

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

Институт электронного обучения

Направление подготовки 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника (бакалавриат)

Кафедра электропривода и электрооборудования

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Электропривод маятниковых ножниц

УДК 62-83-523:621.967

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Г10	Сулаймонов Рустам Хакимович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Однокопылов Иван Гергиевич	Кандидат технических наук, доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Мелик-Гайказян Мария Вигеновна	Кандидат экономических наук, доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Романцов Игорь Иванович	Кандидат технических наук		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2016 г.

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

Институт электронного обучения
Направление подготовки – Электроэнергетика и электротехника
Кафедра электропривода и электрооборудования

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

(Подпись) _____ (Дата) Ю.Н. Дементьев
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
З-5Г10	Сулаймонову Рустаму Хакимовичу

Тема работы:

Электропривод маятниковых ножниц	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ –2533/С от 01.04.2016 г..

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2016г..
--	---------------

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, принципиальная электрическая схема, защита и сигнализация социальная ответственность проекта; финансовый менеджмент; заключение.

Перечень графического материала	- 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	Мелик-Гайказян Мария Вигеновна
Социальная ответственность	Романцов Игорь Иванович
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Реферат	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	11.04.2016г.
---	--------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Однокопылов Иван Георгиевич	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Г10	Сулаймонов Рустам Хакимович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 111 страницы текста, 26 рисунка, 21 таблицу, 1 приложение, 31 использованных источников.

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

Цель работы - разработка и исследование электропривода маятниковых ножниц непрерывно-заготовочного стана обжимного цеха ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК».

В проектно-пояснительной части описан технологический процесс участка непрерывно-заготовочного стана, где установлены маятниковые ножницы, технологический процесс самих ножниц, приведена кинематическая схема, а также обоснование выбора и описание функциональной схемы. Построены электромеханические характеристики электропривода, определена область существования характеристик, рассчитаны переходные процессы в нелинейной САУ

Введение

Черная металлургия является одной из важнейших отраслей промышленности. Высокая механическая прочность и стойкость черных металлов, легкость их обработки сравнительно с другими металлами, простота получения и большие природные запасы железной руды обусловили самое широкое применение стали и чугуна, как основных исходных материалов в машиностроении, станкостроении, электропромышленности, судостроении и других отраслях промышленности, а также в сельском хозяйстве, строительстве, транспорте и в быту. Из чугунного литья и стали изготавливают станки, производственные и сельскохозяйственные машины, метизы (болты, гайки, гвозди, тросы) и другие изделия. Широко применяется профильная сталь, получаемая путем прокатки.

Прокатка является основным видом обработки металлов давлением. Около 75% стали выплавляемой на металлургических заводах, обрабатываются на прокатных станах и выпускается в виде готового проката: листов, сортовых профилей, труб и т.п. (остальная часть 25% предназначена для производства стальных фасонных отливок и кузнечных слитков).

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

Блюминг -(англ. blooming)-мощный прокатный стан, предназначенный для обжатия тяжелых стальных слитков в квадратные заготовки(блюда). Используется также для прокатки прямоугольной плоской 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 обжатия 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. В настоящее время основным средством для приведения в движение рабочего органа машины и управления ее технологическим процессом, является электромеханическое устройство, называемое электроприводом. Ни одно из металлургических предприятий не может обойтись без современных электроприводов, неразрывно связанных с повышением эффективности технологических процессов.

Большой диапазон регулирования скорости, высокая скорость позиционирования - вот чем характеризуется современный промышленный электропривод. Поэтому к нему предъявляются очень высокие требования по надежности и производительности. Многообразие технологических требований к характеру и качеству механического движения с одной стороны обеспечило прогресс в области развития теории и практики электропривода, а с другой стороны - разнообразие систем электропривода: от массового, для объектов с относительно простыми движениями, до специальных объектов со сложными и точными движениями.

В данном дипломном проекте представлен расчет электропривода маятниковых ножниц непрерывно – заготовочного стана обжимного цеха Западно-Сибирского металлургического комбината.

Идея создания второго крупного завода рядом с Кузнецким металлургическим комбинатом возникла еще в годы первых пятилеток, но только в 1950 году появилась возможность вернуться к вопросу о строительстве завода. В 1957 году правительством было утверждено проектное задание на строительство Западно-Сибирского металлургического завода.

В 1963 году первый объект строящегося гиганта - коксовая батарея вступила в строй действующих, а в 1964 году был получен первый чугун.

В последующие годы на ЗСМК был построен ряд крупных объектов, поэтому, учитывая сложную структуру и комбинированный характер

производства, приказом Министерства черной металлургии СССР от 30 июня 1983 года завод реорганизован в Западно-Сибирский металлургический комбинат.

Все цеха комбината можно сгруппировать по основным производствам:

- коксохимическое производство;
- агломерационно-известковое производство;
- доменное производство;
- сталеплавильное производство;
- сталеπροкатное производство;
- ремонтная база комбината;
- транспорт.

Целью выпускной квалификационной работы является расчет электропривода маятниковых ножниц непрерывно – заготовочного стана обжимного цеха Западно-Сибирского металлургического комбината.

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Технологический процесс участка

Непрерывно-заготовочный стан 850/730/580 служит для прокатки, без дополнительного прогрева блюмов с размерами сечений 350×350 – 370×370 мм, в заготовки размерами сечений 120×200 ; 150×200 ; 150×150 мм на I-ой группе клетей и размерами сечений 125×125 ; 100×100 ; 80×80 мм на II-ой группе клетей. Прокат производится следующих марок стали: углеродистых (кипящих, полуспокойных, спокойных) обыкновенного качества по ГОСТ 380-71, стали горячекатаной для армирования железобетонных конструкций по ГОСТ 5781-82, стали углеродистой качественной конструкционной по ГОСТ 1050-74 и ГОСТ 10702-78, стали легированной конструкционной по ГОСТ 4543-75 и ГОСТ 10702-78, стали низколегированной по ГОСТ 19282-73, стали углеродистой и низколегированной конструкционной для мостостроения по ГОСТ 6713-75, низкоуглеродистой по ГОСТ 2246-70, катанки стальной канатной по ГОСТ 1437-78.

В I-ой группе после прокатки в клетки «А» и «1», раскат кантуется на 90 град. кантователем и проходит последовательно клетки «В», «2», «3», «4», «5», «6» (клетки «3» и «5» – вертикальные, остальные горизонтальные). Полученный раскат сечением 150×150 мм, 150×200 мм, 165×200 мм шлепперным устройством подается на обводную линию и транспортируется рольгангами номер 5, 6, 7 и 8 к летучим ножницам «400тн» для порезки на заготовки длиной 4-12 м при скорости движения раската 2,3-2,5 м/сек и обрезки переднего и заднего концов раската длиной 150-300 мм.

После I-ой (черновой) группы клетей, заготовки, предназначенные для дальнейшего переката на квадрат 80×80 мм или 100×100 мм, транспортируются по рольгангу ко II-ой группе клетей: «С», «D», «7», «8», «9», «10», перед которой, в случае необходимости, происходит обрезка концов на маятниковых ножницах.

После прокатки раскат разрезается барабанными ножницами «150тн» на заготовки длиной 10500 – 11800 мм, которые клеймятся в торец клеймовочным

устройством, собираются в пакеты на пакетирующем рольганге II-ой группы с косорасположенными роликами и транспортируются по рольгангам на холодильники склада.

1.2 Кинематическая схема маятниковых ножниц

Маятниковые ножницы предназначены для зачистки головной и донной части раската на ходу или с остановкой, а также для аварийного отрезания части раската на ходу при нарушении технологического режима в чистовой группе клетей.

Привод маятниковых ножниц – редукторный однодвигательный. Кинематическая схема ножниц приведена на рисунке 1.

Конструктивно маятниковые ножницы представляют собой маятник, свободно подвешенный вместе с шатуном на эксцентриковом валу. Ножи установлены в одной плоскости на маятнике и шатуне.

В исходном положении маятник отклонен от вертикальной оси в сторону, противоположную движению проката на угол 11 град.37 мин.

При порезке проката на ходу ножи закусывают металл и, совершая рез, движутся вместе с металлом. Максимальный угол отклонения маятника от исходного положения составляет 24 град. 49 мин.

Конструкция ножниц предъявляет высокие требования к быстродействию привода. Он должен обеспечить быстрый разгон, высокую установившуюся скорость и интенсивное торможение.

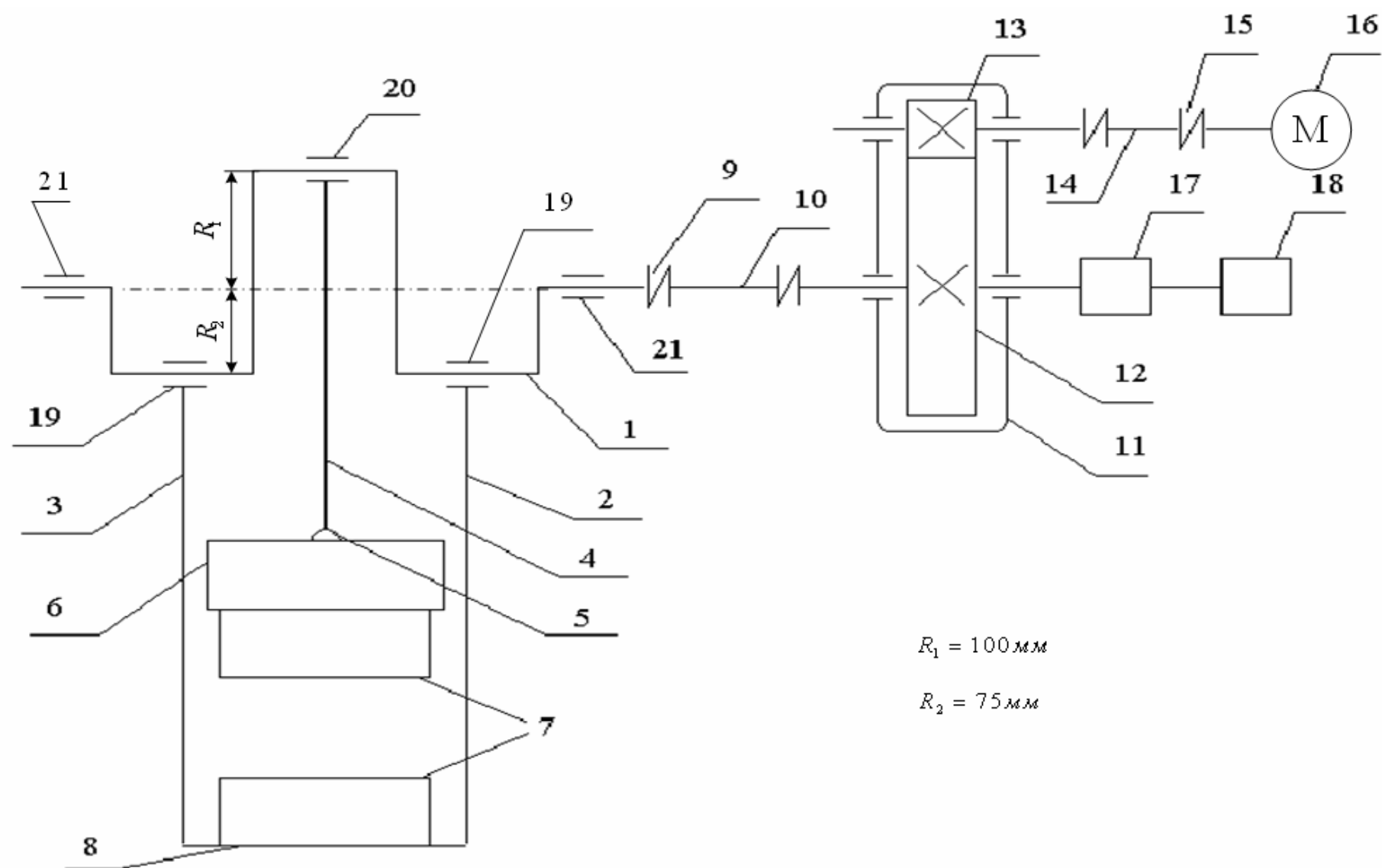


Рисунок 1-Кинематическая схема маятниковых ножниц

На рисунке 1 приняты следующие обозначения:

- 1 – вал;
- 2 – боковина левая;
- 3 – боковина правая;
- 4 – шатун;
- 5 – ось;
- 6 – верхний суппорт;
- 7 – нож;
- 8 – нижний суппорт;
- 9, 15 – муфта зубчатая МЗ-16;
- 10 – вал промежуточный;
- 11 – редуктор $i = 3.18$;
- 12 – вал шестерня $z=140$;
- 13 – колесо зубчатое $z = 44$;
- 14 – вал промежуточный;
- 16 – электродвигатель;
- 17 – командоаппарат;
- 18 – сельсин;
- 19,20,21 – подшипники.

1.3 Оценка и анализ вариантов исполнения электропривода

Выбор рода тока и типа электропривода производится с учетом целого ряда условий, предъявленных к режиму работы и управлению исполнительным механизмом.

Для электропривода маятниковых ножниц наиболее рационально использовать систему питания на постоянном токе. Электропривод постоянного тока применяется в агрегатах и установках, где требуется широкий диапазон регулирования, высокая точность и быстродействие. Электропривод переменного тока не может удовлетворить требованиям, предъявляемым к механизму.

Двигатель постоянного тока обладает следующими преимуществами:

- более высокая перегрузочная способность, достигающая $2,5 \div 4$ кратной величины (у асинхронных двигателей она не превышает $2 \div 2,5$ кратной величины);
- меньший момент инерции;
- мягкая механическая характеристика, которая дает более короткое время разгона механизма и двигатель легче переносит толчки нагрузки;
- электрическое торможение двигателей постоянного тока осуществляется проще и дает лучшие результаты, чем торможение асинхронного двигателя;
- допускает регулирование скорости в широких пределах;
- аппаратура управления на постоянном токе проще и надежнее в действии, чем аппаратура управления на переменном токе.

Для выбора системы электропривода проведём сравнительный анализ систем, использующихся для питания двигателя постоянного тока. Для питания электродвигателя в регулируемом электроприводе постоянного тока, в настоящее время, могут применяться следующие системы преобразовательных устройств:

- генератор – двигатель;
- транзисторный преобразователь – двигатель;
- тиристорный преобразователь – двигатель;

Кратко рассмотрим их достоинства и недостатки и выберем наиболее приемлемый управляемый выпрямитель.

Основными достоинствами системы генератор – двигатель (Г—Д) являются большой диапазон и плавность регулирования скорость двигателя, высокая жесткость и линейность характеристик, возможность получения всех энергетических режимов работы, в том числе и рекуперативного торможения, возможно большая установленная мощность электрических машин. В тоже время для нее характерны такие недостатки, как утроенная установленная мощность системы, более низкий КПД, инерционность процесса регулирования

скорости, большие габариты и шум при работе. Кроме того, эта система требует большого количества коммутационной аппаратуры.

Применение системы транзисторный преобразователь – двигатель ограничено мощностью элементной базы (транзисторов). Появившиеся новые поколения транзисторов IGBT и MOSFET принципиально позволяют создать электропривод большой мощности, однако в настоящее время в России они серийно не выпускаются.

К достоинствам системы тиристорный преобразователь – двигатель (ТП-Д) относятся: плавность и значительный диапазон регулирования скорости (более 10 в замкнутых ЭП), большая жесткость получаемых характеристик, высокий КПД преобразователя (до 0,98%), меньшая мощность установленного оборудования, отсутствие подвижных частей, меньшие габариты, бесшумность в работе, высокий уровень автоматизации, простота в обслуживании и эксплуатации, большой срок службы. При этом этой системе присущи и недостатки: преобразователь обладает односторонней проводимостью и для получения характеристик в четырех квадрантах необходимо использовать двухкомплектный преобразователь; напряжение на якоре и ток имеют пульсирующий характер, что ухудшает условия работы двигателя и требует применения сглаживающих реакторов или более сложных многофазных схем выпрямления; работа УВ характеризуется режимом прерывистого тока, при котором резко падает жесткость характеристик привода и они становятся нелинейными; тиристорные преобразователи обладают малой перегрузочной способностью по току и напряжению.

Несмотря на отмеченные недостатки, система ТП – Д является высокоэффективным регулируемым ЭП постоянного тока и широко применяется для привода таких ответственных рабочих машин, как прокатные станы, металлорежущие станки и др.

Сопоставив возможные варианты реализации системы «преобразователь – двигатель», их достоинств и недостатков, приходим к выводу о необходимости применения в качестве электропривода маятниковых ножниц тиристорного электропривода постоянного тока.

В нашем случае в качестве электропривода маятниковых ножниц применен комплектный тиристорный электропривод постоянного тока серии КТЭ.

1.4 Обоснование функциональной схемы привода. Выбор основных элементов

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

На рисунке 2 представлена функциональная схема автоматизированного тиристорного реверсивного электропривода постоянного тока маятниковых ножниц. Рассмотрим основные элементы схемы и их назначения.

Электродвигатель М независимого возбуждения получает питание от реверсивного тиристорного преобразователя ТПЯ, который питается от трехфазной сети через масляный выключатель ВМ и трансформатор Т1.

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

Сглаживающий дроссель L, включенный в якорную цепь позволяет ограничить величину переменных составляющих и, тем самым, улучшить использование двигателя, его коммутацию и электромеханические характеристики. Выключатель В защищает двигатель М от токов короткого замыкания и недопустимой перегрузки.

Система автоматическая регулирования (САР) представляет собой двухконтурную систему подчиненного регулирования скорости с отрицательными обратными связями по ЭДС и току двигателя. Для обеспечения точности останова ножниц при угле поворота эксцентрикового вала 290 градусов от путевого выключателя, установленного на валу механизма, отключается сигнал задания скорости и включается обратная связь по положению. Сигналом задания скорости в этом режиме, является сигнал

регулятора положения. В качестве датчика положения используется сельсин. Ножницы остановятся при повороте вала механизма на 360 градусов.

Сигнал задания скорости, который формируется в начале каждого реза, имеет форму скачка. Для ограничения ускорения привода на входе регулятора ЭДС РЭ установлен задатчик интенсивности ЗИ, который формирует линейноизмеряющийся сигнал задания скорости.

В качестве датчика тока якоря ДТЯ используются трансформаторы тока, которые установлены во вторичной цепи питающего трансформатора.

По этой причине датчик тока является нереверсивным, что требует применения знакопереключающих устройств в контуре тока реверсивного электропривода.

При раздельном управлении группы вентиля работают раздельно, поэтому для их переключения необходимо логическое переключающее устройство ЛПУ и датчик нулевого тока ДНТ.

Сигналы задания скорости, обратной связи по току и заданного значения производной по скорости (dn/dt -ускорение) поступает на вход устройства ССТ - формирователя сигнала стоянки. При наличии любого из перечисленных выше сигналов управления, превышающих пороговое значение на входе ССТ появляется положительное напряжение, которое поступает на управление ключами, установленных в цепи регулирования уровня ограничения ССТ или блокировки, а также для блокировки РТ. То есть на ССТ устанавливается необходимый уровень ограничения

Обмотка возбуждения двигателя получает питание от своего тиристорного преобразователя, предназначенного для стабилизации номинального тока возбуждения. Система регулирования представляет собой одноконтурную систему регулирования тока возбуждения.

На функциональной схеме приняты следующие обозначения:

ВК1 - ВК4 – бесконтактный ключ;

ПУ1 – ПУ3 – промежуточный усилитель;

ЗИ – задатчик интенсивности скорости;

РЭ – регулятор ЭДС.;

РП – регулятор положения;
ФВУ – фазовый выпрямитель–усилитель;
РГ1, РГ2 – гальваническая развязка;
ДЭ - датчик ЭДС;
РТЯ – регулятор тока якоря;
РСУ – реверсор сигнала управления;
СУ – согласующее устройство;
СИФУ – система импульсно – фазового управления;
ЛПУ – логическое переключающее устройство;
ДТЯ – датчик тока якоря;
ДНТ – датчик нулевого тока;
ЗПТя – защита от превышения тока якоря;
УБЛ – усилитель блока логики;
ФТЯ – формирователь тока якоря;
Т1 – силовой трансформатор преобразователя якоря;
ТТЯ – трансформатор тока якоря;
ТПЯ – тиристорный преобразователь цепи якоря;
В – выключатель автоматический цепи якоря;
М – двигатель;
СД – сельсин-датчик;
ЛМ – обмотка возбуждения двигателя;
ТПВ – тиристорный преобразователь обмотки возбуждения;
ТТВ – трансформатор тока обмотки возбуждения;
ДТВ – датчик тока возбуждения;
ЗТВ – защита от превышения тока возбуждения;
РТВ – регулятор тока возбуждения.

2 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Выбор электродвигателя

Проверку и расчет электродвигателя по мощности, скорости и техническим условиям произведем по методике, изложенной в [3].

Основные технические параметры механизма:

1	Разрезаемый металл – углеродистая и низколегированная сталь:	
	– предел прочности в холодном состоянии	100.8 кг/мм ²
	– предел текучести в холодном состоянии	58.5 кг/мм ²
2	Температура разрезаемого металла	1050°С
3	Усилие резания, максимальное	200 тонн
4	Ход верхнего ножа	200 мм
5	Ход нижнего ножа	150 мм
6	Наибольшее раскрытие ножей	340 мм
7	Перекрытие ножей	10 мм
8	Длина ножей	400 мм
9	Максимальная скорость раската	2.6 м/с
10	Скорость механизма	6.58 рад/с
11	Передаточное число редуктора	3.18
12	Момент инерции механизма, приведенный к валу двигателя	$J_{\text{мех}} = 22.5 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$

Рассмотрим подробнее кинематику маятниковых ножниц (рисунок 1).

Приводной вал 10 ножниц имеет три эксцентрика (в виде шеек коленчатого вала). Два крайних эксцентрика относительно оси приводного вала имеют эксцентриситет 75 мм, на этих эксцентриках свободно на подшипниках подвешены два суппорта, жестко соединенные внизу поперечной траверсой таким образом, что эти два суппорта представляют собой один маятник, свободно подвешенный на два боковых эксцентрика. На нижней траверсе маятника закреплен нижний нож. Средний эксцентрик относительно оси

приводного вала имеет эксцентриситет 100 мм, на этом эксцентрике подвешен шатун 4, шарнирно соединенный с верхним суппортом, последний может перемещаться только по боковым направляющим нижнего суппорта.

Так как два крайних эксцентрика смещены на 180 град. по отношению к среднему, то при повороте приводного вала на 180 град. Верхний суппорт пойдет вниз и нож опустится на 200 мм, а нижний суппорт будет перемещаться вверх и его нож поднимется на 150 мм из крайнего нижнего положения. При таком встречном движении ножей произойдет резание заготовки, находящейся между ними. Таким образом, ход ножей будет равен 350 мм, а так как после резания предусмотрено перекрытие ножей, равное 10 мм, то раскрытие ножей в исходном положении будет 340 мм. Поскольку заготовка движется по рольгангу непрерывно, то при захвате металла ножами, маятник, свободно подвешенный на боковых эксцентриках, будет отклоняться движущейся заготовкой вправо, вместе с ним будет отклоняться вправо и верхний суппорт. Для облегчения и ускорения возврата маятника в исходное положение предусмотрено специальное гидравлическое устройство.

Для предварительного выбора приводного электродвигателя ножниц определим максимальный момент реза, приведенный к валу двигателя, при усилии 200 т.

$$M_{\text{дв. макс. расч.}} = \frac{200 \cdot 10^3 \cdot g \cdot R_1 + 200 \cdot 10^3 \cdot g \cdot R_2}{i_{\text{ред}} \cdot \eta_{\text{пер}}} =$$

$$= \frac{200 \cdot 10^3 \cdot 9,81 \cdot 0,1 + 200 \cdot 10^3 \cdot 9,81 \cdot 0,075}{3,18 \cdot 0,9} = 119968,5 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

где $\eta_{\text{пер}} = 0,9$ – к.п.д. механизма ножниц.

Расчетная скорость электродвигателя

$$w_{\text{дв. расч.}} = w_{\text{мех}} \cdot \text{Ч} = 6,58 \cdot 3,18 = 20,924 \frac{\text{рад}}{\text{с}},$$

где $i = 3,18$ – передаточное число редуктора, или

$$n_{\text{дв. расч.}} = \frac{\omega_{\text{дв. расч.}} \cdot 30}{\pi} = \frac{20,924 \cdot 30}{\pi} = 199,81 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

По найденным расчетным значениям максимального момента и скорости предварительно выбираем двигатель постоянного тока типа П2-800-177-8У4 с параметрами: мощность 1120 кВт, номинальная скорость 200 об/мин., перегрузка по току рабочая $\lambda = 2.25$.

Номинальный момент двигателя

$$M_{\text{ном}} = \frac{P_{\text{ном}}}{\omega_{\text{ном}}} = \frac{1120000}{20.9} = 53588 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

где $\omega_{\text{ном}} = \pi \cdot 200 / 30 = 20,9 \text{ рад/с}$.

Максимальный момент двигателя

$$M_{\text{макс}} = \lambda \cdot M_{\text{ном}} = 2,25 \cdot 53588 = 120573 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

что обеспечивает условие $M_{\text{макс}} > M_{\text{дв.макс.расч.}}$.

Проверим двигатель в режиме реза заданных сечений раската

Максимальное усилие резания заготовки $165 \times 200 \text{ мм}$ [2]

$$\begin{aligned} F_{\text{макс}} &= K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot \delta_{\text{в}} \cdot F = \\ &= 0.7 \cdot 1.2 \cdot 1.25 \cdot 60 \cdot 14850 = 935550 \text{ кН}, \end{aligned}$$

где $K_1 = \frac{\tau_{\text{макс}}}{\delta_{\text{в}}} = 0.6 \div 0.7$ - коэффициент, равный отношению максимального сопротивления срезу к пределу прочности;

$K_2 = 1.1 \div 1.2$ - коэффициент, учитывающий увеличение усилия резания при затуплении ножей в процессе длительной работы ножниц;

$K_3 = 1.15 \div 1.25$ то же, при увеличении бокового зазора между ножами;

$\delta_{\text{в}} = 60 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$ - предел прочности металла при $t = 1100-1200^\circ\text{C}$;

$S = d \cdot h \cdot (1 - \epsilon_{\text{в}}) = 165 \cdot 200 \cdot (1 - 0.55) = 14850 \text{ мм}^2$ - сечение металла

($\epsilon_{\text{в}} = 0.55$ - относительного коэффициент вмятия).

Максимальный момент резания

$$M_{\text{рез}} = F_{\text{макс}} \cdot (R_1 + R_2) = 935550 \cdot (0,1 + 0,075) = 163721,25 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Максимальная мощность в момент реза

$$P_{\text{макс}} = M_{\text{рез}} \cdot \omega_{\text{мех}} = 163721,25 \cdot 6.58 = 1077285,825 \text{ Вт},$$

где $\omega_{\text{мех}} = 6.58 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$ - скорость механизма.

Максимальная мощность двигателя в момент реза

$$P_{\text{дв.расч}} = \frac{P_{\text{макс}}}{\eta} = \frac{1077285,825}{0.9} = 1196984,25 \text{ Вт},$$

где $\eta = 0.9$ – КПД механизма.

Максимальный момент резания, приведенный к валу двигателя

$$M_{\text{рез.пр}} = \frac{M_{\text{рез}}}{i \cdot \eta} = \frac{163721,25}{3.18 \cdot 0.9} = 57205,2 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Коэффициент перегрузки двигателя по моменту в момент реза

$$k_{M_{\text{расч}}} = \frac{M_{\text{рез.пр.}}}{M_{\text{ном}}} = \frac{57205,2}{53588} = 1,0675$$

Двигатель при резе раската с максимальным сечением $165 \times 200 \text{ мм}$ не перегружен.

Проверку двигателя на нагрев не проводим, так как время одного реза мало.

Окончательно выбираем двигатель типа П2-800-177-8У4. Паспортные и расчетные данные на двигатель приведены в таблице 1.

Таблица 1- Параметры электродвигателя типа П2-800-177-8У4

Наименование параметра	Обозначение	Размерность	Значение
1	2	3	4
Паспортные параметры двигателя			
Номинальная мощность	$P_{\text{н}}$	кВт	1120
Номинальная скорость	$n_{\text{н}}$	об/мин	200
Максимальная скорость	n_{max}	об/мин	400

Номинальное напряжение	U_n	В	700
------------------------	-------	---	-----

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Номинальный ток	I_n	А	1725
Число параллельных ветвей обмоток якоря	2а	-	6
Число полюсов	2р	-	6
Сопротивление обмотки якоря	$R_{я}$	Ом	0.01175
Сопротивление компенсационной обмотки	$R_{ко}$	Ом	0.00514
Сопротивление дополнительных полюсов	$R_{дп}$	Ом	0.00219
Ном. ток возбуждения	$I_{вн}$	А	46
Сопротивление обмотки возбуждения	$R_{ов}$	Ом	2.56
Число витков обмотки возбуждения	W_b	—	315
Перегрузка по току рабочая	λ	--	2.25
Поток одного полюса	Φ_n	Вб	0.0311
Момент инерции	$J_{дв}$	кг·м ²	750
Расчетные параметры двигателя			
Сопротивление якорной цепи двигателя	$R_{дв} = R_{я} + R_{дп} + R_{ко}$	Ом	0.01908

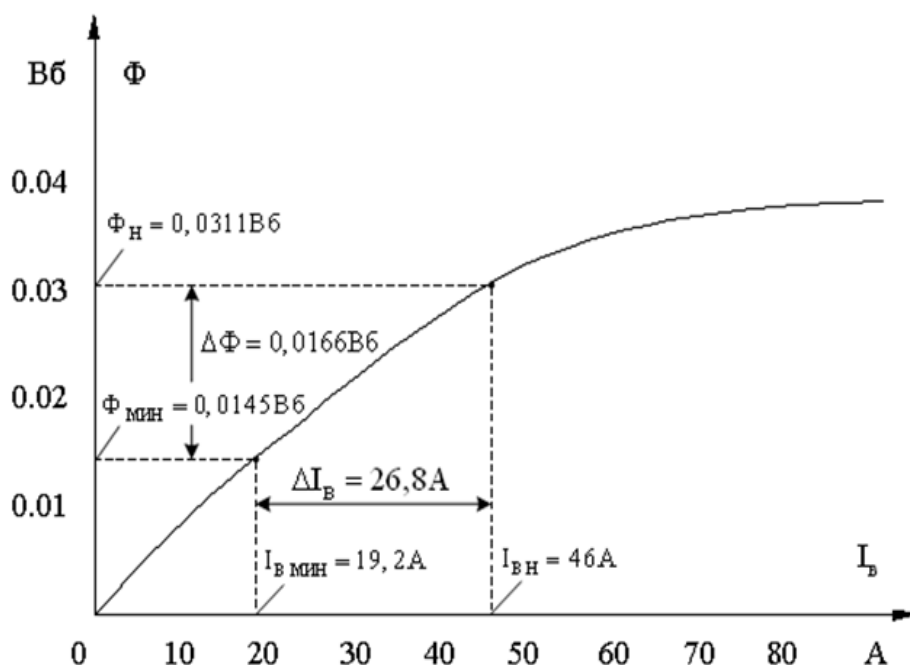
Температурный коэффициент	$b = 1 + 0.004 \cdot \Delta t$	--	1.38
---------------------------	--------------------------------	----	------

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Сопротивление якорной цепи двигателя при рабочей температуре	$R_{\text{дв.гор}} = 1.38 \cdot R_{\text{дв}}$	Ом	0.0263
Угловая скорость двигателя номинальная	$\omega_{\text{дв.н}} = \frac{\pi \cdot n_{\text{ном}}}{30}$	$\frac{\text{рад}}{\text{с}}$	20.9
Индуктивность цепи якоря двигателя, где $\gamma = 0.3 \div 0.4$ – для двигателей с компенсационной обмоткой, принимаем $\gamma = 0.3$.	$L_{\text{дв}} = \gamma \cdot \frac{U_{\text{дв.н}}}{p \cdot I_{\text{дв.н}} \cdot \omega_{\text{дв.н}}} \text{ мГн}$		0.647
Коэффициент ЭДС двигателя, при $\Delta U_{\text{щ}} = 2 \text{ В}$	$c = \frac{U_{\text{дв.н}} - I_{\text{дв.н}} \cdot R_{\text{дв.гор}}}{\omega_{\text{дв.н}}} \frac{-\Delta U_{\text{щ}}}{\text{рад}}$	$\frac{\text{В} \cdot \text{с}}{\text{рад}}$	31.4
Максимальный ток	$I_{\text{дв.макс}} = 2.25 \cdot I_{\text{н}}$	А	3880
Сопротивление обмотки возбуждения при рабочей температуре	$R_{\text{в}} = 1.38 \cdot R_{\text{ов}}$	Ом	3.53
Напряжение возбуждения двигателя, В	$U_{\text{в}} = R_{\text{в}} \cdot I_{\text{вн}}$	В	162.38
Индуктивности пот. возбужд., где $\Delta \Phi = 0.0166 \text{ Вб}$ и $\Delta I_{\text{в}} = 26.8 \text{ А}$ – рисунок 3.	$L_{\text{в}} = 2p \cdot W_{\text{в}} \cdot \frac{\Delta \Phi_{\text{н}}}{\Delta I_{\text{вн}}}$	Гн	1.17

Индуктивности потока рассеивания	$L_s = 2p \cdot W_b \cdot \frac{\Phi_H}{I_{b.H}}$	$\frac{(\sigma - 1)}{\Gamma_H}$	0.23
----------------------------------	---	---------------------------------	------

Кривая намагничивания двигателя приведена на рисунке 3.



I_b, A	0	10	19,2	25	35	46	70
$\Phi, Вб$	0	0,009	0,0145	0,019	0,025	0,0311	0,035

Рисунок 3 – Кривая намагничивания двигателя

Переходные процессы в нелинейной САУ

Получение достоверных качественных и особенно количественных характеристик поведения реальной системы автоматизированного электропривода конкретного производственного механизма требует максимального учета особенностей работы, как в целом электропривода, так и его отдельных элементов. В первую очередь это учет особенностей тиристорного преобразователя (дискретное полууправляемое устройство с конкретным способом управления и законом согласования регулировочных характеристик групп клапанов) и элементов систем электропривода с

нелинейными характеристиками (СИФУ, регуляторы, обратные связи, нагрузки реактивного характера, кинематические цепи и т.д.), параметров электрической и механической систем, зависящих от времени и других параметров (индуктивность силовой цепи, момент инерции и т.д.).

Структурная схема нелинейной САУ электропривода

Основные нелинейности САУ электропривода маятниковых ножниц:

–насыщение регуляторов

$$U_{PЭ} \leq U_{PЭ \text{ МАКС}}; U_{PT} \leq U_{PT \text{ МАКС}}; U_{PI} \leq U_{PI \text{ МАКС}};$$

–токоограничение, которое достигается ограничением выходного напряжения регулятора ЭДС

$$U_{PЭ \text{ ДОП}} = K_T \cdot I_{ЭП \text{ МАКС}} = 0,0027 \cdot 3600 = 10B;$$

–ограничение минимального угла управления преобразователя, что определяет ограничение выходной ЭДС преобразователя

$$E_{ТП \text{ МАКС}} = E_{d0} \cdot \cos \alpha_{\text{МИН}} = 970 \cdot \cos 25^\circ = 879B;$$

–реактивный характер нагрузки

$$M_c(\omega) = M_c \cdot \text{Sign} \omega.$$

Основной нелинейностью электропривода является дискретный преобразователь. Учет его особенностей может быть произведен с использованием специальной модели реверсивного тиристорного преобразователя с трехфазной мостовой схемой выпрямления, с отдельным управлением группами вентиля, с линейной СИФУ.

Структурная схема нелинейной САУ электропривода ножниц приведена на рисунке 23.

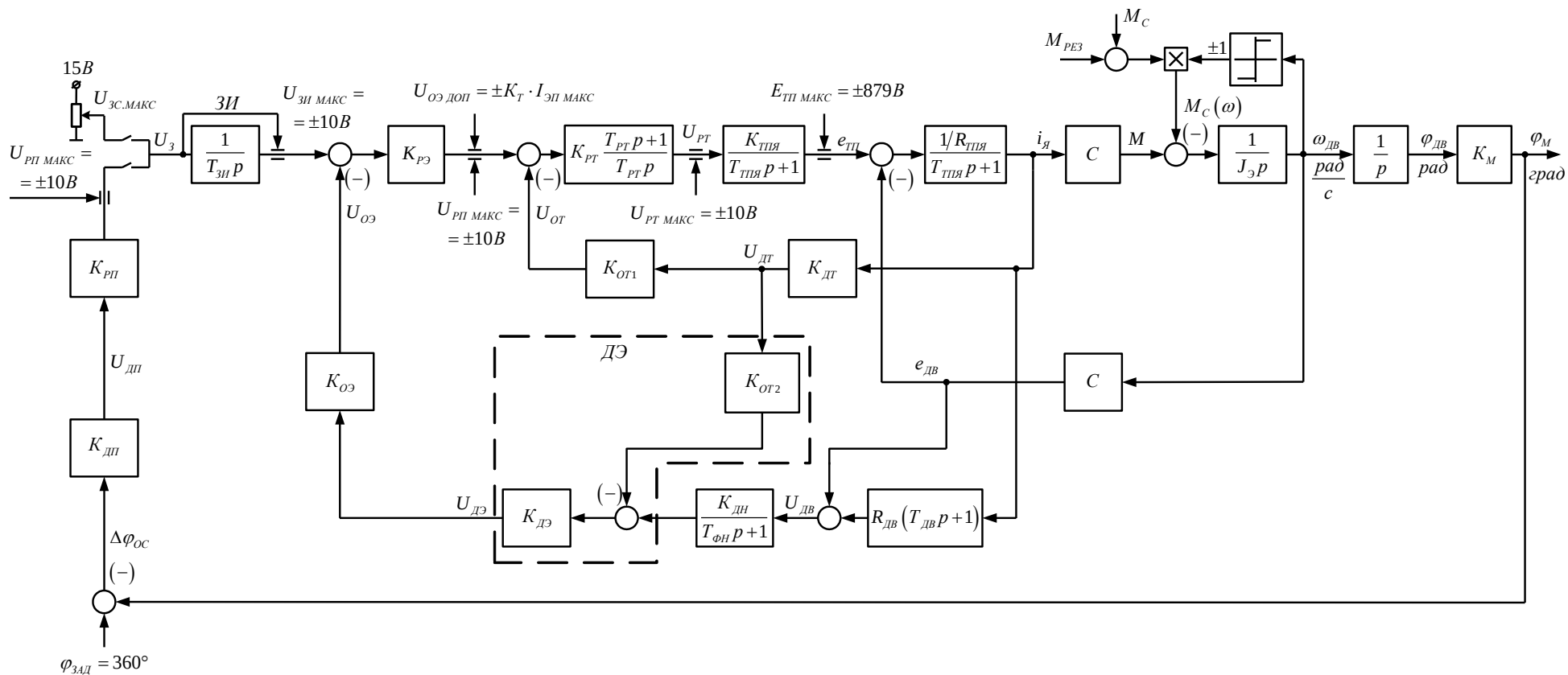


Рисунок 23—Структурная схема нелинейной САУ электропривода ножниц

Для моделирования работы СЭП при отработке одного цикла реза (с металлом) использовалась программа Matlab. Имитационная модель электропривода ножниц приведена на рисунке 31,

Цикл реза, рассчитанный с помощью программа Matlab, приведен на рисунке 24.

Проверенные исследования электропривода на имитационных моделях подтвердили его работоспособность и высокие динамические характеристики.

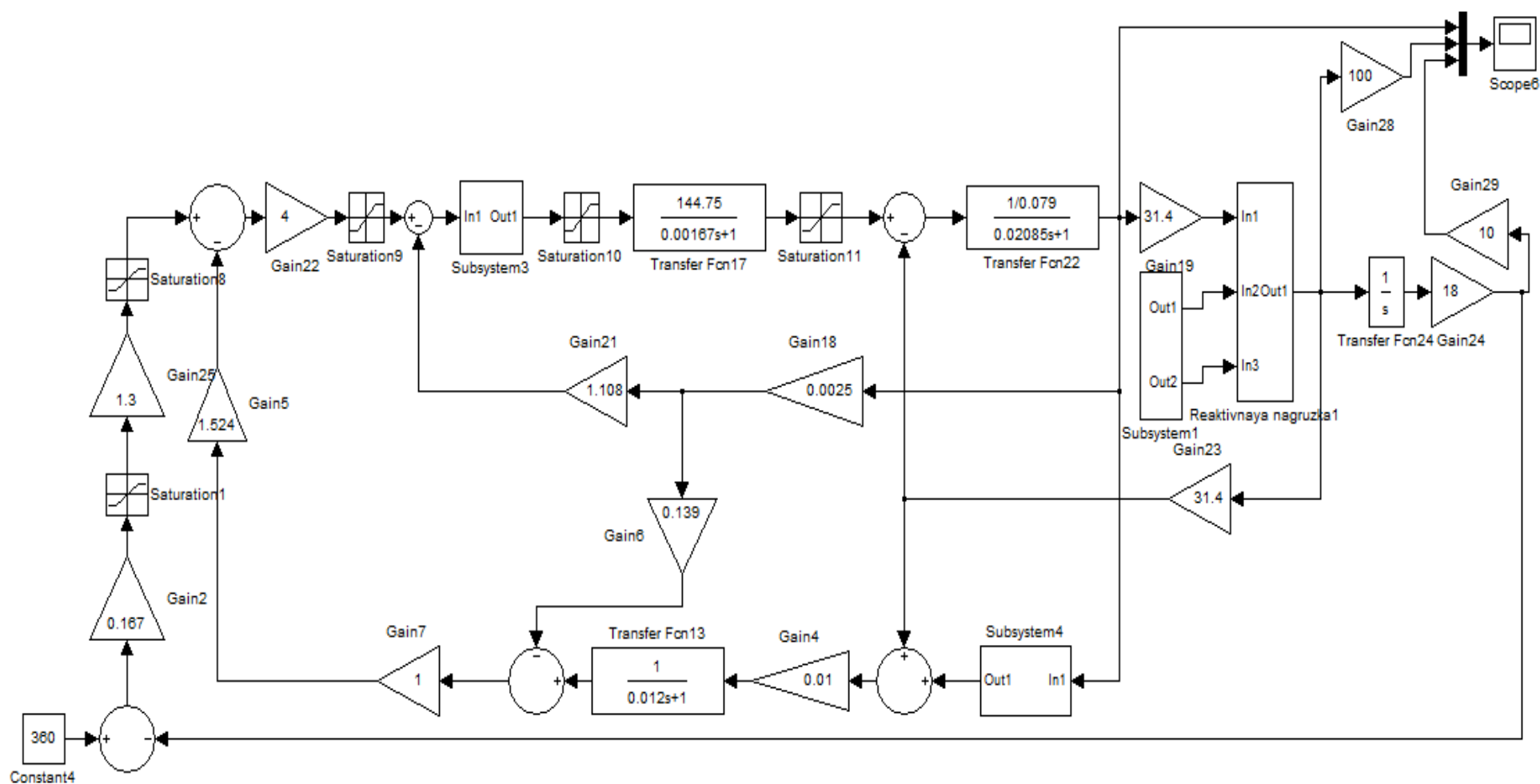


Рисунок 24—Схема набора имитационной модели электропривода ножниц в среде MATLAB SIMULINK

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Г10	Сулаймонов Рустам Хакимович

Институт	ИнЭО	Кафедра	ЭПЭО
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Электроэнергетика и электротехника / Электропривод и автоматика

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость затрат технического проекта	Затраты на специальное оборудование определяются прейскурантом. Зарботная плата определяется согласно системе оплаты ТПУ.
2. Продолжительность выполнения проекта	Приблизительная оценка продолжительности выполнения проекта.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка потенциала и перспективности реализации проекта с позиции ресурсоэффективности	Потенциал и перспективность реализации проекта проведем с помощью SWOT-анализа, ресурсоэффективность проекта – интегральным критерием ресурсоэффективности.
2. Планирование и формирование графика работ по реализации проекта	При составлении графика работ по реализации проекта используется оценка трудоемкости работ для каждого исполнителя. По полученным данным составляется ленточная диаграмма Ганта.
3. Составление сметы проекта	При составлении сметы проекта используется следующая группировка затрат по экономическим элементам: – затраты на оборудование; – полная зарботная плата исполнителей; – отчисления во внебюджетные страховые фонды; – накладные расходы.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	18.04.16 г.
--	-------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Мелик-Гайказян М.В.	к.э.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Г10	Сулаймонов Рустам Хакимович		18.04.16 г.

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью раздела является определение целесообразности проекта, выполняемого в рамках выпускной квалификационной работы:

- оценка потенциала и перспективности проведения технического проекта с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения, с помощью SWOT-анализа и интегральной оценки ресурсоэффективности;
- формирование графика работ по реализации технического проекта;
- составление сметы технического проекта.

3.1 SWOT-анализ технического проекта

SWOT-анализ является инструментом стратегического менеджмента и представляет собой комплексное исследование технического проекта. Применительно к проектируемой частотно-регулируемой системе электропривода, SWOT- анализ позволит оценить сильные и слабые стороны, а также возможности и угрозы [1].

1. Сильные стороны – факторы, характеризующие конкурентоспособную сторону технического проекта. Сильные стороны свидетельствуют о том, что у проекта есть отличительное преимущество или особые ресурсы, являющиеся особенными с точки зрения конкуренции.

2. Слабые стороны – недостаток, упущение технического проекта, которые препятствуют достижению его целей.

3. Возможности включают в себя любую предпочтительную ситуацию в настоящем или будущем, возникающую в условиях окружающей среды проекта.

4. Угроза – любая нежелательная ситуация в условиях окружающей среды проекта, которая имеет угрожающий характер для его конкурентоспособности в настоящем или будущем.

Данные SWOT-анализа технического проекта приведены в таблице 9.

Таблица 9 - Матрица SWOT

	Сильные стороны проекта: 1. Высокая надежность системы электроснабжения. 2. Качественные материалы 3. Квалифицированный персонал. 4. Повышение безопасности производства. 5. Организация непрерывной подачи и качество эл. энергии	Слабые стороны проекта: 1. Потери в трансформаторах и линиях. 2. Дороговизна оборудования. 3. Аварийные ситуации. 4. Большой срок поставки оборудования и комплектующих.
Возможности: 1. Экономия производительности энергоблоков 2. Уменьшение себестоимости путем внедрения новых технологий. 3. Автономное и резервное электроснабжение. 4. Повышение стоимости конкурентных систем.	B1C1C2C3C4; B2C1C2C4; B3C1C3C5; B4C1C2C5.	B1Cл1Cл2; B2Cл2; B4Cл2.
Угрозы: 1. Перегрузка электрических сетей. 2. Негативные изменения в отношениях с поставщиками. 3. Введения дополнительных государственных требований к стандартизации и сертификации продукции. 4. Отсутствие финансового обеспечения со стороны государства	Y1C1C5; Y2C1; Y3C1; Y4C1C2.	Y1Cл1Cл3; Y4Cл2.
Принятые сокращения и обозначения: С – сильные стороны проекта; В – возможности; Cл – слабые стороны проекта; У – угрозы;		

Соответствие сильных и слабых сторон технического проекта возможностям и угрозам, приведено в таблице 10,11

Таблица 10 – Интерактивная матрица возможностей

Возможности	Сильные стороны проекта					
		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	+	+	+	-
	B2	+	+	-	+	-
	B3	+	-	+	-	+
	B4	+	+	-	-	+
	Слабые стороны проекта					
		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	
	B1	+	+	-	-	
	B2	-	+	-	-	
	B3	-	-	-	-	
	B4	-	+	-	-	

Таблица 11 – Интерактивная матрица угроз

Угрозы	Сильные стороны проекта					
		C1	C2	C3	C4	C5
	Y1	+	-	-	-	+
	Y2	+	-	-	-	-
	Y3	+	-	-	-	-
	Y4	+	+	-	-	-
	Слабые стороны проекта					
		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	
	Y1	+	-	+	-	
	Y2	-	-	-	-	
	Y3	-	-	-	-	
	Y4	-	+	-	-	

Принятые сокращения и обозначения: «+» – сильное соответствие; «-» – слабое соответствие.

Сильной стороной проекта является надежность системы электроснабжения благодаря непрерывной подачи электрической энергии, так как перерыв которой может повлечь за собой опасность для жизни людей, а также нарушение сложного технологического процесса. Кроме того, возможность увеличения производительности энергоблоков, автономное и резервное электроснабжение показывают перспективность проекта в целом. Угрозы имеют низкие вероятности, что говорит о высокой надежности проекта.

3.2. Планирование проведения работ технического проекта

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках технического проектирования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика технического проектирования.

Перечень этапов работы и распределение исполнителей, приведен в таблице 4.

3.2.1 Определение структуры работ в рамках технического проектирования

В приведенной таблице 4, номерам работ соответствуют следующие виды работ:

№ 1 Составление и утверждения технического задания- включение первичной информации об объекте, формулировку требований к техническому проекту, составление задания и плана на работу;

№ 2 Подбор и изучение материалов по теме технического задания- ознакомление с предметом работы, изучение различных источников, касающихся различных сторон технического проекта;

№ 3 Ознакомление с технической документацией- изучение источников технической документации;

№ 4 Расчет технологической части- расчет технологической части электропривода;

№ 5 Электромагнитный расчет двигателя;

№ 6 Выполнение графиков, схем- выполнение графиков, схем для технологической части и расчетной части двигателя;

Таблица 12– Перечень этапов работ

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителей
Разработка технического задания	1	Составление и утверждения технического задания	Руководитель
Выбор направления исследования	2	Подбор и изучение материалов по теме технического задания	Руководитель Дипломник
	3	Ознакомление с технической документацией	Дипломник
Теоретические и расчетные исследования	4	Расчет технологической части	Дипломник
	5	Электромагнитный расчет двигателя	Дипломник
	6	Выполнение графиков, схем	Дипломник
Оценка полученных результатов	7	Проверка выполненных расчетов	Руководитель
Разработка технической и экономической документации	8	Разработка раздела БЖД	Дипломник
	9	Разработка Экономического раздела	Дипломник
Оформление и проверка отчета по выполненной работе	10	Оформление пояснительной записки	Дипломник
	11	Проверка пояснительной записки	Руководитель
	12	Устранение недочетов и исправление ошибок	Дипломник
	13	Окончательная проверка устраненных недочетов и ошибок	Руководитель
Итоги проделанной работы	14	Размещение ВКР в Web-среде университета	Руководитель
	15	Подготовка к защите технического проекта	Руководитель Дипломник
	16	Защита технического проекта	Руководитель Дипломник

№ 7 Проверка выполненных расчетов- проверка расчетов технологической части и расчетов двигателя;

№ 8 Разработка раздела БЖД;

№ 9 Разработка Экономического раздела - выполнение SWOT-анализа, планирование работ по реализации технического проект, составление сметы затрат;

№ 10 Оформление пояснительной записки - оформление записки согласно методическим указаниям по подготовке и защите ВКР;

№ 11 Проверка пояснительной записки - проверка разделов пояснительной записки;

№ 12 Устранение недочетов и исправление ошибок – устранение недочетов, ошибок после первичной проверки технического проекта;

№ 13 Окончательная проверка устраненных недочетов и ошибок;

№ 14 Размещение ВКР Web-среде университета.

№ 15 Подготовка к защите технического проекта – подготовка иллюстрированного материала работы;

№ 16 Защита технического проекта;

3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаях образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, так как зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула [1]:

$$t_{ожі} = \frac{3 \cdot t_{mini} + 2 \cdot t_{maxi}}{5},$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел-дн.;

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел-дн.;

t_{maxi} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел-дн.

Продолжительность работ для разработки технического проекта представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Временные показатели проведения технического проектирования, чел-дн.

Наименование работ	Время минимальное		Время максимальное		Время ожидаемое	
	Руководитель	Дипломник	Руководитель	Дипломник	Руководитель	Дипломник
1. Составление и утверждения ТЗ	1	-	1	-	1	-
2. Подбор и изучение материалов по теме технического задания	1	12	3	14	2	13
3. Ознакомление с технической документацией	-	9	-	11	-	10
4. Расчет технологической части	-	5	-	8	-	6
5. Электромагнитный расчет двигателя	-	4	-	7	-	5
6. Выполнение графиков, схем	-	2	-	5	-	3
7. Проверка выполненных расчетов	1	-	1	-	1	-
8. Разработка раздела БЖД	-	9	-	12	-	10
9. Разработка Экономического раздела	-	9	-	12	-	10
10. Оформление пояснительной записки	-	10	-	12	-	11
11. Проверка пояснительной записки	1	-	1	-	1	-
12. Устранение недочетов и исправление ошибок	-	1	-	3	-	2
13. Окончательная проверка устраненных недочетов и ошибок	1	-	1	-	1	-
14. Размещение ВКР в Web-среде университета	-	1	-	1	-	1
15. Подготовка к защите технического проекта	1	2	1	5	1	3
16. Защита технического проекта	1	1	1	1	1	1
Итого:					8	77

3.2.3 Разработка графика технического проектирования

При выполнении ВКР, удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения работ в форме диаграммы Ганта – на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ [1].

На основе таблицы 5 строится календарный план-график с разбивкой по месяцам и декадам за период подготовки ВКР. (см. Таблицу 6, стр. 10)

По календарному план-графику видно, что продолжительность работ занимает 11 декад, начиная со второй декады февраля и заканчивая второй декадой июня. Продолжительность выполнения технического проекта составляет 77 рабочих дня.

Из них:

77 дня – продолжительность выполнения работ дипломником;

8 дней – продолжительность выполнения работ руководителем.

3.3 Составление сметы технического проекта

При планировании сметы технического проекта, должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования сметы используется группировка затрат по следующим статьям:

- материальные затраты на оборудование;
- полная заработная плата исполнителей;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

Таблица 13– Календарный план-график

Вид работ	Исполнитель	Продолжительность работ, дн.	Продолжительность выполнения работ										
			Март			Апрель			Май			Июнь	
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1. Составление и утверждения ТЗ	Р	1	■										
2. Подбор и изучение материалов по теме технического задания	Р Д	2 13		■ ■■■■■■■■■■									
3. Ознакомление с технической документацией	Д	11			■■■■■■■■■■								
4. Расчет технологической части	Д	6				■■■■■■							
5. Электромагнитный расчет двигателя	Д	5					■■■■■						
6. Выполнение графиков, схем	Д	3						■■■■■					
7. Проверка выполненных расчетов	Р	1							■				
8. Разработка раздела БЖД	Д	10						■■■■■■■■■■					
9. Разработка Экономического раздела	Д	10							■■■■■■■■■■				
10. Оформлениe пояснительной записки	Д	12								■■■■■■■■■■			
11. Проверка пояснительной записки	Р	1									■		
12. Устранение недочетов и исправление ошибок	Д	2									■■■■■		
13. Окончательная проверка устраненных недочетов и ошибок	Р	1										■	

14. Размещение ВКР в Web-среде университета	Д	1											■	
15.Подготовка к защите технического проекта	Р Д	1 3											■ —	
16. Защита технического проекта	Р Д	1 1												
Принятые сокращения и обозначения: Раздел №2 – "Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение"; Раздел №3 – "Социальная ответственность"; ПЗ – пояснительная записка; Р – руководитель темы; Д – дипломник.														

Исходя из составленного графика, можно сделать вывод, что продолжительность работ занимает 11 декад, начиная с первой декады марта и заканчивая во второй декаде июня.

3.3.1 Материальные затраты технического проекта

Данная статья включает стоимость технических средств, используемых при разработке проекта. Стоимость используемого оборудования приведена в таблице 14. [3], [4], [5].

Таблица 14 – Стоимость оборудования

Наименование оборудование	Кол-во, шт.	Цена, тыс. руб.
Комплектный тиристорный электропривод КТЭ – 1600/930Е	1	840
Автоматический выключатель АЗ712	1	1
Пускорегулирующая аппаратура	1	54
Итого*		895
* – оборудование поставляется комплектно по согласованию с заказчиком		

Первоначальная стоимость оборудования рассчитывается по формуле:

$$З_{об} = k_T \cdot Ц_{об} ,$$

где $Ц_{об}$ – цена приобретения единицы оборудования (руб./шт.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, $k_T = 1,15$.

$$З_{об} = 1.15 \cdot 895000 = 1.030 \text{ млн. руб.}$$

3.3.2 Полная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная и дополнительная заработная плата всех исполнителей, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

Расчет полной заработной платы осуществляется следующим образом:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot Т_{\text{р}},$$

где $З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

$З_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

$Т_{\text{р}}$ – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.
(табл.5).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{тс}} + З_{\text{допл}} + З_{\text{р.к.}}}{F_{\text{д}}},$$

где $З_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$З_{\text{допл}}$ – доплаты и надбавки, руб.;

$З_{\text{р.к.}}$ – районная доплата, руб.;

$F_{\text{д}}$ – количество рабочих дней в месяце (26 при 6-дневной рабочей неделе), раб. дн.

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 15.

Таблица 15 – Расчёт основной заработной платы исполнителей

Исполнители	Оклад по тарифной ставке, руб.	Доплаты и надбавки, руб.	Районная доплата, руб.	Зарплата месячная, руб.	Средняя заработная плата в день, руб.	Продолжительность работ, раб.дн.	Основная заработная плата, руб.
Руководитель	23.264	2.000	7579	32.843	1095	8	8.760
Дипломник	12.500	-	3750	16.250	542	77	41.734
Итого							50.494

Дополнительная заработная плата составляет 12-15% от основной, расчет дополнительной и полной заработной платы приведен в таблице 16.

Таблица 16 – Расчет дополнительной и полной заработной платы

Исполнители	Дополнительная заработная плата, %	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Полная заработная плата, руб.
Руководитель	0,15	8.760	1.314	10.100
Дипломник	0,12	41.734	5.008	46.700
Итого:		50.494	6.322	57.000

3.3.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} \cdot З_{доп}),$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды.

На 2015 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%.

Отчисления во внебюджетные фонды составят:

$$З_{внеб} = 0,3 \cdot 57.000 = 17 \text{ тыс. руб.}$$

3.3.4 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не включенные в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д.

Величину накладных расходов принимаем в размере 16% от общей суммы затрат.

3.3.5 Формирование сметы технического проекта

Рассчитанная величина затрат технического проекта является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку технической продукции.

Определение затрат на технический проект приведен в таблице 17

Таблица 17 – Смета технического проекта

Наименование статьи	Сумма, тыс.руб.	Доля, %
1. Материальные затраты	1030,0	79
2. Затраты по полной заработной плате исполнителей темы	57,0	4
3. Отчисления во внебюджетные фонды	17,0	1
4. Накладные расходы	205,0	16
Итого	1309,0	100

Исходя из представленной выше сметы, можно сделать вывод, что сумма затрат на выполнение технического проекта составляет 1309,0 тыс. руб. Из них более половины (79 %) составляют затраты на оборудование.

3.3.6 Определение ресурсоэффективности проекта

Ресурсоэффективность технического проекта можно оценить с помощью интегрального критерия ресурсоэффективности:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент разработки;

b_i – балльная оценка разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

Для определения ресурсоэффективности проекта по проектированию электропривода маятниковых ножниц необходимо рассмотреть следующие критерии:

1. Надежность – к электроприводам маятниковых ножниц предъявляют высокий класс надежности. Чтобы обеспечить электропривод данным критерием, необходимо использовать при изготовлении ножниц высокотехнологичные материалы и поддерживать высокий уровень качества при его сборке.

2. Безопасность - обеспечивается выполнением герметичной конструкции электропривода маятниковых ножниц, подключение электрооборудования согласно норм и правил электробезопасности;

3. Энергосбережение – достигается за счет оптимального подбора мощности электродвигателей, использование частотно-регулируемого привода;

4. Помехоустойчивость – достигается за счет классификации всех электроприемников по степени их помехоустойчивости и выбора точки их подключения с учетом электромагнитной обстановки. Эти меры позволяют снизить помехи электроприемников;

5. Удобство в эксплуатации – достигается расположения управляющего оборудования в удобном месте, а возможность диспетчеризации позволяет сократить количество осмотров системы за период эксплуатации.

Критерии ресурсоэффективности технического проекта и их количественные характеристики приведены в таблице 18.

Таблица 18 – Критерии и количественные характеристики ресурсоэффективности

Критерии	Весовой коэффициент	Балловая оценка разработки
1. Надежность	0,25	5
2. Безопасность	0,25	5
3. Энергосбережение	0,16	4
4. Помехоустойчивость	0,20	4
5. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,14	5
Итого:	1,00	

Интегральный показатель ресурсоэффективности:

$$I_{pi} = 0.25 \cdot 5 + 0.25 \cdot 5 + 0.16 \cdot 4 + 0.20 \cdot 4 + 0.14 \cdot 5 = 4.64$$

Показатель ресурсоэффективности имеет высокое значение (по 5-балльной шкале), что говорит об эффективности использования технического проекта.

В результате выполнения поставленных задач по данному разделу, можно сделать следующие выводы:

- в результате проведения SWOT-анализа, определены сильные и слабые стороны технического проекта; установлено, что ТП имеет несколько важных преимуществ, обеспечивающих повышение производительности, безопасности и экономичности при техническом обслуживании;
- при планировании работ разработан график занятости для исполнителей технического проекта, составлена ленточная диаграмма Ганта, позволяющая оптимально скоординировать работу;
- составление сметы, позволило оценить первоначальную сумму затрат на реализацию технического проекта;

- оценка ресурсоэффективности технического проекта, проведенная по интегральному показателю, показала высокий результат (4,64 балла по 5-балльной шкале), что говорит о эффективности реализации проекта.

Реализация данного технического проекта, позволяет повысить эффективность работы, путем улучшения ресурсоэффективности и ресурсосбережения при внедрении частотно-регулируемого электропривода, требующего меньше затрат в процессе эксплуатации.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Г10	Сулаймонову Рустаму Хакимовичу

Институт	ИнЭО	Кафедра	ЭПЭО
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Электроэнергетика и электротехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

- *ОАО ЗСМК, прокатное производство, непрерывно–заготовочного стана обжимного цеха*
- *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;*
Основными вредными факторами агломерационного цеха являются:

- Запыленность (металлической, токопроводящей пылью различных фракций);
- Загазованность;
- Шум и вибрация;
- Отклонение показателей микроклимата;
- Недостаточная освещенность рабочей зоны.

2. *Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой 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.

3. *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.

4. *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
5. <i>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</i> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

Перечень графического материала:
План эвакуации при пожаре

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	15.04.2016г.
---	--------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	Романцов Игорь Иванович	кандидат технических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-5Г10	Сулаймонов Рустам Хакимович		

4 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Открытое акционерное общество "Западно-Сибирский металлургический комбинат" является одним из крупнейших предприятий данной отрасли России. Широкое внедрение передовой современной техники, дальнейшая механизация и автоматизация производственных процессов, а также осуществление мероприятий по технике безопасности и охране труда, повышение безопасности жизнедеятельности рабочих являются основными направлениями дальнейшего снижения травматизма и заболеваемости на предприятии.

Обеспечение безопасности труда – необходимое важнейшее условие любого технологического процесса. Это особенно важно в цеху, где применяется механическое и электрическое оборудование, а также технологический процесс сопровождающейся обильным выделением тепла, газов, образованием пыли и шлаков, которые оказывают вредное воздействие на организм человека. [12]

4.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

К опасным факторам при наладке электропривода маятниковых ножниц относятся

- высокая температура;
- наличие движущихся агрегатов и механизмов;
- наличие высокого напряжения.

К вредным факторам при наладке электропривода относятся:

1. Производственный шум – от работы различных механизмов, шум трансформатора, шум работающих кранов.

2. Загазованность – вредные газы при работе с паяльником, общецеховая загазованность.

3. Освещенность-отсутствие или недостаток естественного света, недостаток освещенности рабочей зоны.

4. Запыленность.
5. Тепловое излучение
6. Электромагнитное излучение.
7. Отклонение показателей микроклимата.

4.2 Техника безопасности

Техника безопасности при ремонте и обслуживании электрооборудования маятниковых ножниц соответствует правилам устройств электроустановок и предусматривает:

1. Назначение лиц, ответственных за безопасность работ. Такими лицами являются производители работ, начальники участков, мастера и бригадиры монтажных работ.

2. Включение, в проект производства работ, решений по созданию условий для безопасного и безвредного производства, по санитарно-гигиеническому обслуживанию работающих, по достаточному освещению рабочих мест (наличие безопасных путей для прохода рабочих, применение ограждения движущихся частей машин и механизмов [ГОСТ 12.2.062-81 (1985)], применение бирочной системы или наряда-допуска, строгое соблюдение правил техники безопасности, применение звуковой и световой сигнализации [ГОСТ 12.4.026-76 (1987)], исправное состояние спецодежды [ГОСТ Р 12.4.218-99], применения заземления и зануления оборудования [ГОСТ 12.1.030-81 (1996)], и т.д.).

Важную роль в обеспечении безопасности труда для электротехнического персонала играют электротехнические средства защиты и предохранительные приспособления [ГОСТ 12.4.103-83 (1987)].

При выполнении работ необходимо соблюдать следующие правила:

1. Весь персонал должен иметь удостоверения: о ежегодной проверки знаний по технике безопасности.
2. Все работающие должны быть ознакомлены с правилами оказания первой медицинской помощи пострадавшему от электрического тока.

Запрещается во время работы электрических машин касаться токоведущих частей, открывать дверцы и люки кожухов, а также снимать защитное ограждение.

3. Вращающиеся части машин должны быть ограждены [ГОСТ 12.2.062-81 (1985)].

4. Корпуса всех электроустановок должны быть надежно заземлены [ГОСТ 12.1.030-81 (1996)] .

5. В электрических схемах должна быть предусмотрена защита от перегрузки и короткого замыкания.

6. Доступ к работе должен производиться только после выполнения всех технических и организационных мероприятий, обеспечивающих безопасность при проведении работ.

Важной мерой, обеспечивающей электробезопасность обслуживающего персонала, является защитное заземление металлических, не токоведущих (конструктивных) частей электрооборудования привода, нормально не находящихся под напряжением относительно земли, в случае повреждения изоляции электродвигателя, аппаратов управления, сетей и т. п.

Правила устройства электроустановок предписывают, чтобы при напряжении 500В и выше, все металлические токоведущие части электрооборудования и имеющие с ними электрический контакт корпуса, конструкции механического оборудования были заземлены.

Защитное действие выносного заземления обусловлено только малой величиной его сопротивления. Согласно ПУЭ, при напряжении до 1000В, сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 4 Ом.

4.3 Производственная санитария

Промышленное предприятие ОАО «ЗСМК» расположено на удалении 25 км от города Новокузнецка в специально выделенном промышленном районе. Цеха, с вредными выделениями, выделяются расположением с

подветренной стороны по отношению к другим цехам. В необходимых случаях применяется пылеулавливание и газоочистка.

Территория предприятия не только удовлетворяет требованиям производства, но и всем санитарным нормам: она ровная, хорошо освещена, имеет достаточной величины проходы и проезды

Для обеспечения оптимальных санитарно-бытовых условий труда, определяющее значение имеет тип здания, расположение в нем рабочих помещений, их объемов, площадь, приходящаяся в среднем на одного рабочего и другое.

Воздух рабочей зоны (микроклимат) производственных помещений определяют следующие параметры: температура воздуха в помещении, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха. Эти параметры в комплексе и по отдельности влияют на организм человека. В цехе во все периоды года поддерживается одна температура и относительная влажность (таблица 19).

Для поддержания в рабочем помещении в холодное время года температуры воздуха 22 – 24°C используют систему отопления на трубчатых, самоварных регистрах. [СанПиН 2.2.4.548-96].

Таблица 19

Период года	Категория работ	Температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		Опт.	Доп.	Опт.	Доп.	Опт.	Доп.
Теплый	Легкая, 1Б	22 - 24	20-28	60-40	15-75	0,1	0,1-0,3
Холодный, переходный	Легкая, 1Б	21 - 23	19-24	60-40	15-75	0,1	0,1-0,2

Одним из необходимых условий здорового и высокопроизводительного труда является обеспечение чистоты воздуха и нормальных метеорологических условий в помещении, устранение таких вредных факторов, как пыль, пар,

избыточное тепло и влага. В соответствии площадь на одного человека в помещении должна быть не меньше 4.5 м^2 и объем не менее 15 м^3 . Воздухообмен должен составлять не менее $20 \text{ м}^3/\text{ч}$. Работы, проводимые в помещении, относятся к легкой категории тяжести.

Оптимальный микроклимат в помещении оператора поддерживается с помощью принудительной вентиляции и кондиционирования, а также отопления.

В процессе производства обеспечивается непрерывная работа всех основных приточно-вытяжных и аспирационных, вентиляционных установок.

В производственных помещениях предусмотрено рабочее и аварийное освещение в соответствии с требованиями.

Источники питания аварийного освещения соответствуют требованиям ПУЭ. Включение отключение рубильников общего освещения в здании цеха, смена и чистка светильников, арматуры и ламп, смена штепсельных розеток и предохранителей, монтаж и демонтаж производится только электротехническим персоналом.

Нормальная освещенность рабочего места зависит от характера работ и составляет согласно для помещения оператора 400 лк, для общего освещения 50 лк группа региона 1 (Кемеровская область).

Светильники рабочего и аварийного освещения расположены так, что обеспечивается надежность крепления, безопасность и удобство обслуживания.

Технологические операции во время проката и передвижению продукции по рольгангам, сопровождаются образованием шумов низкой и высокой частоты.

Технологические процессы, сопровождающиеся особо резким шумом, проводят в изолированных зданиях. В отделениях и цехах устанавливают звукоизолированные кабины для обслуживающего персонала. Устанавливают глушители шума на выхлопные и всасывающие отверстия машин.

Наряду с образованием шумов технологические процессы сопровождаются вибрацией. Для борьбы с вибрацией предусмотрены виброгасящие фундаменты. Широко применяются виброизоляционные

материалы из листов, стальных пружин и резиновых прокладок. Строительные конструкции и стены цеха выложены из листов с нанесением вибропоглощающего покрытия (в основе резина). В качестве индивидуальной защиты рабочий персонал носит обувь на толстой резиновой подошве.

Питьевой режим организован в соответствии с санитарными нормами.

Прием пищи производится только в столовых и буфетах. Прием пищи на рабочих местах запрещен.

Санитарно – бытовое помещение предназначено для нужд работающего персонала. Сюда относятся гардеробы с душевыми комнатами, комнаты для просушки спецодежды, помещения для приема пищи и здравпункт.

4.4 Расчет защитного заземления маятниковых ножниц

Защитным заземлением, выполняемым для обеспечения электробезопасности, называется преднамеренное металлическое соединение с заземляющим устройством элементов электроустановок, нормально не находящихся под напряжением. Расчет защитного заземления произведем для привода маятниковых ножниц. Периметр здания ограничивает площадь $S=13728 \text{ м}^2$, мощность двигателя $P=1120 \text{ кВт}$. Привод постоянного тока напряжением $U=718 \text{ В}$. Удельное электрическое сопротивление грунта в зоне размещаемого заземлителя составляет $R_t=100 \text{ Ом}\cdot\text{м}$. Коэффициент сезонности вертикального $K_{св}=1.3$, для горизонтального $K_{сг}=2.5$. Допустимое (нормативное) сопротивление, в электроустановках напряжением выше 1000 В с большими токами короткого замыкания $I_{кз}>500\text{А}$.

Тип заземляющего устройства – система вертикальных электродов, соединенных горизонтальной полосой. В качестве вертикальных электродов используются стальные трубы диаметром $D=0.06 \text{ м}$ и длиной $L=2.5 \text{ м}$. Помещение машзала стана НЗС относится к категории повышенной взрыво- и пожароопасности, где применение естественных проводников в качестве основных заземлителей не допускается.

Порядок расчета:

1. Удельное электрическое сопротивление грунта для вертикального и горизонтального электрода

$$R_{\text{в}} = R_{\text{т}} \cdot K_{\text{св}} = 100 \cdot 1.3 = 130 \text{ Ом},$$

$$R_{\text{г}} = R_{\text{т}} \cdot K_{\text{сг}} = 100 \cdot 2.5 = 250 \text{ Ом}.$$

2. Сопротивление растеканию тока имеющихся естественных заземлителей (железобетонного фундамента производственного здания)

$$R_{\text{е}} = \frac{R_{\text{г}}}{\sqrt{S}} = \frac{250}{\sqrt{13728}} = 2.134 \text{ Ом}.$$

3. Находим допустимое сопротивление искусственного заземления

$$R_{\text{и}} = \frac{R_{\text{е}} \cdot R_{\text{н}}}{R_{\text{е}} - R_{\text{н}}} = \frac{2.134 \cdot 0.5}{2.134 - 0.5} = 0.653 \text{ Ом}.$$

4. Сопротивление одиночного вертикального электрода

$$R_{\text{э}} = \frac{R_{\text{в}}}{2 \cdot \pi \cdot L} \cdot \ln \frac{4 \cdot L}{D} = \frac{130}{2 \cdot \pi \cdot 2.5} \cdot \ln \frac{4 \cdot 2.5}{0.06} = 42.34 \text{ Ом}.$$

5. Определяем необходимое число вертикальных электродов

$$N = \frac{R_{\text{э}}}{R_{\text{и}} \cdot \eta_{\text{э}}} = \frac{42.34}{0.653 \cdot 0.58} = 112.$$

6. Находим длину горизонтального проводника, соединяющего вертикальные электроды, при расположении по контуру

$$L = 5.25 \cdot N = 5.25 \cdot 112 = 588 \text{ м}.$$

7. Рассчитываем сопротивление горизонтальной полосы

$$R_{\text{п}} = \frac{0.366 \cdot R_{\text{г}}}{L} \cdot \ln \frac{2 \cdot L^2}{b \cdot t} = \frac{0.366 \cdot 250}{588} \cdot \ln \frac{2 \cdot 588^2}{0.04 \cdot 0.6} = 2.673 \text{ Ом}.$$

8. Определяем сопротивление горизонтальной полосы с учетом коэффициента использования

$$R_{\text{пл}} = \frac{R_{\text{п}}}{\eta_{\text{п}}} = \frac{2.673}{0.35} = 7.64 \text{ Ом}.$$

9. Допустимое сопротивление естественного заземлителя

$$R_{\text{в}} = \frac{R_{\text{пл}} \cdot R_{\text{н}}}{R_{\text{пл}} - R_{\text{н}}} = \frac{7.64 \cdot 0.5}{7.64 - 0.5} = 0.535 \text{ Ом}.$$

10. Уточним необходимое количество вертикальных электродов

$$N_B = \frac{R_э}{R_B \cdot \eta_э} = \frac{42.34}{0.535 \cdot 0.58} = 136.$$

4.5 Пожарная безопасность

Соблюдение правил противопожарной безопасности является важным условием нормальной эксплуатации оборудования и выполнения технологических требований.

Цех относится к категории Г (согласно НПБ 105-03). Но в цехе имеются помещения, которые могут быть отнесены и к более высокой категории пожароопасности: маслоподвалы, характеризующиеся наличием большого количества масла для нужд стана, которое способно к воспламенению, можно отнести к категории В; проходы около газопроводов, подающих топливо в печь, характеризующиеся наличием легковоспламеняющегося газа, можно отнести к категории А.

Организационные мероприятия по пожарной профилактике предусматривают правильную эксплуатацию оборудования, правильное содержание зданий и территорий, противопожарный инструктаж рабочих и служащих, обучение производственного персонала правилам противопожарной безопасности, издание инструкций, плакатов, наличие плана эвакуации.

К техническим мероприятиям относятся: соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения, правильное размещение оборудования.

Причиной загорания может быть:

1. Нарушение нормальной работы машин и механизмов.
2. Перегрузки электрических сетей.
3. Нарушение правил пожарной безопасности.
4. Неисправность электропроводки и электрооборудования;

5. Не правильное хранение и применение горюче-смазочных материалов;

6. Не осторожное обращение с открытым огнем.

Необходимо предусмотреть ряд мер, направленных на обеспечение тушения пожара:

обеспечить подъезды к зданию;

обесточивание электрических кабелей;

наличие пожарных щитов и ящиков с песком в коридорах, асбестовое полотно;

наличие гидрантов с пожарными рукавами;

тепловая сигнализация;

телефонная связь с пожарной охраной;

огнетушители: химический пенный ОХП-10, углекислотный ОУ-5, порошковый ОП-1.

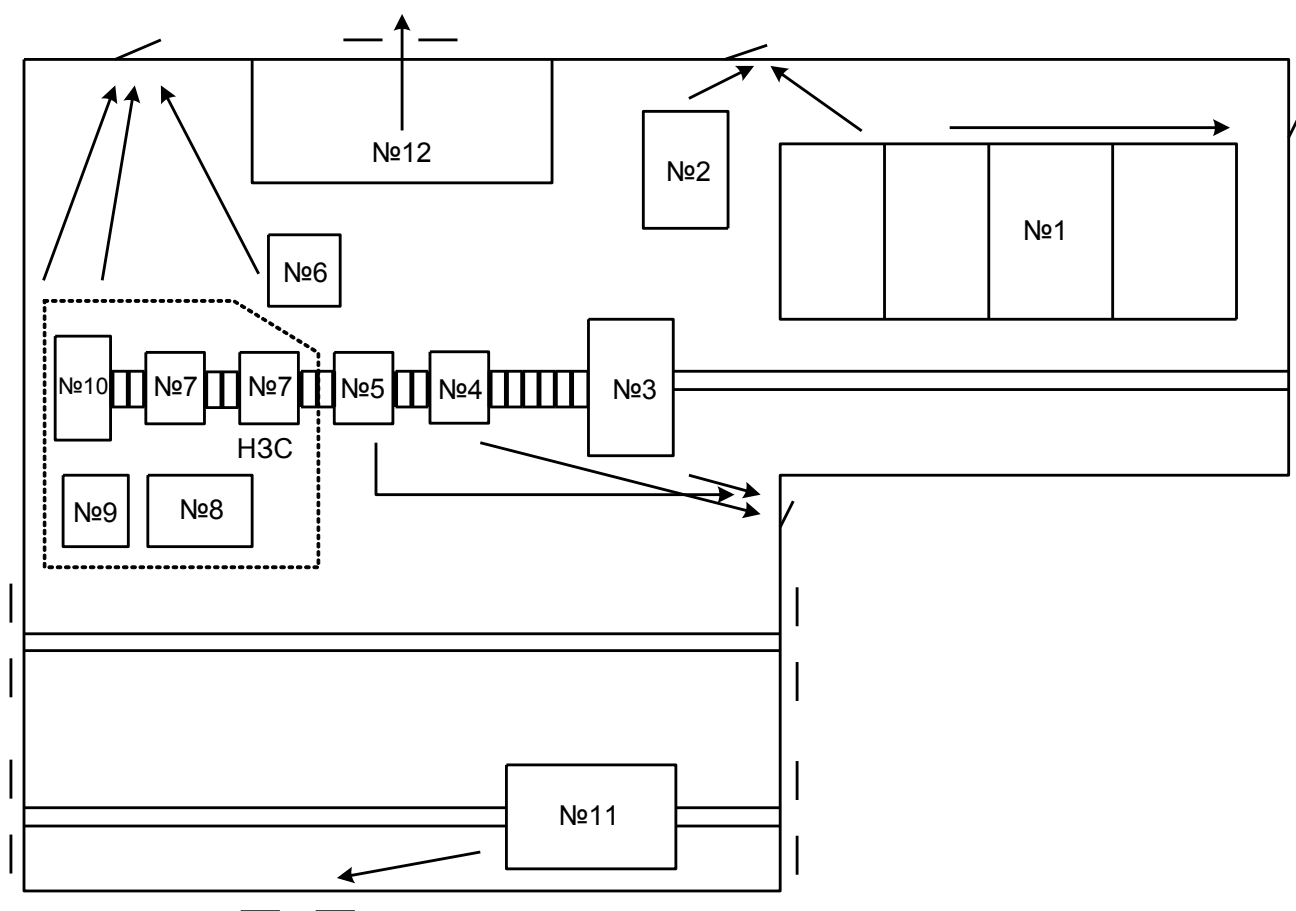


Рисунок 26—План эвакуации обжимного цеха

4.6 Охрана окружающей среды

По валовым выделением пыли и образованию газов прокатное производство относится к наименее тяжелым участка 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 шлиф овално-обдирочных станках;
- воду с примесями окалины, масел и смазок по линии прокатки на блюминге 1250, НЗС и складе, горячих заготовок.

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.

Отсос продуктов сгорания от МОЗ осуществляется через газо-отборный короб, установленный над рольгангом перед машиной, подземной орошаемый боров и газоход с противоточной подачей воды. Система газоочистки состоит из трех параллельных ниток. Каждая нитка включает в себя, пылеулавнитель (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 пылеуловителе 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 пылеуловителя 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 пылеуловителя, короба отделения пыли от стружки, воздуховода, четырех циклов, вентилятора и выхлопной трубы.

Нормативы предельно допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу от источников обжимного цеха приведены в таблице 21.

Таблица 21 – Норматив предельно допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу

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
	Оксид углерода	2668.9	2660
	Сернистый ангидрид	479.7	480
	Оксиды азота	58.4	50
	Бензоперен	0.00015	0.00015
Клеть 1250 АС–1	Пыль	22.53	30
МОЗ	Пыль	92.8	110
	Оксид углерода	1319.8	1310
	Сернистый ангидрид	3.9	9
	Оксиды азота	139.1	140
Зачистные станки АС–2	Пыль	27.63	30
Итого:	Пыль	201.86	238
	Оксид углерода	438.6	489
	Сернистый ангидрид	3988.7	3970
	Оксиды азота	197.5	190
	Бензоперен	0.00015	0.00015

Поступающие в атмосферу окислы углерода, азота, пыль и т.д. оказывают различное токсичное воздействие на организм человека. Так, оксиды 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–сосудистые 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 бензаперену, 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.

Организационные мероприятия

Организационными мероприятиями, обеспечивающими безопасность работы в электроустановках, являются:

- а) оформление работы нарядом-допуском (далее нарядом), распоряжением или перечнем работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации;
- б) допуск к работе;
- в) надзор во время работы;
- г) оформление перерыва в работе, переводов на другое рабочее место, окончания работы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выпускная квалификационная работа включает в себя проектирование и разработку электропривода маятниковых ножниц непрерывно-заготовочного стана обжимного цеха

В систему автоматического управления электроприводом ножниц 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 маятниковых ножниц.

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

Динамические показатели качества работы СЭП во всём диапазоне регулирования скорости полностью удовлетворяют требованиям технического задания.

Электропривод маятниковых ножниц снабжён системой защит и сигнализации, обеспечивающей безаварийную и безопасную работу.

В экономической части выпускной квалификационной работы рассмотрены вопросы планирования, финансирования и проведения пуско-наладочных работ электропривода. Составлена смета на проведение ПНР и график проведения ПНР.

В разделе безопасность и жизнедеятельность труда рассмотрены вопросы охраны труда и техники безопасности. Проанализированы опасные и вредные факторы производства. Произведен расчет искусственного заземления.

THE CONCLUSION

The final qualifying work includes designing and development of the electric drive bloom shears continuously - blooming mill of workshop public corporation "WSSW".

Into system of automatic control of the electric drive of scissors enter: the electric motor, converter, transfer and manager of systems representing together intricate electromechanical structure. Besides on character of work of this system renders essential influence specificity of rolling manufacture, that in addition shows a lot of the requirements to system of the electric drive bloom shears.

As a result of designing the electric drive completely adequate the technical project and technological process is developed. The electromechanical characteristics of system to the full fill the converter - engine the given area of work of the characteristics, projected electric drive in a plane of coordinates $\omega(I)$. The static characteristics of the closed system of the electric drive with a P-regulator of a regulations, the speeds (EMF) and PI-regulator of a current provide the given accuracy of maintenance of speed and meaning of the maximal allowable current.

The dynamic parameters of quality of work electric drive in all range of regulation of speed completely meet the requirements of the technical project.

The electric drive bloom shears is supplied with system of protection and signal system ensuring trouble-free and safe work.

In an economic part of final qualifying work the questions of planning, financing and realization of starting-up and adjustment works of the electric drive are considered. The estimate on realization starting-up and adjustment work and diagram of realization starting-up and adjustment work is made.

In section safety and ability to live of work the questions of protection of work and safety precautions are considered. The dangerous and harmful factors of manufacture are analysed. The account of artificial grounding is made.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Копылов И.П. Справочник по электрическим машинам. Том 1. –М: Энергоатомиздат, 1988 г. 346 с.
2. Целиков А.И., Полухин П.И., Гребеник В.М. и др. Машины и агрегаты для производства и отделки проката. Том 3. –М: Metallurgy, 1988 г. –680 с.
3. Арманский Е.В., Прокофьев П.А., Фали Г.Б. Автоматизированный электропривод. –М: Высшая школа, 1987 г. –143 с.
4. Перельмутер В.М. Сидоренко В.А. Система управления тиристорными электроприводами постоянного тока. –М: Энергоатомиздат, 1988 г. –304 с.
5. Башарин А.В., Новиков В.А., Соколовский Г.Г. Управление электроприводами. Учебное пособие для вузов. - Л: Энергоиздат, 1982 г.
6. Вешеневский С.Н. Характеристики двигателей в электроприводе. М.: Энергия, 1977 г. –400 с.
7. Удут Л.С., Мальцева О.П., Кояин Н.В. Проектирование автоматизированных тиристорных электроприводов постоянного тока. Учебное пособие по курсу проектирования. Томск: Изд. ТПУ, 1991 г. –104 с.
8. Кояин Н.В., Удут Л.С., Мальцева О.П. Проектирование и исследование автоматизированных электроприводов. Часть 5. Учебное пособие. Томск: Изд. ТПУ, 2001 г. –156 с.
9. Удут Л.С., Кояин Н.В., Мальцева О.П. Проектирование и исследование автоматизированных электроприводов. Часть 4. Тиристорный преобразователь для электроприводов постоянного тока: Учебное пособие, –Томск: Изд. ТПУ, 2002 г. –152 с.
10. Бычков В.П. Электропривод и автоматизация металлургического производства. М.: Высшая школа, 1997 г.
11. Крупович В.И. Справочник по проектированию автоматизированного электропривода и систем управления технологическими

процессами. М.: Энергоатомиздат, 1982.

12. Королева Н.И. Техничко-экономические показатели при проектировании электроприводов: Методическое пособие.: Томск, 1993.

13. Ценник проведения пусконаладочных работ. 1986.

14. Кривцов Б.С. Охрана окружающей среды на металлургических предприятиях. М.: Энергия, 1986.

15. ГОСТ 12.1.012.-90. Вибрационная безопасность.

16. ГОСТ 12.1.003.-83. Шум. Общие требования безопасности.

17. П.А. Долин. Основы техники безопасности в электроустановках. М.: Энергоатомиздат, 1984.

18. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Москва, 1998.

19. СНИП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.

20. СНИП 23.05-95. Естественное и искусственное освещение.

21. Охрана труда в электроустановках. Под ред. Б.А. Князевского - М.: Энергоатомиздат, 1983.

22. СНИП 12.1.005.-88 Санитарные нормы промышленных предприятий.

23. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

24. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.

25. Лезнов Б. С. Частотно-регулируемый электропривод насосных установок. — М.: Машиностроение, 2013. — 176 с., ил..

Интернет ресурсы

26. <http://www.elec.ru/>

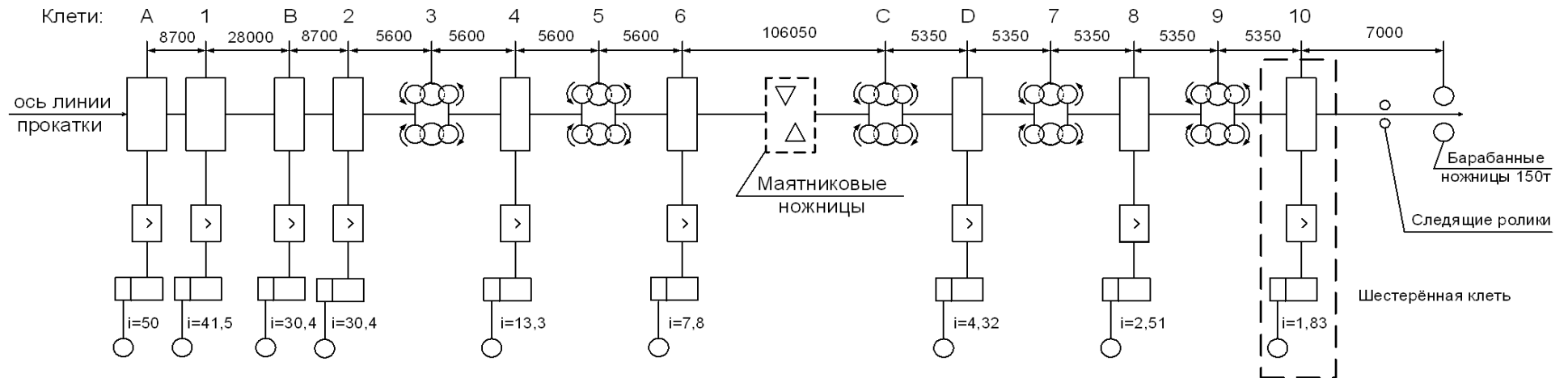
27. <http://www.elp.ru/>

28. <http://tehprivod.ru/>

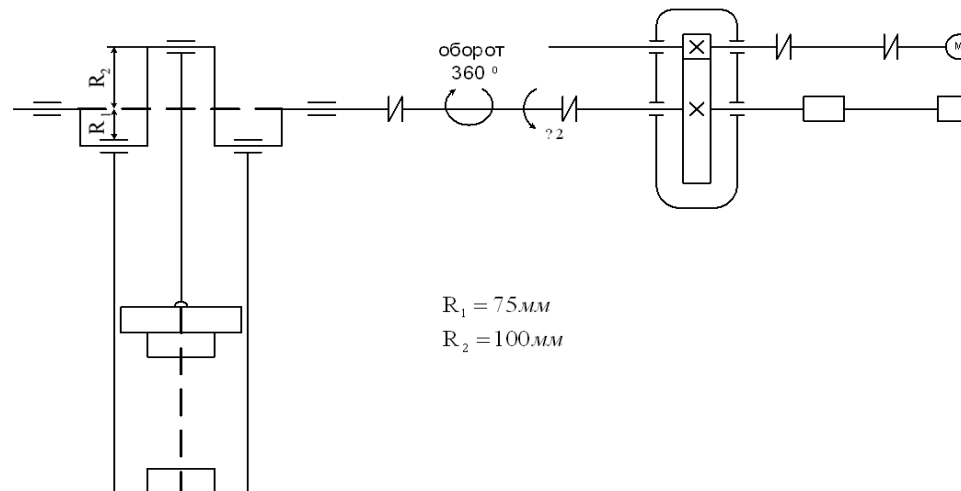
ПРИЛОЖЕНИЕ А

Графический материал

Схема непрерывно - заготовочного стана

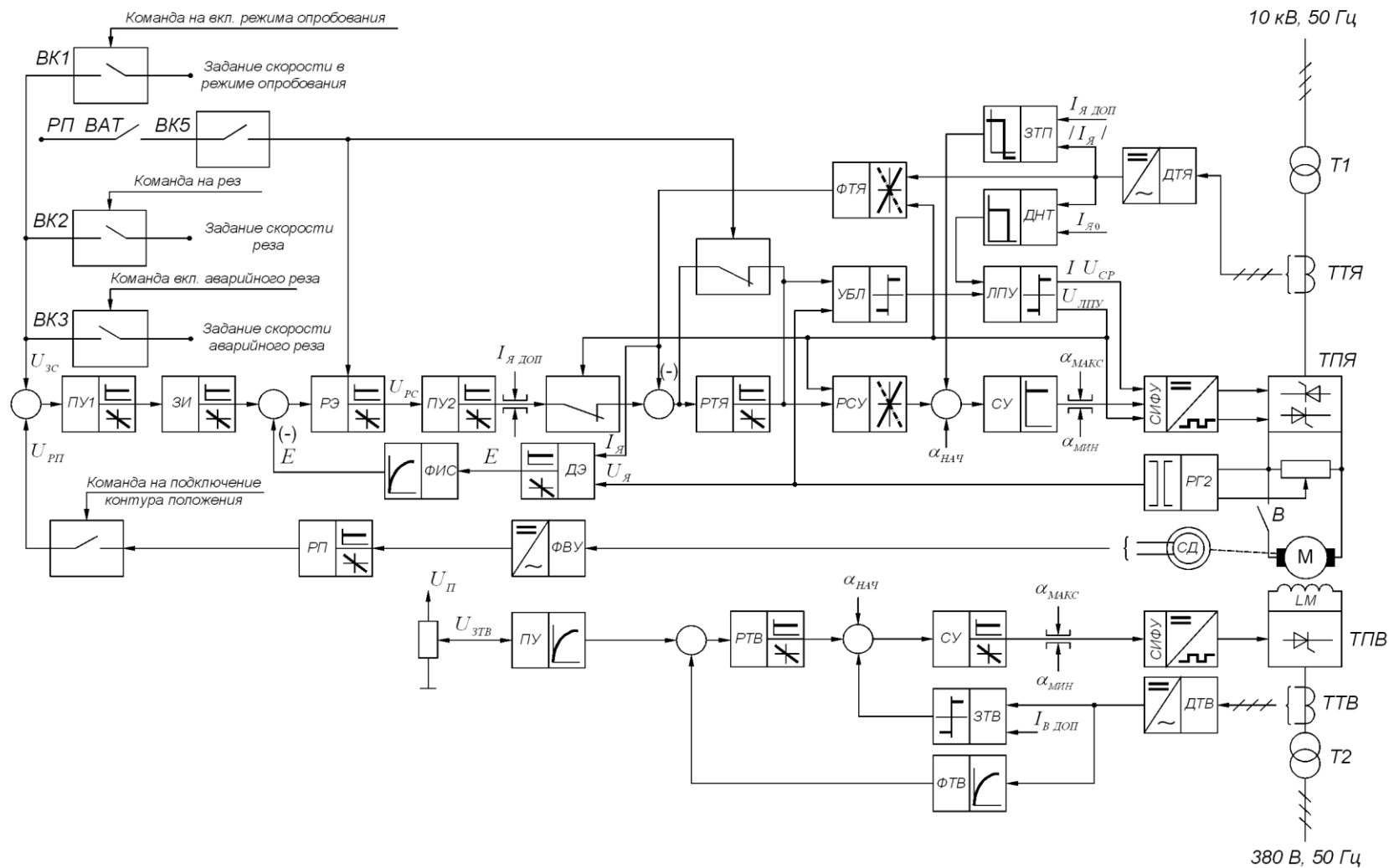


Кинематическая схема маятниковых ножниц

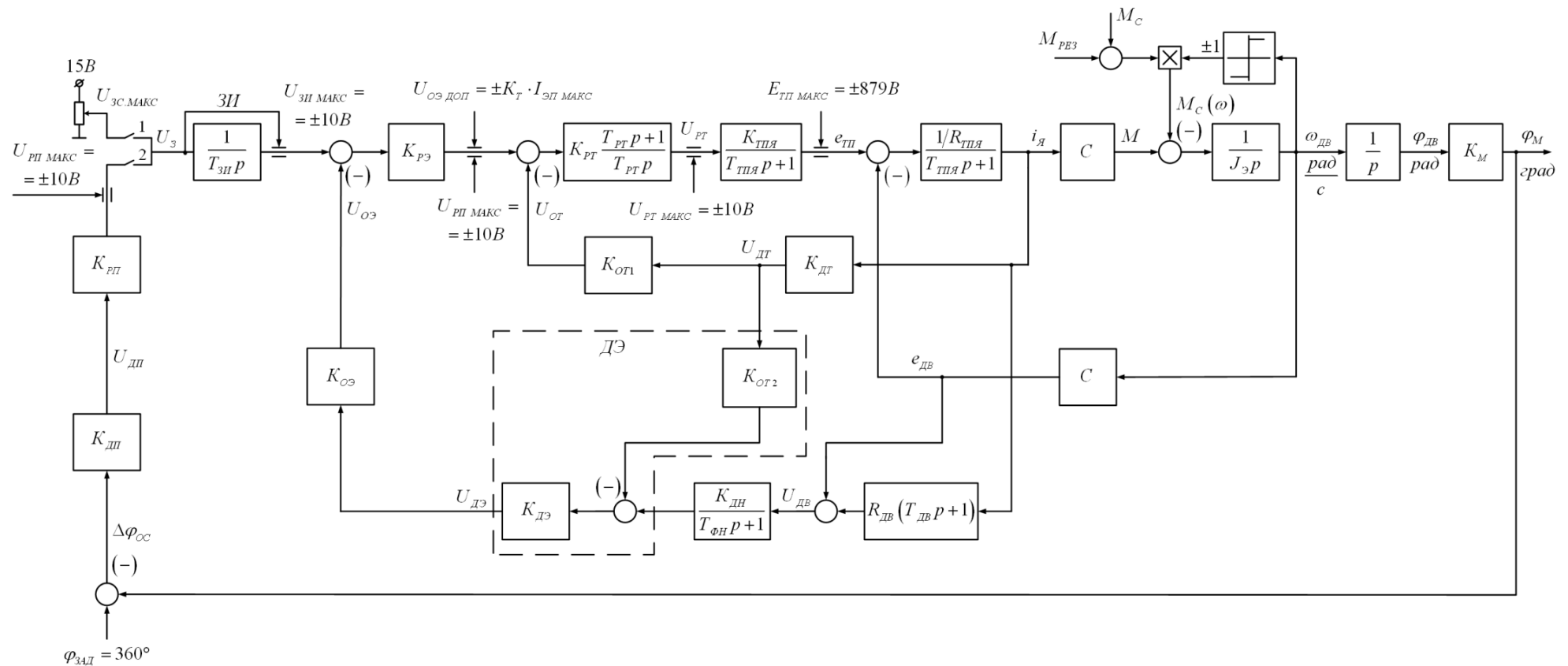


Клеть № п.п.	Размеры валков, мм	
	Диаметр валков	Длина бочки
A	850/770	1200
1	850/770	1200
B	850/770	1200
2	850/770	1200
3	730/660	900
4	730/660	1200
5	730/660	900
6	730/660	1200
C	730/660	900
D	730/660	1200
7	580/530	800
8	580/530	800
9	580/530	800
10	580/530	800

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА ЭЛЕКТРОПРИВОДА МАЯТНИКОВЫХ НОЖНИЦ

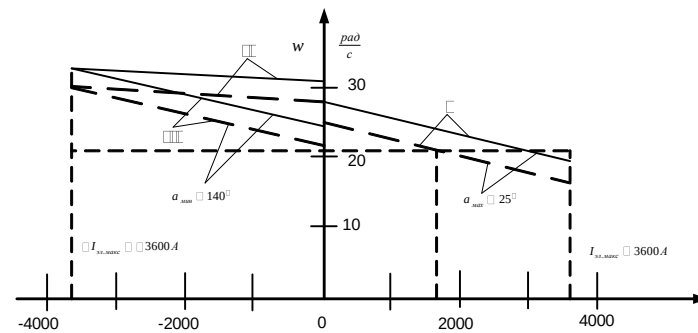


СТРУКТУРНАЯ СХЕМА ЭЛЕКТРОПРИВОДА МАЯТНИКОВЫХ НОЖНИЦ

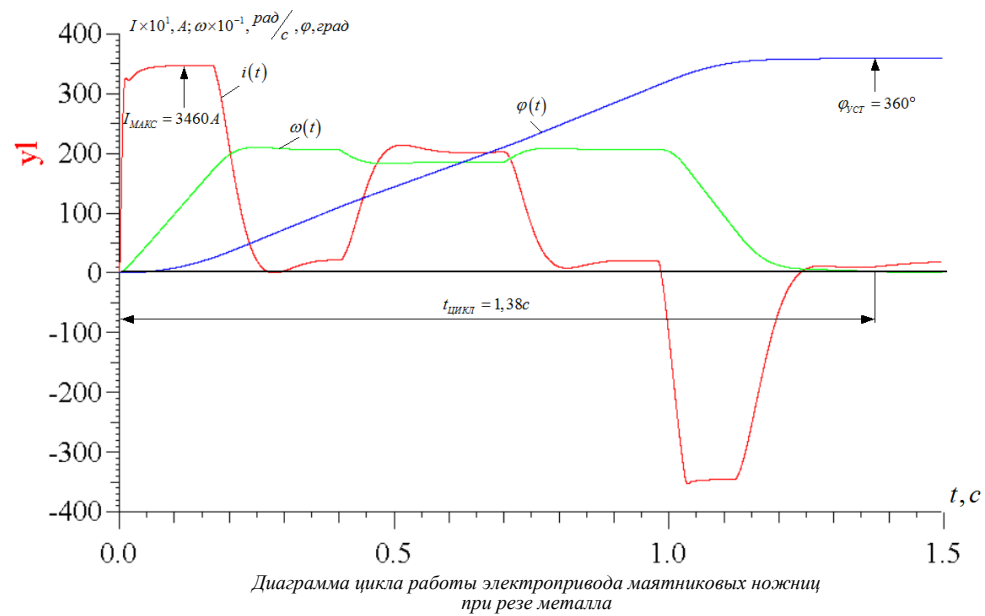


1-Ключ включения регулируемого режима

2-Ключ включения следящего режима



Заданная область работы и
электромеханические характеристики
разомкнутой системы ТП-Д



Календарный план-график

Вид работ	Исполнитель	Продолжительность работ, дн.	Продолжительность выполнения работ										
			Март			Апрель			Май			Июнь	
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1. Составление и утверждения ТЗ	Р	1	■										
2. Подбор и изучение материалов по теме технического задания	Р Д	2 13		■									
3. Ознакомление с технической документацией	Д	11		■	■								
4. Расчет технологической части	Д	6				■							
5. Электромагнитный расчет двигателя	Д	5					■						
6. Выполнение графиков, схем	Д	3					■						
7. Проверка выполненных расчетов	Р	1						■					
8. Разработка раздела БЖД	Д	10						■	■				
9. Разработка Экономического раздела	Д	10							■	■			
10. Оформление пояснительной записки	Д	12								■	■		
11. Проверка пояснительной записки	Р	1									■		
12. Устранение недочетов и исправление ошибок	Д	2									■		
13. Окончательная проверка устраненных недочетов и ошибок	Р	1										■	
14. Размещение ВКР в Web-среде университета	Д	1											■
15. Подготовка к защите технического проекта	Р Д	1 3											■ ■
16. Защита технического проекта	Р Д	1 1											■
Принятые сокращения и обозначения: Раздел №2 – "Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение"; Раздел №3 – "Социальная ответственность"; ПЗ – пояснительная записка; Р – руководитель темы; Д – дипломник.													