. Для обеспечения безопасности рабочих при ремонтах ячеек нагревательных колодцев по краю площадки должны устанавливаться съемные ограждения.

Рольганги, подающие металл к ножницам, должны иметь борта исключаяющие возможность вылета подаваемого металла.

В случаях, если исполнительные органы машин представляют опасность для людей и не могут быть ограждены, должны быть предусмотрены сигнализация, предупреждающая о пуске машины в работу, и средства для остановки и отключения от источников энергии.

Для снижения уровня инфразвука аэродинамического происхождения применяются реактивные глушители. Уменьшение излучения инфразвука горелками может быть достигнуто изменением конструкции горелок и совершенствованием режимов горения. При высоких уровнях звукового

давления могут быть рекомендованы широкие пояса, туго обтягивающие область живота шириной до 20 см. Гигиенические нормы инфразвука на рабочих местах по СН № 2274-80.

Для защиты от ультразвуковых волн применяют прозрачные из оргстекла и не прозрачные экраны и должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.001-81 и ГОСТ 15762-73.

Электродвигатели открытого типа установлены в помещении цеха без повышенной опасности, их токоведущие и вращающиеся части не закрыты и не защищены. Вокруг устанавливают ограждения. Рубильники, установленные в производственных помещениях на распределительных счетах снабжены защитными кожухами, изготовленными из огнестойких материалов. Для защиты электроустановок от перегрузок применяют плавкие предохранители. Внутрицеховая электрическая сеть изготовлена из изолированных проводов или кабелей. Кабели прокладывают в полу в каналах и закрывают сверху съемными покрытиями из огнестойких материалов. Воздушную электрическую сеть выполняют на изоляторах, на высоте не менее 6 м при напряжении до 1000В и не менее 7 м при напряжении свыше 1000В. Защитное заземление применяют как при изолированной так и при заземленной нейтрали.

Для защиты от электрических и электромагнитных полей устанавливают экранирующие устройства, работающих обеспечивают специальными экранирующими костюмами. Экраны представляют собой заземленные щиты из токопроводящего материала. Стационарные экраны предназначены для защиты персонала при осмотре оборудования. В случае применения СВЧ- колебаний необходимо работать в очках, увеличивать расстояние между источниками излучения и рабочим местом, уменьшать мощность излучения генератора. Методы контроля и способы средств защиты должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.006-84 и соответствовать требованиям ПУЭ

Безопасность труда является одним из факторов, определяющих стабильность предприятия. Низкий уровень безопасности труда создает возможность для возникновения производственного травматизма, что нарушает профессионально-квалификационный состав трудящихся и в конечном итоге снижает производство товарной продукции.

Улучшение безопасности труда в цехе приведет к уменьшению экономических потерь и увеличению производительности труда, это положительно повлияет на прибыль.

4.3 Производственная санитария

Температура, влажность, скорость движения воздуха и содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.005-2001.

Во всех местах цеха вблизи рабочих мест должны быть оборудованы санитарные посты, укомплектованные аптечками, медикаментами, постилками и другими средствами для оказания первой доврачебной помощи пострадавшим.

Для работающих вне производственных зданий (шлаковых отвалах и др.) должны быть предусмотрены помещения для обогрева, оборудованные в соответствии с требованиями СНиП.

Обжимной цех имеет помещения, в которых размещаются гардеробные, душевые и другие службы санитарно-бытового назначения. Рабочие помещения контор, пункты питания и здравпункты имеют естественное освещение. В остальных вспомогательных помещениях освещение системное или искусственное. Бытовое помещение, здравпункты, столовые размещены в цокольных этажах.

Рабочие цеха допускаются к работе только в строго установленной специальной одежде и обуви. Хранение специальной одежды и обуви, а

также домашней одежды осуществляется на территории предприятия в специальных помещениях-гардеробах.

Наряду с гардеробными санитарно-бытовые помещения оборудованы умывальными и душевыми. Умывальные размещаются в отдельных помещениях, смежных с гардеробными, а также в самих гардеробных помещениях.

При производственных процессах со значительными тепловыделениями, характерными для металлургического производства, предусмотрены дополнительные умывальники с душевыми сетками. Душевые размещены в помещениях смежными с гардеробными для хранения рабочей и домашней одежды.

Суточная потребность человека в питьевой воде в обычных условиях составляет 2,5 л. Около половины этого количества воды человек получает с продуктами питания, а 1-1,2 л необходимо потреблять в виде питьевой воды, чая, сока.

Для снабжения питьевой водой в цехе установлены фонтанчики, закрытые баки с фонтанирующими насадками, которые размещены в проходных производственных помещений, в помещениях для отдыха.

Для восстановления солей в организме в цехе установлены баки с газированной водой.

Прием пищи разрешается только в столовых, буфетах. Прием пищи на рабочих местах запрещается. Выдача дополнительного и специального питания рабочим и служащим имеющими контакты с токсичными веществами, должна производиться в столовых предприятия.

Освещенность, создаваемая дневным естественным светом, изменяется в чрезвычайно широких пределах. Изменения эти обусловлены временем дня, сезоном и метеорологическими факторами, за короткий промежуток времени освещенность естественного света может изменяться в несколько раз. Поэтому естественное освещение помещений нельзя

характеризовать, а следовательно, и нормировать абсолютной величиной освещенности. правила и нормы искусственного освещения основываются на закономерностях, определяющих работоспособность зрения.

Для обеспечения требуемых воздухообменов в бытовых помещениях предусматривают вентиляцию с механическим побуждением или естественную. Приточные камеры и магистральные приточные воздуховоды рекомендуется размещать в подвальном этаже. Вытяжные камеры размещают на чердаке.

Шум

Источником шума в доменном цехе являются: технические средства, устройства кондиционирования воздуха, преобразователи напряжения, электрооборудования, а также цеха находящиеся в непосредственной близости к доменному цеху.

По [17] предусматривается обеспечение благоприятных условий труда, повышение производительности, предупреждение нарушения слуха и гипертонической болезни. В таблице 29 приведены уровни звукового давления на рабочем месте.

Таблица 29-Уровни звукового давления

Вид трудовой деятельности на рабочем месте	Среднегеометрические частоты октавных полос в Гц								Уровни звука, дБ*А
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
	Уровни звукового давления, дБ								
Высококвали-фицированная работа, требующая сосредоточенности	79	70	63	58	55	52	50	49	60
Работа, выполняемая с часто получаемыми указаниями и акустическими сигналами	83	74	68	63	60	67	55	54	65

Вибрация

Исходя из требований [15] на персонал воздействует транспортно-технологическая вибрация категории 2. в таблице 22 приведены санитарные нормы одно-числовых показателей вибрационной нагрузки на оператора для смены длительностью 8 часов.

Таблица 29

Вид вибрации	Категория	Виброускорение		Виброскорости	
		м/с ²	дБ	мс ⁻¹ *10 ⁻²	дБ
Общая	2	0,25	109	0,56	101

В таблице 30 приведены санитарные нормы спектральных показателей вибрационной нагрузки категории 2 на персонал, которые соответствуют стандарту.

Таблица 30

Среднегеометрическая частота, Гц	Виброускорение		Виброскорости	
	м/с ²	дБ	мс ⁻¹ *10 ⁻²	дБ
2	0,4	112	3,5	117
8	0,3	110	0,63	102
16	0,57	115	0,56	108
32	1,13	121	0,56	101
63	2,25	127	0,56	101

Разработка мероприятий по снижению производственных вибраций означает анализ уравнений, описывающих колебания машин и агрегатов в условиях производства.

Для борьбы с вибрациями в цехе применяются виброгасящие фундаменты. А использование дистанционного управления позволяет решить проблему защиты людей от этого вредного фактора.

4.4 Расчет освещения.

Наиболее часто требуется определить мощность ламп, необходимую для получения заданной освещенности, при выбранном типе и расположении светильников.

Расчет освещения будем производить по методике изложенной [12]с.162.

В мастерской электриков стана 1250 длиной 14м, шириной 8м и высотой 4,3м на высоте 3,8м от пола подвешивают светильники ШОД с люминесцентными лампами ЛБ; их намечено установить в два ряда, предпочтительно – сплошное. Норма освещенности 200лк при $\mathfrak{R}=1,5$.

Определяем коэффициент использования светового потока светильников по формуле:

$$i = \frac{AB}{h(A+B)} ;$$

где А и В – длина и ширина помещения, м;

h – высота подвеса светильников, м.

$$i = \frac{14 \cdot 8}{3,8(14+8)} \approx 1,34.$$

По табл. 27 [12] находим коэффициент использования, т.е. относительную долю потока лампы, подающей на поверхность S; $\eta=0,4$.

Определяем потребный световой поток лампы по формуле:

$$F \cdot N = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot Z}{\eta}$$

где:

E – наименьшая освещенность, лк;

k - коэффициент запаса;

S – площадь помещения, м²

Z – коэффициент для перехода от наименьшей освещенности к средней; (при Z=1,1 ШОД дает более равномерную освещенность)

N – количество светильников

$$F \cdot N = \frac{200 \cdot 1,5 \cdot 14 \cdot 8 \cdot 1,1}{0,4} = 92500 \text{ лм.}$$

По табл5. [12] лоток лампы ЛБ40 принимают 2480 лм, ЛБ-80-4320 лм.

Следовательно, потребное число ламп

$$40 \text{ Вт} = \frac{92500}{2480} = 37; \quad 80 \text{ Вт} = \frac{92500}{4320} = 21.$$

Так как светильники двухламповые и число рядов два, то в каждом ряду необходимо:

при лампах 40Вт $\frac{37}{4} \approx 9$ светильников, при лампах 80 Вт $\frac{21}{4} \approx 5$ светильников.

Длина светильников с лампами 40 Вт около 1250мм, с лампами 80Вт – около 1550 мм.

Следовательно, при лампах 80Вт сплошные ряды не получаются, при лампах 40 Вт можно получить сплошные ряды, установив в каждом из них по 10 светильников. Общая длина ряда составит около 12,5 м, т.е. ряды будут на 0,75м не доходить до торцевых стен.

4.5 Пожарная безопасность

Прокатное производство характеризуется тем, что в обращении постоянно находится горячий металл, при обработке которого выделяется значительное количество лучистого тепла из раскаленного металла и окалины. Кроме того, в цехе используются горючие газы в качестве топлива в нагревательных колодцах и на машине огневой зачистке. Из выше перечисленных факторов, характеризующих прокатное производство, цех относится к категории "Г" (согласно НПБ 105-03).

Но в цехе имеются помещения, которые могут быть отнесены к более высокой категории пожароопасности: маслоподвалы, характеризующиеся наличием большого количества масла для нужд стана, которое способно

воспламенению, можно отнести к категории "В" ;проходы около газопроводов, подающих топливо в печь, характеризующиеся наличием легковоспламеняющегося газа, можно отнести к категории "А".

По НПБ 105-03, при проектировании к строительству зданий и сооружений необходимо учитывать категорию пожарной опасности производства, степени огнестойкости этих зданий. Огнестойкость обжимного цеха определяется, прежде всего, стойкостью конструкций сохранять свою несущую способность при воздействии высоких температур. Поскольку основными материалами, использованными при строительстве цеха, являются металл и бетон, цех имеет достаточно высокую огнестойкость и в соответствии со СНиП 21.01.-97 относится к первой степени огнестойкости.

Причины, которые могут привести за собой возгорание различных предметов, заключены в следующем: 1) нарушение нормальной работы машин и механизмов; 2) нарушение технологического процесса; 3) нарушение требований пожарной безопасности при газосварочных работах и резке металла; 4) замыкания, перегрузки, искрения при нарушении изоляции;

В цехе предусмотрены противопожарные меры: к зданиям и к сооружениям цеха обеспечен подъезд пожарных автомобилей со всех сторон; оборудование установками автоматического пожаротушения, пожарной сигнализации в особо пожароопасных помещениях.

Система пожарной защиты предусматривает следующие меры:

1. Максимально возможное применение негорючих и трудногорючих веществ и материалов в производственных процессах;
2. Ограничение количества горючих веществ и их надлежащее размещение;
3. Изоляцию горючей среды;
4. Применение средств пожаротушения;
5. Применение конструкций производственных объектов с регламентированным пределом их огнестойкости и горючести;

6. Эвакуация людей в случае пожара;
7. Применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре;
8. Организацию пожарной охраны объекта;
9. Применение средств коллективной и индивидуальной защиты от огня.

Организационными мероприятиями по обеспечению пожарной безопасности являются: обучение рабочих и служащих правилам пожарной безопасности; разработка и реализация норм и правил пожарной безопасности, инструкций о порядке работы с противопожарными веществами и материалами; изготовление и применение средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности.

Для оповещения о пожаре пожарной части используются электрические кнопочные станции, сигнал от которых поступает непосредственно на пульт пожарной части. Ручные извещатели типа ПКИЛ-7 с кнопочным управлением располагают на заметных местах: на лестничных площадках, в коридорах у входных дверей и т.п. Для вызова пожарной охраны следует разбить стекло на корпусе извещателя и нажать кнопку. Кроме того в машинных залах установлена прямая телефонная связь с пожарной частью. В местах, где постоянное присутствие людей не предусмотрено (маслоподвалы, галереи электрических сетей и другие) устанавливаются датчики автоматического оповещения о пожаре, сигнал от которых поступает на пост управления, откуда передается в пожарную часть. Автоматические пожарные извещатели типа АТИМ основаны на принципе замыкания электрической цепи при заданных температурах. Для автоматического оповещения о пожаре используются комбинированные датчики КИ-1, действующие на повышение температуры и на наличии в помещении дыма.

Для тушения пожаров применяются несколько типов стационарных систем пожаротушения. В складах применяются установки водяного пожаротушения. Данная установка не только тушит пожар, но и включает световую и звуковую системы сигнализации. В кабельном подвале установлены стационарные установки и автоматическая пожарная сигнализация дренчерного пожаротушения с дистанционным управлением. В галереях, где расположены электрические кабели, применяют установки газового пожаротушения. В маслоподвалах применяют установки тушения пожаров паром. Ввод в действие этих установок производится вручную задвижками, находящиеся рядом с маслоподвалом. Это необходимо для того, чтобы исключить возможность включения установки при нахождении в маслоподвале людей.

К первичным средствам пожаротушения относят: вода, песок, различные брезентовые накидки, огнетушители. Принципы тушения основан на перекрытии доступа воздуха в очаг пожара. В таблице 31.приведены данные некоторых огнетушителей.

Таблица 31 - Огнетушители

Тип огнетушителя	Марка	Виды материалов, подлежащих тушению
Химический пенный	ОХП-10	Твердые горючие материалы, легковоспламеняющиеся и горючие жидкости на площади до 1 кв.м.
Воздушно-пенный	ОВП-10	Различные материалы, кроме щелочных материалов и электроустановок
Химический воздушно-пенный	УХВП-10	Твердые вещества и легковоспламеняющиеся жидкости
Углекислотно-бромэтиловый	ОУБ-3 ОУБ-7	Небольшие очаги пожара при воспламенении горючих веществ
Углекислотный	ОУ-2 ОУ-5 ОУ-8	Различные вещества и материалы, а также электроустановки
Порошковый	ОП-1	Легковоспламеняющиеся жидкости, твердые вещества, электроустановки.

Для предотвращения гибели людей при возникновении пожара каждый рабочий должен знать пути безопасного выхода из своего помещения. На рисунке 23.показан план эвакуации людей при пожаре из мастерской электрослужбы стана 1250, а также нанесены средства тушения пожара.

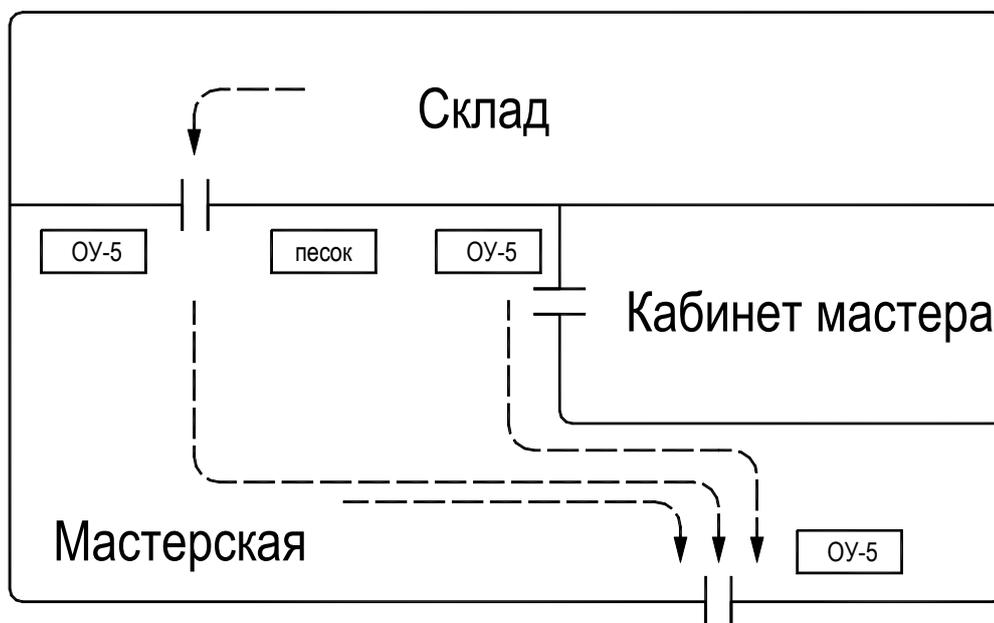


Рисунок 23 - План эвакуации при пожаре

4.6 Охрана труда и окружающей среды

Город Новокузнецк расположен в южной части Кемеровской области на площадке, образованной поймами рек Кондомы и Томи, и окружен отрогами Кузнецкого Алатау и Салаирского кряжа. Перепад высот в пределах города составляет 250 м.

Площадка ОАО "ЗСМК", шириной 2 км и длиной 5 км с террасным расположением цехов, находится на юго-западной окраине города на правом берегу реки Томи. Размер санитарно-защитной зоны ОАО "ЗСМК" составляет 1000 м.

По валовым выделениям пыли и образованию газов прокатное производство относится к наименее тяжелым участкам металлургического производства. Нагрев и горячая прокатка слитков способствует образованию значительного количества окалины. Технологический процесс связан с применением большого количества воды для смыва и транспортировки окалины, охлаждения прокатных валков, роликов рольгангов и проводковой арматуры. Высокая степень механизации технологического процесса требует применения в большом количестве масел и смазок.

Технология нагрева и прокатки слитков включает в себя отходы производства, воздействующие на окружающую среду:

- дымовые газы, сварочный шлак, окалину и пыль в отделении нагревательных колодцев;
- окалину и пыль на стане 1250;
- обрезь на ножницах горячей резки блюминга 1250 и НЗС;
- обрезь, окалину и пыль на адьюстаже при порезке и обработке заготовок ручными резаками и на шлифовально – обдирочных станках;
- воду с примесями окалины, масел и смазок по линии прокатки на блюминге 1250, НЗС и склада горячих заготовок.

Характеристика отходов производства в обжимном цехе в 2013 г. приведена в таблице 26.

В цехе установлена одна газоочистная и пять пылеулавливающих установок. В период неблагоприятных метеоусловий производить внеплановый осмотр технического состояния всех газо- и пылеулавливающих установок с устранением выявленных отклонений от правил технической эксплуатации. В это время запрещается чистка пылеулавливающих установок, разведение костров, задымляющих территорию цеха.

Технологический процесс прокатки слитков на стане сопровождается дроблением и истиранием окалины. Это способствует большому выделению крупно – и мелкозернистой пыли, содержащей $Fe_2O_3, Fe_3O_4, FeO, Mn_2O_3, SiO_2$ и др. Для отсоса пыли из клетки 1250 применяется аспирационная установка АС-1, состоящая из пылеотборного короба, установленного над раскатным рольгангом за клетью, газохода, дымососа Д-20 производительностью 150000 м³/час, увлажнителя пыли во втором газоходе и трубы. Установка АС-1 должна работать при работе блюминга. Окалина смывается потоком воды от увлажнителя пыли и в виде шлака поступает по наклонному желобу в яму для отстоя окалины блюминга.

В процессе огневой зачистки металла выделяется большое количество тепла, водяных паров, продуктов сгорания и мелкодисперсной металлической пыли.

Химический состав пыли в продуктах сгорания представлен оксидами железа до 90%, а газы содержат до 70% азота. Для очистки газов и пыли установлена система двойной очистки.

Таблица 32. - Характеристика отходов производства

Участок агрегата	Наименование отходов	Выход на единицы продукции кг/т	Всего отходов, т	Переработка		Величина безвозмездных потерь		
				т	где	всего, т	в том числе	
							с водой	в атмосферу
Нагревательные колодцы	Сварочный шлак	5,11	33000	33000	АИП	-	-	-
	Окалина	0,85	5480	5480	доменный цех	-	-	-
	Пыль	0,009	59	-		59	-	59
	Окись углерода	0,41	2669	-		2669	-	2669
	Сернистый ангидрид	0,07	480	-		480	-	780
	Окислы азота	0,009	58	-		58	-	58
	Бензаперен	-	0,00015	-		0,00015	-	0,00015
Стан 1250	Окалина	21,2	137000	13700	АИП	-	-	-
	Пыль	0,004	23	-	доменный цех	23	-	23
МОЗ	Окалина	8,5	54800	54800	АИП	-	-	-
	Пыль	0,01	93	-	доменный цех	93	-	93
	Окись углерода	0,2	1320	-		1320	-	1320
	Сернистый ангидрид	0,0006	4	-		4	-	4
	Окислы азота	0,02	139	-		139	-	139
Ножницы 1250	Обрезь	86,2	556000	556000	Конверторное производство	-	-	-

Продолжение таблицы 32. - Характеристика отходов производства

НЗС	Окалина	4,25	27400	27400	АИП доменный цех	-	-	-
	Обрезь	26,98	174000	177000	Конверторн ое производств о	-	-	-
СГЗ	Окалина	7,63	49320	49320	АИП доменный цех	-	-	-
	Обрезь	17,67	114000	114000	Конверторн ое производств о	-	-	-
	Пыль	0,004	28	-		28	-	28
Механослужба	Масло	0,18	1166	440	Химические заводы	726	726	-
	Смазка	0,07	444	-		444	444	-
ВСЕГО	Сварочный шлак	5,11	33000	33000	АИП	-	-	-
	Окалина	42,48	274000	274000	доменный цех	-	-	-
	Обрезь	130,85	844000	844000	Конверторн ое производств о	-	-	-
	Пыль	0,03	203	-		203	-	203
	Окись углерода	0,62	3989	-		3989	-	3985
	Сернистый ангедрид	0,07	484	-		484	-	484
	Окислы азота	0,03	197	-		197	-	197
	Бензаперен	-	0,00015	-		0,00015	-	0,00015
	Масло	0,18	1166	440		726	726	-
	Смазка	0,07	444	-		444	444	-

Отсос продуктов сгорания от МОЗ осуществляется через газоотборный короб, установленный над рольгангом перед машиной, подземной орошаемый бором и газоход с противоточной подачей воды. Система газоочистки состоит из трех параллельных ниток. Каждая нитка включает в себя, пылеулавливатель (труба Вентури), циклон и дымосос. Первая и третья нитки оснащены дымососами типа ВМ20А, а вторая ВМ 100/1200.

Эксплуатационная производительность каждой нитки составляет 90000 м³/час, одна из которых находится в резерве. В каждом пылеулавливателе предусмотрено предварительное орошение газов водой через форсунки для коагуляции мелкодисперсных частиц пыли, а мокрые циклоны являются улавливателями и коагуляторами мелких капель, состоящих из воды и пыли. Скоагулированные частицы вместе с водой из пылеулавливателя поступают в отстойник оборотного цикла прокатных цехов, а очищенные продукты сгорания через трубу выбрасываются в атмосферу.

В процессе абразивной зачистки на станках образуется большое количество мелкодисперсной пыли, состоящей из соединения кремния, марганца, стружки металла и других веществ. Для отсоса пыли в цехе предусмотрено четыре пылеотсасывающих установки АС-2 с производительностью вентиляторов 50000 м³/час. Отсос пыли осуществляется без увлажнения, через установку состоящую из пылеулавливателя, короба отделения пыли от стружки, воздуховода, четырех циклов, вентилятора и выхлопной трубы.

Нормативы предельно допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу от источников обжимного цеха за 2013 г. приведены в таблице 27.

Таблица 33. - Нормативы предельно допустимых выбросов вредных веществ

Источник выделения вредных веществ (агрегат, установка)	Выбросы вредных веществ в атмосферу т, год.		
	Наименование веществ	Базовый выброс	Предельно допустимый выброс
Нагревательные колодцы	Пыль	59	60
	Окись углерода	2668,9	2660
	Сернистый ангидрид	434,7	480
	Окислы азота	58,4	50
	Бензаперен	0,00015	0,00015
Клеть 1250 АС-1	Пыль	22,53	30
МОЗ	Пыль	92,8	110
	Окись углерода	1319,8	1310
	Сернистый ангидрид	3,9	9
	Окислы азота	139,1	140
Зачистные станки АС-2	Пыль	27,63	30
ИТОГО	Пыль	201,86	230
	Сернистый ангидрид	438,6	489
	Окись углерода	3988,7	3970
	Окислы азота	197,5	190
	Бензаперен	0,00015	0,00015

Поступающие в атмосферу окислы углерода, азота, пыль и т.д. оказывают различное токсичное воздействие на организм человека. Так, окислы азота воздействуют на органы дыхания, приводят к отеку легких. Превышение нормативной величины окислов азота практически в 2 раза внушает опасение, т.к. в черте города окислы азота, взаимодействуя с углеводородами выхлопных газов, образуют фотохимический туман-смог. Оксид углерода воздействует на нервную и сердечно-сосудистую системы. Источниками атмосферной пыли является зола, образующаяся при сгорании топлива. Сажа обладает большой адсорбционной способностью по отношению к тяжелым углеводородам и в том числе к бензапилену, что делает сажу весьма опасной для человека.

Снижение вредных выбросов в атмосферу позволит цеху значительно увеличить прибыль, прежде всего за счет того, что не будет необходимости в уплате из прибыли штрафных санкций в бюджет и внебюджетные фонды за нарушение требований по охране окружающей среды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью данного дипломного проекта является проектирование и разработка электропривода приемного рольганга обжимного цеха стана 1250 ОАО «ЗСМК».

В систему автоматического управления электроприводом приемного рольганга входят: электродвигатель, преобразователь, передаточная и управляющая системы, представляющие вместе сложную электромеханическую структуру. Кроме того, на характер работы этой системы оказывает существенное влияние специфика прокатного производства, что дополнительно предъявляет целый ряд требований к системе электропривода приемного рольганга.

В результате проектирования разработан электропривод, полностью отвечающий требованиям технического задания и технологического процесса. Электромеханические характеристики системы преобразователь-двигатель в полной мере заполняют заданную работы характеристик, проектируемого электропривода в плоскости координат $\omega(I)$. Статические характеристики замкнутой системы электропривода с П-регулятором скорости (ЭДС) и ПИ-регулятором обеспечивают заданную точность поддержания скорости и значение максимального допустимого тока.

Динамические показатели качества работы РЭП во всём диапазоне регулирования скорости полностью удовлетворяют требованиям технического задания. Время пуска электропривода со слитком и задатчиком интенсивности до максимальной рабочей скорости и реверсирования выбрано соответственно 1,5с и 3с. Перерегулирование скорости практически отсутствует.

Электропривод приемного рольганга снабжён системой защит и сигнализации, обеспечивающей безаварийную и безопасную работу.

В экономической части проекта рассмотрены вопросы планирования, финансирования и проведение пуско-наладочных работ электропривода

приемного рольганга. Составлена смета на проведение ПНР и построен линейный график проведения ПНР.

В разделе безопасности и экологичности проекта дан анализ основных вредных и опасных факторов, угрожающих обслуживающему персоналу и разработаны меры по технике безопасности, производственной санитарии и пожарной безопасности. Рассмотрены меры и по охране окружающей среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фотиев М.М. Электропривод и электрооборудование металлургических цехов. - М.: Металлургия, 1990.- 350с.
2. Чиликин М.Г., Сандлер А.С., Ключев В.И. Теория автоматизированного электропривода. - М.: Энергия, 1979.- 616с.
3. Дружинин Н.Н. Электрооборудование прокатных цехов. - М.: Металлургиздат, 1956.- 456с.
4. Зеленев А.Б., Тертичников В.И., Гулякин В.Г. Электропривод механизмов прокатных станов. - М.: Металлургиздат, 1963.- 344с.
5. Королев А. А. Конструкция и расчет машин и механизмов прокатных станов. - М.: Металлургия, 1985.- 376с.
6. Справочник по проектированию электропривода, силовых и осветительных установок / Под ред. Я.М. Большама и др. - М.: Энергия, 1974.-728с.
7. Башарин А.В. и др. Примеры расчетов автоматизированного электропривода. - Л.: Энергия, 1997.- 440с.
8. Чебовский О.Г. и др. Силовые полупроводниковые приборы: Справочник. - М.: Энергоатомиздат, 1985.- 224с.
9. Лебедев Е.Д., Неймарк В.Е., Пистрак М.Я., Слежановский О.В. Управление вентильными электроприводами постоянного тока. - М.: Энергия, 1970.-200с.
10. Фишбейн В.Г. Расчет систем подчиненного регулирования вентильного электропривода постоянного тока. - М.: Энергия, 1972.- 136с.
11. Башарин А.В., Новиков В.А., Соколовский Г.Г. Управление электроприводами. - Л.: Энергоиздат. 1982.- 392с.
12. Удут Л.С., Мальцева О.П., Кояин Н.В. Проектирование автоматизированных тиристорных электроприводов постоянного тока. Учебное

пособие по курсовому проектированию.- Томск, изд. ТПУ им. С.М. Кирова, 1991.-104с.

13. Комплектные тиристорные электроприводы. Справочник. / Под ред. Перельмутера В.М. - М.: Энергоатомиздат, 1988.- 318с.

14. Справочник по наладке электроустановок / Под ред. Дорофеюка А.С., Хегумяна АЛ. - М.: Энергия, 1997.- 560с.

15. Гарков В.К., Рабинович В.Б., Вишневецкий Л.И, Унифицированные системы автоуправления электроприводом в металлургии - М.: Металлургия,1977.- 192с.

16. Справочник по проектированию автоматизированного электропривода и систем управления технологическими процессами / Под ред. Круповича В.И. и др. - М.: Энергоатомиздат, 1982.- 416с.

17. Справочник по наладке электрооборудования промышленных предприятий / Под ред. Зименкова М.Г. и др. - М.: Энергоатомиздат, 1983.-480с.

18. Шипилло В.П. Автоматизированный электропривод. - М.: Энергия, 1969.- 400с.

19. Справочник по электрическим машинам. Том 2. / Под ред. Копыло-ва И.П. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 516с.

20. Бельгольский Б.П. Экономика и организация труда прокатного производства. -М.: Металлургия, 1963.- 318с.

21. Логоватовский А.А. Научная организация труда в металлургии. - М.: Высшая школа, 1984.- 136с.

22. Глухов В.В. Экономика прокатного производства. - М.: Металлургия, 1979.-284с.

23. Юзов О.В. и др. Экономика и организация производства в дипломном проектировании. - М.: Высшая школа, 1991.- 124с.

24. Технологическая инструкция по производству блюмов, слябов и заготовок на обжимном стане - Новокузнецк, 1994. - 86с.

25. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. - М.: Энергоатомиздат, 1985. -716с.
26. Зиньковский М.М. Техника безопасности и производственная санитария. Краткий справочник металлурга. - М.: Металлургия, 1973. - 416с.
27. Безопасность труда на производстве. Производственная санитария / Под ред. Злобинского Б.М. - М.: Металлургия, 1976. - 369с.
28. Нормативы предельно-допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу в обжимном цехе - Новокузнецк, 1998. -17с.
29. Охрана труда в прокатном производстве / Под ред. Брынза А.М. - М.: Металлургия, 1986. - 214с.
30. Глушко Л.А. Защита от перегрева в горячих цехах. - М.: Металлургия, 1963. - 156с.
31. Правила устройства электроустановок - М.: Энергоатомиздат, 1985 -624с.
32. Правила технической эксплуатации и правила техники безопасности в электроустановках. - М.: Энергоатомиздат, 1986. -524с.
33. СН №3223-80. Санитарные нормы допустимых уровней шума на рабочих местах.
34. ГОСТ 12. L050-86. Методы измерения шума на рабочих местах.
35. СН №3044-84. Санитарные нормы вибрации рабочих мест.
36. ГОСТ 12.4.077-79. Вибрация. Средства измерения и контроля вибрации на рабочих местах.
37. ГОСТ 12.1.001-89. Ультразвук. Общие требования безопасности.
38. ГОСТ 12.4.077-79. Ультразвук. Методы измерения звукового давления на рабочих местах.
39. СН №2274-80. Гигиенические нормы инфразвука на рабочих местах.

40. СанПин 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
41. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
42. Р 222.013-94. Гигиенические критерии оценки условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса.
43. МР №5169-90. Оценка теплового состояния человека с целью обоснования гигиенических требований к микроклимату рабочих мест и мерам профилактики охлаждения и нагревания.
44. СанПин №5802-91. Санитарные нормы и правила выполнения работ в условиях воздействия электрических полей промышленной частоты(50Гц).
45. СН № 1757-77. Санитарные нормы допустимой напряженности электрического поля.
46. ПДУ №3206-85. Предельно - допустимые уровни магнитных полей промышленной частоты(50Гц).
47. СНиП 23.05-95. Строительные нормы и правила. Нормы проектирования. Естественное и искусственное освещение.
48. ГОСТ 17.677-82. Светильники. Общие технические условия.
49. ПДК №461788. Предельно - допустимые концентрации вредных веществ к воздуху рабочей зоны.
50. МУ-2562-83. Методические указания по определению вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
51. МУК-4.1.406-96 ÷ 4.1.465-96. Методические указания по измерению концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
52. Кузьмина Е.А, Кузьмин А.М. Методы поиска новых идей и решений "Методы менеджмента качества" №1 2003 г.

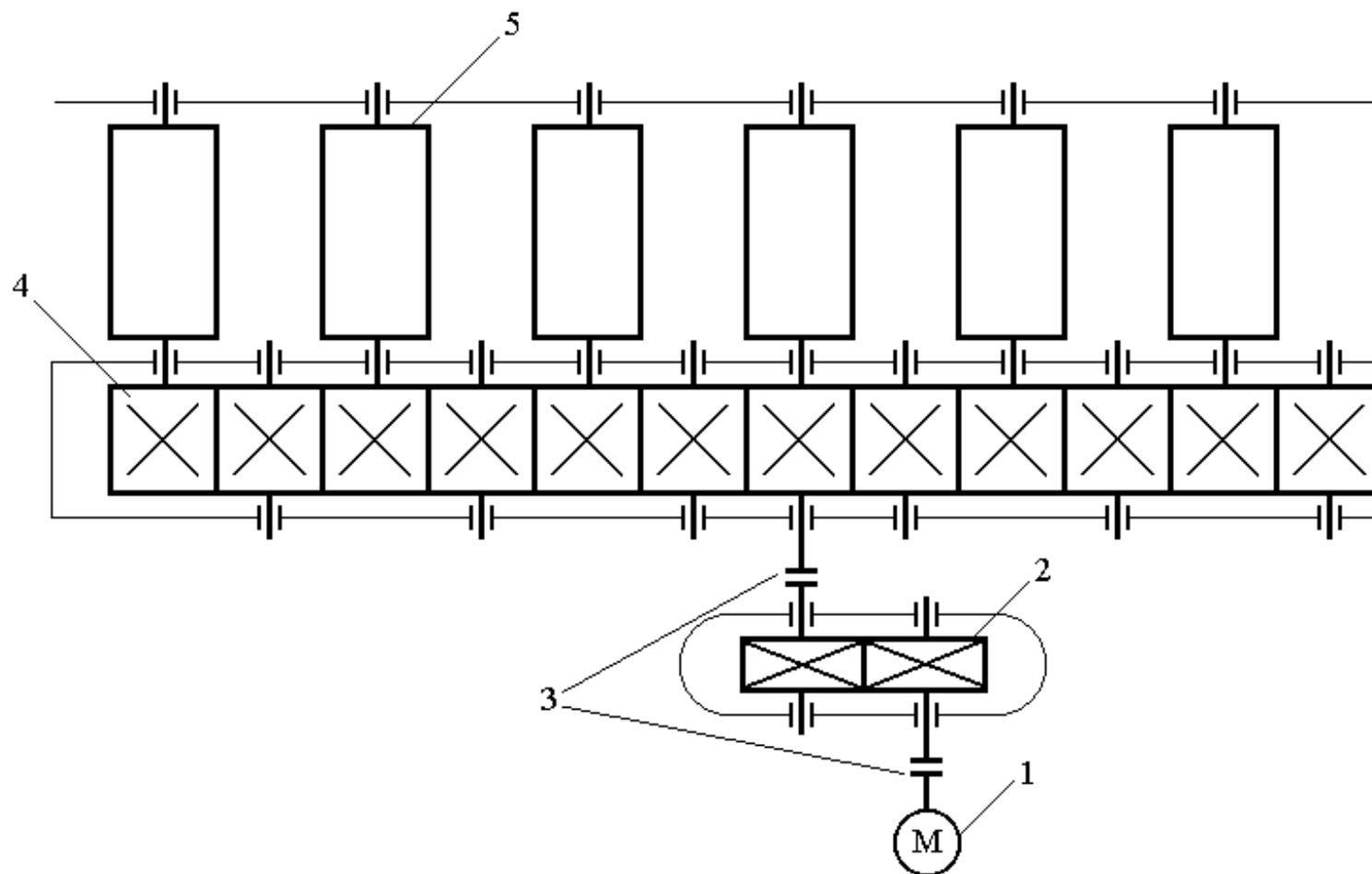
53. Кузьмина Е.А, Кузьмин А.М. Функционально-стоимостный анализ. Экскурс в историю. "Методы менеджмента качества" №7 2002 г.

54. Основы функционально-стоимостного анализа: Учебное пособие / Под ред. М.Г. Карпунина и Б.И. Майданчика. - М.: Энергия, 1980. - 175 с.

55. Скворцов Ю.В. Организационно-экономические вопросы в дипломном проектировании: Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 2006. – 399 с.

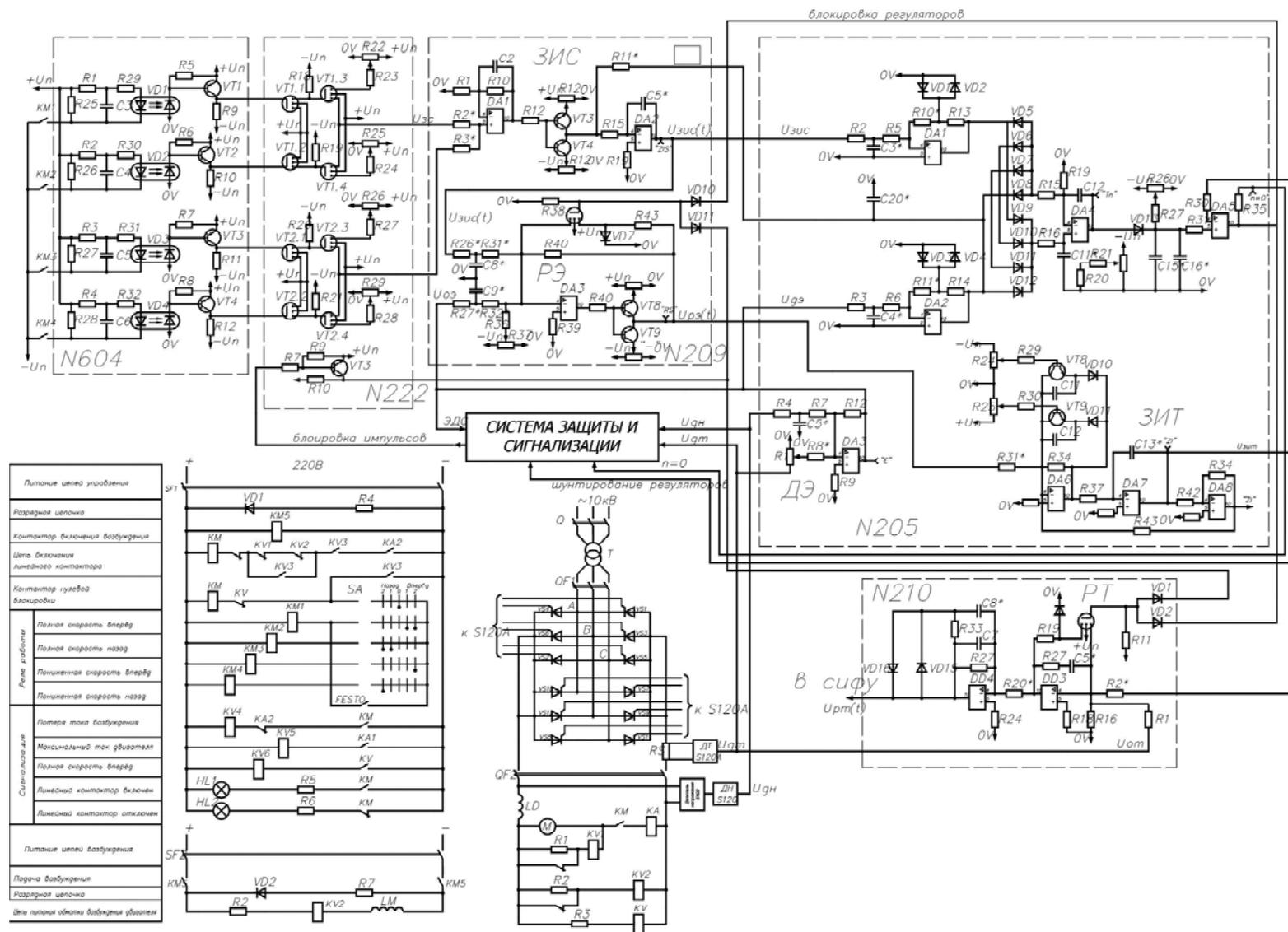
Приложение А.
Графический материал.

Кинематическая схема приёмного рольганга стана 1250

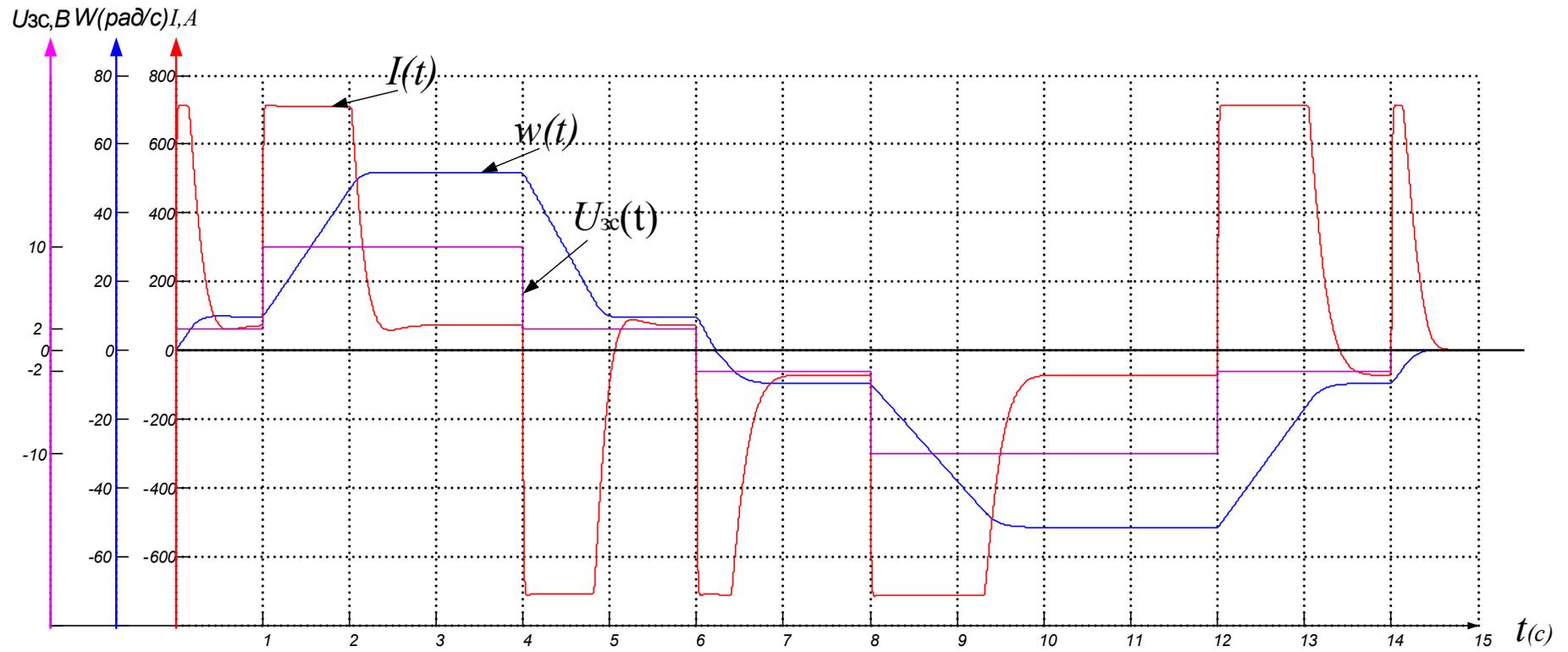


- 1 – электродвигатель;
- 2 – цилиндрический
одноступенчатый
редуктор;
- 3 – муфта;
- 4 – распределительный
редуктор;
- 5 – ролик.

Принципиальная схема электропривода приемного рольганга



Диаграммы цикла работы электропривода приёмного рольганга



Линейный график проведения ПНР

