

**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	
<b>Электропривод маятниковых ножниц непрерывно-заготовочного стана</b>	
УДК 62-83-52:621.771.22	

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-7100	Касьянов Роман Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Однокопылов И.Г.	Кандидат технических наук, доцент		

**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		

Томск – 2016 г.

**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  
\_\_\_\_\_  
(Подпись)      \_\_\_\_\_ (Дата)      Ю.Н. Дементьев  
(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	Касьянову Роману Сергеевичу

Тема работы:

<b>Электропривод маятниковых ножниц непрерывно-заготовочного стана</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 2399/С от 28.03.2016 г.

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

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Материалы преддипломной практики, техническая литература, техническая документации
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	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.
<b>Перечень графического материала</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- схема кинематическая;</li> <li>- схема электрическая принципиальная;</li> <li>- схема электрическая функциональная;</li> <li>- схема электрическая структурная;</li> <li>- демонстрационный лист;</li> <li>- технико-экономические показатели;</li> </ul>
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Грахова Елена Александровна
Социальная ответственность	Сечин Андрей Александрович
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
Реферат	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	01.03.2016г.
---	--------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Однокопылов Иван Георгиевич	к.т.н.		01.03.2016г.

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-7100	Касьянов Роман Сергеевич		01.03.2016г.

## ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

Произвести проверочный расчет электропривода маятниковых ножниц удовлетворяющего следующим заданным условиям и требованиям:

1. Напряжение питающей сети переменного трехфазного тока  $U_c=10\text{кВ}$  с частотой  $f_c=50\text{Гц}$ ;
2. Отклонение напряжения питающей сети от номинального значения  $\pm 10\%$ ;
3. Нагрузка реактивная;
4. Режим работы – кратковременный;
5. Диапазон регулирования не менее 5;
6. Управление электроприводом - ручное с поста оператора и с местного пульта, установленного рядом с ножницами;
7. Работа электропривода должны осуществляться в режиме стабилизации скорости (РЭП), а торможение в режиме слежения (СЭП) - для точной остановки;
8. Рез металла должен осуществляться в пределах располагаемого угла положения маятника, и на время цикла угол поворота эксцентрикового вала не должен превышать  $360^\circ$ ;
9. РЭП должен обеспечить поддержание заданной частоты вращения с погрешностью не более  $5\%$  на верхней скорости;
10. Время отработки цикла с металлом не более  $2\text{ с}$ ;
11. Время возврата ножей маятниковых ножниц в исходное состояние в следящем режиме не более  $0.5\text{ с}$ ;
12. Максимальное напряжение управления  $U_y=\pm 10\text{В}$ ;
13. Электродвигатель должен иметь большую перегрузочную способность, обеспечивающая работу привода при кратковременных нагрузках;
14. Система управления электроприводом должна обеспечивать надежную защиту от перегрузок и аварий, простоту управления и обслуживания;

15. Выбранный электродвигатель должен быть предназначен для работы в условиях повышенной температуры, влажности и запыленности и иметь закрытое исполнение;

16. Выбранный преобразователь должен быть предназначен для работы в закрытых стационарных помещениях при температуре окружающего воздуха от  $5^{\circ}$  до  $45^{\circ}$  С и относительной влажностью не более 80%.

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 12 страницы текста, 34 рисунка, 21 таблицу, 1 приложение, 25 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 «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 с дискретным преобразователем.

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.

## **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 чугуна 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 (блюмы). 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 возможны 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;
- сталепрокатное 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 клетях «А» и «1», раскат кантуется на 90 град. кантователем и проходит последовательно клетях «В», «2», «3», «4», «5», «6»(клетях «3» и «5»- вертикальные, остальные горизонтальные). Полученный раскат сечением 150х150мм, 150х200мм, 165х200мм 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 80х80 мм или 100х100 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 – 11800мм, 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.

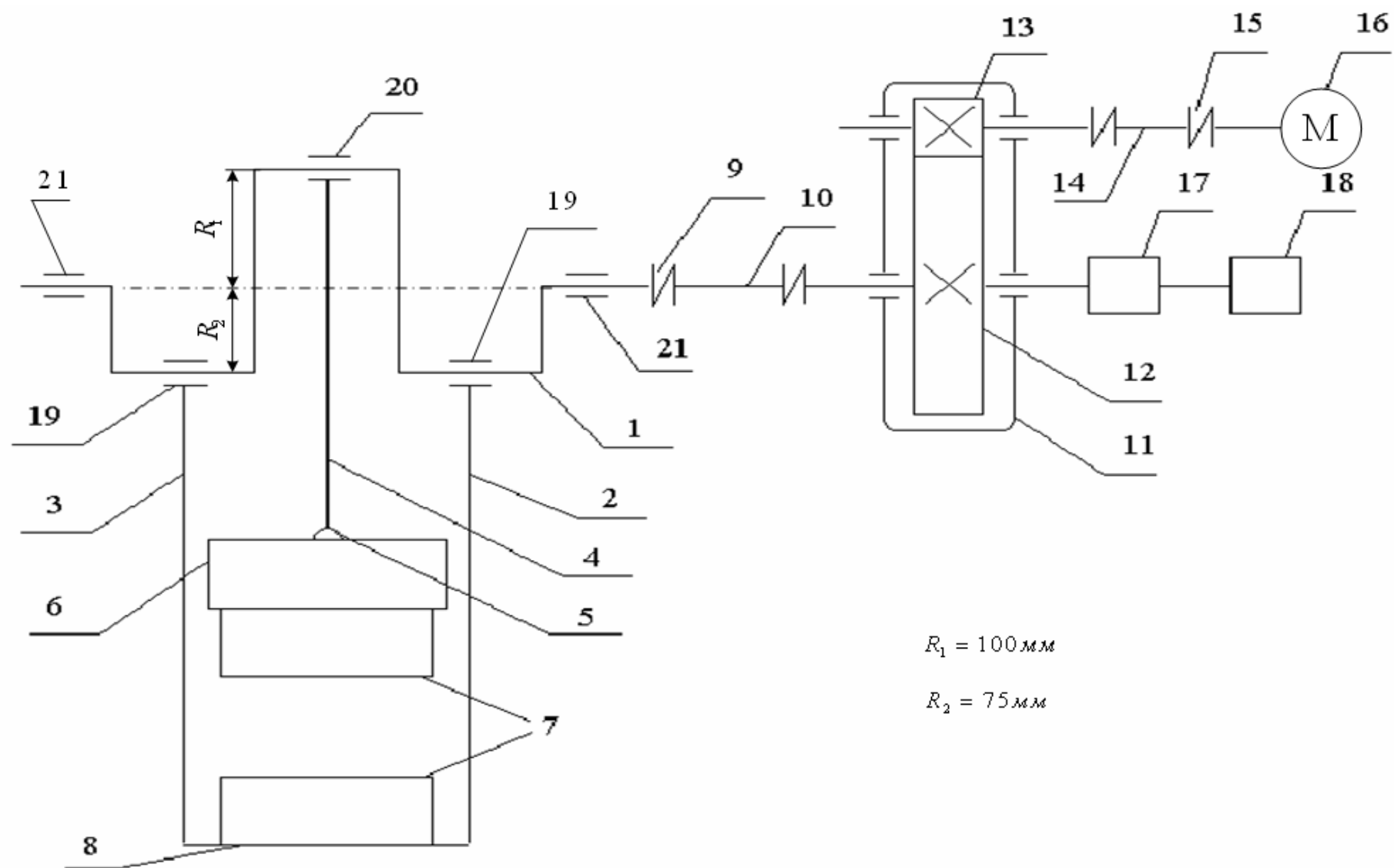


Рисунок 1-Кинематическая схема маятниковых ножниц

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.

#### **1.4 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 вентилях, 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 останоятся 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 автоматической цепи якоря;  
М – двигатель;  
СД – сельсин-датчик;  
LM – 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.



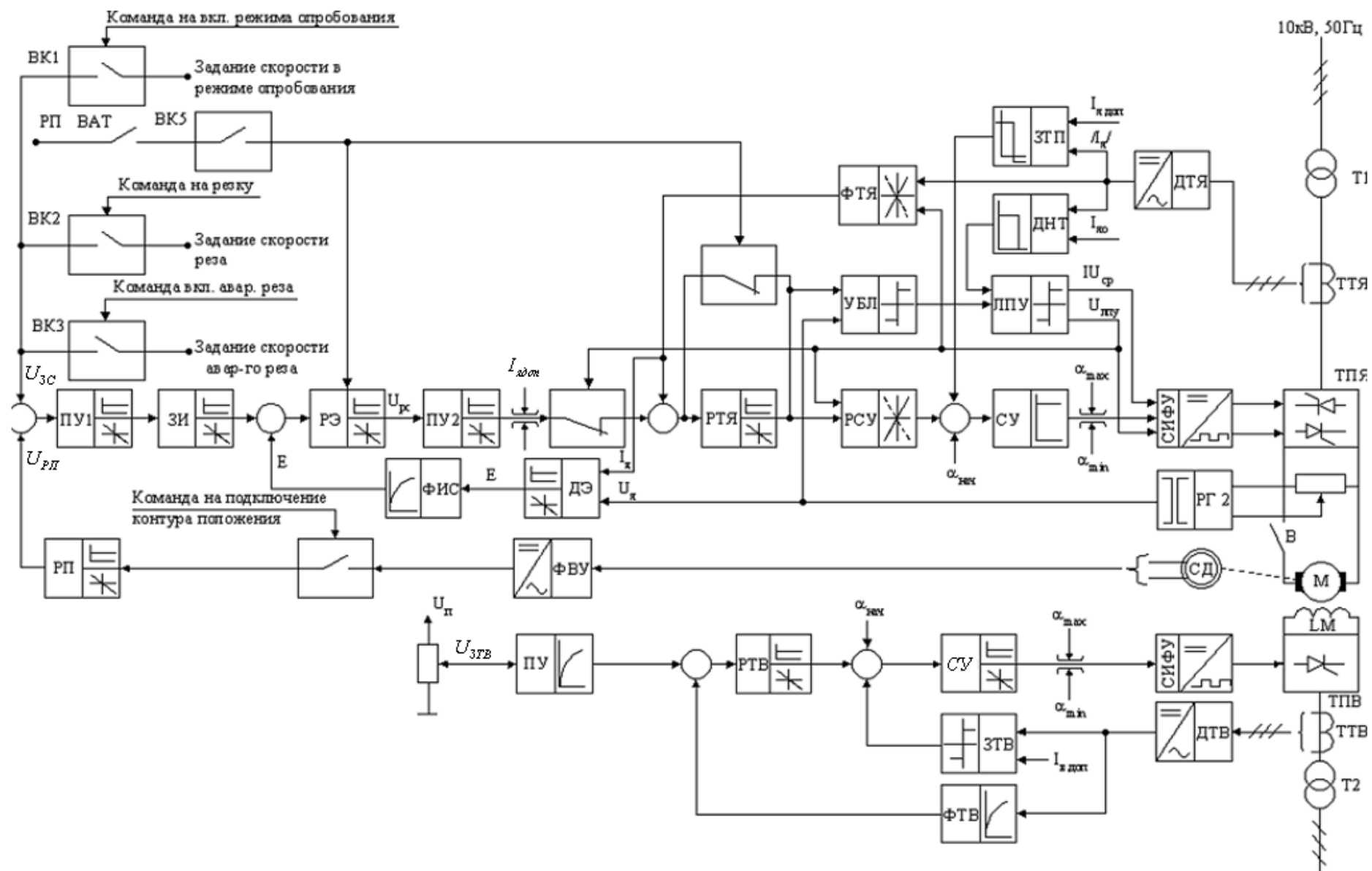


Рисунок 2-Функциональная схема электропривода маятниковых ножиц

## **2.6 Переходные процессы в нелинейной САУ**

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

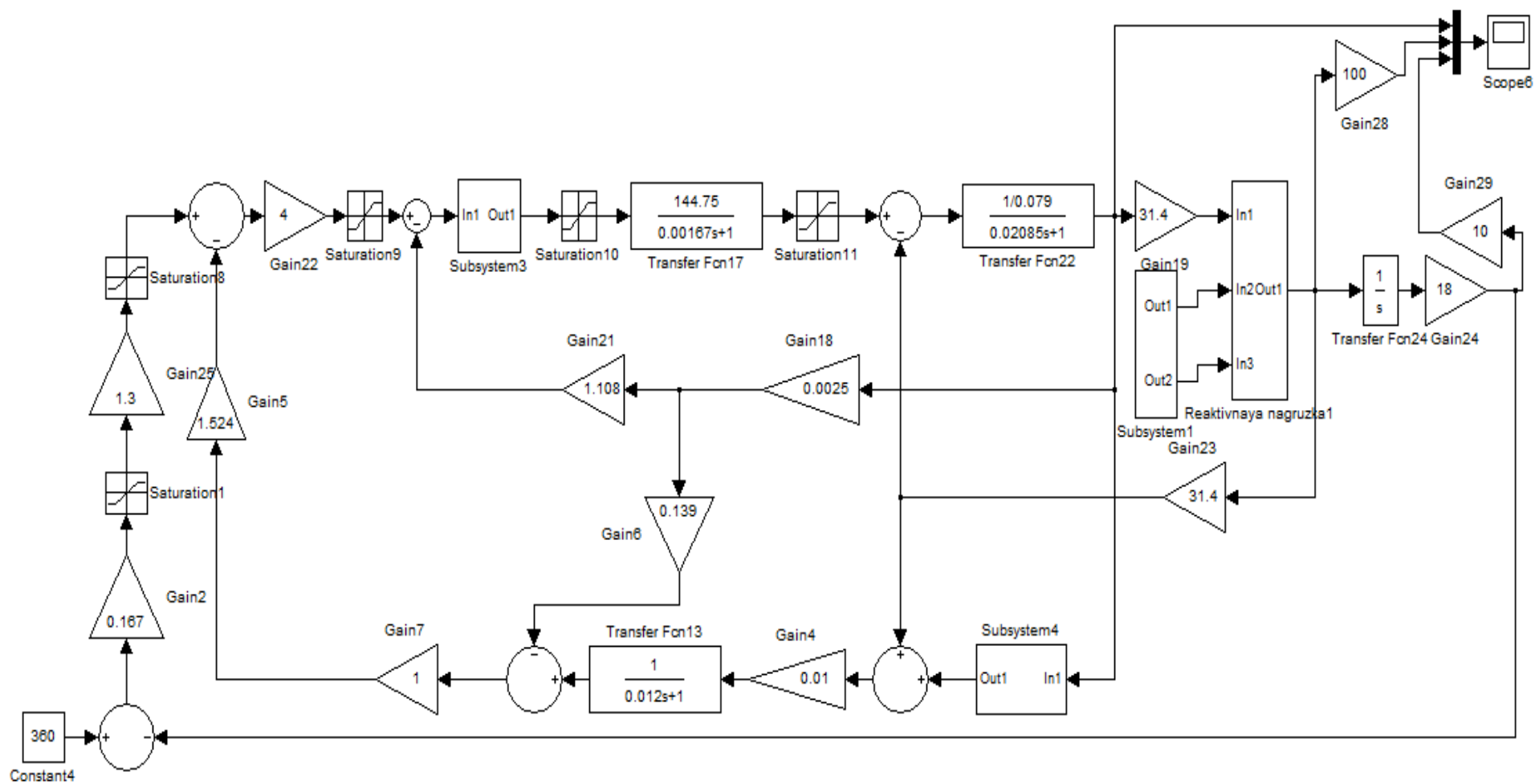


Рисунок 24– Схема набора имитационной модели электропривода ножниц в среде MATLAB SIMULINK

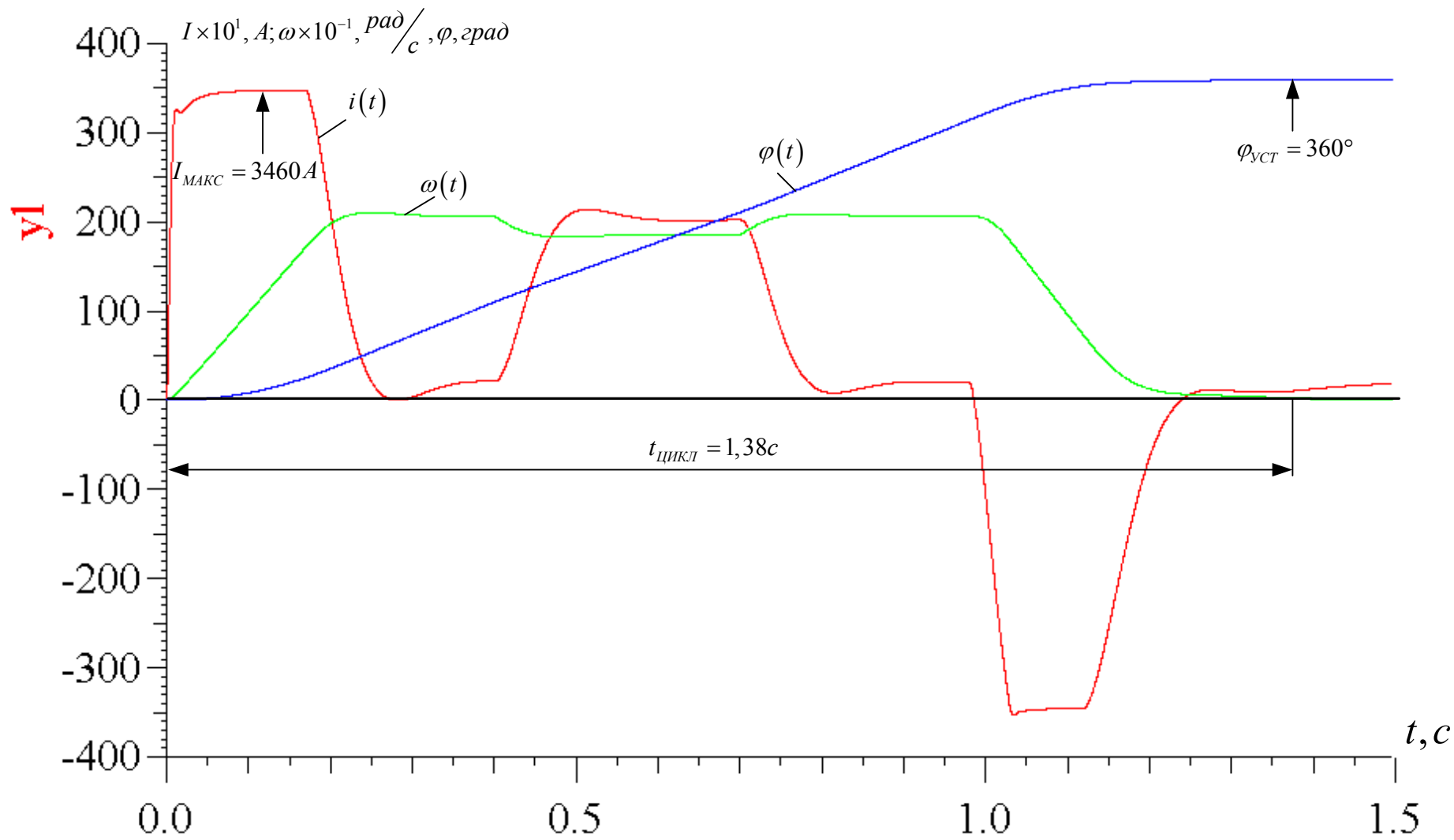


Рисунок 25– Полный цикл работы маятниковых ножниц

## **2.7 Реализация цифрового контура положения**

Развитие микропроцессорной техники привело к широкому применению в системах управления электроприводом цифровых регуляторов. С одной стороны это позволило существенно расширить набор реализуемых линейных и нелинейных законов и алгоритмов управления приводом. А с другой стороны, внесло такие особенности, присущие цифровым системам, как импульсный характер процессов получения информации, т.е. наличие квантования по времени и по уровню, а также наличие запаздывания в канале управления, необходимого для обработки информации и формирования управляющих сигналов. Это потребовало применения новых алгоритмов управления и новых методов синтеза систем управления приводом. В данном разделе представлена замена аналогового контура положения цифровым.

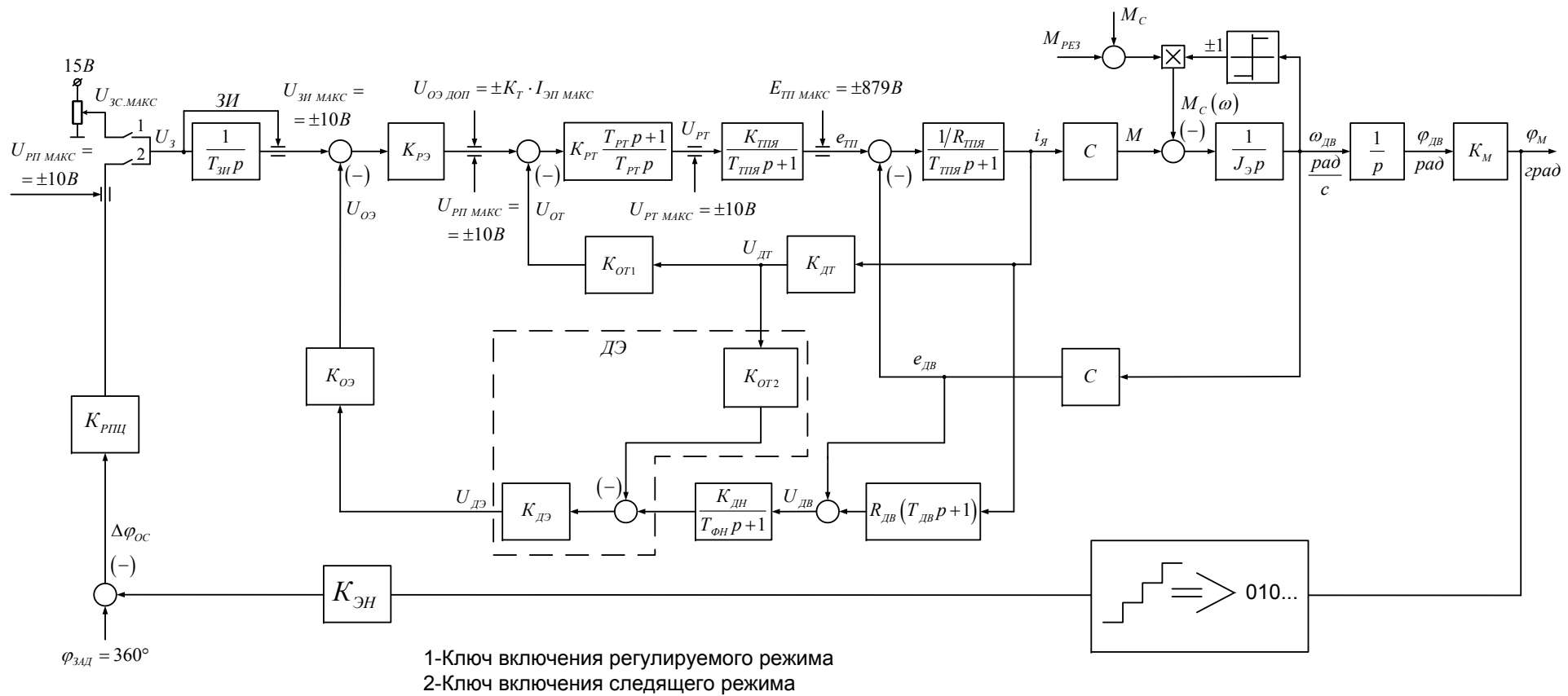


Рисунок 26–Структурная схема нелинейной САУ электропривода ножниц с цифровым контуром положения

Здесь  $K_{рпц} = 0,2171$  – коэффициент цифрового регулятора положения;

$K_{эн}$  – коэффициент энкодера (для каждого типа энкодера это коэффициент различен).

При выборе магнито-резистивного инкрементного энкодера положения типа MR M 228181, 256 отсчетов/оборот, были получены следующие графики:

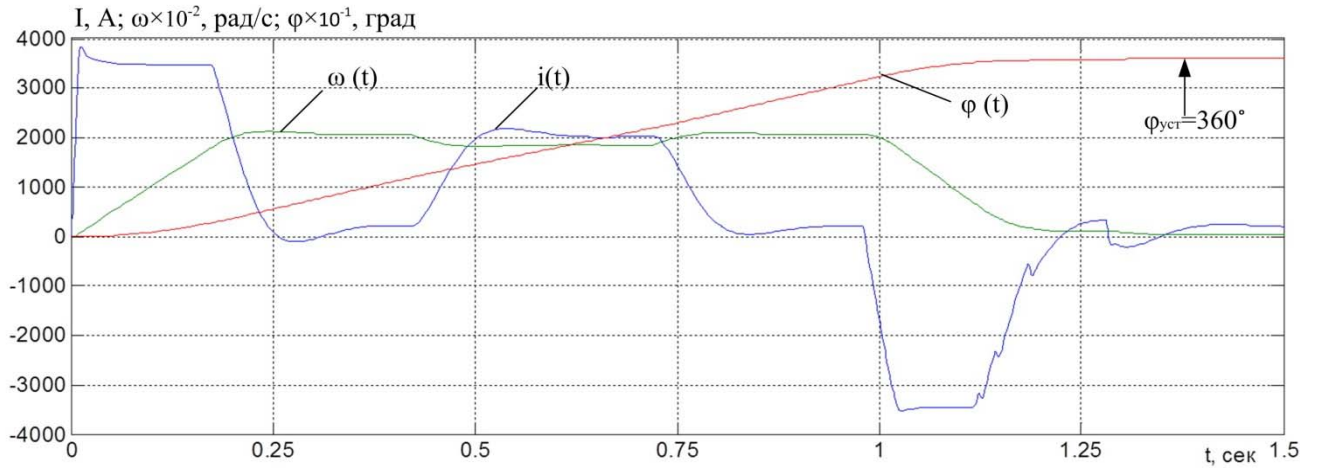


Рисунок 27– Цикл работы маятниковых ножниц с энкодером на 256 отсчетов/оборот

При выборе магнито-резистивного инкрементного энкодера положения типа RM-4096-S24/N1B, 4096 отсчетов/оборот, были получены следующие графики:

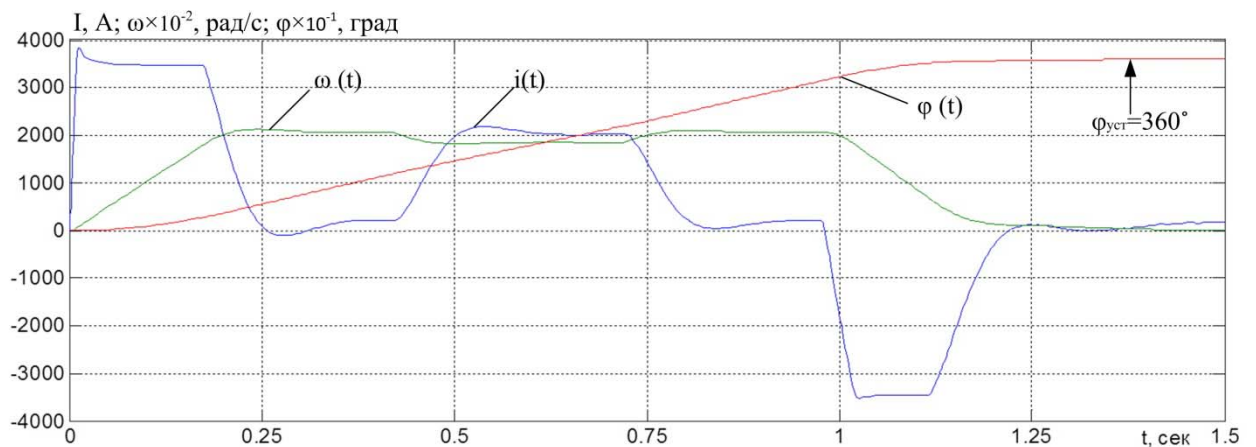


Рисунок 28– Цикл работы маятниковых ножниц с энкодером на 4096 отсчетов/оборот

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-7100	Касьянову Роману сергеевичу

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

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

1. *Стоимость ресурсов проектных и пуско-наладочных работ*
2. *Нормы и нормативы расходования ресурсов*
3. *Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования*

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. *Структура проведения ПНР*
2. *Определение стоимости пуско – наладочных работ*
3. *Расчет капитальных вложений на реализацию проекта*
4. *Расчет эксплуатационных затрат*
5. *Выводы*

**Перечень графического материала** (с точным указанием обязательных чертежей)

*График выполнения работ участниками ПНР*

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	01.03.2016г.
---	--------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент кафедры менеджмента	Грахова Елена Александровна			

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-7100	Касьянов Роман Сергеевич		



### **3 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

#### **Введение**

В данном разделе выпускной квалификационной работы рассматривается комплекс работ, которые необходимо провести, чтобы ввести в эксплуатацию электропривода маятниковых ножниц.

Целью наладки электропривода на объекте является доведение электрооборудования до требований, предъявляемых технологическим процессом. Электрооборудование подвергается приемо-сдаточным испытаниям на заводе - изготовителе. Тем не менее, в процессе наладки на объекте, как правило, повторяется определённая часть этих испытаний, что вызвано следующими обстоятельствами:

- при транспортировании, хранении и монтаже возможны повреждения отдельных элементов электрооборудования;
- типовая программа приемо-сдаточных испытаний на заводе-изготовителе, как правило, не учитывают всех требований конкретного технологического механизма;
- при проведении приемо-сдаточных испытаний не все элементы могут быть испытаны при номинальных значениях нагрузок;
- некоторые крупногабаритные комплектующие устройства (трансформаторы, реакторы) непосредственно с этих заводов изготовителей, минуя испытательную станцию изготовителя комплектного электропривода.

Для наладки комплектных электроприводов на предприятии - изготовителе с целью их доводки до показателей, соответствующих техническим условиям, а так же при эксплуатации на промышленном объекте используется специальное контрольно-измерительное оборудование. При наладке используются вспомогательные элементы, встроенные в шкафы электропривода и дополнительные устройства: электронно-лучевой осциллограф, мегомметр для контроля изоляции.

Целью экономической части выпускной квалификационной работы является определение сметы затрат на пуско-наладочные работы при вводе в эксплуатацию электропривода маятниковых ножниц.

В связи с бурным развитием техники пуско-наладочные работы проводятся на всех, без исключения, предприятиях, где осуществляется реконструкция или модернизация действующего электрооборудования. Стоимость электрооборудования и его монтаж составляет большой удельный вес в общей стоимости развития производства.

Организация и планирование пуско-наладочных работ производятся параллельно с модернизацией производства в соответствии с нормативными актами. Пусконаладочные работы при монтаже электроприводов и их установке являются завершающей стадией процесса строительно-монтажных работ. Высокий уровень механизации и автоматизации производства, повышенные требования к качеству увеличивают объём ПНР и выделяют их в самостоятельный вид деятельности. От качества проведения ПНР зависит бесперебойность работы, безопасность и экономичность обслуживания электрооборудования.

Финансирование ПНР осуществляется из ремонтного фонда предприятия, либо цеха. Средства выделяются на основе рассчитываемой калькуляции проведения ПНР.

Финансирование ПНР включает в себя следующие четыре этапа.

1. Предварительное изучение жизнеспособности проекта.
2. Разработка плана реализации проекта.
3. Организация финансирования.
4. Контроль выполнения плана и условий финансирования.

### **3.1 Структура пусконаладочных работ**

Структуру пусконаладочных работ определяем исходя из сложности серийно-выпускаемых, освоенных промышленностью электротехнических устройств в соответствии с требованиями СНиП «Организация, производство и приемка работ», с требованиями «Правил устройства электроустановок», а

также исходя из технических условий на изготовление и поставку электротехнических устройств.

Комплекс работ разобьём на этапы и определим в процентном соотношении объём выполнения работ по каждому этапу. Результаты сведены в таблицу 13.

Таблица 13 – Содержание этапов ПНР

№	Этапы ПНР	Время выполнения, %
1	Подготовительные работы	10
2	Проверочные работы	20
3	Наладочные работы	50
4	Комплексное опробование	15
5	Оформление отчетной и приемно – сдаточной документации	5
ИТОГО		100

При выборе состава и численности бригады следует руководствоваться условиями:

- бригада не должна быть специализированной, т.е. состоять из рабочих разных профессий, выполняющих технологически разные работы;
- работа сменная – в одну смену;
- техникой безопасности запрещено производить работы на оборудовании под напряжением менее чем двум человекам.

Из вышеперечисленного следует приблизительный состав бригады:

- 1) Инженер 1-ой категории;
- 2) электромонтер 6–го разряда;
- 3) электромонтер 6–го разряда;

Распределение работ среди членов бригады производится бригадиром в соответствии с профессиональной специализацией каждого. Продолжительность выполнения отдельных этапов работ определяется из профессионального опыта проведения аналогичных видов работ бригадой. Сроки исполнения и исполнители отдельных видов работ приведены в таблице 14.

Таблица 14 Комплекс пуско – наладочных работ

Наименование работ	Исполнители	Часы
1	2	3
1.Подготовительный этап:		
- ознакомление с проектом, выявление неточностей;	1,2,3	8
- составление рабочего графика проведения ПНР;	1,2,3	5
- подготовка аппаратуры и инструмента;	1,2,3	4
- внешний осмотр электрооборудования и проверка готовности;	1,2,3	3
- определения состояния технических характеристик;	1,2,3	4
- составление рабочей программы испытаний и наладки с учетом особенностей объекта.	1,2,3	6
Итого по п. 1	30	
2.Проверочные работы:		
- проверка количества электромонтажных работ и их соответствие к рабочим чертежам проекта;	1,2,3	12
- проверка установленной аппаратуры, градуировка и снятие в необходимых случаях характеристик;	1,2,3	14
- проверка правильности выполнения схем;	1,2,3	12
- проверка работы электрических систем, блокировок и автоматики.	1,2,3	22
Итого по п.2	60	

3.Наладочные работы:		
- фазировка трансформатора опорных напряжений;	1,2,3	15
- наладка и настройка СИФУ;	1,2,3	22
- проверка работы и функционирование блоков сигнализации и защиты;	1,2,3	13
- проверка датчиков тока и напряжения;	1,2,3	12
- проверка диапазона изменения напряжения преобразователя;	1,2,3	21
- настройка устройства задания скорости;	1,2,3	18
- итоговая проверка защиты;	1,2,3	16
- настройка и снятие необходимых характеристик элементов автоматического управления в соответствии с требованиями технологического процесса;	1,2,3	34
- испытание оборудования в холостую.	1,2,3	10
Итого по п.3		161
4.Комплексное опробование:		
- обеспечение взаимных связей устройств в составе электрической установки;	1,2,3	15
- согласование входных и выходных параметров на входе и выходе характеристик отдельных механизмов;	1,2,3	24
- проверка режимов работы ЭП при управлении с пульта управления.	1,2,3	6
Итого по п.4		45

5.Оформление документации: - составление протоколов ПНР; - внесение в один экземпляр принципиальных схем проекта и изменений, внесенных во время ПНР.	1	6
	1	9
Итого по п.5	15	
Итого по п.1,2,3,4,5	311	

График выполнения пуско – наладочных работ согласно таблице представлен на рисунке 34.

Весь комплекс ПНР проводится бригадой за 38 рабочих дней. Все работы ведутся в строгом соответствии с нормами их проведения.

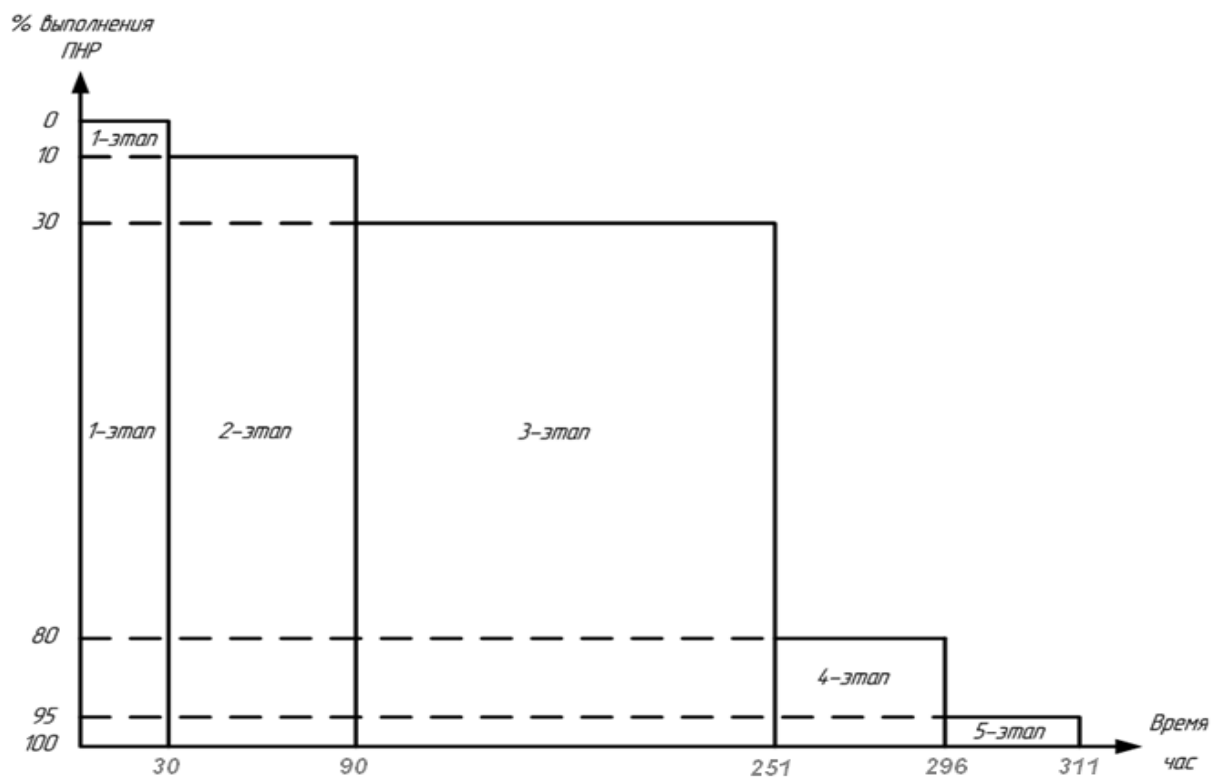


Рисунок 34 График выполнения пуско-наладочных работ.

### 3.2 Определение стоимости пуско-наладочных работ

Все работы производятся в строгом соответствии с нормами их проведения. Цены на пуско-наладочные работы содержат только основную заработную плату пуско-наладочного персонала, рассчитанную на основе тарифных ставок и среднемесячных должностных окладов без премий.

Стоимость основного оборудования поставляемого ЗАО «ТяжПромСервис» приведена в таблице 16.

Таблица 16. Стоимость основного оборудования.

№	Наименование	тип	кол	Цена, руб	Стоимость, руб
I	Оборудование				
1	Комплектный тиристорный электропривод	КТЭ – 1600/930E	1	860000,00	860000,00
2	Автоматический выключатель	A3712	1	3500,00	3500,00
3	Пускорегулирующая аппаратура		1	31720,60	31720,60
4	Общая сумма				895220,6

#### Сметная стоимость пуско-наладочных работ:

Сметная стоимость пусконаладочных работ включает в себя:

1. затраты на основную заработную плату;
2. затраты на дополнительную заработную плату;
3. затраты на отчисления в социальные фонды.
4. накладные расходы.

Цены на пусконаладочные работы содержат только основную заработную плату пусконаладочного персонала, рассчитанную на основе тарифных ставок и среднемесячных должностных окладов, без премий.

При выполнении пусконаладочных работ в условиях вредного производств к заработной плате применяются следующие поправочные коэффициенты.

- выполнение пусконаладочных работ с надбавкой в размере районного коэффициента –  $K_1=1,3$ ;
- надбавка к ценам пусконаладочных работ при работающем оборудовании –  $K_2=1,1$ ;
- надбавка к ценам пусконаладочных работ в установках находящихся под напряжением –  $K_3=1,3$ .

Заработная плата составит:

$$З = Т \cdot Ч \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$

где Т – тарифная ставка, руб.;

Ч – количество отработанного времени, час.

Затраты на основную заработную плату представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Основная заработная плата

Состав бригады	Разряд	Часовая ставка, руб.	Количество отработанных часов	Заработная плата, руб.
Инженер 1-ой категории	6	140	311	80940,9
электромонтер	6	124	296	68232,74
электромонтер	6	124	296	68232,74
Итого				217406,4

Дополнительная заработная плата производится на оплату отпусков за не проработанное время и составляет 15% от основной заработной платы:

$$З_{дон} = 0,15 \times З = 0,15 \times 217406,4 = 32610,95 \text{руб.}$$

Отчисления в социальные фонды составляет 30% от основной и дополнительной заработной платы:



$$Oсф = (З + З_{дон}) \times 0,30 = (217406,4 + 32610,95) \times 0,30 = 75005,21 \text{руб.}$$

Накладные расходы составляют 60% от основной заработной платы:

$$H = З \times 0,6 = 217406,4 \times 0,6 = 130443,8 \text{руб.}$$

Прочие затраты составят 2% от основной заработной платы:

$$П = З \times 0,02 = 217406,4 \times 0,02 = 4348,1 \text{руб.}$$

Таблица 16 -Смета затрат

№ п/п	Статья затрат	Сумма, руб.
1	Оборудование и комплектующие	895220,6
3	Основная заработная плата	217406,4
4	Дополнительная заработная плата	32610,95
5	Отчисления в социальные фонды	75005,21
6	Накладные расходы	130443,8
7	Прочие расходы	4348,1
8	Итого	1355035,1

### 3.3 Расчет эксплуатационных затрат

Эксплуатационные затраты рассчитываются по изменяющимся статьям себестоимости, к ним относят: амортизационные отчисления, затраты на эксплуатацию и текущий ремонт.

#### Амортизационные отчисления

$$A_{год} = \frac{K \cdot H}{100\%}, \text{руб.},$$

где К- капитальные затраты;

Н- норма амортизационных отчислений (Н=12%)

#### Затраты на эксплуатацию и текущий ремонт

$$З_{год} = \frac{K \cdot H_p}{100\%}, \text{руб.},$$

где  $H_p$ - норма отчислений на эксплуатацию и текущий ремонт,  $H_p$  составляет 6% от стоимости оборудования, комплектующих и материалов ( $H_p=6\%$ )

### **Выводы:**

Маятниковые ножницы является неотъемлемой частью технологии производства горячекатаных листов и полос. На широкополосных станах горячей прокатки производят до 90% листовой стали, являющейся одной из основных составляющих металлопродукции ОАО "ЗСМК".

В данном разделе были рассмотрены мероприятия (пуско-наладочные работы) необходимые для введения в эксплуатацию электропривода маятниковых ножниц. Весь комплекс работ разбит на отдельные этапы и определили время выполнения каждого этапа ПНР. Согласно полученным данным был построен график проведения ПНР, а также составлена их сметная стоимость. С учетом работ, проделанных предприятием-подрядчиком ЗАО «ТяжПромСервис» и стоимости оборудования, произведен расчет капитальных вложений на реализацию проекта.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-7100	Касьянову Роману Сергеевичу

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

**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;*
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 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.
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.
<p>5. <i>Защита в чрезвычайных ситуациях:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС на объекте;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</li> </ul> <p>разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</p>
<b>Перечень графического материала:</b>
План эвакуации при пожаре

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	01.03.2016г.
---	--------------

**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	Касьянов Роман Сергеевич		

## **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 20).

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

Таблица 20

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<sup>2</sup> и объем не менее 15 м<sup>3</sup>.



Воздухообмен должен составлять не менее 20 м<sup>3</sup>/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  $1000 \text{ В}$  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

$$R_B = R_t \cdot K_{св} = 100 \cdot 1.3 = 130 \text{ Ом,}$$

$$R_r = R_t \cdot K_{сг} = 100 \cdot 2.5 = 250 \text{ Ом.}$$

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

$$R_e = \frac{R_r}{\sqrt{S}} = \frac{250}{\sqrt{13728}} = 2.134 \text{ Ом.}$$

3. Находим допустимое сопротивление искусственного заземления

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

4. Сопротивление одиночного вертикального электрода

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

5. Определяем необходимое число вертикальных электродов

$$N = \frac{R_э}{R_{и} \cdot \eta_э} = \frac{42.34}{0.653 \cdot 0.58} = 112.$$

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

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

8. Определяем сопротивление горизонтальной полосы с учетом коэффициента использования

$$R_{п1} = \frac{R_{п}}{\eta_{п}} = \frac{2.673}{0.35} = 7.64 \text{ Ом.}$$

9. Допустимое сопротивление естественного заземлителя

$$R_B = \frac{R_{п1} \cdot R_H}{R_{п1} - R_H} = \frac{7.64 \cdot 0.5}{7.64 - 0.5} = 0.535 \text{ Ом.}$$

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.

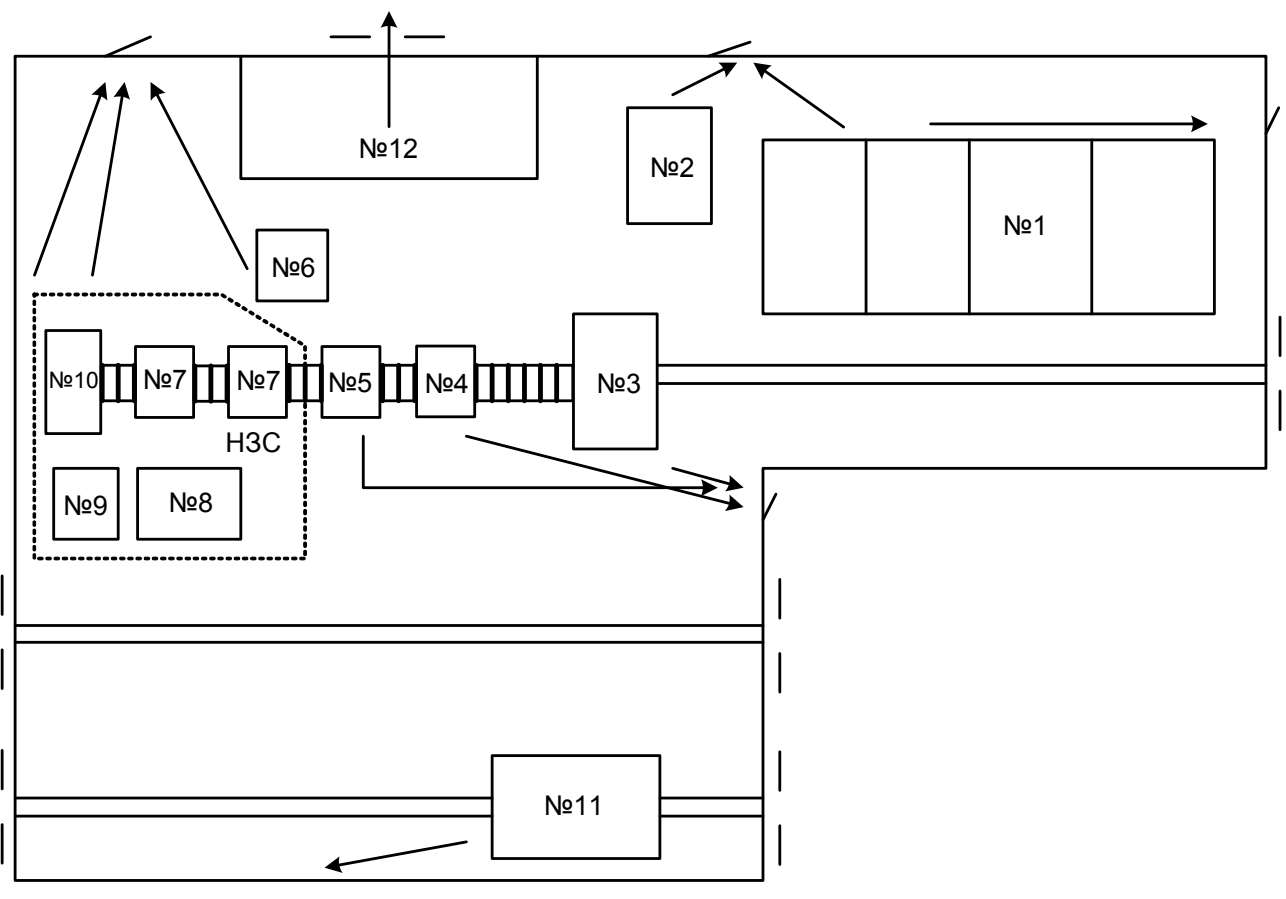


Рисунок 34—План эвакуации обжимного цеха

## 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 овально-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 м<sup>3</sup>/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, пылеулавитель (труба Вентури), циклон и дымосос. Первая и третья нитки оснащены дымососами типа ВМ20А, а вторая ВМ 100/1200.

Эксплуатационная производительность каждой нитки составляет 90000 м<sup>3</sup>/час, одна из которых находится в резерве. В каждом пылеулавителе 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 пылеулавителя 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 м<sup>3</sup>/час. Отсос пыли осуществляется без увлажнения, через установку, состоящую из пылеулавителя, 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
	Окись углерода	2668.9	2660
	Сернистый ангидрид	479.7	480
	Окислы азота	58.4	50
	Бензоперен	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	238
	Окись углерода	438.6	489
	Сернистый ангидрид	3988.7	3970
	Окислы 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, 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–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.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выпускная квалификационная работа включает в себя проектирование и разработку электропривода маятниковых ножниц непрерывно-заготовочного стана обжимного цеха ОАО «ЗСМК».

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.

## 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.

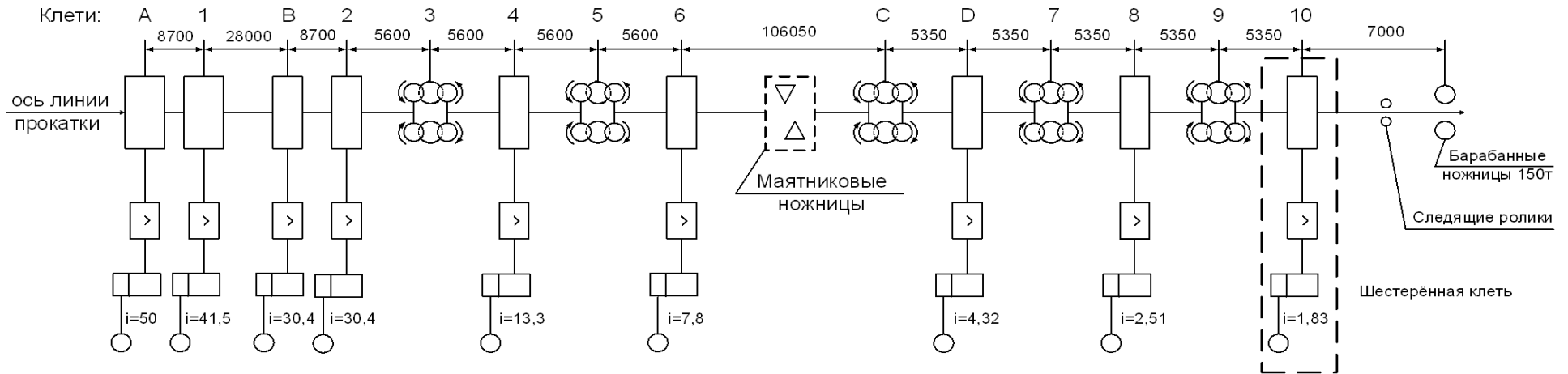
24. СНИП ПДК.

25. СНИП 2.04.03.-85 Канализация. Наружные сети и сооружения.

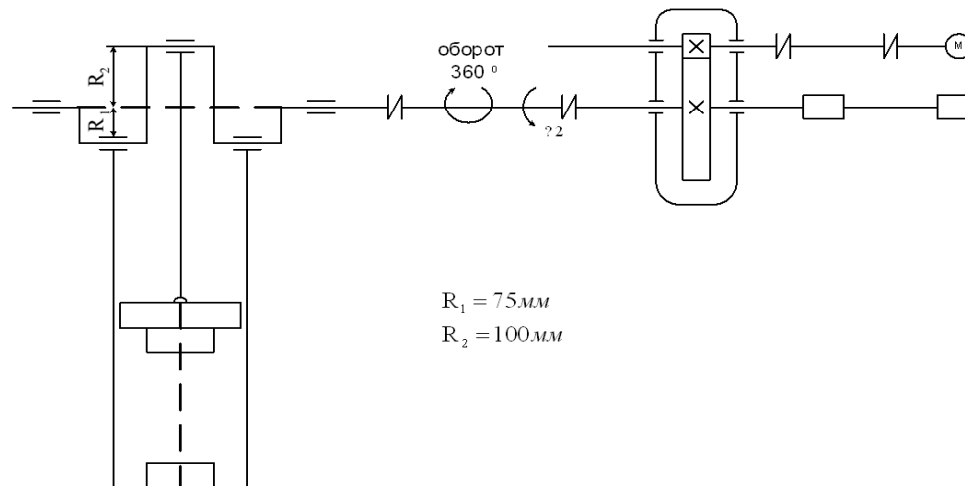
## **ПРИЛОЖЕНИЕ А**

Графический материал

### Схема непрерывно - заготовочного стана

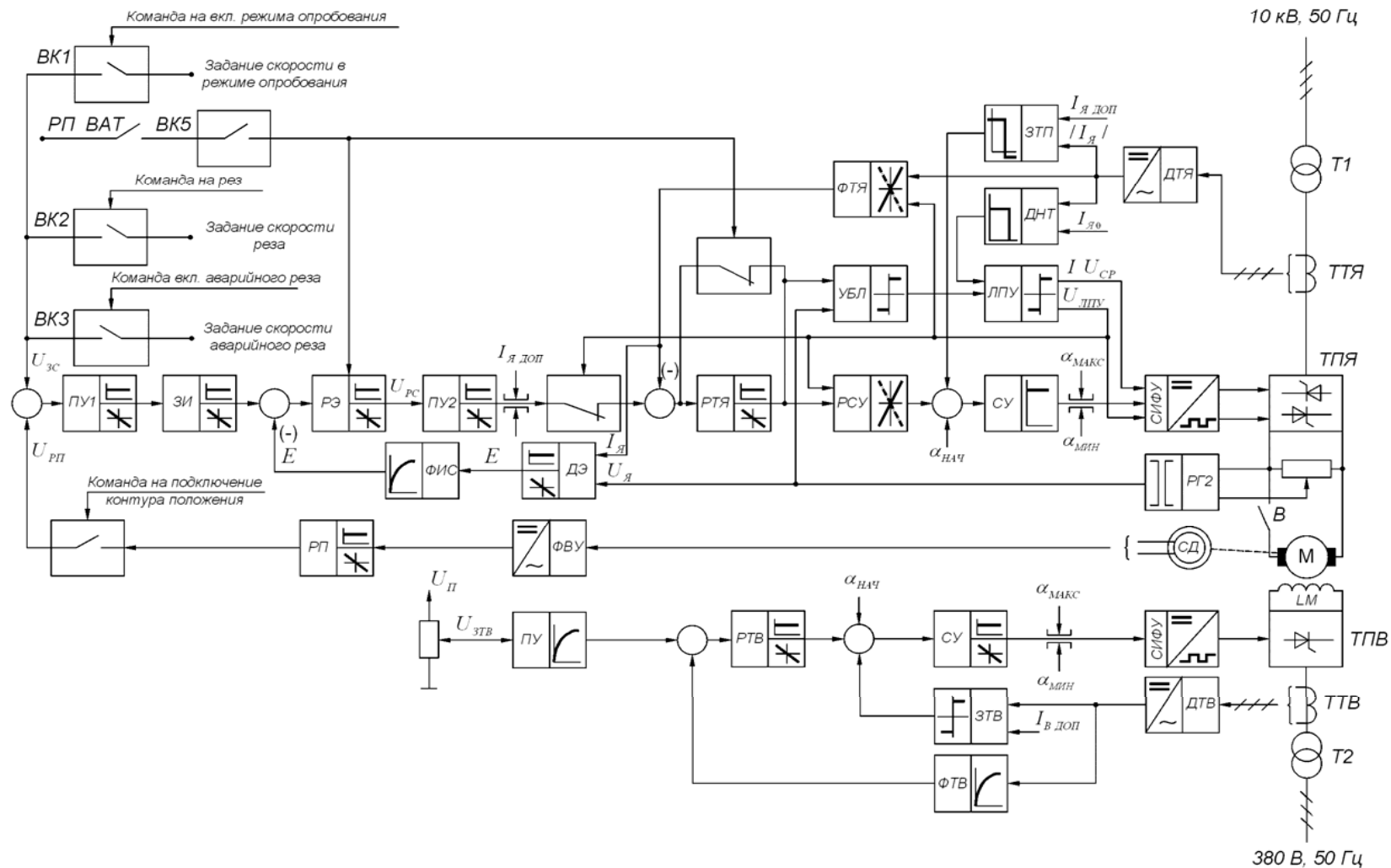


### Кинематическая схема маятниковых ножниц

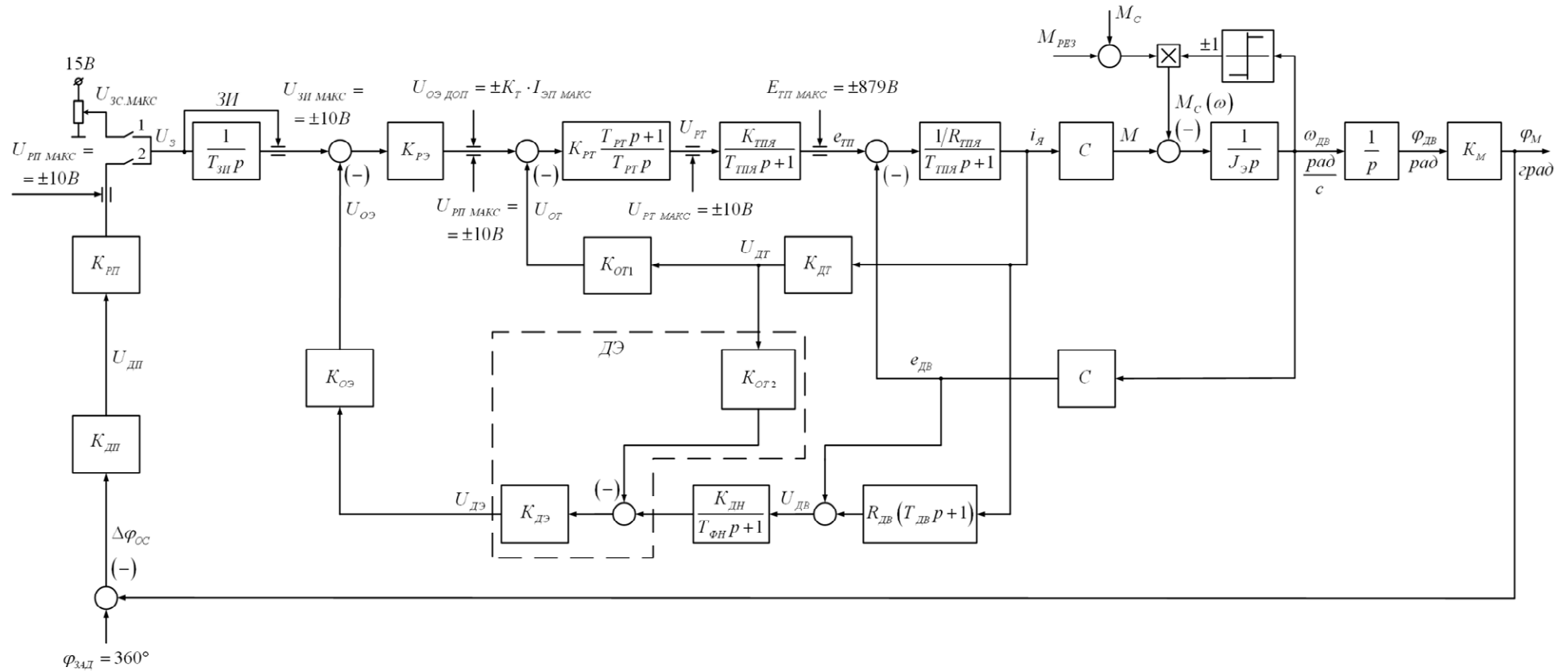


Клеть № п.п.	Размеры валков, мм	
	Диаметр валков	Длина бочки
A	850/770	1200
1	850/770	1200
B	850/770	1200
2	850/770	1200
3	730/660	900
4	730/660	1200
5	730/660	900
6	730/660	1200
C	730/660	900
D	730/660	1200
7	580/530	800
8	580/530	800
9	580/530	800
10	580/530	800

# ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА ЭЛЕКТРОПРИВОДА МАЯТНИКОВЫХ НОЖНИЦ



# СТРУКТУРНАЯ СХЕМА ЭЛЕКТРОПРИВОДА МАЯТНИКОВЫХ НОЖНИЦ

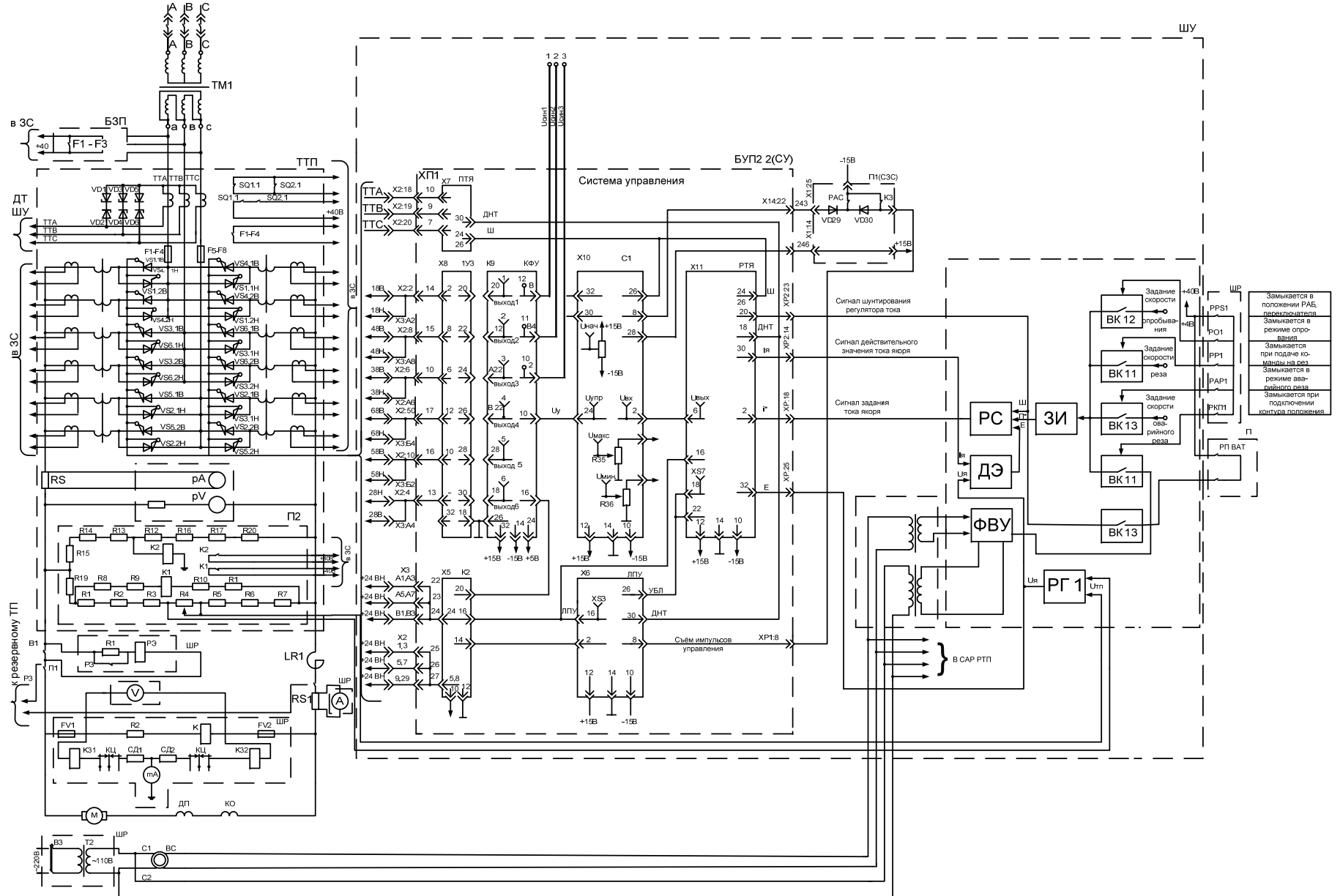


1-Ключ включения регулируемого режима

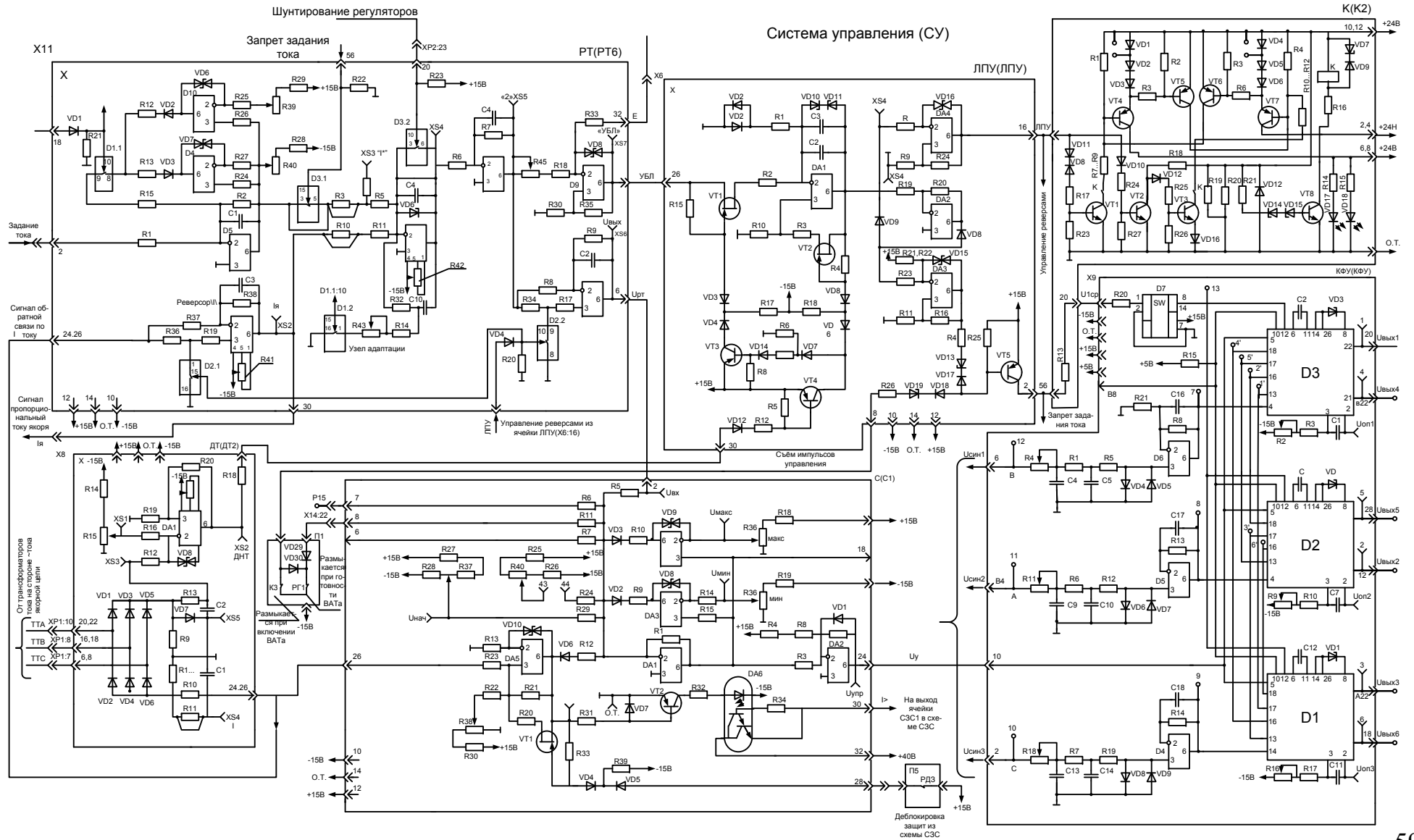
2-Ключ включения следящего режима



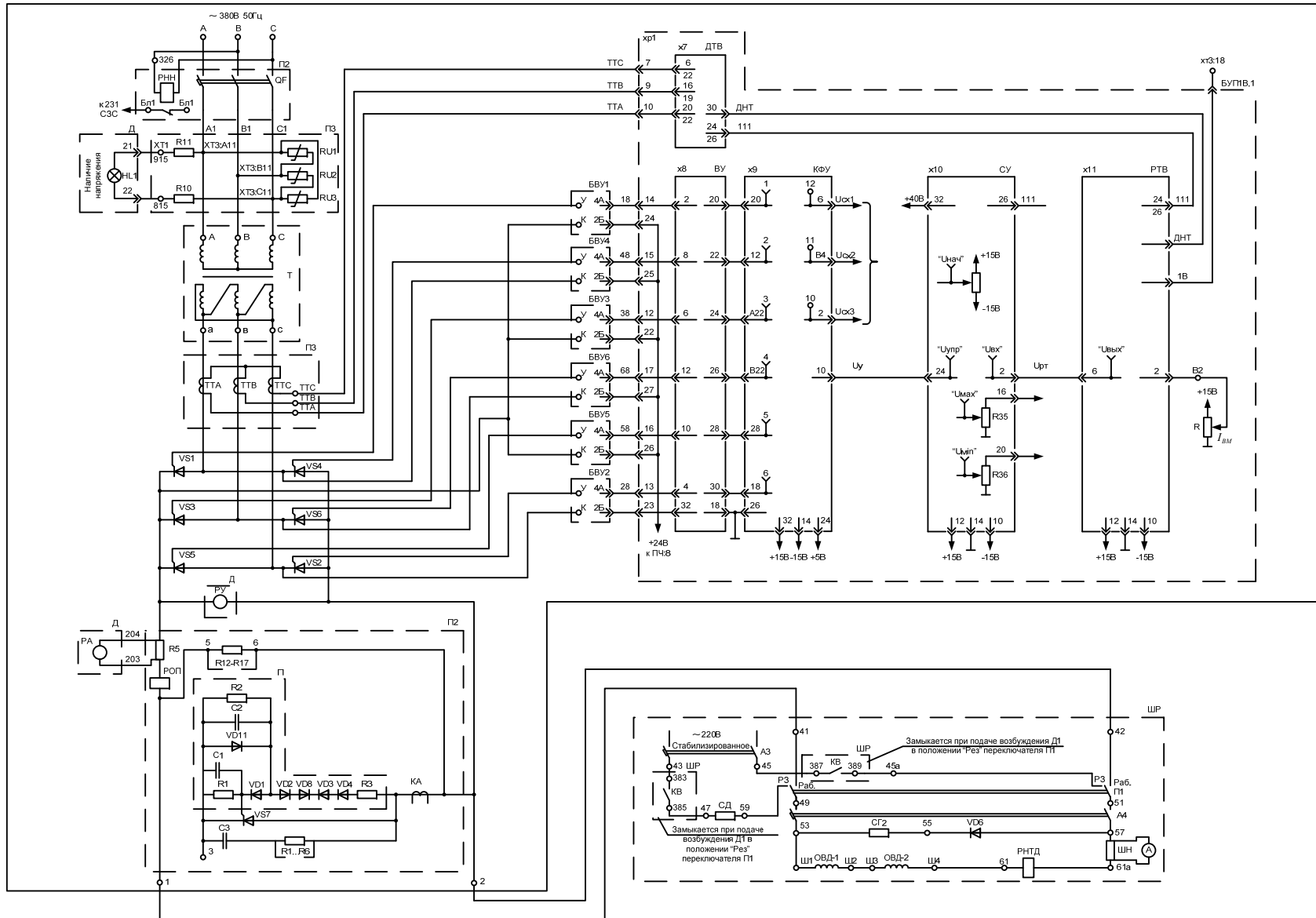
# Принципиальная схема электропривода маятниковых ножиц непрерывно заготовочного-стана



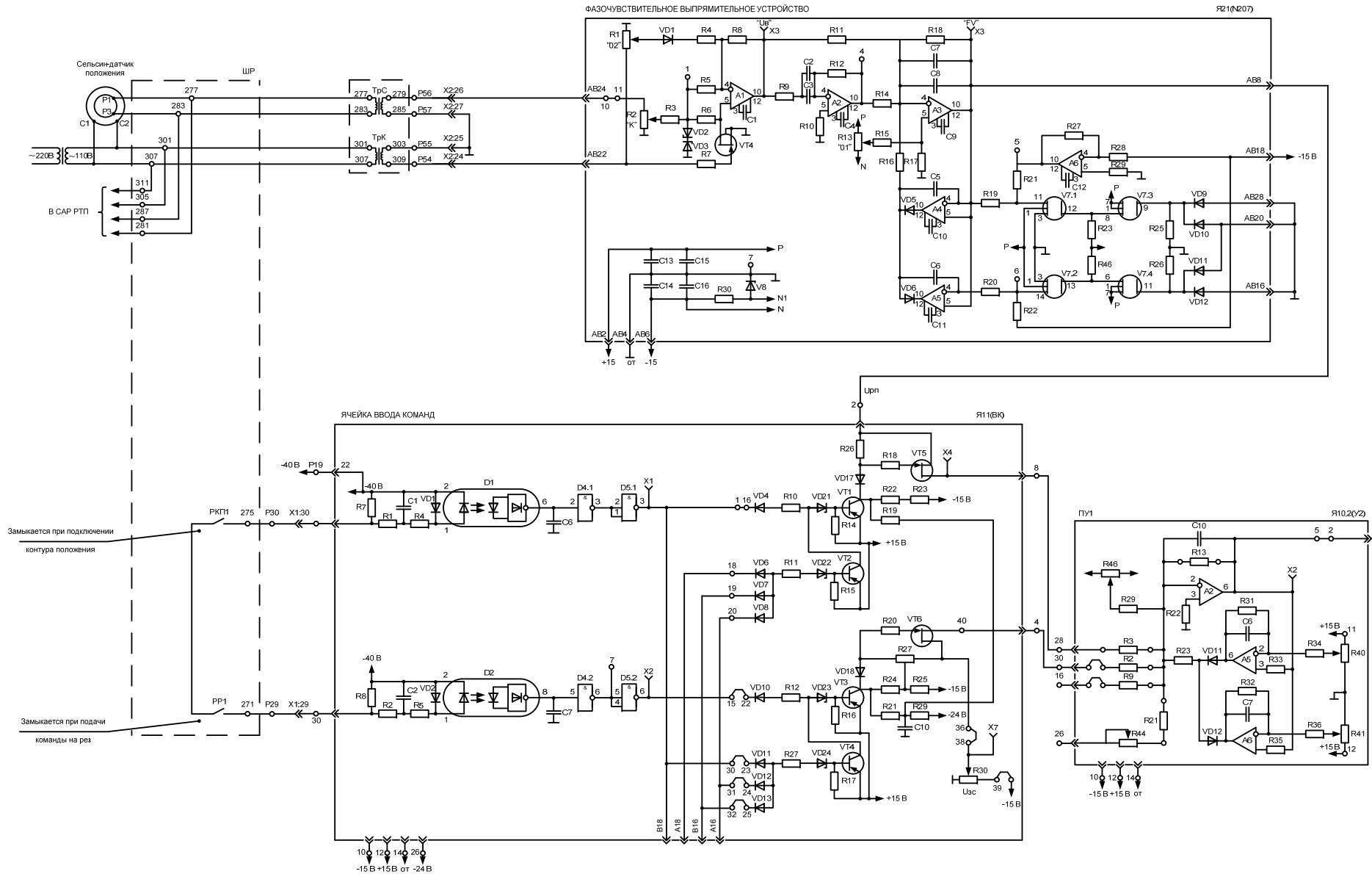
# Принципиальная схема электропривода маятниковых ножиц непрерывно заготовочного-стана

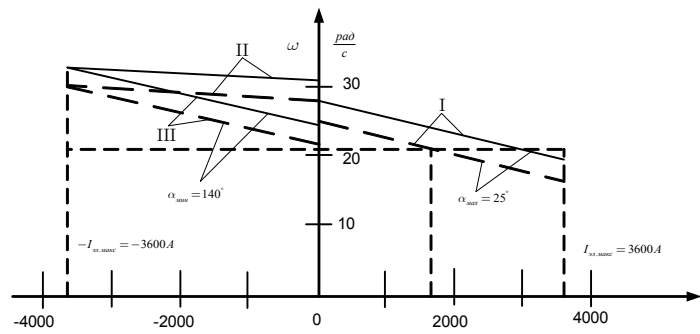


# Принципиальная схема электропривода маятниковых ножниц непрерывно заготовочного-стана

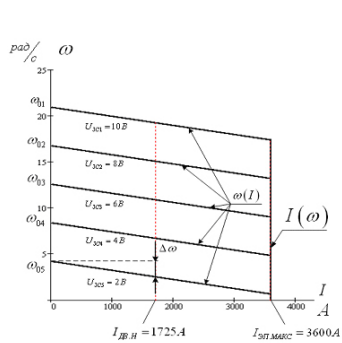


# Принципиальная схема электропривода маятниковых ножниц непрерывно заготовочного-стана

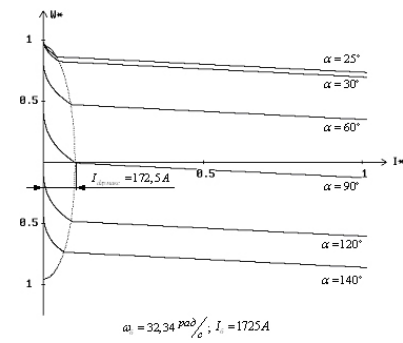




Заданная область работы и электромеханические характеристики разомкнутой системы ТП-Д



Статические характеристики замкнутой системы электропривода



Электромеханические характеристики системы УВ-Д

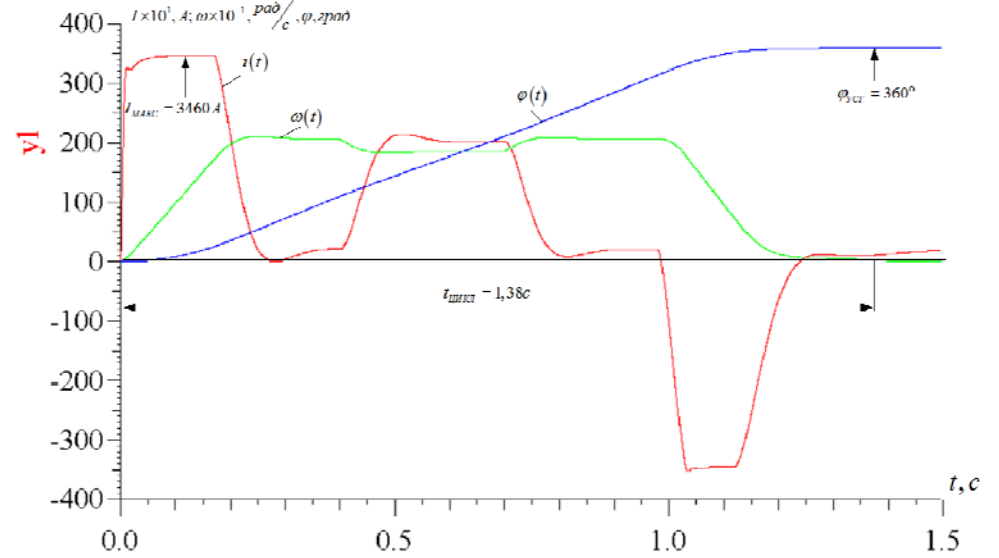
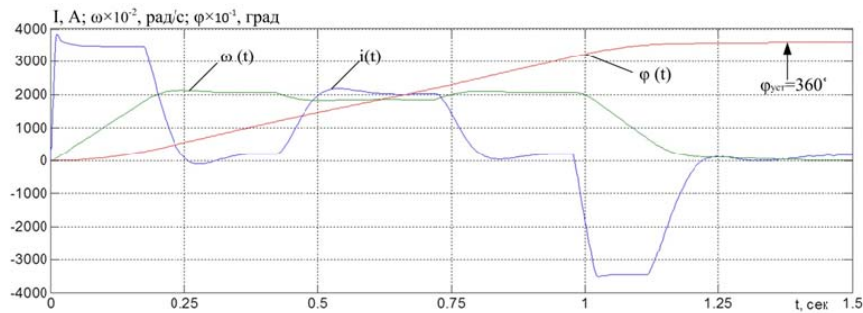
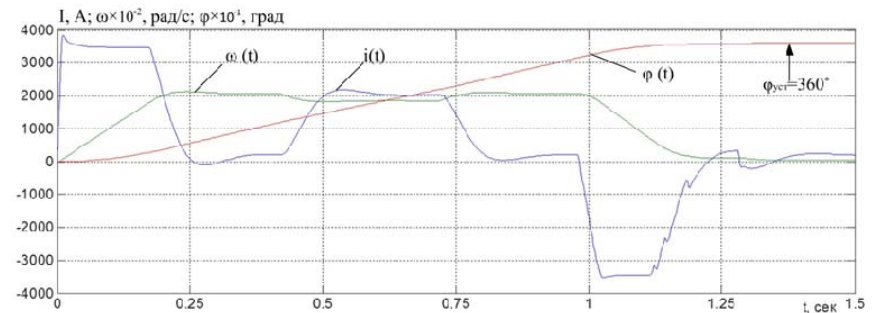


Диаграмма цикла работы электропривода маятниковых ножиц при резе металла



– Цикл работы маятниковых ножиц с энкодером на 4096 отсчетов/оборот



Цикл работы маятниковых ножиц с энкодером на 256 отсчетов/оборот

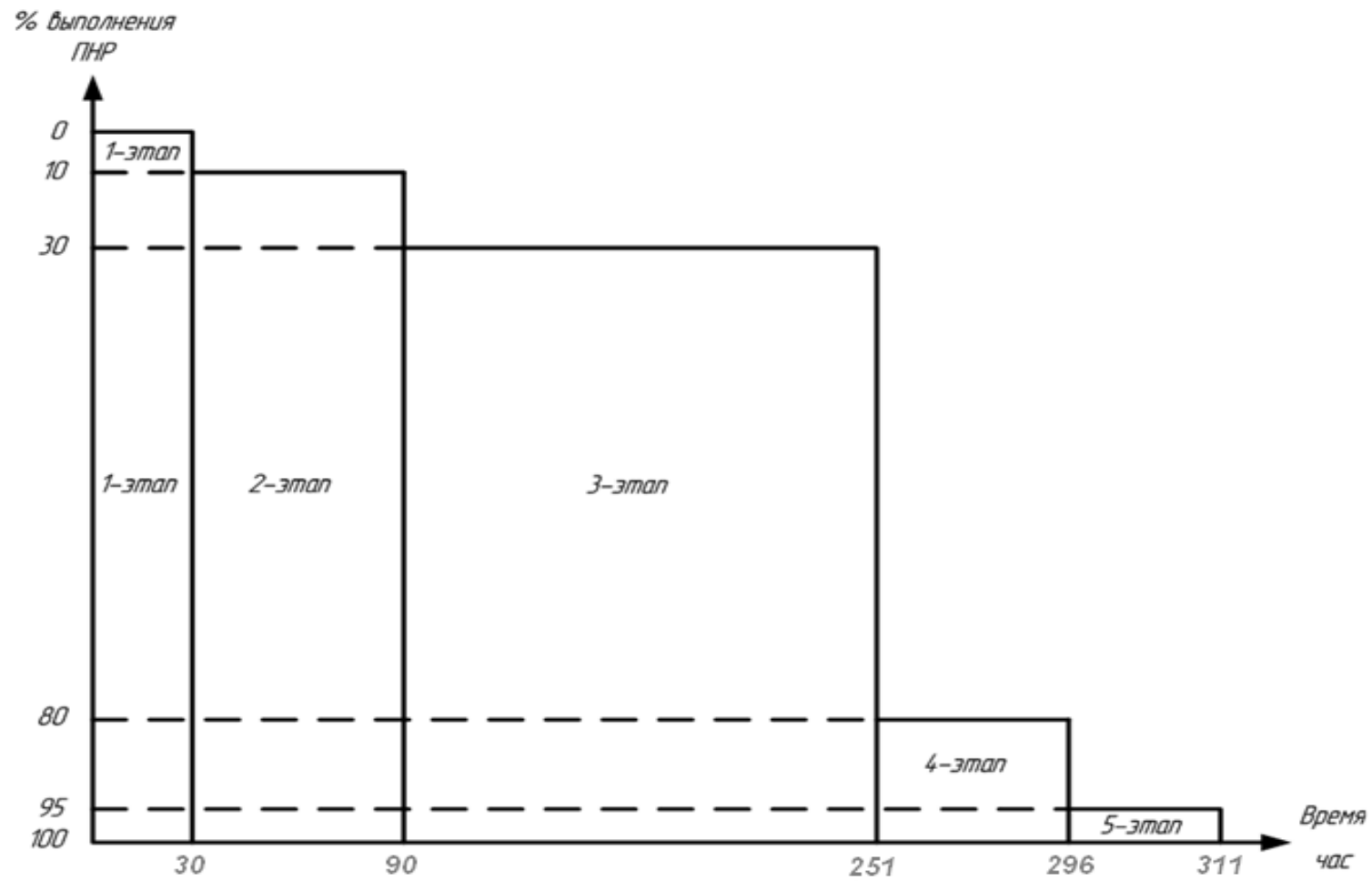


График выполнения ПНР