

**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
<b>Электропривод сталеваза грузоподъемностью 215 тонн</b>

УДК 62-83-52: 674.002.5-5

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Г2Б1	Бобомуродов Бахриддин Абдурахмонови		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Ляпушкин Сергей Викторович	Кандидат технических нау		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Фигурко Аркадий Альбертович	Кандидат экономических наук, доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Король Ирина Степановна	Кандидат химических наук, доцент		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

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

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

Институт электронного обучения  
Направление подготовки 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника (бакалавриат)  
Кафедра электропривода и электрооборудования

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Ю.Н. Дементьев  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

**Выпускной квалификационной работы**

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

Студент:

Группа	ФИО
3-5Г2Б1	Бобомуродов Бахриддин Абдурахмонови

Тема работы:

<b>Электропривод сталевога грузоподъемностью 215 тонн</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 3420/с от 16.05.2017 г..

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2017г.
--	--------------

**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, социальная ответственность проекта; финансовый менеджмент; заключение.
<b>Перечень графического материала</b>	- схема кинематическая;

	<ul style="list-style-type: none"> <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>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Фигурко Аркадий Альбертович
Социальная ответственность	Король Ирина Степановна
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
Заключение	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	06.03.2017г.
---	--------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Ляпушкин Сергей Викторович	к.т.н.		06.03.2017г.

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Г2Б1	Бобомуродов Бахриддин Абдурахмонови		06.03.2017г..

Содержание	
РЕФЕРАТ	7
Введение	8
1. ПРОЕКТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ	10
1.1 Техническое задание	10
1.2 Технологический процесс цеха, агрегата	11
1.3 Конструкция механизма, кинематическая схема	21
1.4 Технические данные механизма.	23
1.5 Требования к электроприводу механизма.	24
1.6 Обоснование выбора рода тока, типа электропривода и способа регулирования координат.	25
1.7 Механическая система электропривода	29
2 ПРОЕКТНО-РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ	31
2.1 Расчет мощности и выбор электродвигателя	31
2.2 Выбор элементов электрооборудования	35
2.2.1 Выбор токоограничивающего реактора	35
2.2.2 Выбор тиристорного преобразователя	36
2.2.3 Выбор сглаживающего реактора	37
2.2.4 Расчетные параметры тиристорного преобразователя	40
2.2.5 Расчет параметров силовой цепи	41
2.2.6 Параметры механической системы.	42
2.3 Проверка обеспечения заданной области существования электромеханических характеристик электропривода	42
2.4 Расчет электромеханических характеристик разомкнутой системы преобразователь-двигатель	45
2.5 Структурная схема силового канала электропривода	48
2.6 Структурная схема системы автоматического регулирования электропривода	50
2.7 Оптимизация контура тока	52
2.8 Оптимизация контура ЭДС	54

2.9 Анализ нелинейных структур САУ РЭП. Моделирование нелинейных структур САУ РЭП	58
2.9.1 Расчет переходных процессов и определение динамических показателей качества нелинейной САУ РЭП преобразователь непрерывный	61
2.10 Расчет статических электромеханических характеристик	65
ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА	
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»	73
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	74
3.1. Введение	74
3.1.2 Оценка научно-технического уровня проекта	77
3.2 Техничко-экономическое обоснование	75
3.3 Финансирование научно-технического проекта (НТП)	75
3.4 Планирование Н.Т.П.	77
3.5 Расчет трудоёмкости проекта по Н.Т.П.	80
3.6. Организация и планирование монтажно-наладочных работ (МНР)	82
3.6.1 Нормы проведения (МНР) электропривода сталевого	83
3.6.2 Структура монтажно - наладочных работ	84
3.7 Построение линейного графика разработки проекта.	87
3.8 Сметная стоимость научно-технического проекта	89
3.9 Определение нормативной стоимости МНР	92
3.10 Выводы по экономической части	95
ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА	
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»	96
4. Социальная ответственность	99
4.1 Описание рабочей зоны	99
4.2 Анализ условий труда	99
4.3 Освещение рабочей зоны	99
4.4 Микроклимат	100

4.5	Шум	101
4.6	Механическая опасность	102
4.5	Электробезопасность	103
4.6	Защитное заземление	104
4.7	Пожарная безопасность	105
4.8	Экологическая безопасность	106
4.9	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	106
4.10	Правовая ответственность	110
	<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b>	112
	<b>Список использованных источников</b>	113
	<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А</b>	114

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 122 с., 25 рисунка, 42 таблиц, 15 используемых источников, приложение.

Перечень ключевых слов: сталевоз, электропривод постоянного тока, тиристорный преобразователь, система автоматического управления, статические и динамические характеристики, имитационное моделирование, показатели качества регулирования.

В данном дипломном проекте был произведен расчет и выбор силового оборудования для электропривода сталевоза грузоподъемностью 215 тонн.

Результатом расчета является выбор электродвигателя постоянного тока; токоограничивающий реактор; тиристорный преобразователь.

Для управления электроприводом принята одно-зонная САР, для которой рассчитаны параметры датчиков и регуляторов. Разработаны схемы управления и защит.

Расчет переходных процессов электропривода произведен с помощью ЭВМ.

В «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» проекта произведен экономический расчет разработки и выполнения научно-технического проекта, и проведение монтажно-наладочных работ.

В разделе «Социальная ответственность» освещены вопросы охраны труда, техники безопасности, производственной санитарии и пожарной безопасности при работе с электрооборудованием сталевоза. Произведен расчет заземления.

## ВВЕДЕНИЕ

Изготовление промышленное стали в на территории комбината, началось в цехе конверторном номер 1. В середине декабря 2013г конвертерный цех отметил свой юбилей 45-летие. Исходя из того, что запуск котлов - охладителей газов конвертерных при минусовой температуре не рекомендуется и не допусим, состояние ввода в то время в работу ККЦ 1 можно назвать очень экстремальным. Температура воздуха на улице и в здании цеха была около 50 градусов Цельсия ниже нуля. Троллей крановые в некоторых местах были льдом покрыты, которые электротехнический персонал цеха очищали полами полушубков и верхонками. Определенные обстоятельства и обязательства включить цех в работу в 1968г эксплуатационный и строительный штат выполнил! В промышленное строение ККЦ-1 входили два конвертора, емкость каждого 100-130т, а в середине декабря 1969г был введен эксплуатацию и работу конвертер под номером три. Его производственная производительность была определена проектом в 2,2млн. тонн стали в год. Оборудование, которое монтировалось, по составу и исполнению конструктивному в цехе уже старо. В1977-78г была произведена замещение конвертеров до 200 тонн, заменены сталевозы и парк сталеразливочных ковшей, ото удаления шлака изо-под конвертера в шлаковые поля с помощью тепловозов перешли на самоходные шлаковозы.

Первой системой автоматизации в ККЦ-1 была, информационная концепция взвешивания стали и чугуна. Которая была внедрена в 1981г., автоматизированная концепция хода и учета процесса производства. В последующие года сии системы подвергались модернизации с расширением их потенциалов и охватом установок доводки в ковше металла. Эти системы построены в Электронно-вычислительная машина производства отечественного СМ-2М, СМ-1810.К1985г в техническом откорректированном проекте комбината которая продуктивность ККЦ-1 была принята 3,5млн. тонн стали в год. Всякая методика которая связана с повышением расхода лома и другими

разнообразными изменениями в стали шихтовой, достаточно предназначать изнашивание футеровки конвертера. Потому имеет большое значительность создание на комбинате технология факельного торкретирования. С целью сего была спроектирована и запущена в работу механизма горизонтального конвертера торкретирования футеров. Воздействие велась под руководством ЦЛИАМ и главных специалистов ККЦ-1: А.В. Лакуновым, Ю.Н Борисовым, Л. М. Учителем. Методика факельного торкретирования конвертеров заинтересовала знатоков Японии, США, и других стран металлургией развитой.

В 1993г были внедрены первые системы автоматические системы управления АСУ технологическим процессом торкретирования футеровки конвертера под номером 4 в которых используются контроллеры производителя «Сименс» были автоматизированы рабочие места и модернизирования планирования производства. Так же разрабатывается концепция комплексного управления сталеплавильным производством с включением в систему отслеживания следовать металлом в комбинате и автоматизированную систему управления производством комбинатом.

Целью проекта является исполнение проверочного расчета данного существующего электрооборудования механизма перемещения сталеваза, изучение основных технологических параметров работы.

# 1. ПРОЕКТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ

## 1.1 Техническое задание

Привод механизма перемещения сталево́за заключается с последующих главных компонентов: токоограничительный реактор в типе ФРСОТ, однокомплектный тиристорный привод в типе КТЭ 200/460 – 2Р – 1 МД, электродвигатели постоянного тока серии Д – 808 мощностью 26кВт.

Эксплуатация сталево́за прямо завязана в научно-техническом процессе цеха, исполняя мероприятия с жидким сплавом. Тип работы привода циклический.

К электроприводов цеха используют в максимальной уровня надежное оборудование, применяя моторы краново-металлургической серии в закрытом реализации с использованием кремне - органической изоляции. Электродвигатели сталево́за подвергаются невысоким температурам, в особенности в зимнее этап, так равно как механизм перемещения расположен перед рамой, к которой и крепится. В свойстве тормозных приборов используются электромагнитные тормоза постоянного тока. А в собственную очередь интегрированные в двигатель дисковые тормоза.

Регулирование осуществляет оператор с пульта управления

Управление скорости осуществляется в диапазоне 5:1, возле этом выполняют снижение около маневрах, в период слива стали ради повышения точности при остановке сталево́за и безопасности в конце пути. Электропривод вынужден держать высокую размеренность пуска и торможения, высокую прочность, минимальное период разгона и остановки, постоянную величину разгона и замедления.

Период переходного процесса в соответствии с технологии задается в 5 с.

## 1,2 Технологический процесс цеха, агрегата

### *Рабочий процесс механизма*

В устройство цеха вступают главный (конверторный) строение и категория отделений, напрямую объединенных с ним общим научно-техническим процессом и находящихся в отдельных зданиях. К ним принадлежат отделы: перелива чугуна, металлошихтовое, разливочное, шлаковое и дымососное.

Кроме этого, мастерская обслуживают дополнительные отделы – разведения слитков, охлаждения, Очистки и смазки изложниц, подготовки составов.

Жидкий чугун действует в конверторный цех в передвижных миксерах заключающий 420 и 150т. Первоначальные предназначаются с целью доставки чугуна в согласовании с внутрикомбинатным маршрутам с доменного цеха в конверторный, другие – согласно жд трассы с располагающегося рядом завода. В филиале перелива чугунок с миксеров соединяется в заливочные ковши, что самодвижущимися чугуновозами грузоподъемностью 350т в согласовании с чугуновозной траншее даются в главный сооружение. В данном участке же исполняются дополнительные действия – провешивание металла в платформенных весах, съем проб и определение температуры жидкого чугуна. Подразделение оборудовано режимами удаления газов и графита. Помимо специального узла, в основном корпусе учтен отдел перелива чугуна с передвижных миксеров в заливочные ковши.

Шихтовое отделение магнитных веществ специализировано к способа и сохранения шестисуточного запаса лома, наполнения совков, их взвешивания и конструкции в автоскrapовоз. Лом привозят жд автотранспортном, и разгружают в пять приемочных бункеров. Выгрузочные и погрузочные действия осуществляют 4-мя магнито-грейферными кранами грузоподъемностью 1515т, продвижение совков – краном грузоподъемностью 18050т, разворот порожних и

груженых совков - краном с переломной телегой грузоподъемностью 190т. Завешивают лом в 2-ух платформенных весах. Шихтовое подразделение объединено с главным корпусом скраповой эстакадой замкнутого вида, согласно коей автоскраповоз приносит груженые совки естественно в рабочую площадку конвертер.

Отдел сыпучих материалов предполагает с себе приемно-нагрузочную конвейерного тракта подачи шлакообразующих материалов в главный строение. Материалы привозят в отделение автосамосвалами и разгружают в 8 бункеров содержащий 116 метров кубик. индивидуальный.

Сильнонаклонный конвейерный путь, в согласовании с какому вещества действуют с шихтового отделы в растрачиваемые бункера основного тела, интеллигентен 2-я синхронными ленточными конвейерами протяженностью в согласовании с 48 метров, помещёнными в замкнутую галерку. С мишенью снижения отделения пыли рядом транспортировании достать предусмотрен предыдущий отсев мелкоты. Отделение оборудовано концепцией удаления пыли и сбора мелкоты и пыли в выделенный приёмник с их отгрузкой цементовозом. Технологией изготовления предусмотрена зачисление в сталеразливочные ковши ферросплавов в жестком подогретом и жидком состояниях. Ферросплавы делают в специализированном зоне.

Здание разливочного отделения поделено в 2 однотипных разливочных пролета, в каковых сплав разливают в изложницы, определенных в тележках. Подачу сталеразливочных ковшей с сталью в сталевозах с конверторного корпуса реализовывают в соответствии с 2 сталевожным траншеям, проложенным вертикально пролёта. С целью ведения разливки по любого пролёта организованы разливочные площадки, оснащенные переносными консольно-поворотными кранами. В любом пролёте зафиксировано в согласовании с 2 разливочных крана грузоподъёмностью 450+100/20т. К подачи и отправки составов с изложницами по части пролётов проложены рельсовые пути с торцовыми и центральными заездами в помещения. Дополнительное механизмы состоит с стандов с целью устройства шлаковых и сталеразливочных ковшей, правил с целью разогрева и

остывания ковшей.

В шлаковом отделении реализовывают основную переработку конверторного шлака. Структура чугуновозов подают локомотивом в эстакаду и кантованием ковшей шлак выливают в раскрытые площадки. Ковши с жидкой сталью с конвертера в пролёт транспортируются в сталевозах.

Сталевозы в свою очередь участвуют в подачи и уборке механизмы с целью установки конвертера, думпкаров с целью битого кирпича и мусора, несамходных шлаковозов, а как и с целью чистки рельсовых путей и плит под конвертером с выбросов металла и шлака. Слип в сталевоз устанавливают и снимают разливочным краном. Затем охлаждения водой шлак разрабатывают рыхлителями и бульдозерами в базе гусеничных тракторов. С целью погрузки и транспортирования шлака в отвал используют экскаваторы и автосамосвалы.

Действие производства стали в конверторе, состоит с следующих основных периодов загрузки металлолома, заливки чугуна, продувки кислородом, отбирание пробы и измерение температуры, слива стали и шлака.

Приготовленный к плавке металлолом подается с шихтового отделения в загрузочный перегон в совках, установленных в тележках. С тележек совки снимаются заливочными кранами и подаются к конвертеру. Пред загрузкой металлолома конвертер поворачивается в сторону загрузочного пролета на 15-20\*, кончик совка вводится в горловину конвертор, наклоняется и металлолом сыпается в конвертор.

Залив чугуна в конвертор осуществляется заливочным краном с ковшей, подаваемых в загрузочный перегон с миксерного отделения в чугуновозах.

В этап продувки конвертер ставят в вертикальное место, выпускают фурму и подключают кислород. В основе продувки в конвертер загружают главную массу шлакообразующих присадок. Оставшуюся их часть занимает отдельными дозами в процесс лишь времени продувки. Шлакообразующие даются в конвертер с растрчиваемых бункеров, определенных надо конвертером, с чрез питателей, весов – дозеров, ленточных транспортеров, переходных бункеров и

желобов.

При подаче шлакообразующих и кислорода в поверхности ванны возникает шлак, складывающийся с свободных или химических связанных окислов железа, магния, марганца, кремния, кальция алюминия фосфора и других элементов, входящих в соединение шихтовых материалов.

Шлак принимает участие в хим реакциях окисления и возобновления железка, дефосфорации и десульфации и иных действиях, проходящих в железной ванной комнате. В сплаве, в области входа потока воздуха формируются наиболее Нежели высочайшие температуры(2500\*С). В данной области совершается активное окисление железка, углерода и Неполное окисление включений сплава.

Образующимися рядом окислении углерода газовидными окислами С, а в собственную очередность струей воздуха железо перемешивается и делится в лекарство, шлак вспенивается и перемешивается с сплавом.

При этом значительная доля конвертора заполняется, метало – шлаковой эмульсией. Взятие пробы и замер температуры металла осуществляется по окончании продувки. Для этого конвертор наклоняют в горизонтальное место. Температуру измеряют с через защищенной графитовыми блоками термопары, а пробу металла берут специальной ложкой. Готовая сталь с конвертора сливается в сталеразливный ковш, назначенный под конвертором, в самоходном сталевозе. В то же время со сливом стали, с приемной воронки в соответствии с специальному желобу в сталеразливный ковш подают добавки, раскислители и легирующие. Шлак с конвертора сливают в шлаковый ковш, заданный под конвертором в шлаковоз.

С целью сего конвертор наклоняют горловиной вниз. Протяжность плавки маловато зависит с вместимости конвертора и составляет приблизительно 35 – 40мин. Шихтовые материалы к конверторного производства стали, состоят с металлической части, никак не металлической части (сыпучих материалов) и добавок (раскислителей и легирующих). Металлическую доля составляют жидкий чугун (первостепенный элемент) и

металлолом или скрап(20-30% массы чугуна).

Металлолом-сие некачественные слитки, отлитые в сталеплавильных цехах, обрезь, образующаяся в процессе прокатки, остатки металлообработки и т.д. Металлолом в специальном скрапорзделачном цехе завода очищают с посторонних примесей и подготавливают к загрузки в конвертор. Металлолом подается в конвертор в специальных совках.

Сыпучие материалы разделяют в охладители и шлакообразующие. Охладители применяют с целью понижения температуры металла в процессе продувки, таким (образом как окисание кислородом примесей чугуна сопровождается выделением большого количества тепла. Основным охладителем является металлолом, между тем, при избытке тепла, за исключением металлолома в качестве охладителей могут существовать использованы: железная руда, агломерат, окатыши и известняк.

Шлакообразующие шихтовые материалы применяют к наведения в конверторе шлака, участвующего в процессах окисления примесей чугуна. В качестве шлакообразующих материалов в кислородно-конверторном процессе, используют свежеебоженную известь и известняк.

Использование извести с целью плавки, вызвано, необходимостью в очень краткий период извлечь шлак заданного состава. Сие нуждаться к быстрого удаления примесей серы и фосфора и получения качественной стали. Потребление шлакообразующих составляет 5-9% ото массы металлической шихты.

К ускорения шлакообразования применяют разжижающие добавки, к которым относят боксит и плавиковый шпат.

Добавочные материалы (раскислители и легирующие) вводят в сталь во период слива ее с конвертора в сталеразливочный скип. Раскислители служат с целью удаления избыточного кислорода, содержащегося в стали в конце продувки, легирующие добавки: с целью получения стали требуемого химического смесь. Сии материалы используют как правило в виде чистых металлов (алюминия, марганца, никеля, хрома, молибдена, кобольда, титана)

или сплавов сих металлов с железом – ферросплавов (ферросилиция, ферромарганца, феррохрома, феррованадия, ферромolibдена, ферротитана и др.), или в виде сплавов сих металлов друг с другом (силикомарганец, силикоалюминий, силикокальций и др.)

Всегда добавочные материалы при введении в сталь никак не должны включать влагу. Влажность, отчетливо ухудшает, свойство стали, благодаря растворения в металле водорода. Потому гигроскопические материалы, способные впитывать влагу, пред введением в скип сушат или прокаливают в печах.

### ***Внепечная обработка стали в ковше***

С целью продувки сплава в ковше используются азот и погружные футерованные фурмы.

Продувка исполняется рядом рабочем давлении газа 4.0 – 6.0 атм. и трате 40 – 60 м<sup>3</sup>/час.

Замечание. Смена продувочных фурм исполняется рядом укорочении их значительнее, чем в 0.6 м (2 кольцо). Рядом отгаре наконечника продув длится с расходом 30 – 40 м<sup>3</sup>/час.

При поступлении ковша с металлом в аргонодуговую устройство оператор изготавливает неотъемлемую трехминутную подготовительную продувку, замер температуры, окисленности стали и отбор пробы.

В связи с принятых сведений о температуре, окисленности и хим составе начали, обуславливается длительность первый продувки, потребность в исправления окисленности, доводки стали в соответствии с хим формуле и температуре.

Температура металла по прошествии продувки в ковше должна находиться в пределах, указанных в таблице 1.

Таблица 1.- Температура стали после продувки в ковше.

Марка стали	Температура стали, С <sup>0</sup>
1) Ст1кп, Ст2кп, Ст3кп, Ст0кп, «метизная», Ст4кп, 08кп, 10кп, 15кп, 20кп, Св08, Св08А, Ст3пс, Ст3Гпс, 08пс, 10пс, Св08Г2С.	1545-1555
2) 10кп по ГОСТ 10702-78	1545-1550
3) Ст1сп, Ст2сп, Ст3сп, 10, 15, 20, 25, 09Г2, 09Г2С, 09Г2Д, 09Г2СД, 10Г2С1, 10Г2С1Д, 10ГТ, 12Г1Р, 14ГСР, 14Г2, 16Д, 20Х, 20Г2Р, 20Г.	1540-1550
4) 22С, 30Г1Р, 30Х, 45Х, 20ГС, 20ГС2, 26С2.	1535-1545
5) 25Г2С, 28С, 35ГС.	1530-1540
6) Ст5пс, Ст5Гпс, Ст5сп, Стбсп, 30, 35, 40, 45, Д, 50, А12, А20, А30, А35.	1525-1535
7) А40Г, 50-65 канатная и для патентированной проволоки, 54ПП, 55ПП, 60ПП.	1520-1530
8) 70-85 канатная и для патентированной проволоки.	1515-1525
9) А75.	1500-1510
10) Легированные азотом (ТУ 14-1-5254-94)	1545-1555

Комментарий.

При разливке стали через распределитель диаметром 70 мм. Температура в ковше должна составлять не больше среднего предела к указанной марки стали.

Средняя темп падения температуры при продувки составляет 2.0-2.5 С в минуту.

При повышении температуры стали в ковше меньше 20 С больше верхнего предела, разрешено остужать сталь присадкой извести в скип под конвертором в количестве вплоть до 1 т.

При повышении температуры стали в ковше больше 20 С больше верхнего предела, разрешено остужать сталь прокатной заготовкой с расчета,

что одна 4х-метровая «штанга» сечением 100\*100 мм. снижает температуру расплава в ковше в 8 С.

Штанги устанавливают перпендикулярно в пристенную зону ковша с металлом, в соответствии с возможностями разделив их среди собой. Впоследствии установки штанг скип подается под продувку. Продувка стали в ковше впоследствии установки штанг должна существовать никак не меньше 4 мин. Согласно достижению заданной температуры скип с металлом выдается в разливку.

Нахождение окисленности металла в ковше, рекомендуется, с целью полуспокойных и кипящих марок стали.

Измерение окисленности осуществляется при погружении сменного блока (Укосина-Т) в расплав в глубину 0.5-0.7 м. и выдержке продолжительностью 17-25 секунд. Замеры активности кислорода в металле должны проводиться затем прекращения продувки и подъема фурмы.

Окисленность стали в ковше должна существовать в пределах указанных в таблице 2.

Таблица 2 - Окисленность стали.

Марка стали	Активность кислорода, % (окисленность)
Ст1кп, Ст2кп, св08, св08А, 10кп.	0.0150-0.0250
п.	0.0100-0.0140
Ст3пс (А400С, А500С), 10пс	0.0052-0.0100

Снижение окисленности металла, осуществляется, продувкой стали через фурму, или за счет ввода алюминия в свободную от шлака околофурменную зону.

Число вводимого алюминия определяется в соответствии с номограммам.

Продолжительность продувки, необходимой к достижению требуемого значения окисленности, определяется с расчета уменьшения окисленности металла, в соответствии с:

а) при продувке кипящей стали в 0.0003-0.0006 %/мин.

б) при продувке полуспокойной стали в 0.0002-0.0004 %/мин.

В случае невозможности достижения требуемого значения окисленности стали после расчёт продувки корректировку окисленности вырабатывать посредством ввода чушкового алюминия с расчета снижения окисленности одной «чушкой» алюминия весом 15 кг. в 0.004-0.005%. Период растворения «чушки» составляет 40-60 сек.

Длительность продувки металла инертным газом впоследствии полного растворения алюминия должна существовать никак не меньше 2 минут, затем что-то производится измерение температуры и окисленности.

В соответствии с данным замеров окисленности может экспрессное установление содержания углерода в сталях Ст1кп, Ст2кп, Ст3кп, 10кп.

Доводку стали в соответствии с химическому составу кусковыми ферросплавами, разрешено, делать в всех марках стали.

До самой операции в соответствии с доводки отбирается замер металла пробоотборником. Итог химического анализа ковшевых проб сообщается в установку внепечной обработки.

Доработка стали в соответствии с марганцу- осуществляется с расчета получения содержания марганца в готовой стали, превышающего низший лимит в соответствии с НТД в 0.03% к спокойных и полуспокойных сталей. Для сталей 35ГС и 25Г2С корректировку делать с расчета получения рекомендованной суммы (C+1/4Mn) с превышением в 0.01.

Доработка спокойной стали точно по кремнию, производится с расчета получения содержания кремния в готовом металле, превышающего низший лимит в соответствии с НТД в 0.03%.

Нахождение количества вводимых в скип ферросплавов к корректировки химического состава стали осуществляется с расчета, сколько содержимое элемента увеличивается в 0.01% при вводе, в соответствии с, 30-35 кг. ферромарганца (FeMn70), 40-50 кг ферросилиция (FeSi65).

Введение 30 кг ферросилиция снижает содержание активного кислорода в стали в 0.001-0.0015% в полуспокойных сталях. Добавка 100 кг ферросплава сверх того снижает температуру расплава в 1.5 С, при выдержке металла в ковше кроме продувки вплоть до 1.5 С/мин.

Нахождение: При получении температуры стали в нижнем температурном пределе, доработка в соответствии с марганцу и кремнию никак не производится, а плавка выдается в разливку.

Величина и распорядок присадки ферросплавов определяется сталеваром в соответствии с внепечной обработке и согласовывается с мастером выплавки. Добавка ферросплавов осуществляется в свободную с шлака околофурменную зону порциями в соответствии с 50-200 кг при заглублении фурмы в 0.5-1.5 метра (2-5 колец).

Впоследствии окончания ввода ферросплавов производится у среднительная продувка длительностью никак не меньше минуты.

Доработка в соответствии с углероду осуществляется в спокойных и полуспокойных сталях.

Доработка осуществляется из-за счет вдувания углеродосодержащего материала чрез фурму с внутрифурменным эжектором или присадки в свободную с шлака околофурменную зону. В качестве углеродосодержащих материалов применяется порошок УСТК (коксовая мелочь, огарки).

Пред подачей углеродосодержащего материала рекомендуется шлак в ковше загущать известью. Требуемое число и порядок подачи углеродосодержащего материала, определяется, впоследствии получения химического анализа стали.

Вдувание порошка осуществляется с интенсивностью 40-80 кг/мин. чрез фурму с внутрифурменным эжектором. Должно принимать во внимание, что вдувание 20 кг углеродосодержащего материала увеличивает содержание углерода в стали в 0.01%.

Добавка углеродосодержащего материала в зеркало металла осуществляется в период продувки одной фурмой в свободную с шлака

околофурменную зону.

Добавка осуществляется порциями в соответствии с 40-80 кг при условии заглубления фурмы никак не больше 1.0 м.

Впоследствии окончания отдачи углеродосодержащего материала производится усреднительная продувка нейтральным газом длительностью никак не меньше одной минуты.

Надлежит принимать во внимание накопления шлака в сталеразливочном ковше, а в свою очередь то, что добавка 30-40 кг углеродосодержащего материала в разжиженный шлак и 20-30 кг в загущенный шлак увеличивает содержимое углерода в 0.01%.

В согласовании с завершении действия доводки начали в согласовании с химической формуле, температуре и корректировки окисленности плавление выступает в разливку. К времени завершения обрабатывания сплава в УВОС обязательно наличие свободного крана и состава у разливочной площадки.

### **1.3 Конструкция механизма, кинематическая схема**

Конструктивно транспортный структура исполнен в варианте неповоротной платформы располагающей 4 приводных колеса. Предоставление колес осуществляется с 2-ух элементов перемещения, особый с каковых заключается с электродвигателя постоянного тока, трехступенчатого цилиндрического редуктора, а одинаковым типом муфт МЗ и МЗП. Около выходе с порядку 1-го механизма перемещения, иной должен привезти типичную работу общем механизма в передвижение целого научно-технического цикла вплоть до приостановки конвертора с целью перефутеровку.

В довершение всего механизмов передвижения, сталевоз оборудован скребком с приводом подъема, включающим электродвигатель в виде АР-43-6, редуктор Ц2УН-125, два специальных конических винтовых редуктора и муфт.

Токопровод к сталевозу присоединяется гибким кабелем.

Кинематическая схема механизма представлена на рисунке 1.

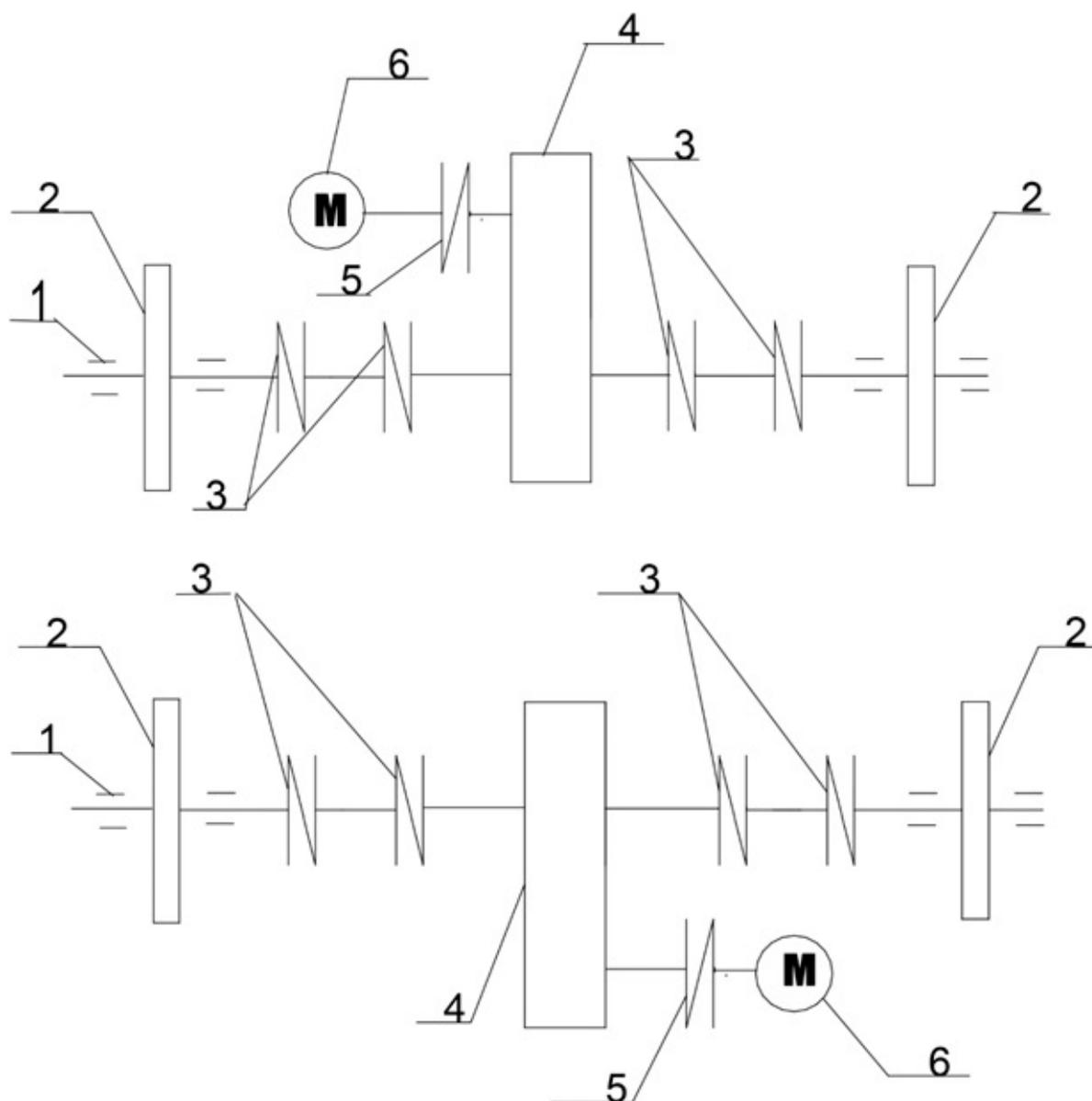


Рисунок 1- Кинематическая схема механизма

На рисунке 1 приняты следующие обозначения:

- 1-Подшипники качения;
- 2-Ходовые колеса диаметром 1000мм;
- 3-Муфта типа МЗП-8;
- 4-Редуктор трехступенчатый ;
- 5-Муфта типа М 3-4;
- 6-Электродвигатель постоянного тока.

#### 1.4 Технические данные механизма.

Грузоподъемность	$Q = 215\text{т};$
Масса порожнего механизма	$m = 80\text{т};$
Масса механизма с нормально наполненным ковшом	$m = 295\text{т};$
Скорость передвижения	$v = 0,83\text{м/с};$
Внутренний диаметр подшипников буксовых колес	$D_{\text{п}} = 18\text{см};$
Диаметр ходовых колес	$D_{\text{к}} = 1000\text{мм};$
Радиус шейки оси ходового колеса	$R_{\text{ш}} = 0,15\text{м};$
Передаточное число редуктора	$i = 52,32;$
Коэффициент трения в подшипниках ходовых колес	$\rho = 0,015;$
Коэффициент, учитывающий трение реборд ходовых колес о рельсы	$k = 0,015;$
Коэффициент сцепления ходовых колес о рельсы	$K_{\text{сц.}} = 0,25;$
Коэффициент трения качения ходовых колес	$f = 0,0012;$
Максимально допустимое ускорение при транспортировке металла, $\text{м/с}^2$	$a = 0,2;$
Коэффициент полезного действия механизма	$\eta = 0,85\%$

## 1.5 Требования к электроприводу механизма.

В ККЦ-1 используются сталево­зы, выполненные в виде платформы с четырьмя приводными колесами. Колеса приводятся двумя механизмами передвижения, каждый из которых имеет электропривод. Сталевоз работает при двух основных скоростях передвижения: основной 1м/с и пониженной 0,2 м/с. Торможение электропривода при нормальной работе рекуперативное электрическое. В нашем механизме как аварийное используется динамическое торможение и после снижения скорости до 0,1м/с накладываются тормоза. При исчезновении напряжения тормоза накладываются мгновенно.

Электропривод передвижения сталевозом должен иметь следующие свойства:

- обладать высокой плавностью пуска и торможения, исключающей выплеск металла;
- регулирование скорости должно находиться в пределах 5:1;
- должно быть предусмотрено понижение скорости при маневрах во время слива стали, для повышения точности остановки сталевоза в конце пути;
- высокая надежность. Промедления, а тем более отказы в работе электропривода сталевоза недопустимы, так как слив стали в конвертер должен быть осуществлен в заданное время. Кроме того, при задержке подачи ковша на разливку снижается температура жидкой стали, и непрерывная разливка на МНЛЗ становится невозможной.

Рассматривая свойства привода, определим предъявляемые к нему требования:

- сталевоз должен обладать цикличностью в технологическом процессе, так как малейшие отклонения от заданного режима работы могут привести к сбоям в работе электрооборудования, участвующего в технологическом процессе;

- необходимость ведения процесса при отклонениях в работе электропривода;
- ограничение ускорения при маневрах в целях безопасного протекания технологического процесс.

Определив, требования к электроприводу механизма, рассмотрим задачи автоматизации конверторного цеха.

Предусматриваются три уровня автоматического управления:

- система управления отдельными механизмами (конверторами, фурмами, миксерами, МНЛЗ и др.) по переноске ковшей, сливу металла, подаче кислорода взвешиванию и подаче в конвертор заданной порции сыпучих материалов и т.д.
- система управления технологическим процессом отдельно в конверторе и на МНЛЗ. На этом уровне с помощью ЭВМ решаются задачи автоматизации управления процессом производства стали и литых заготовок;
- система управления конверторным цехом в увязке с другими цехами.

На этом уровне решается задача по оперативному планированию и управлению отделениями конверторного цеха, обеспечению его исходными материалами оперативному учету и анализу цеха по отчетной документации и т.д.

### **1.6 Обоснование выбора рода тока, типа электропривода и способа регулирования координат.**

Выбор рода тока при проектировании механизма имеет очень важное значение, так как род тока будет определять какой двигатель будет установлен на механизме, переменного тока или двигатель постоянного тока. При этом нужно учесть все технико-экономические показатели, эксплуатационные расходы и удобство обслуживания и ремонта электрооборудования. В цехах

металлургических предприятий находят применение крановые электродвигатели трехфазного переменного тока (асинхронные) и постоянного тока (последовательного или параллельного возбуждения). Они работают, как правило, в повторно кратковременном режиме при широком регулировании частоты вращения, причем их работа сопровождается значительными перегрузками, частыми пусками. В ряде металлургических цехов они, помимо этого подвергаются воздействию высокой температуры (до 60-70\*С), паров и газов.

В связи с этим по своим технико-экономическим показателям и характеристикам крановые электродвигатели значительно отличаются от электродвигателей общепромышленного исполнения.

Асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором применяются реже из-за несколько пониженного пускового момента и значительных пусковых токов хотя их масса примерно на 8% меньше, чем у двигателей с фазным ротором, а стоимость в 1,3 раза меньше, чем у двигателей при одинаковой мощности. Асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором иногда применяют при легких и средних режимах работы. Преимуществом асинхронных электродвигателей перед двигателями постоянного тока являются их относительно меньшая стоимость, простота обслуживания и ремонта.

Привод сталевова требует широкое и плавное регулирование скорости, его работа сопровождается большим числом включений в час, иногда требуется регулирование скорости выше номинальной, поэтому целесообразно будет использовать двигатель постоянного тока. На сталевовах устанавливаются крановые электродвигатели постоянного тока типа Д.

Для выбора управления механизмом рассмотрим две системы управления электроприводом: систему Г – Д и систему ТП – Д и затем выберем самую экономичную и надежную, которая будет удовлетворять всем требованиям предъявляемые к электроприводу сталевова.

Рассмотрим систему Г – Д. В системе Г – Д якорь рабочего двигателя постоянного тока с независимым возбуждением получает питание от отдельного

электромашинного генератора, также с независимым возбуждением. Генератор приводится во вращение с постоянной угловой скоростью двигателем, включенным в сеть переменного тока (обычно синхронным). Обмотка возбуждения генератора получает питание от тиристорного выпрямителя. Управление рабочим двигателем в системе Г – Д осуществляется путем изменения величины и знака Э.Д.С. генератора.

Принципиально в системе Г – Д возможны все три тормозных режима, но практически используется лишь режим рекуперативного торможения.

К достоинствам электропривода по системе Г- Д можно отнести:

- весьма благоприятны механические характеристики электропривода, в системе Г - Д они отличаются высокой жесткостью
- плавное регулирование скорости;
- легко осуществляется двухзонное регулирование;
- достаточно большой диапазон регулирования скорости;

Несмотря на все достоинства рассмотренной системы, она имеет серьезные недостатки:

- наличие в преобразовательном агрегате вращающихся частей;
- необходимость в уходе;
- потребность в специальном помещении, в фундаменте;
- большая установленная мощность электрических машин;
- существенная инерционность системы управления.

Поэтому более совершенным является тиристорный электропривод постоянного тока по системе ТП – Д.

Управление двигателем постоянного тока осуществляется через тиристоры, путем изменения угла управления тиристора, а благодаря отрицательным обратным связям, используемым в электроприводе, можно получить практически любую жесткость механических характеристик, что является одним из достоинств системы ТП – Д

Отметим также, что:

- диапазон регулирования скорости также высок, как и в системе Г – Д 50:1 и более;
- большой срок службы – 15, 20 лет;
- большая наработка на отказ в течение двухлетней гарантийной работы 4000 – 6500 ч;
- использование комплектных тиристорных электроприводов позволяет снизить трудоемкость разработок и изготовление электроприводов, снизить затраты на электромонтажные работы, повысить их заводскую готовность, сократить время и наладку приводов.

Поэтому используем систему ТП - Д, так как она обладает большими достоинствами, чем система Г – Д. Нами использован тиристорный электропривод серии КТЭ. В системе предусмотрено регулирование скорости, изменением напряжения на якоре двигателя, а так же предусмотрена стабилизация тока возбуждения электродвигателя за счет регулятора тока возбуждения.

Для регулирования скорости в механизме использована система подчиненного регулирования с однозонным регулированием скорости.

Выбрав тип электропривода, рассмотрим требования, предъявляемые к нему, и дадим краткую расшифровку системы.

Данный электропривод серии КТЭ предназначен для работы в закрытых помещениях при условиях работы:

- 1 – высота над уровнем моря 1000м
- 2 – отсутствие резких толчков и сильной тряски
- 3 – температура от +1 до + 40 град.цельс
- 4 – относительная влажность 80%

Электропривод (кроме двигателя) не предназначен для работы в передвижных установках, во взрывоопасных и пожароопасных помещениях, а так же в среде насыщенной водяным паром, а так же в средах с токопроводящей пылью.

Упрощенная электрическая схема электропривода сталеваза приведена на рисунке 2.

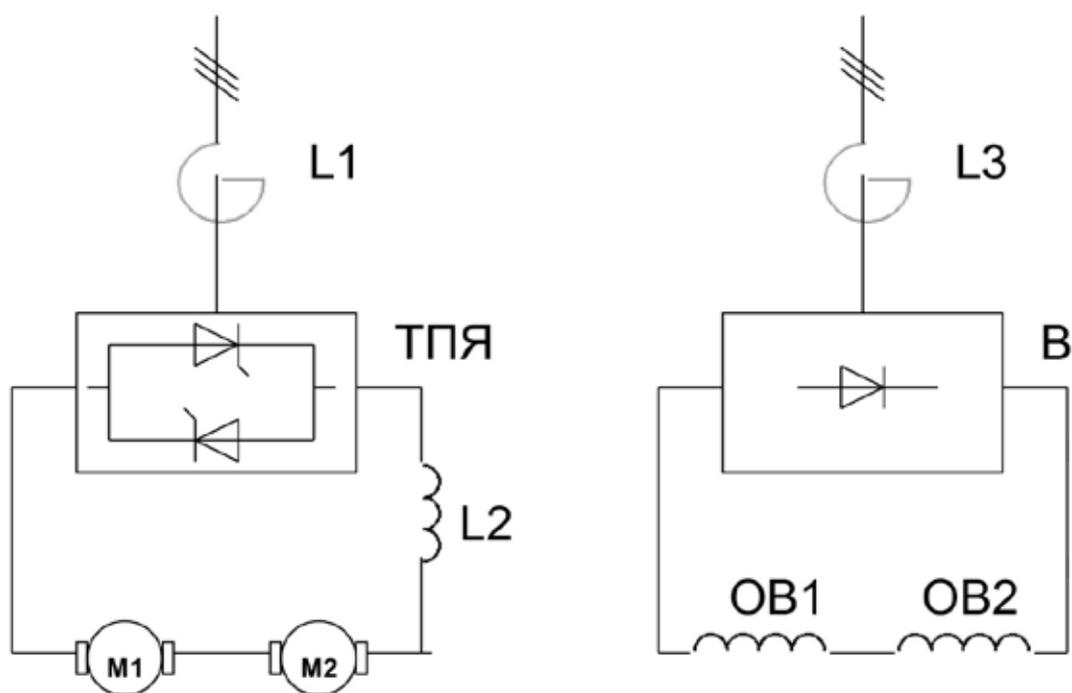
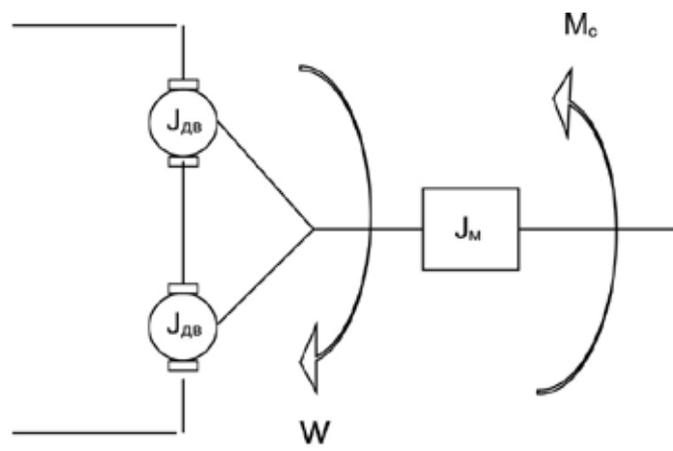


Рисунок 2- Упрощенная электрическая схема электропривода сталеваза.

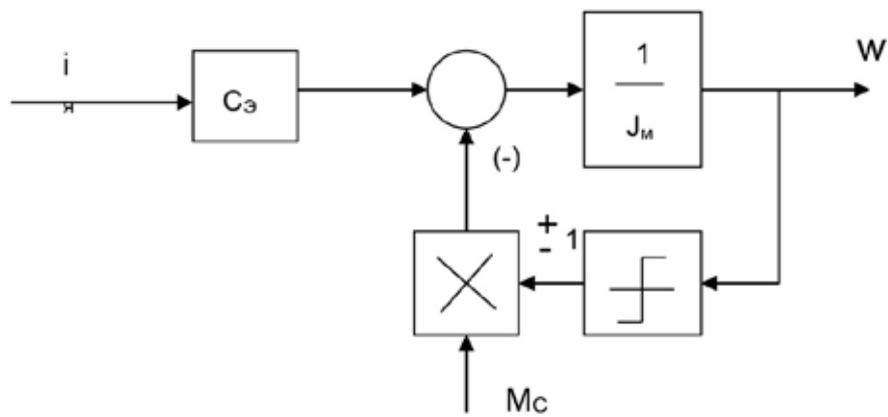
### 1.7 Механическая система электропривода

Особенность схемы электропривода является два приводных двигателя, которые последовательно включены в электрическую цепь, питаются от одного преобразователя и работают на одну нагрузку.

Упрощенно механическую систему можно представить расчетной схемой (рисунок 3, а) и структурной (рисунок 3, б)



а



б

Рисунок 3-Механическая система электропривода сталевова

## 2 ПРОЕКТНО-РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Расчет мощности и выбор электродвигателя

Рациональный выбор электродвигателей по мощности имеет важное значение.

Выбор электродвигателей завышенной мощности приводит к увеличению капитальных и эксплуатационных расходов, к недоиспользованию их активных материалов а, следовательно, и к снижению КПД, а у асинхронных электродвигателей еще и коэффициента мощности, важного технико-экономического показателя.

Выбор электродвигателей завышенной мощности приводит к сокращению срока их службы из-за преждевременного старения изоляции обмоток

Рационально выбранный электродвигатель при данном режиме работы должен удовлетворять трем требованиям:

- температура нагрева не должна превышать значений температуры, установленных гостом для электрических машин;
- двигатель должен иметь достаточный приводной момент для производственного механизма: пусковой и максимальный момент;
- механизм должен обеспечить запас по сцеплению при пуске и торможению.

Определим статические силы и приведенные к валу двигателя моменты сопротивления движения:

-при порожнем ковше

$$F_{мин} = \frac{k \cdot (m_0) \cdot g \cdot (m \cdot R_{ц} + f)}{R_{к}} = \frac{2 \cdot 80000 \cdot 9.81 \cdot (0,015 \cdot 0,15 + 0,0012)}{0,5} = 10830,24 \text{ Н*м,}$$

где  $k=2$  – коэффициент, учитывающий трение реборд ходовых колес

о рельсы (см технические данные на механизм);

$m = 0,015$  – коэффициент трения в ходовых колесах;

$m_0 = 80$  т – масса порожнего механизма;

$g = 9,8$  м/с<sup>2</sup> – ускорение свободного падения;

$R_k = 0,5$  м – радиус ходового колеса;

$f = 0,0012$  – Коэффициент трения качения.

Тогда приведенный момент сопротивления

$$M_{смин} = \frac{F_{смин} \cdot R_k}{i_{ред} \cdot \eta_M} = \frac{10830,24 \cdot 0,5}{52,32 \cdot 0,85} = 121,76 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

-при полной загрузке ковша

$$F_{макс} = \frac{k \cdot (m_0 + m_H) \cdot g \cdot (m \cdot R_{ц} + f)}{R_k} = \frac{2 \cdot 295000 \cdot 9,81 \cdot (0,015 \cdot 0,15 + 0,0012)}{0,5} \\ = 39895,8 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

где  $m_H = 215$  т – масса груза,

тогда

$$M_{смакс} = \frac{F_{смакс} \cdot R_k}{i_{ред} \cdot \eta_M} = \frac{39895,8 \cdot 0,5}{52,32 \cdot 0,85} = 448,55 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Определим статическую мощность при равномерном движении при полной загрузке ковша

$$P_c = \frac{F_{смакс} \cdot v_M}{\eta_M} \cdot 10^{-3} = \frac{39895,8 \cdot 0,83}{0,85} \cdot 10^{-3} = 38,96 \text{ кВт},$$

где  $v_M = 0,83$  м/с – Линейная скорость механизма примем;

$\eta_M = 0,85$  - коэффициент полезного действия механизма.

Для обеспечения работы сталевоза с одним двигателем, выбираем каждый двигатель на полную мощность. С учетом стандартного значения  $ПВ = 40\%$  для

двигателя, найдем его полную мощность

$$P_{\text{дврасч}} = P_c \sqrt{\frac{ПВ\%}{100}} = 38,96 \sqrt{\frac{40}{100}} = 24,6 \text{ кВт.}$$

Определим значение максимальной скорости движения при рабочей скорости  $V_m = 0,83 \text{ м/с}$

$$\omega_{\text{дврасч}} = \frac{V_m}{R_k} \cdot i_{\text{ред}} = \frac{0,83}{0,5} \cdot 52,32 = 86,85 \text{ рад/с.}$$

Момент инерции нагруженного механизма, приведенный к валу двигателя определяется по выражению

$$J_{\text{мех.груз}} = 2 \cdot J_{\text{дв}} \cdot 1,25 + m \left( \frac{V_m}{\omega_{\text{дв}}} \right)^2 = 1,25 \cdot 2 \cdot 2 + 295 \cdot 10^2 \cdot \left( \frac{0,83}{86,85} \right)^2 = 31,94 \text{ кг м}^2.$$

Момент инерции порожнего механизма, приведенный к валу двигателя, определяется по выражению

$$J_{\text{мех.порож}} = 2 \cdot J_{\text{дв}} \cdot 1,25 + m_0 \left( \frac{V_m}{\omega_{\text{дв}}} \right)^2 = 1,25 \cdot 2 \cdot 2 + 80 \cdot 10^2 \cdot \left( \frac{0,83}{86,85} \right)^2 = 12,3 \text{ кг м}^2.$$

По найденным значениям расчетной скорости и момента, с учетом принятого  $ПВ = 40\%$ , выбираем электродвигатель типа Д-808, справочные данные приведены в таблице 3.

Проверим двигатель на перегрузочную способность при работе с полной нагрузкой в режиме заданного максимального ускорения.

Динамический момент, необходимый для обеспечения ускорения  $a = 0,2 \text{ м/с}^2$

$$M_{\text{динмакс}} = a \cdot \frac{i_{\text{ред}}}{R_k} \cdot J_{\text{дв}} = 0,2 \cdot \frac{52,32}{0,5} \cdot 31,94 = 668,44 \text{ Н м.}$$

Таблица 3-справочные данные электродвигателя типа Д-808

Тип электродвигателя		Рн	Un	In	пн	Роя	Рдп
		кВт	В	А	Об/ми н	Ом	Ом
Д - 808		26	220	134	825	0.034	0.02
п <sub>макс</sub>	М <sub>макс</sub>	Ф. ном	Число полюсов 2р		GD <sup>2</sup>	Рв	Ів
Об/ мин	Н · м	Вб	—		Кг · м <sup>2</sup>	Ом	А
1650	1175	0,0358	4		6	44,4	3.4

Полный момент двигателя в режиме пуска

$$M_{\text{пускмакс}} = M_{\text{срасч}} + M_{\text{динмакс}} = 448,5 + 668,44 = 1116,94 \text{ Н м}$$

Из условия  $M_{\text{пускмакс}} < \lambda_{\text{дв}} \cdot M_{\text{двн}}$ , следует, что двигатель по перегрузочной способности проходит и обеспечивает требуемое максимальное значение ускорения.

### ***Расчетные параметры электродвигателя***

По паспортным данным выбранного электродвигателя определим его основные параметры:

-номинальная угловая скорость

$$\omega_{\text{н}} = \frac{\pi \cdot n_{\text{НОМ}}}{30} = 3,14 \cdot 825/30 = 86,35 \text{ рад/с}$$

где  $n_{\text{НОМ}} = 825$  об/мин номинальная частота вращения выбранного электродвигателя;

-сопротивление двигателя в горячем состоянии при перегреве +95<sup>0</sup>С.

$$R_{двгор} = 1,38 \cdot (R_{оя} + R_{от}) = 1,38 \cdot (0,034 + 0,02) = 0,07452 \text{ Ом.}$$

- коэффициент ЭДС (В с/рад) и электромагнитного момента (Н м/ ) двигателя

$$c = \frac{U_n - I_{двн} \cdot R_{двгор}}{w_{двн}} = \frac{220 - 134 \cdot 0,07452}{86,35} = 2,43.$$

-максимальный допустимый ток двигателя

$$I_{двмакс} = 3 \cdot I_{ном} = 3 \cdot 134 = 402 \text{ А.}$$

-индуктивность электродвигателя

$$L_{дв} = \gamma \cdot \frac{U_{дв.ном}}{p \cdot w_{дв.ном} \cdot I_{дв.ном}} = 0,4 \cdot \frac{220}{2 \cdot 86,35 \cdot 134} = 0,0038 \text{ Гн,}$$

где,  $p=2$  – число пар полюсов электродвигателя  $\gamma = 0,4$ .

## 2.2 Выбор элементов электрооборудования

### 2.2.1 Выбор токоограничивающего реактора

Токоограничивающие реакторы включают в цепь переменного тока при подключении тиристорного преобразователя к промышленной сети или общей сети питания нескольких тиристорных преобразователей.

Необходимое значение полного сопротивления обмотки фазы реактора

$$Z_{ф.расч} = \frac{U_{кз} \% \cdot U_{фн}}{100 \cdot I_{ф.расч}} = \frac{5,5 \cdot 220}{100 \cdot 114,67} = 0,1055 \text{ Ом,}$$

$$\text{где } U_{2фн} = \frac{U_{2лн}}{\sqrt{3}} = \frac{380}{\sqrt{3}} = 220 \text{ В;}$$

$U_{кз} \% = 5,5\%$ -относительное напряжение короткого замыкания реактора;

-расчетное фазное значение тока;

$$I_{фрасч} = k_i \cdot k_{i2} \cdot I_{дв.н} = 1,05 \cdot 0,815 \cdot 134 = 114,67 \text{ А}$$

$k_i = 1,05$  -коэффициент учитывающий отклонения формы тока от синусоидальной;

$k_{i2} = 0,815$  -коэффициент характеризующий отношение  $\frac{I_{2\phi}}{I_{\text{дв}}}$  для трехфазной мостовой схемы выпрямителя;

Предварительно, пренебрегая активным сопротивлением обмотки реактора, принимаем  $X_{\text{ф.расч}} = Z_{\text{ф.расч}}$ , тогда необходимое значение индуктивности обмотки фазы реактора

$$L_{\text{ф.расч}} = \frac{X_{\text{ф.расч}}}{\omega_c} = \frac{0,1055}{314} = 0,336 \text{ мГн.}$$

По расчетным данным выбираем токоограничивающий реактор типа РТСТ-165-0,2543 с техническими данными, приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2

$U_{\text{ли}}$	$I_{\text{ф.н}}$	$L_{\text{р.ф}}$	$R_{\text{р.ф}}$	$X_{\text{рф}}$
В	А	Гн	Ом	Ом
410	165	$0,25 \cdot 10^{-3}$	0,013	0,0785

### 2.2.2 Выбор тиристорного преобразователя

Согласно требованиям, предъявляемые к электроприводу сталевоза, и опираясь на выбранный тип электропривода серии КТЭ, выбираем преобразователь исходя из следующих условий:

$$U_{\text{д.ном}} \geq 2U_{\text{дв.ном}} = 440 \text{ В};$$

$$I_{\text{дн}} \geq I_{\text{дв.ном}} = 134 \text{ А};$$

$$I_{\text{дл.макс}} \geq I_{\text{дв.макс}} = 402 \text{ А},$$

где  $I_{дн}$  -номинально выпрямленный ток преобразователя, А;

$U_{дн}$  -номинальное выпрямленное напряжение тиристорного преобразователя, В.

Выбираем тиристорный преобразователь КТЭ-200/460 с техническими параметрами, приведенными в таблице 4.

Таблица – 4.Техническая характеристика преобразователя КТЭ-200/460

Техническая характеристика	Единица измерения	Значения
Номинальный выпрямленный ток	А	200
Кратность перегрузки по току при 10 мс		2,25
Номинальное выпрямленное напряжение	В	460
Номинальное напряжение сети	В	380
Частота питающей сети	Гц	50
Колебания питающей сети, не более	%	+10 –15
Номинальное напряжение тиристорного возбудителя		220В

### 2.2.3 Выбор сглаживающего реактора

При питании от тиристорного преобразователя по двигателю помимо постоянной составляющей тока протекают переменные составляющие, величина которых зависит от угла управления и параметров нагрузки. Это приводит к повышению нагрева двигателя, ухудшению условий коммутации и снижению жесткости механических характеристик в связи с расширением зоны прерывистых токов.

Включение сглаживающего дросселя в якорную цепь позволяет ограничивать величину переменных составляющих и, тем самым, улучшить использование двигателя, его коммутацию и электромеханические характеристики, однако одновременно вызывает увеличение габаритов и веса привода, его стоимости и ухудшение динамических свойств.

Необходимая величина индуктивности сглаживающего дросселя из условия ограничения зоны прерывистых токов [ 5 ]

$$L_{\text{кн1}} = \frac{1}{\omega_c} \cdot \kappa_{\text{грmax}} \cdot \frac{U_{2\text{ф}\phi}}{\kappa_{\text{u2}} \cdot I_{\text{д гр}}} =$$

$$= \frac{1}{314} \cdot 0.09356 \cdot \frac{220}{0.428 \cdot 16.08} = 0.0095 \text{ Гн.}$$

где

$$\kappa_{\text{грmax}} = 1 - \frac{\pi}{6} \cdot \text{ctg} \frac{\pi}{6} = 1 - \frac{3,14}{6} \cdot \text{ctg} \frac{3.14}{6} = 0.093;$$

$$I_{\text{д гр}} = (0.1 - 0.15) \cdot I_{\text{н}} = 0,12 \cdot 134 = 16,08 \text{ А- значение начально-}$$

непрерывного тока.

Индуктивность добавочного дросселя

$$L_{\text{др1}} = L_{\text{кн1}} - 2L_{\text{р.ф}} - 2L_{\text{дв}} =$$

$$= 0,0095 - 2 \cdot 0,00025 - 2 \cdot 0,0038 = 0,00137 \text{ Гн.}$$

где

$$2L_{\text{р.ф}} - \text{суммарная индуктивность обмоток реактора в контуре}$$

выпрямленного тока.

Необходимая величина индуктивности сглаживающего дросселя из условия ограничения пульсаций выпрямленного тока

$$L_{кн2} = \frac{E_{d(1)max} \cdot 100}{m_B \cdot \omega_c \cdot P_{(1)\%} \cdot I_d} =$$

$$= \frac{124,6 \cdot 100}{6 \cdot 314 \cdot 15 \cdot 134} = 0,0033 \text{ Гн},$$

где

$$E_{d(1)max} = \frac{U_{2\phi\phi} \cdot \sqrt{2} \cdot m_B}{\kappa_{u2} \cdot (m_B^2 - 1)} =$$

$$= \frac{220 \cdot \sqrt{2} \cdot 6}{0,428 \cdot (6^2 - 1)} = 124,6 \text{ В},$$

$E_{d(1)max}$  -действующее значение первой гармоники пульсирующего выпрямленного напряжения при угле управления  $\alpha = 90^\circ$  рассчитывается по выражению

$P_{(1)\%} = 15\%$ - допустимое действующее значение первой гармоники выпрямленного тока в процентах.

Индуктивность сглаживающего дросселя

$$L_{др2} = L_{кн2} - 2L_{р.ф} - L_{дв} =$$

$$= 0,0033 - 2 \cdot 0,00025 - 0,0076 = < 0$$

Для силовой цепи устанавливается дроссель с параметрами приведенными в таблице 5.

Таблица 5-Параметры сглаживающего реактора ФРОС-65/0,5 УЗ

Тип	Индуктивность, Гн $L_{др}$	Сопротивление, Ом $R_{др}$	Номинальный ток, А
ФРОС-65/0,5 УЗ	$1 \cdot 10^{-3}$	$4,5 \cdot 10^{-3}$	320

## 2.2.4 Расчетные параметры тиристорного преобразователя

Среднее выпрямленное напряжение при угле управления  $\alpha = 0^\circ$

$$E_{d0} = \frac{U_{2\phi}}{k_{u2}} = \frac{220}{0,428} = 514 \text{ В.}$$

Коэффициент (максимальное значение) усиления преобразователя

$$K_{\text{тп}} = \frac{\pi \cdot k_{yo} \cdot E_{d0}}{2 \cdot U_{\text{оп макс}}} = \frac{3,14 \cdot 0,475 \cdot 514}{10} = 76,66,$$

где  $k_{yo} = 0,475$  - коэффициент передачи управляющего органа на входе СИФУ;

$2 \cdot U_{\text{оп макс}} = 10 \text{ В}$  – амплитуда опорного напряжения СИФУ.

Постоянная времени тиристорного преобразователя

$$T_{\text{тп}} = \frac{0,5}{m_B \cdot f_c} = \frac{0,5}{6 \cdot 50} = 0,00167 \text{ с}$$

Коэффициент передачи устройства согласования на входе СИФУ преобразователя.

$$K_{yo} = \frac{\alpha_{\text{нач}} - \alpha_{\text{мин}}}{\alpha_0} = \frac{110 - 10}{180} = 0,555$$

Сопротивление силовой цепи преобразователя

$$R_{\text{тп}} = 2R_{\text{р.ф}} + R_{\text{к}} + R_{\text{др}} = 2 \cdot 0,013 + 0,075 + 0,0045 = 0,1055 \text{ Ом,}$$

где  $R_{\text{к}} = \frac{m_B \cdot X_{\text{трф}}}{2\pi} = \frac{6 \cdot 0,0785}{2 \cdot 3,14} = 0,075 \text{ Ом}$  - сопротивление, вносимое за счет коммутации анодных токов, Ом.

Индуктивность силовой цепи преобразователя

$$L_{\text{тп}} = 2L_{\text{р.ф}} + L_{\text{др}} = 2 \cdot 0,25 \cdot 10^{-3} + 0,001 = 0,0015 \text{ мГн.}$$

Максимальный допустимый ток преобразователя

$$I_{\text{дм макс}} = 2,25 \cdot I_{\text{дн}} = 2,25 \cdot 200 = 450 \text{ А.}$$

Выбираем максимальный допустимый ток электропривода

$$I_{\text{эл макс}} = I_{\text{дв макс}} = 402 \text{ А.}$$

### 2.2.5 Расчет параметров силовой цепи

Силовая цепь исследуемого электропривода состоит из: электродвигатель: токоограничивающего и сглаживающего реактора и тиристорного преобразователя.

Для токоограничивающего и сглаживающего реактора были определены необходимые значения индуктивности, их активные и индуктивные сопротивления.

Для тиристорного преобразователя так же определялись параметры его силовой цепи: средневыпрямленное значение ЭДС при угле управления равно нулю, а так же индуктивность тиристорного преобразователя  $L_{тп} = 0,5$  мГн, и активное сопротивление преобразователя  $R_{тп} = 0,1$  Ом.

Для выбранного электродвигателя заранее были определены: сопротивление электродвигателя горячее  $R_{дв.гор} = 0,07452$  Ом, конструктивный коэффициент двигателя  $c = 2,43$ , номинальный момент электродвигателя  $M_{ном} = 301$  Н \* м.

Индуктивность якорной цепи

$$L_{яц} = 2 \cdot L_{дв} + L_{тп} = 2 \cdot 0,0038 + 0,0015 = 0,0091 \text{ Гн.}$$

Сопротивление цепи двигателя

$$R_{цдв} = 2 \cdot R_{дв.гор} + 0,1 \cdot 2R_{дв.гор} = 2 \cdot 0,07452 + 0,1 \cdot 2 \cdot 0,07452 = 0,164 \text{ Ом}$$

Сопротивление якорной цепи

$$R_{яц} = R_{цдв} + R_{тп} = 0,164 + 0,1055 = 0,27 \text{ Ом}$$

Электромагнитная постоянная якорной цепи

$$T_{яц} = \frac{L_{яц}}{R_{яц}} = \frac{0,0091}{0,27} = 0,034 \text{ с.}$$

Коэффициент ЭДС эквивалентного двигателя равен  $C = 2 \cdot C_{де} = 4,86$

В с/рад

### 2.2.6. Параметры механической системы.

$$J_{\text{э мин}}=12,3 \text{ кг}\cdot\text{м}^2;$$

$$M_{\text{с мин}}=121,76 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$J_{\text{э макс}}=31,94 \text{ кг}\cdot\text{м}^2;$$

$$M_{\text{с макс}}=448,55 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

Определим значение электромеханической постоянной времени

$$T_{\text{м}} = \frac{J_{\text{э}} \cdot R_{\text{яц}}}{c^2} = \frac{(12,3 \div 31,94) \cdot 0,27}{4,86^2} = 0,14 \div 0,365$$

### 2.3 Проверка обеспечения заданной области существования электромеханических характеристик электропривода

Заданная область существования электромеханических характеристик электропривода (замкнутой системы), ограниченная значением  $\omega = \omega_{\text{max}}$  и зависимостью  $\pm I_{\text{доп}}(\omega)$ , должна полностью располагаться внутри области существования характеристик проектируемой системы преобразователь – двигатель. Последняя в свою очередь ограничена предельными характеристиками, соответствующими работе проводящей группы вентиля в режиме предельного инвертирования, а в выпрямительном режиме при минимальном угле управления. Выполнение вышеупомянутого условия требует значительного запаса по напряжению и мощности преобразователя и силового трансформатора. Такой подход может быть рекомендован при проектировании электроприводов, от которых требуется реализация предельных динамических возможностей двигателей, что не является целью проектирования данного привода.

Должно выполняться следующее условие: при пониженном напряжении сети и работе преобразователя в выпрямительном режиме с минимальным углом управления  $\alpha_{\text{min}}$  электромеханическая характеристика разомкнутой

системы должна быть расположена выше точки с координатами  $\omega = \omega_{\max}$  и  $I = I_H$ .

Минимальный угол управления преобразователем

$$\alpha_{\min} = \arccos \frac{C_{\omega} \cdot \omega_{\max} + I_{\text{двн}} \cdot R_{\text{яц}}}{E_{d0}} = \arccos \frac{2 \cdot 2,43 \cdot 86,35 + 134 \cdot 0,27}{514} = \arccos 0,887$$

=27,52 град.

Принимаем  $\alpha_{\min} = 10$  градусов с учетом возможного снижения напряжения сети.

Рассчитываем электромеханические характеристики разомкнутой системы при  $\alpha_{\min} = 10$  градусов по выражению выпрямительном режиме:

$$\omega_{\max}(I_{\text{я}}) = \frac{1}{c} (\kappa_c \cdot E_{d0} \cdot \cos \alpha_{\min} - R_{\text{яц}} \cdot I_{\text{я}}) = \frac{1}{4,86} (514 \cdot \cos 10^\circ - 0,27 I_{\text{я}})$$

Результаты расчета электромеханической характеристики, при  $\alpha_{\min}$ , сведены в таблице 6., а сами характеристики представлены на рисунке 4.

Таблица 6- Расчетные параметры электромеханической характеристики при  $\kappa_c=1$

$\omega, \text{с}^{-1}$	102	96,37	80,79
$I_{\text{дв}}$	0	134	402

Электромеханическая характеристика безопасного инвертирования при работе преобразователя в инверторном режиме

$$\varpi_{\max}(I_{\text{я}}) = \frac{1}{c} \left[ K_c \cdot E_{d0} \cdot \cos \delta - (R_{mn} - R_{\text{цдв}}) \cdot I_{\text{я}} \right] = \frac{1}{4,86} \left[ 514 \cdot \cos 6^\circ - (0,1055 - 0,164) I_{\text{я}} \right],$$

где;  $\delta$  - угол, запаса при инвертировании принимаем  $\delta = 6$  град.;

Расчет  $I_{\text{я}} \leq 0$  электромеханической характеристики безопасного инвертирования при работе преобразователя в инверторном режиме сведен в таблице 7., характеристика представлена на рисунке 4.

Таблица 7 - Расчетные параметры электромеханической характеристики, при  $\kappa_c=0,9$ .

$\omega, \text{с}^{-1}$	105,2	106,8	110
$I_{\text{дв}}$	0	-134	-402

Значение максимального угла управления

$$\alpha_{\max} = \arccos \left[ \frac{2 \cdot R_{mn} \cdot I_{\text{эпмакс}}}{E_{d0}} - \cos \delta \right] = 146^\circ$$

Для найденного  $\alpha_{\max}$ , рассчитываем и построим электромеханическую характеристику разомкнутой системы электропривода при работе в инверторном режиме

$$\omega_{\max}(I_{\text{я}}) = \frac{1}{c} \left( -\kappa_c \cdot E_{d0} \cdot \cos \alpha_{\max} - R_{\text{яц}} \cdot I_{\text{я}} \right) = \frac{1}{4,86} \left( -514 \cdot \cos 146^\circ - 0,27 \cdot I_{\text{я}} \right)$$

В таблицу 8 сведены результаты расчёта электромеханических характеристик.

Таблица 8 Расчетные параметры электромеханической характеристики, при  $k_c=0,9$ .

$\omega, \text{с}^{-1}$	87,7	95,12	110
$I_{\text{дв}}$	0	-134	-402

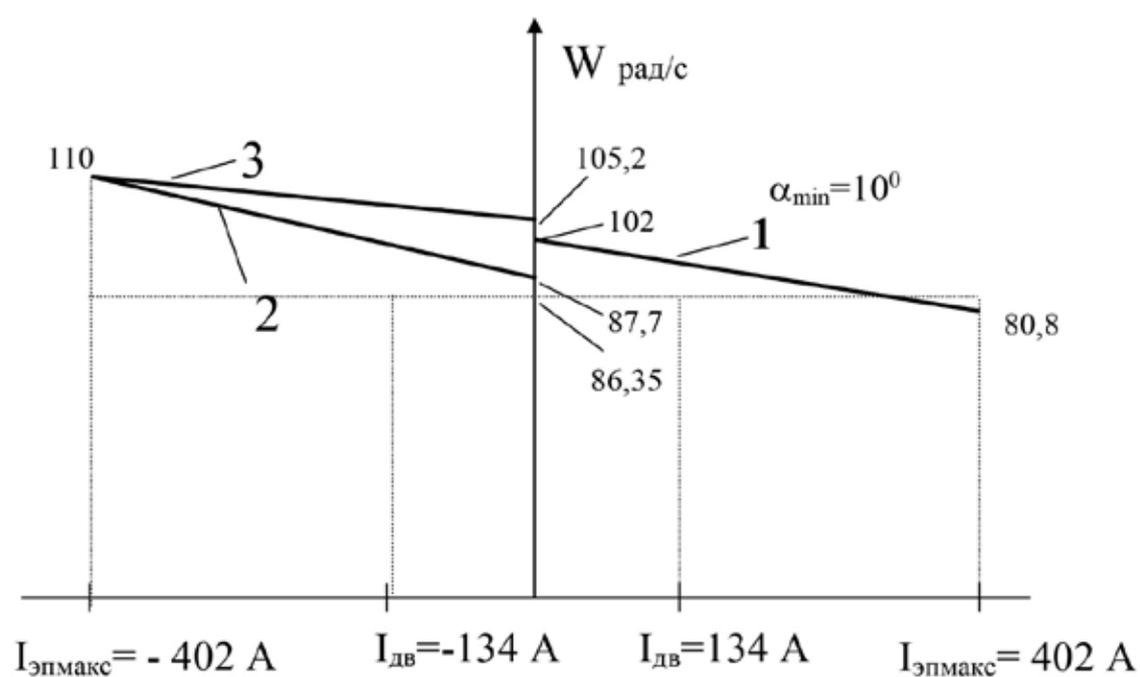


Рисунок 4-Область существования электромеханических характеристик

## 2.4 Расчет электромеханических характеристик разомкнутой системы преобразователь-двигатель

Скорость вращения вала электродвигателя:

$$\omega = \frac{E_d - I_d \cdot R_{ящ} - \Delta U_\sigma}{c},$$

где:  $E_d = E_{d0} \cdot \cos(\alpha)$  – среднее значение выпрямленной ЭДС в режиме непрерывного тока;

$\alpha$  – угол включения тиристора, отсчитываемый от точки естественной коммутации;

$\Delta U_\sigma$  – прямое падение напряжение на тиристоре.

Для получения соответствующей скорости вращения вала двигателя произведем ряд преобразований и получим выражение для нахождения угла управления в функции скорости:

$$\alpha(\omega) = \arccos\left(\frac{\omega \cdot c + I_d \cdot R_{ящ} + \Delta U_\sigma}{E_{d0}}\right).$$

Для построение электромеханических характеристик в зоне непрерывного тока воспользуемся итоговым выражением:

$$\omega(I) = \frac{E_{d0} \cdot \cos(\alpha(\omega)) - I \cdot R_{ящ} - \Delta U_\sigma}{c}.$$

Характеристики имеют линейный характер. Однако в действительности в области малых нагрузок появляется зона прерывистых токов, она тем больше, чем больше угол  $\alpha$ . Появление зоны прерывистого токов обусловлено тем, что в определенные промежутки времени мгновенное значение выпрямленного напряжения преобразователя становится меньше встречно действующей ЭДС двигателя, и, как следует из уравнения равновесия ЭДС становится отрицательной. Ток должен изменить направление на противоположное. Но поскольку вентили обладают односторонней проводимостью, ток становится равным нулю. При больших нагрузках несмотря на то, что в определенные промежутки времени мгновенное значение напряжения становится меньше ЭДС двигателя, ток не прерывается, является непрерывным. Объясняется это тем, что

при больших нагрузках запас электромагнитной энергии в цепи выпрямленного тока значительный. Переходу от режима непрерывного тока к прерывистому соответствует режим начально-непрерывного тока, являющегося граничным. Величина граничного тока зависит от угла  $\alpha$  и параметров схемы.

Проведем расчет и построение характеристик в зоне прерывистых токов. Для этого найдем угол открывания, измеренный от начала положительной полуволны синусоиды фазной ЭДС:

$$\theta_0(\alpha) = \frac{180}{\pi} \cdot \left( \alpha(\omega) + \left( \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{m_e} \right) \right).$$

Значение ЭДС в относительных единицах в зависимости от угла управления  $\alpha$  в зоне прерывистых токов:

$$e(\alpha) = \cos\left(\theta \cdot \frac{\pi}{180}\right) \cdot \frac{\sin\left(\left(\theta_0(\alpha) - \theta\right) \cdot \frac{\pi}{180}\right) - \sin\left(\left(\theta_0(\alpha) + \lambda - \theta\right) \cdot \frac{\pi}{180}\right) \cdot e^{\lambda \cdot \frac{\pi}{180} \cot\left(\theta \cdot \frac{\pi}{180}\right)}}{1 - e^{\lambda \cdot \frac{\pi}{180} \cot\left(\theta \cdot \frac{\pi}{180}\right)}}$$

где угол  $\lambda = \frac{2 \cdot 180}{m_e} = 60$  град – угол проводимости тиристорov;

угол  $\theta$  – угол отставания тока в якоре от напряжения. Он обусловлен присутствием в цепи якоря индуктивности  $L_{яц}$ . Угол  $\theta$  найдем по выражению:

$$\theta = \arctan\left(\frac{\omega_0 \cdot L_{яц}}{R_{яц}}\right) \cdot \frac{180}{\pi}.$$

Значение тока в относительных единицах в зоне прерывистых токов:

$$i(\alpha) = \frac{m_e}{2 \cdot \pi} \left( \cos\left(\theta_0(\alpha) \cdot \frac{\pi}{180}\right) - \cos\left(\left(\lambda + \theta_0(\alpha)\right) \cdot \frac{\pi}{180}\right) - \lambda \cdot \frac{\pi}{180} \cdot e_{cp}(\alpha) \right),$$

Характеристики режима прерывистого тока можно построить в абсолютных единицах  $\omega = f(I)$  по следующим выражениям:

$$\omega(\alpha) = e(\alpha) \frac{\sqrt{2} \cdot U_n \cdot \cos\left(\theta_0(\alpha) \cdot \frac{\pi}{180} - \frac{\pi}{2}\right) - \Delta U_e}{c},$$

$$I(\alpha) = i(\alpha) \frac{\sqrt{2} \cdot U_n \cdot \cos\left(\theta_0(\alpha) \cdot \frac{\pi}{180} - \frac{\pi}{2}\right)}{R_{яц}}$$

Если в приведенных выражениях задавать угол открытия тиристоров  $\alpha$  (в диапазоне  $0 \dots 180$ ) и угол проводимости  $\lambda$  ( $0 \dots 60$ ), то получим семейство электромеханических характеристик в зоне прерывистых токов. Электромеханические характеристики системы УВ-Д построены в программе MathCad и представлены на рис. 5:

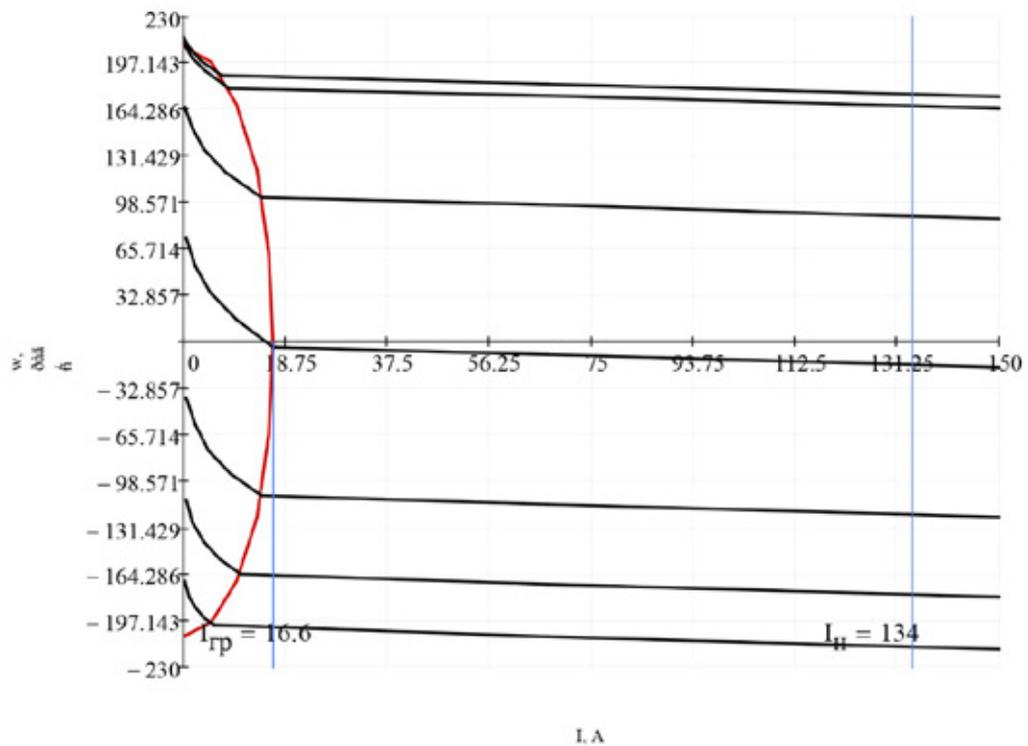


Рисунок 5 – Электромеханические характеристики системы УВ–Д с отдельным управлением

Для получения граничной характеристики можно воспользоваться выражениями для скорости и тока в зоне прерывистого тока, задавая угол  $\lambda = 60$  град и меняя угол управления  $\alpha$ .

Как видно из графиков рисунка 13 отношение  $\frac{I_{дзрmax}}{I_{дн}} = \frac{16,6}{134} = 0,124$ , что

является приемлемым.

## 2.5 Структурная схема силового канала электропривода

Структурная схема силового канала электропривода приведена на рисунке 7.

Параметры элементов структурной схемы приведены в таблице 11.

Таблица 11-Параметры элементов силового канала.

$K_{гп}$	$T_{гп},$ с	$R_{яц},$ Ом	$L_{яц},$ Гн	$C,$	$J,$
76,66	0,00167	0,27	0,0091	4,86	12,3÷31,94
$T_{яц},$ с	$K_{дт},$ В/А	$K_{дн}$	$M_c,$ Нм	$R_{дв},$ Ом	$T_{дв},$ с
0,034	0,02	0,02	121,76÷448,55	0,07452	0,051

Коэффициент передачи датчика тока с учетом коэффициента передачи шунта ( $\Delta U_{шн}=0,075$  В,  $I_{шн}=500$  А) и коэффициента усиления типовой ячейки датчика тока

$$K_{дт} = \frac{U_{дт\max}}{I_{шн\max}} = \frac{10}{500} = 0,02 \text{ В/А.}$$

Датчик напряжения реализуем с использованием типовой ячейки датчика напряжения с входным делителем.

Коэффициент передачи датчика напряжения.

$$K_{дн} = \frac{U_{дн\max}}{U_{вх.\max}} = \frac{10}{500} = 0,02.$$

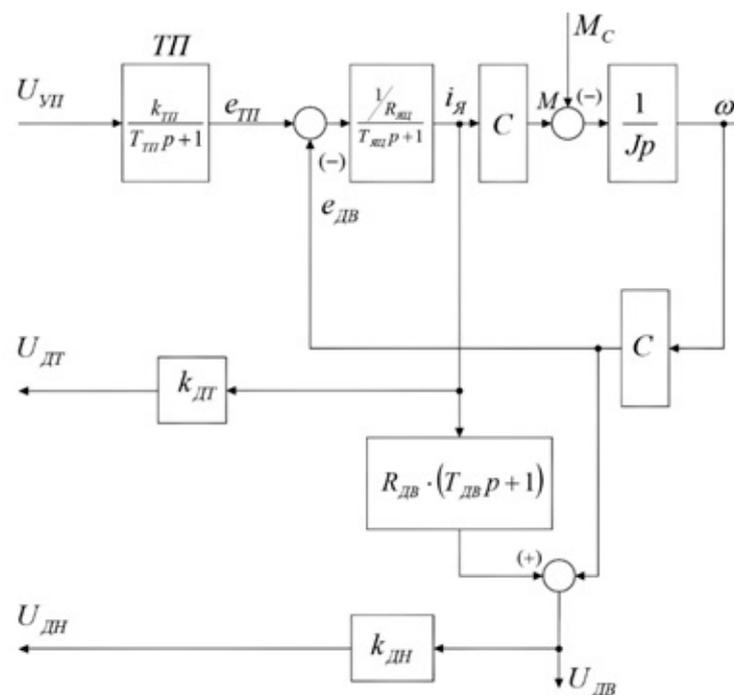


Рисунок 7 Структурная схема силового канала

## 2.6 Структурная схема системы автоматического регулирования электропривода

Так как к электроприводу сталево­за не предъявляются высокие требования к статическим и динамическим характеристикам, то вместо обратной связи по скорости в системе регулирования этого привода используется обратная связь по ЭДС двигателя. Применение обратной связи по ЭДС позволяет избежать трудностей, связанных с применением тахогенераторов для измерения скорости. Электропривод сталево­за с обратной связью по ЭДС двигателя обеспечивает высокую жесткость механической характеристики. Следует отметить, что такая система достаточно просто реализуется, имеет высокие показатели надежности в эксплуатации, а также в них возможно ограничивать ток путем ограничения выходного напряжения регулятора ЭДС.

Структурная схема системы автоматического регулирования электропривода сталево­за представлена на рисунке 8.

На схеме приняты следующие обозначения:

$V_{x.f}$ -фильтр на входе РЭП;

РЭ- регулятор ЭДС;

РТ- регулятор тока;

$$W_{\text{ТП}}(p) = \frac{K_{\text{ТП}}}{T_{\text{ТП}}p + 1} - \text{передаточная функция тиристорного преобразователя;}$$

Структурная схема регулируемого электропривода (РЭП) представляет собой двухконтурную систему с внутренним контуром тока с ПИ-регулятором и внешним контуром ЭДС с П-регулятором. Обратная связь по ЭДС двигателя реализуется путем суммирования на входе датчика ЭДС двух входных сигналов, пропорциональных напряжению и падению напряжения в якорной цепи двигателя для измерения ЭДС, согласно [ 4 ].

Поскольку отрицательная обратная связь по ЭДС двигателя при определенных соотношениях параметров электропривода может оказывать существенное влияние на характер протекания переходных процессов в контуре тока [ 4 ], следует оценить ее влияние.

Отношение

$$T_m/T_{яц}=(0,14\div 0,365)/0,034=4,12\div 10,74$$

достаточно велико, что говорит о незначительном влиянии отрицательной обратной связи по ЭДС двигателя, потому при оптимизации контуров не будем учитывать ЭДС двигателя

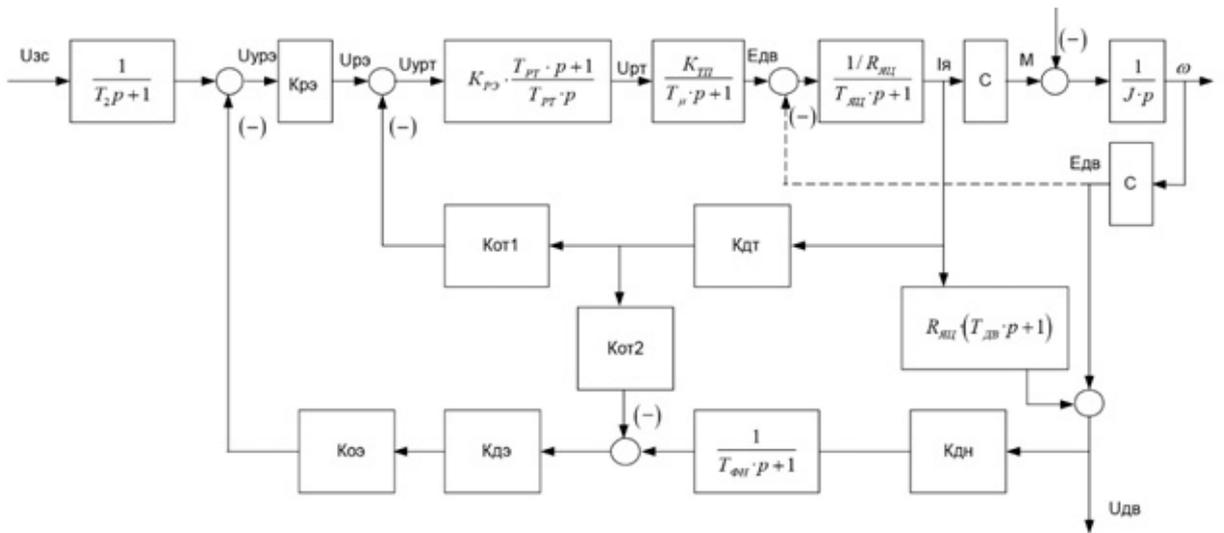


Рисунок 10 Структурная схема САР РЭП

## 2.7 Оптимизация контура тока

Структурная схема контура тока приведены на рисунке 11. Контур тока содержит два инерционных звена первого порядка, один с большой постоянной времени  $T_{яц}$ , которая должна быть компенсирована, и другое с малой постоянной времени, которая может быть принята как малая постоянная времени контура

$$T_{цт} = T_{тп} = 0,00167с .$$

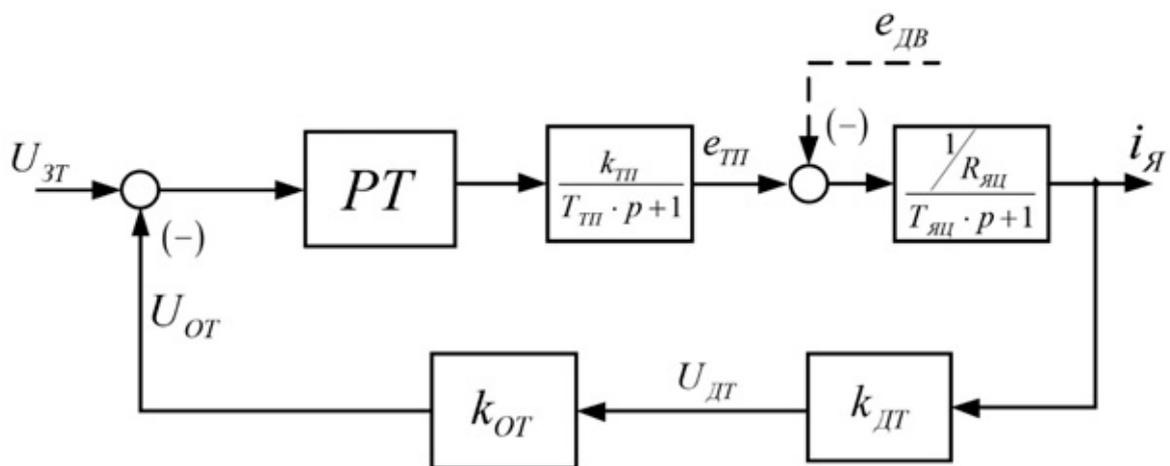


Рисунок 11-Структурная схема контура тока.

Прежде всего настройка контура производится без учета внутренней обратной связи по ЭДС двигателя. Тип регулятора и метод оптимизации контура выбираются в зависимости от соотношения  $T_{яц}/4 \cdot T_{\mu}$  (таблица. 12.).

Таблица 12 Тип регулятора и метод оптимизации контура

$T_{яц}/4 \cdot T_{\mu}$	Тип регулятора	Метод оптимизации
$\leq 1$	ПИ	МО [СО]
$\geq 1$	ПИ	СО [МО]
$\gg 1$	П [ПИ]	МО [СО]

Контур тока настраивается на технический (модульный) оптимум МО при коэффициенте оптимизации  $a_T = 2 [ 4 ]$ , регулятор тока пропорциональный-интегральный (ПИ-РТ).

Установка дополнительных сглаживающих фильтров в контуре тока весьма неблагоприятно сказывается на характере процессов в контуре (приводит к снижению быстродействия как контура тока, так и электропривода в целом), поэтому установка дополнительных фильтров в контуре тока может определяться только необходимостью снижения уровня помех, и должна быть отнесена к этапу ввода электропривода в эксплуатацию.

Передаточная функция ПИ-регулятора тока имеет вид

$$W(p)_{PT} = K_{PT} \frac{T_{PT} \cdot p + 1}{T_{PT} \cdot p},$$

Постоянная времени регулятора тока:

$$T_{PT} = T_{яц} = 0,034с;$$

Коэффициент усиления регулятора тока:

$$K_{pT} = \frac{T_{яц} \cdot R_{яц}}{K_{тп} \cdot K_T \cdot 2 \cdot T_\mu} = \frac{0,034 \cdot 0,27}{76,66 \cdot 0,0249 \cdot 2 \cdot 0,00167} = 1,44$$

где коэффициент обратной связи по току якоря;

$$k_m = \frac{U_{pc \text{ доп}}}{I_{доп \text{ max}}} = \frac{10}{402} = 0,0249 \text{ В/А};$$

Коэффициент передачи датчика тока

$$K_{дт} = 0,02.$$

Коэффициент передачи цепи обратной связи по току регулятора

$$K_{от} = K_T / K_{дт} = 0,0249 / 0,02 = 1,245.$$

Передаточная функция замкнутого контура по управлению имеет вид

$$W(p)_{т.зам} = \frac{1/K_m}{2T_{\mu m} \cdot p(T_{\mu m} \cdot p + 1) + 1} = \frac{1/K_m}{2T_{\mu m}^2 p^2 + 2T_{\mu m} \cdot p + 1} \approx$$

$$\approx \frac{1/K_m}{2T_\mu \cdot p + 1} \approx \frac{1/K_m}{2T_m \cdot p + 1}$$

Где  $T_m = 2 \cdot T_{\mu m} = 0,0034 \text{ с}$ .

Погрешность отработки заданного значения тока  $\Delta I_{уст} = 0$

## 2.8 Оптимизация контура ЭДС

Структурная схема контура ЭДС двигателя может быть упрощенно представлена в виде, приведенном на рисунке 12, если упрощенно описать контур тока усеченной до второго порядка передаточной функции и выполнить условие

$$K_{отг} \cdot K_{дг} = R_{дв} \cdot K_{дн},$$

Постоянную времени фильтра в цепи обратной связи выбираем равной

$T_{фн} = T_{дв} = 0,051$ с. Наличие апериодического звена в цепи обратной связи вызывает необходимость включения на входе системы такого же звена при  $T_2 = T_{дв} = 0,051$ с для исключения повышенного перерегулирования тока при обработке возмущения по заданию.

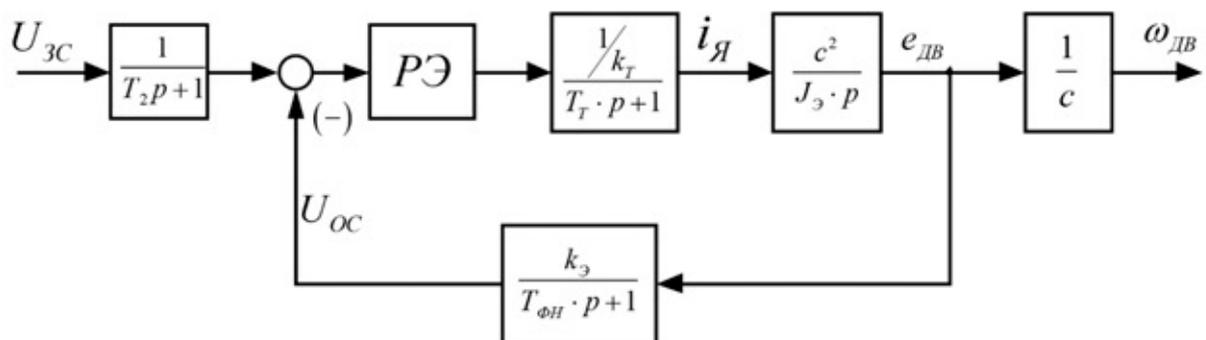


Рисунок 12- Структурная схема линейризованной САУ РЭП с обратной связью по ЭДС

Контур регулирования настраивается на модульный оптимум.

Поскольку в контуре имеется интегрирующее звено выбираем регулятор ЭДС – пропорционального типа. Коэффициент оптимизации  $a_э = 2$  Параметры регулятора находим следующим образом:

Тогда

$$K_{рег\ эдс} = \frac{J_э \cdot K_T}{K_э \cdot c^2 \cdot a_э \cdot (T_T + T_{дв})} =$$

$$= \frac{(12,3 \div 31,94) \cdot 0,0249}{0,0238 \cdot 4,86^2 \cdot 2 \cdot 0,5434} = 5,013 \div 13,02$$

где  $T_{\mu\omega} = (T_T + T_{\Phi H}) = (2 \cdot 0,00167 + 0,051) = 0,05434$ -малая постоянная времен ЭДС;

$$K_{\text{Э}} = K_{\text{ОЭ}} \cdot K_{\text{ДЭ}} \cdot K_{\text{ДН}} = U_{\text{ЗМАКС}} / E_{\text{ДВМАКС}} = 10 / 419,66 = 0,0238 \text{ В}\cdot\text{с}\cdot$$

коэффициент обратной связи по ЭДС

$$E_{\text{дв.макс}} = C_{\text{Э}} \cdot \omega_{\text{ЭП.МАКС}} = 4,86 \cdot 86,35 = 419,66 \text{ В- максимальная ЭДС}$$

двигателя при  $\omega_{\text{ЭП.МАКС}}$ .

$K_{\text{ОЭ}} = K_{\text{Э}} / K_{\text{ДЭ}} \cdot K_{\text{ДН}} = 0,0245 / 1 \cdot 0,02 = 1,225$  коэффициент передачи цепи обратной связи по ЭДС регулятора.

$$K_{\text{ДЭ}} = 1;$$

Передаточная функция замкнутого контура записанная относительно скорости двигателя.

$$W_{\text{зам}} = \frac{1 / K_{\text{Э}} \cdot C_{\text{Э}}}{a_{\text{Э}} (T_{\text{м}} + T_{\text{дв}}) P [(T_{\text{м}} + T_{\text{дв}}) P + 1] + 1} = \frac{1 / (K_{\text{Э}} \cdot C_{\text{Э}})}{a_{\text{Э}} \cdot T^2 \mu \omega \cdot p + a_{\text{Э}} \cdot T \mu \omega \cdot p + 1} =$$

$$= \frac{8,65}{0,0059 P^2 + 0,10868 P + 1}$$

Логарифмические частотные характеристики замкнутого контура ЭДС рассчитываются и строятся на основании приведённого выражения передаточной функций с использованием программы расчёта Matlab и приведены на рисунке 13.

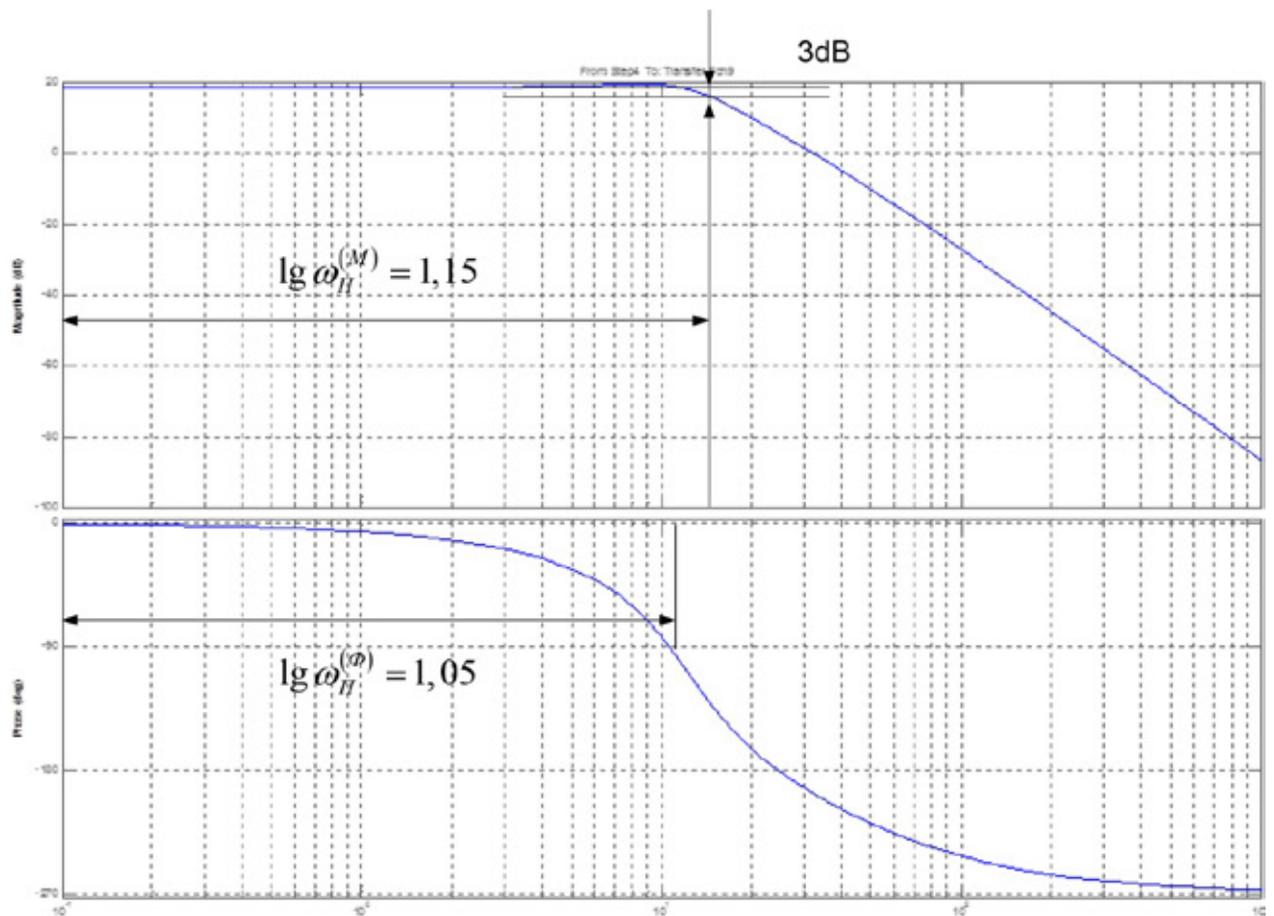


Рисунок 13 ЛАЧХ замкнутого контура ЭДС..

$$\omega_{\Pi}^{(M)} = 10^{1,15} = 14,13 \text{ рад/с}$$

$$f_{\Pi}^{(M)} = \frac{\omega_{\Pi}}{2\pi} = \frac{14,13}{6,283} = 2,25 \text{ Гц}$$

$$\omega_{\Pi}^{(\phi)} = 10^{1,05} = 11,22 \text{ рад/с}$$

$$f_{\Pi}^{(\phi)} = \frac{\omega_{\Pi}}{2\pi} = \frac{11,22}{6,283} = 1,79 \text{ Гц}$$

Ожидаемые ориентировочные показатели качества работы контура ЭДС (скорости) по управлению:

-статическая ошибка

$$\Delta\omega_{y,уст} = 0;$$

-полоса пропускания по фазе и модулю

$$\omega_n^{(M)} = \omega^{(\phi)} = \frac{0,71}{T_{\mu\phi}} = \frac{0,71}{0,05434} = 13,06 \text{ рад/с;}$$

-показатели отработки ступенчатого задания скорости

$$\sigma = 4,3\% \text{ -перерегулирование,}$$

-время первого и окончательного вхождения в 5% зону установившегося значения скорости

$$t_{py1}^{(5)} = t_{py2}^{(5)} = 4,1 T_{\mu z} = 4,1 \cdot 0,05434 = 0,22 \text{ с}$$

## 2.9 Анализ нелинейных структур САУ РЭП

### Моделирование нелинейных структур САУ РЭП

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 вентелей) 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 нагрузки, момент инерции и т.п.). Структурная схема нелинейной САУ РЭП преобразователь непрерывный представлена на рисунке 14.

В структурной схеме приняты следующие обозначения:

$W(P)_{PЭ} = K_{PЭ}$  - передаточная функция П-РЭ;

$W(P)_{PT} = K_{PT} \frac{T_{PT}P + 1}{T_{PT}P}$  - передаточная функция ПИ-РТ;

$$W(p)_{ТП} = \frac{K_{ТП}}{T_{mn}p + 1} \text{ - передаточная функция ТП;}$$

$$W(p) = \frac{C}{R_{яц} \cdot (T_{яц}p + 1) \cdot Jp} \text{ - передаточная функция передаточная функция}$$

электродвигателя;

$$W(p)_{ФЭ} = \frac{1}{T_{ФН}p + 1} \text{ - передаточная функция фильтра при } T_{ФН} = T_{дв}.$$

$K_{оэ}$  - коэффициент обратной связи по ЭДС

$K_{дэ}$  - коэффициент датчика ЭДС

$K_{дт}$  - коэффициент датчика тока

$K_{от}$  - коэффициент обратной связи по току

$K_{дн}$  - коэффициент датчика напряжения

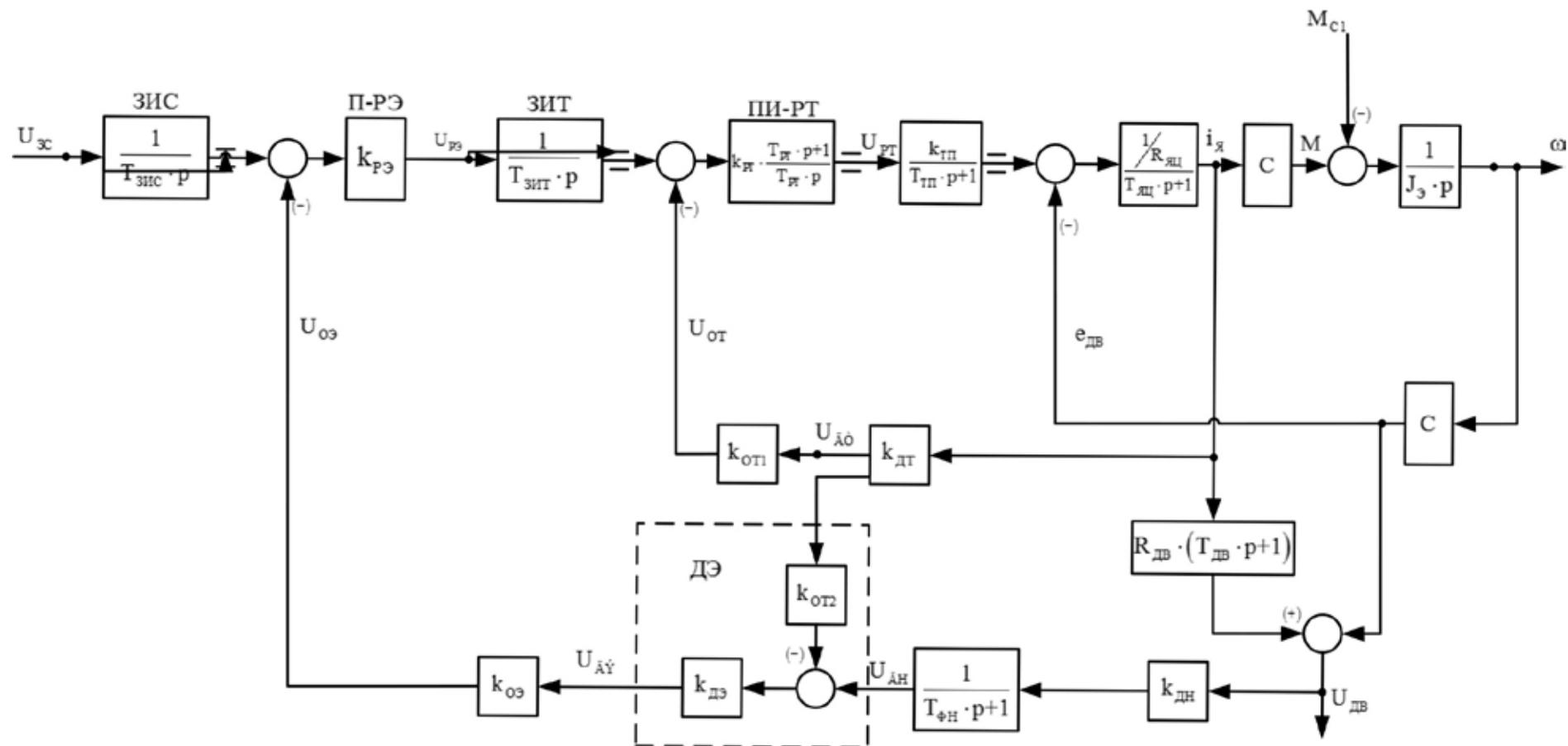


Рисунок 14 - Структурная схема нелинейной САУ РЭП преобразователь непрерывный

### **2.9.1 Расчет переходных процессов и определение динамических показателей качества нелинейной САУ РЭП преобразователь непрерывный**

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

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

Схема набора представлена на рисунке 15.

Переходные процессы нелинейной САУ РЭП преобразователь непрерывный представлены на рисунках 16-19.



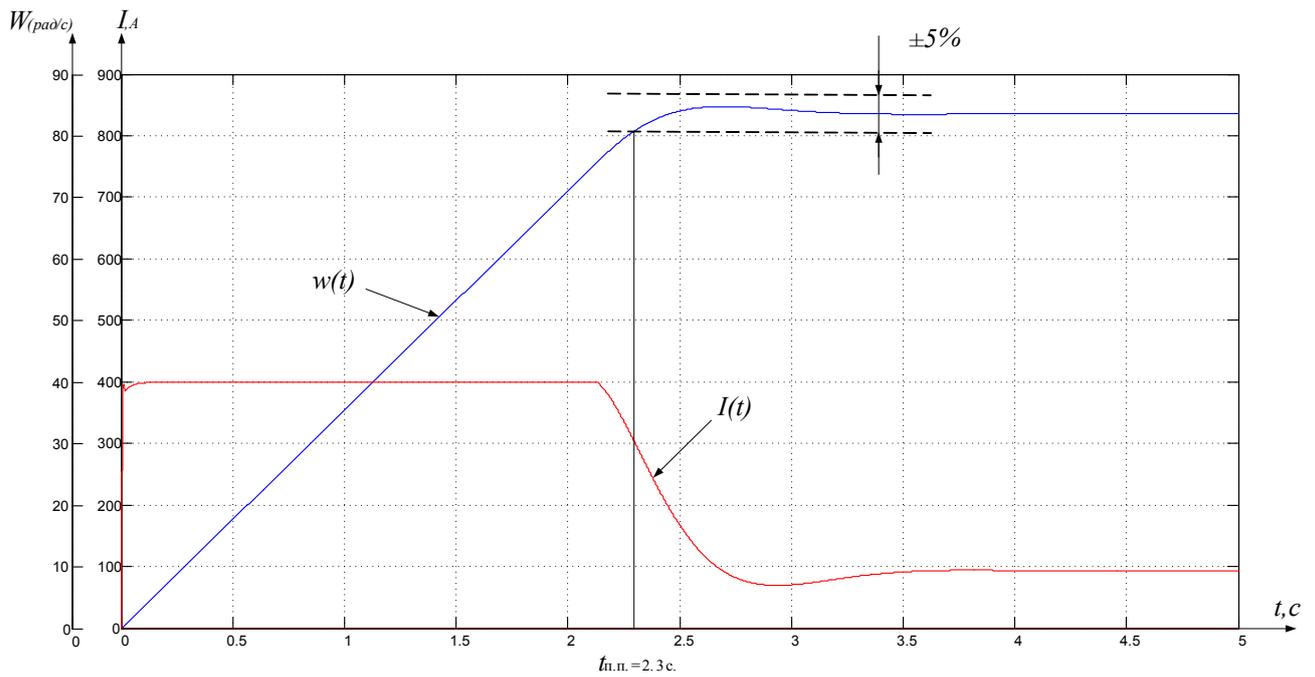


Рисунок 16 - Переходные процессы пуск без задатчика интенсивности

$U_H = 10 \text{ В}$ ;  $\omega_H = 86,35 \text{ рад/с}$ ;  $I_{\text{макс}} = 402 \text{ А}$ ;  $M_C = 449 \text{ Н} \cdot \text{м}$ .

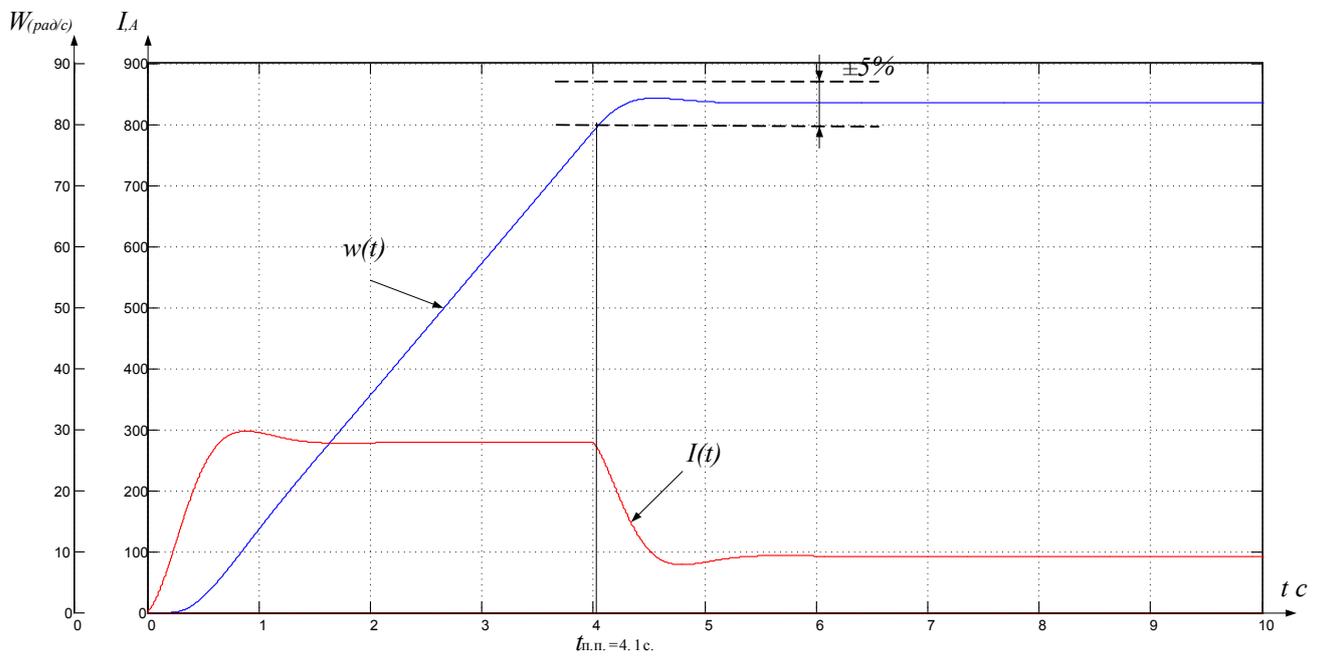


Рисунок 17 - Переходные процессы пуск с задатчиком интенсивности

$U_H = 10 \text{ В}$ ;  $\omega_H = 86,35 \text{ рад/с}$ ,  $I_{\text{макс}} = 402 \text{ А}$ ;  $M_C = 449 \text{ Н} \cdot \text{м}$ .

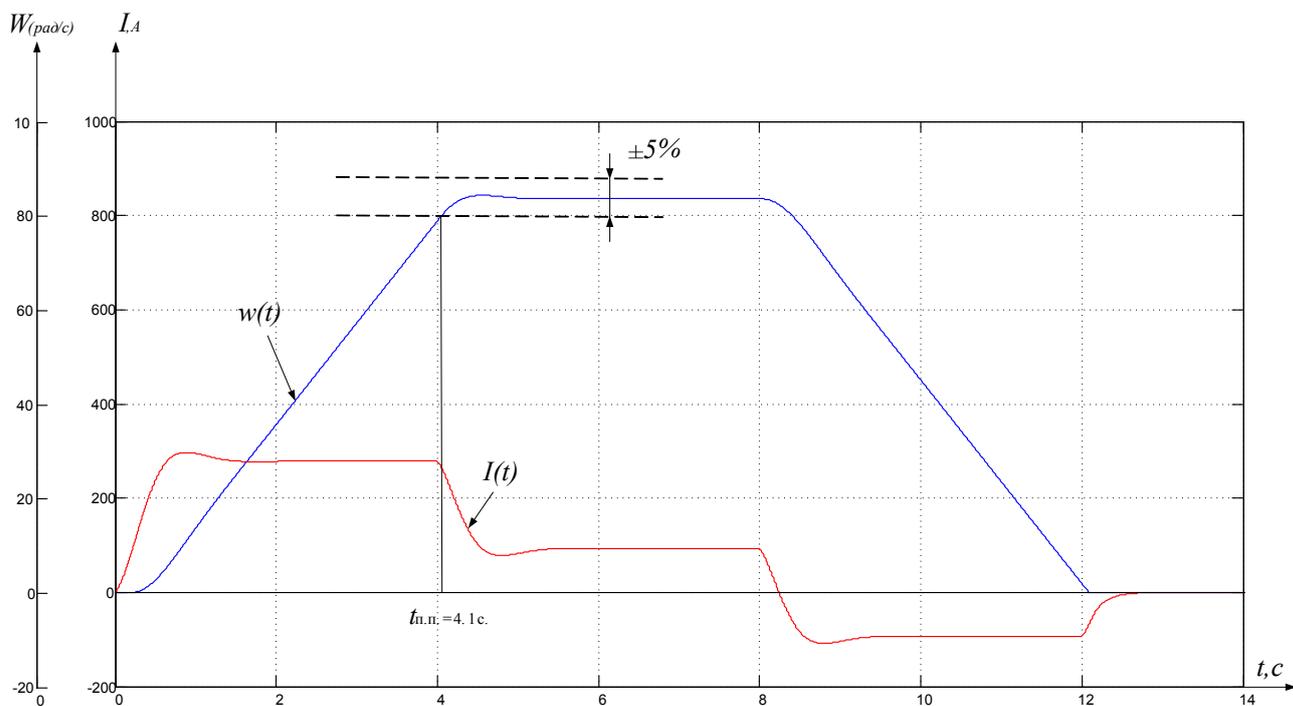


Рисунок 18 - Переходные процессы пуск с задатчиком интенсивности

$U_H = 10$  В; и останов  $U_H = 0$  В  $\omega_H = 86,35$  рад/с,  $I_{\text{макс}} = 402$  А;  $M_C = 449$  Н · м.

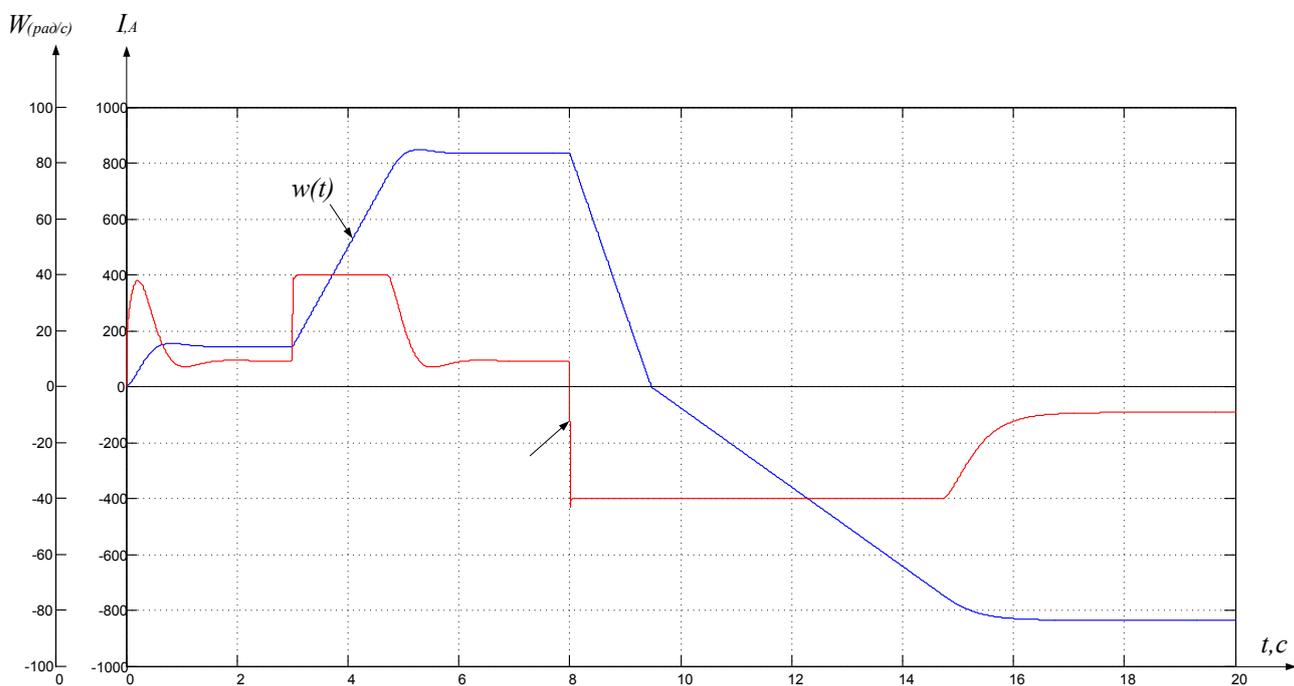


Рисунок 19 - Переходные процессы пуск на пониженной скорости

$U_H = 2$  В; переход на номинальную скорость  $U_H = 10$  В реверс  $U_H = -10$  В,  
 $\omega_H = 86,35$  рад/с,  $I_{\text{макс}} = 402$  А;  $M_C = 449$  Н · м.

## 2.10 Расчет статических электромеханических характеристик

Данный двигатель постоянного тока управляется по цепи обмотки якоря регулированием напряжения при постоянном потоке, следовательно, механические и электромеханические характеристики привода совпадают. Механические характеристики при различном напряжении на якоре двигателя представлены на рисунке 20.

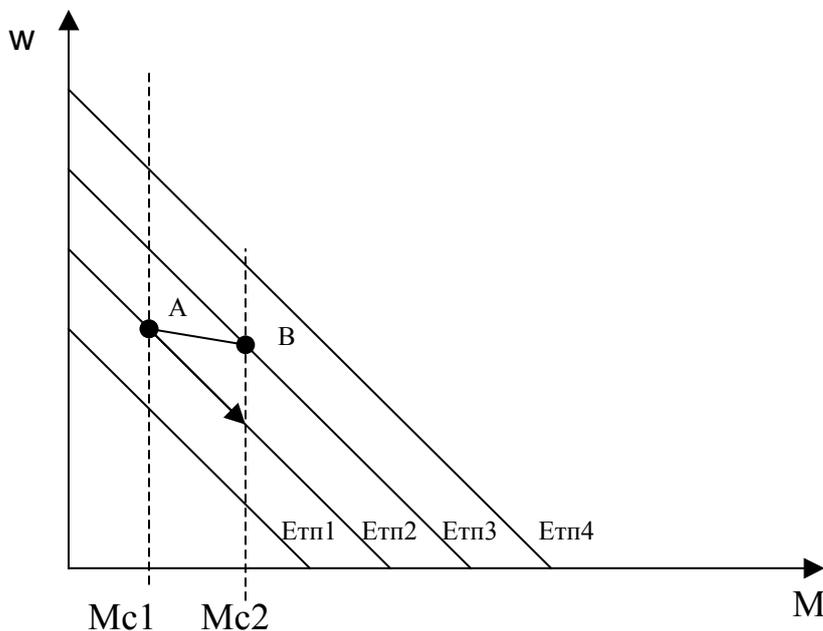


Рисунок 20 - Механические характеристики электродвигателя при регулировании напряжения на якоре

Предположим что двигатель работает на характеристике  $E_{тп2} = \text{const}$  с нагрузкой  $M_{с1}$ , в точке А. Предположим, также, что нагрузка возросла и стала равной  $M_{с2}$ . В первый момент скорость двигателя падает. Уменьшается сигнал пропорциональный ЭДС двигателя (Едв.), так как:

$$E_{дв} = C * \omega \quad (1)$$

где:  $C$  – коэффициент ЭДС и электромагнитного момента двигателя;

$\omega$  - угловая скорость двигателя.

В реальном электроприводе сигнал пропорциональный ЭДС двигателя формируется более сложно, с помощью двух датчиков – напряжения якоря двигателя и тока якоря двигателя. Однако в любом случае если система настроена правильно сигнал по ЭДС двигателя, при постоянном потоке, пропорционален скорости двигателя.

Если в первом приближении не учитывать сигнал обратной связи по току ( $U_{от}$ ), действующий на вход регулятора тока, то ЭДС тиристорного преобразователя ( $E_{тп}$ ) можно определить:

$$E_{тп} = (U_{зс} - U_{оэ}) * K_{рэ} * K_{рт} * K_{тп} \quad (2)$$

где:  $K_{рэ}$  – коэффициент передачи регулятора ЭДС;

$K_{рт}$  - коэффициент передачи регулятора тока (для ПИ регулятора, в статике, равен собственному коэффициенту усиления операционного усилителя);

$K_{тп}$  - коэффициент передачи тиристорного преобразователя;

$U_{зс}$  – напряжение задания скорости;

$U_{оэ}$  – напряжение обратной связи по ЭДС.

Как следует из (2) уменьшение сигнала обратной связи по ЭДС приводит к увеличению ЭДС тиристорного преобразователя. Привод переходит на характеристику  $E_{тпз}$  в точку В, и т.д. В результате формируется характеристика замкнутой системы более жесткая, чем характеристики разомкнутой системы.

Для вывода уравнения электромеханической характеристики электропривода составим систему уравнений, которые описывают электропривод в статике:

$$U_{урэ} = U_{зс} - U_{оэ} \quad (3)$$

$$U_{оэ} = (U_{дв} * K_{дн} - K_{дт} * K_{от2} * I_{дв}) * K_{дэ} * K_{оэ} \quad (4)$$

$$U_{рэ} = K_{рэ} * U_{урэ} \quad (5)$$

$$U_{урт} = U_{рэ} - U_{от} \quad (6)$$

$$U_{от} = K_{дт} * K_{от} * I_{дв} \quad (7)$$

$$U_{рт} = K_{рт} * U_{урт} \quad (8)$$

$$E_{тп} = K_{тп} U_{рт} \quad (9)$$

$$U_{тп} = E_{тп} - I_{дв} * R_{тп} \quad (10)$$

$$U_{тп} = U_{дв} \quad (11)$$

$$U_{дв} = E_{дв} + I_{дв} * R_{дв} \quad (12),$$

где:  $U_{урэ}$  – напряжение управления регулятора ЭДС;

$K_{дт}$  – коэффициент передачи датчика тока;

$K_{от2}$  – коэффициент обратной связи по току в контуре регулятора ЭДС;

$I_{дв}$  – ток якоря двигателя;

$U_{дв}$  – напряжение на якоре двигателя;

$K_{дн}$  - коэффициент передачи датчика напряжения якоря двигателя;

$K_{дэ}$  - коэффициент передачи датчика ЭДС;

$K_{оэ}$  - коэффициент обратной связи по ЭДС;

$U_{рэ}$  – выходное напряжение регулятора ЭДС;

$U_{от}$  – напряжение обратной связи по току двигателя;

$K_{от1}$  - коэффициент обратной связи по току в контуре регулятора тока;

$U_{рт}$  – выходное напряжение регулятора тока;

$U_{тп}$  - выходное напряжение тиристорного преобразователя;

$R_{тп}$  – эквивалентное сопротивление тиристорного преобразователя;

$E_{дв}$  – противо ЭДС обмотки якоря двигателя;

$K_{дв}=1/C=0,206$  - коэффициент передачи двигателя.

Структурная схема силовых цепей для режима стабилизации скорости приведена на рисунке 21.

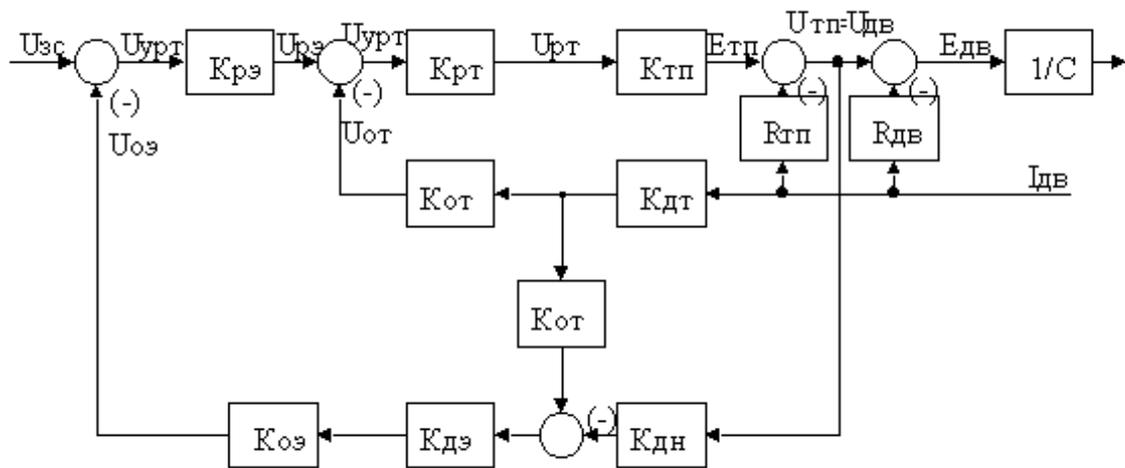


Рисунок 21 Структурная схема силовых цепей для режима стабилизации скорости

Решим систему уравнений (3 – 12) относительно угловой скорости двигателя:

$$\begin{aligned}
 W &= \frac{K_{дв} * K_{тп} * K_{рт} * K_{рэ} * U_{зс}}{1 + K_{тп} * K_{рт} * K_{рэ} * K_{дэ} * K_{оэ} * K_{дн}} - \\
 - I_{дв} * K_{дв} * \frac{R_{яц} + K_{тп} * K_{рт} * K_{рэ} * K_{дэ} * K_{оэ} * K_{дн} * R_{дв}}{1 + K_{тп} * K_{рт} * K_{рэ} * K_{дэ} * K_{оэ} * K_{дн}} \frac{\ddot{\varphi}}{\varphi} & \quad 13) \\
 - I * K_{дв} * \frac{K_{тп} * K_{рт} * K_{дт} * K_{от1} - K_{тп} * K_{рт} * K_{рэ} * K_{дэ} * K_{оэ} * K_{дт} * K_{от2}}{1 + K_{тп} * K_{рт} * K_{рэ} * K_{дэ} * K_{оэ} * K_{дн}} \frac{\ddot{\varphi}}{\varphi} &
 \end{aligned}$$

При увеличении нагрузки скорость двигателя падает и, как



Решим систему уравнений (14 – 22) относительно угловой скорости двигателя:

$$\omega(I) = \frac{K_{PЭ} \times K_{УРТ} \times K_{ПТ}}{K_{PЭ} \times K_{УРТ} \times K_{ПТ} \times K_{Э} \times C + C} \times U_{ЗЭ} - \frac{1 + \frac{K_T \times K_{УРТ} \times K_{ПТ}}{R_{ЯЦ}}}{1 + K_{PЭ} \times K_{УРТ} \times K_{ПТ} \times K_{Э}} \times \frac{R_{ЯЦ} \times I}{C} = \omega_0(U_{ЗЭ}) - D\omega(I), \quad (23)$$

Для определения тока стопорения двигателя решим (23) относительно тока, при  $\omega=0$ . Получим:

$$I_{ст} = \frac{K_{Тп} * K_{рт} * U_{рэн}}{C} / \frac{R_{яц} + K_{Тп} * K_{рт} * K_{дт} * K_{от1}}{C} =$$

$$= \frac{76,66 \times 20000 \times 10}{4,86} / \frac{0,27 + 76,66 \times 20000 \times 0,02 \times 1,245}{4,86} = 401,6 \text{ А} \quad (24)$$

Рассчитаем электромеханические характеристики электропривода для найденных ранее численных значений параметров и различных задающих напряжений. Результаты расчетов сведем в таблицу 13.

Таблица 13 – Расчет электромеханических характеристик электропривода

U <sub>зс</sub> , В	ω <sub>0</sub> , рад/с	ω <sub>н</sub> , рад/с
1	8,4	7,94
5	42	41,54
10	84	83,54

Графики электромеханических характеристик приведены на рисунке 23.

Графики рассчитаны и построены при помощи прикладной программы Маhtcad 12.

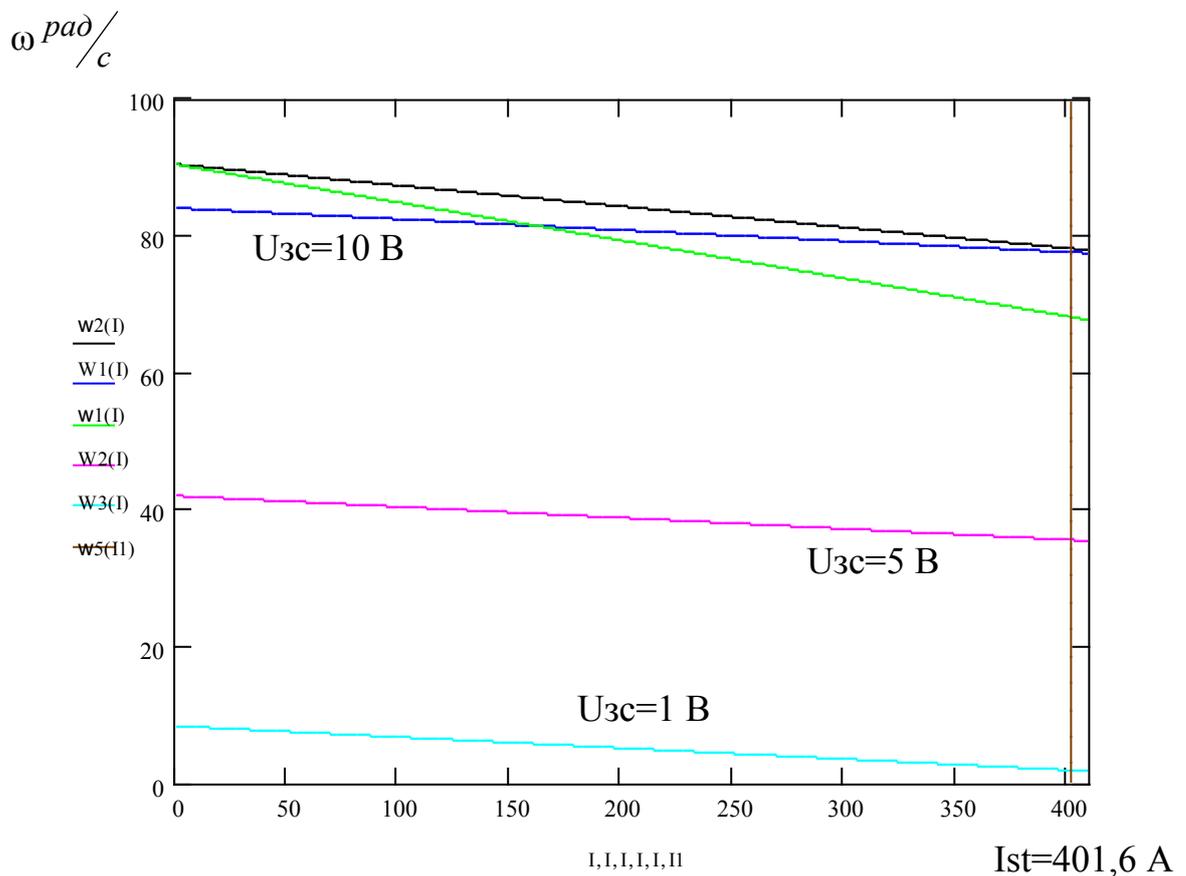


Рисунок 23 - Электромеханические характеристики при различном напряжении на якоре двигателя

Найдем погрешность поддержания скорости двигателя для каждой из рассчитанных характеристик по формуле:

$$d = \frac{W_0 - W_H}{W_0} \times 100\%$$

Результаты расчета сведем в таблицу 14.

Таблица 14 – Погрешность расчетов

Uз, В	%
1	5,5
5	1,09
10	0,55

Из анализа результатов расчетов следует, что исследуемая система обеспечивает поддержание скорости в рабочем диапазоне нагрузок с погрешностью – не более 6%, что соответствует требованиям технического задания.

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Г2Б1	Бобомуродов Бахриддин Абдурахмонович

Институт	ИнЭО	Кафедра	ЭПЭО
Уровень образования	Бакалавриат	ЭПОЭ	Электроэнергетика и электротехника

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. Технико-экономическое обоснование
2. Финансирование научно-технического проекта (НТП)
3. Планирование Н.Т.П.
4. Расчет трудоёмкости проекта по Н.Т.П.
5. Организация и планирование монтажно-наладочных работ (МНР)
6. Построение линейного графика разработки проекта.
7. Сметная стоимость научно-технического проекта
8. Определение нормативной стоимости МНР
9. Выводы по экономической части

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

График выполнения работ участниками ПНР

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Фигурко А.А	к.э.н.доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Г2Б1	Бобомуродов Бахриддин Абдурахмонович		

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

### **3.1 Введение**

Переход к рыночной экономике требует от предприятий повышения эффективности производства, конкурентоспособности продукции и услуг на основе внедрения достижений научно-технического прогресса эффективных форм хозяйствования и управления производством. Быстрое обновление технологии и продукции в современных условиях требует гибкости, постоянной модернизации производства, экономического механизма и механизма управления проектом, которые бы обеспечили целостный подход, координацию и взаимодействие на всех этапах цикла между заказчиком, проектировщиком и производителем.

Создание прогрессивных систем управления требует совершенствования контактных систем, применение организационных структур, развитие инфраструктур по обслуживанию проектов на всех этапах их реализации, совершенствования технологий проектирования.

В современных условиях большой вес приобретают прогрессивные-интегрированные формы управления циклом, которые позволяют сочетать жесткие требования заказчиков к техническому уровню, растущую степень индивидуализации запросов с оптимизацией уровня стоимости и сроков реализации проектов.

Очень важное внимание следует уделять не только производственной стороне проекта, но и рыночной.

Необходима оценка платежеспособного спроса на продукцию, состояние конкуренции, анализ экономической и финансовой устойчивости и результативности.

Контакт с потребителем является неременным условием поддержания конкурентоспособности продукции.

Запросы потребителей - экономический фундамент предпринимательства. Именно на запросы и нужды потребителей должно опираться производство.

### **3.2 Техничко-экономическое обоснование**

Внедрение тиристорного преобразователя типа КТЭ нашло большое применение во многих цехах ОАО "ЗСМК". Повсеместная унификация оборудования, доказала свою эффективность при подготовке обслуживающего персонала. Тем самым решается проблема быстрого реагирования на неполадки, сбои и аварийные режимы работы электрооборудования. Во время производственного процесса рабочие сами отвечают за свой участок, цех, конкретный агрегат.

Кроме того на месте проще проанализировать причины сбоя в наладке и работе оборудования с необходимыми показателями.

Возрастает заинтересованность рабочих в результатах своего труда, позволяет им принимать решение о своевременном выводе физически и морально устаревшего оборудования.

В данном разделе произведен расчет проектирования и установки тиристорного преобразователя КТЭ сталевоза, который входит в технологическую линию кислородно-конверторного цеха.

### **3.3 Финансирование научно-технического проекта (НТП)**

Финансирование Н.Т.П. включает в себя четыре этапа:

1. Предварительное изучение жизнеспособности Н.Т.П.

До представления Н.Т.П. инвесторам проводится предварительный анализ жизнеспособности проекта. Это делается для определения того, стоит ли проект дальнейших затрат времени и средств.

## 2. Разработка плана реализации проекта.

Этот этап охватывает процесс от момента предварительного изучения жизнеспособности проекта до организации его финансирования. На этом этапе проводится оценка всех показателей и рисков по Н.Т.П. с анализом возможных путей развития экономической, политической и др. ситуаций, прогнозирование влияния на жизнеспособность проекта таких факторов, как процентные ставки по кредитам, темп роста инфляции, валютные риски и т.д.

## 3. Организация финансирования.

Здесь разрабатываются предложения по организации схемы финансирования Н.Т.П.

## 4. Контроль выполнения плана и условий финансирования.

Финансирование Н.Т.П. должно обеспечить решение двух основных задач:

- а) обеспечение такой динамики инвестиций, которая позволила бы выполнить Н.Т.П. в соответствии с временными ограничениями;
- б) снижение затрат финансовых средств и риска Н.Т.П. за счёт соответствующей структуры инвестиций и максимальных налоговых льгот.

Различают четыре способа финансирования:

- акционерные инвестиции;
- финансирование из государственных источников;
- лизинговое финансирование;
- долговое финансирование.

Таблица 15 - Формы и источники финансирования инвестиционных проектов.

Формы финансирования	Источники финансирования
Собственные финансовые ресурсы	Прибыль; амортизационные отчисления; средства, выплачиваемые страховыми компаниями в виде возможных потерь от стихийных бедствий, аварий и т.д.
Внутрихозяйственные резервы инвесторов	Прибыль, амортизационные отчисления, накопленные от отчисления граждан и юридических лиц
Заёмные финансовые средства	Облигационные займы, банковские кредиты, бюджетные кредиты
Лизинговое финансирование	Финансовый лизинг, оперативный лизинг, возвратный лизинг
Иностранные инвестиции	Капитал иностранных юридических и физических лиц
Международное инвестирование	Кредиты всемирного банка, Европейского банка, Реконструкции и развития, средства международных фондов, агентств крупных страховых компаний

### 3.4 Планирование Н.Т.П.

Планирование Н.Т.П. имеет большое значение. Цель которого – обеспечение рационального ведения работ, увеличение производительности труда, уменьшение материальных затрат. Планирование вытекает из необходимости принимать решение сегодня о том, что должно произойти в будущем и определить стратегию формирования этого будущего.

При постановке какой – либо задачи, всю последовательность решения этой задачи мы можем показать на примере схемы 28.

Таким образом, планирование представляет собой набор действий и решений, которые ведут к достижению поставленной цели.

Любой Н.Т.П. выполняется по этапам. Число этапов и их содержание зависит от особенностей разрабатываемой темы.

В данной работе можно выделить следующие этапы, таблица 15.

Таблица 15 - Этапы проведения Н.Т.П.

Этап	Под этап	Содержание работ	Исполнитель
I. Подготовительный	1	Получение задания	Научный руководитель
	2	Подбор и изучение литературы	Инженер-пр.
	3	Написание литературного обзора	Инженер-пр.
	4	Выбор методики испытания	Научный руководитель
	5	Подготовка привода к испытанию	Инженер-пр.
II. Экспериментальный	6	Отладка установки и подготовка её к эксперименту	Научный руководитель
	7	Проведение механических испытаний	Инженер-пр.
	8	Проведение электрических испытаний	Инженер-пр.

Продолжение таблицы - 15.

III. Заключительный	9	Обработка результатов	Инженер-пр.
	10	Обоснование результатов	Научный рук. Инженер-пр.
	11	Оформление Н.Т.П.	Инженер-пр.
	12	Оформление графической части	Инженер-пр.
	13	Обсуждение с заказчиком Сдача Н.Т.П.	Инженер-пр. Научный руководитель

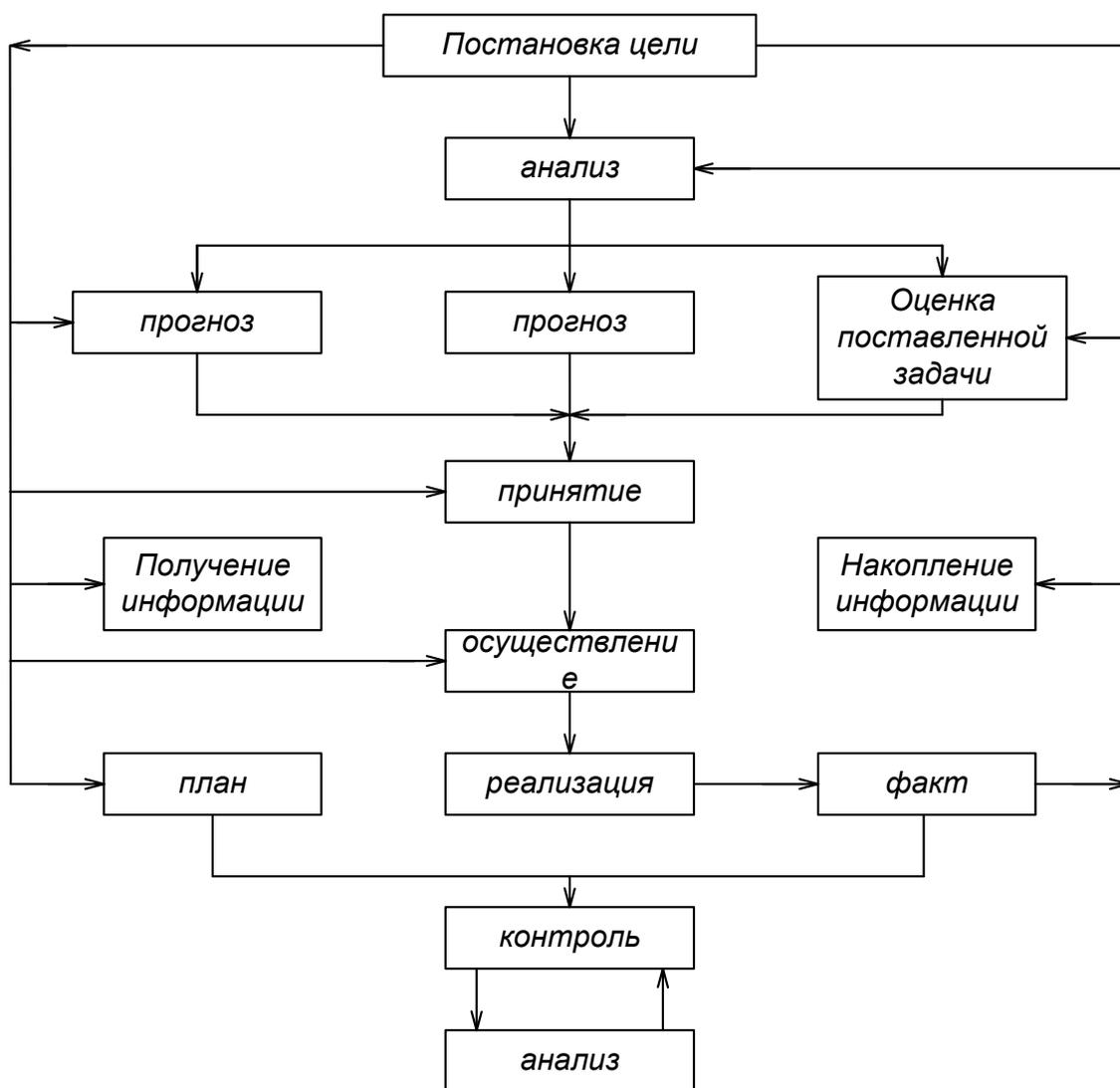


Схема 28 - Последовательность решений при постановке задачи.

### 3.5 Расчет трудоёмкости проекта по Н.Т.П.

Каждый этап Н.Т.П. требует определенных затрат труда, т.е. должен характеризоваться определенной трудоёмкостью, которая измеряется в человек – часах.

Для расчета трудоёмкости используется вероятностный метод, в основе которого лежат две оценки времени выполнения:

$t_{\text{МИН}}$  – время выполнения работ при благоприятном стечении обстоятельств (чел/днях);

$t_{\text{МАК}}$  – время выполнения работ при неблагоприятном стечении обстоятельств (чел/днях).

Трудоёмкость выполнения каждого цикла определяется по формуле:

$$T_{\text{ОЖ}} = \frac{3 * t_{\text{МИН}} + 2 * t_{\text{МАК}}}{5}$$

где

$T_{\text{ОЖ}}$  – время математического ожидания – трудоёмкость в человеко/днях.

Трудоёмкость всей темы определяется по формуле:

$$T_{\text{ПРОЕКТА}} = \sum_{i=1}^n t_{\text{ОЖ}i}$$

где

$n$  – число подэтапов.

Трудоёмкость всего проекта в рабочих днях определяется по формуле:

$$T_{\text{ЭР}} = (t_{\text{ОЖ}} / N) * K_{\text{Д}}$$

где

$N$  – число исполнителей;

$K_{\text{Д}}$  – коэффициент, учитывающий дополнительные затраты времени

для контрольных операций и т.д.

$K_d=1.15, 1.25$  Принимаем  $K_d=1.2$

Трудоёмкость всего проекта в календарных днях определяется по формуле:

$$T_{\text{эк}} = T_{\text{эр}} * K_p$$

где

$K_p$  – переводной поправочный коэффициент.

$$K_p = \frac{T_k}{T_k - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}$$

где

$T_k = 365$  дней;

$T_{\text{вых}} = 104$  - количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}} = 12$  - количество праздничных дней в году.

$$K_p = \frac{365}{365 - 104 - 9} = 1.45$$

Среднеквадратичное отклонение определяется по формуле:

$$s^2 = \frac{(t_{\text{макс}} - t_{\text{мин}})^2}{25}$$

Все результаты расчетов приведены в таблице 16.

Таблица 16 - Расчет трудоёмкости проекта по Н.Т.П.

Этап	Под этап	$t_{\text{мин}}$ , дн.	$t_{\text{макс}}$ , дн.	$t_{\text{ож}}$ , дн.	Тэр		Тож		$s^2$
					в раб.днях	в кал.днях	Инже нер	Науч. Руко вод.	
I	1	1	2	1.4	----	1.68	---	2.436	0.04
	2	6	7	6.4	7.68	---	11.13	---	0.04
	3	12	14	12.8	15.36	---	22.27	---	0.16
	4	2	4	2.8	----	3.36	---	4.872	0.16
	5	7	14	9.8	11.76	---	17.05	---	1.96

Продолжение таблицы 16 - Расчет трудоёмкости проекта по Н.Т.П.

II	6	20	30	24	---	28.8	---	41.76	4
	7	35	40	37	44.4	---	64.38	---	1
	8	15	20	17	20.4	---	29.58	---	1
III	9	3	4	3.4	4.08	---	5.916	---	0.040
	10	3	4	3.4	2.04	2.04	2.958	2.958	0.04
	11	4	5	4.4	5.28	---	7.656	---	0.04
	12	2	2	2	2.4	---	3.48	---	0
	13	5	7	5.8	6.96	6.96	10.1	6.96	0.16
Общая трудоём кость		115	153	130	120.4	42.8	174.5	58.98	---

### 3.6 Организация и планирование монтажно-наладочных работ (МНР)

Стоимость электрооборудования и его монтаж занимают большой удельный вес в общей стоимости развития любого производства.

Электромонтажные работы подразделяются на работы по монтажу следующих видов электроустановок:

-распределительных устройств и подстанций;

-силового электрооборудования.

Силовое электрооборудование - это крупные электрические машины и агрегаты, пульты, щиты, пускорегулирующая аппаратура.

### 3.6.1 Нормы проведения (МНР) электропривода сталевова

Все организационно-плановые мероприятия при выполнении МНР осуществляются в строгом соответствии с типовыми нормами их проведения.

Основное влияние на нормативное время проведения МНР и, соответственно, стоимость, оказывает технико-производственная характеристика, степень сложности, уровень подготовки персонала, занимающегося МНР, их техническим оснащением и квалификацией. Нормы проведения МНР подразумевают выполнение работ специально подготовленным, в области электромонтажных работ персоналом. Нормативы проведения МНР электропривода сталевова, по основным его функциональным элементам приведены в таблице 17.

Таблица 17 - Нормативы проведения МНР

№	Наименование электрооборудования	Продолжительность в часах
1	Электродвигатель постоянного тока выше 26 кВт	12
2	Силовой трансформатор мощностью до 1000кВА	22
3	Командоаппараты	14
4	Рубильники	10
5	Автоматические выключатели	12
6	Силовые распределительные шкафы	72
7	Полупроводниковый силовой Преобразователь	80
8	Соединительные кабеля	48
	Итого:	270

### 3.6.2 Структура монтажно - наладочных работ

Монтажно- наладочные работы являются важным звеном подготовки оборудования к эксплуатации. Состав МНР определён исходя из комплекта электропривода сталевоза. Конструктивно наш привод состоит из:

- электродвигателя постоянного тока серии Д-808;
- реактора ;
- преобразователя;
- силового блока с автоматическими выключателями;
- блока управления и регулирования.

Целью МНР является доведение электропривода сталевоза до требований, предъявляемых технологическим процессом.

Весь комплекс работ разделим на этапы и определим в процентном соотношении время выполнения работ по каждому этапу отдельно, таблице 18.

Таблица 18 - Этапы в процентном соотношении

	Этапы МНР	Время выполнения, %
1	Подготовительные работы	10
2	проверочные работы	20
3	наладочные работы	50
4	комплексное опробование	15
5	оформление отчётной и приёмно-сдаточной документации	5
	итого:	100

Договорная цена на выполнение МНР 500000 рублей.

Состав бригады:

- 1.инженер-наладчик
- 2.электромонтер 5<sup>го</sup> разряда
- 3.электромонтер 5<sup>го</sup> разряда

#### 4.электромонтер 4<sup>го</sup> разряда

Полный комплект МНР и последовательность их выполнения сведём в таблице 19.

Таблица 19 - Комплект МНР и последовательность их выполнения

Наименование работ	Испол-ль	Часы
1. Подготовительный этап:		
- Ознакомление с проектом электроустановки, Выявление неточностей	1,2,3,4	9
- Составление рабочего графика проведения МНР и согласование его с предприятием	1,2,3,4	9
- Подготовка аппаратуры и инструмента	1,2,3,4	4
- Внешний осмотр электрооборудования и проверка готовности	1,2,3,4	2
- Определение соответствия технических характе- ристик, установленного оборудования	1,2,3,4	5
- Составление рабочей программы испытаний, наладки с учетом особенностей объекта	1,2,3,4	4
Итого по п.1		27
2. Проверочные работы:		
- Проверка количества электромонтажных работ и их соответствие рабочим чертежам проекта	1,2,3,4	8
- Проверка установленной аппаратуры, градуиров- ка и снятие в необходимых случаях характеристик.	1,2,3,4	10
- Измерение аппаратурных параметров оборудова- ния и электрических систем	1,2,3,4	10
- Проверка правильности выполнения схем первых и вторых коммутаций.	1,2,3,4	12

Продолжение таблицы – 19.

- Проверка и настройка работы электрических систем дистанционного управления	1,2,3,4	14
Итого по п.2:		54
3. Наладочные работы:		
- Фазировка трансформатора опорных напряжений	1,2,3,4	16
- Наладка и настройка СИФУ.	1,2,3,4	21
- Проверка работы и функционирования блоков сигнализации и защиты	1,2,3,4	13
- Проверка узла переключения напряжений преобразователя	1,2,3,4	10
- Проверка чувствительности датчиков	1,2,3,4	10
- Проверка изменения диапазонов напряжения преобразователя	1,2,3,4	10
- Наладка устройства задания скорости	1,2,3,4	14
- Окончательная проверка и наладка защиты и блокировок	1,2,3,4	12
- Снятие и настройка необходимых характеристик элементов автоматического управления	1,2,3,4	23
- Испытание и настройка оборудования в холостую и под нагрузкой	1,2,3,4	6
Итого по п.3:		135
4. Комплексное опробование:		

Продолжение таблицы - 19

- Обеспечение взаимных связей устройств в составе электрической установки и механизмов	1,2,3,4	8
- Согласование входных и выходных параметров на входе и выходе характеристик отдельных механизмов	1,2,3,4	28
- Проверка режимов работы электропривода сталевоза	1,2,3,4	4
Итого по п.4:		40
5. Оформление документов:		
- Составление протоколов МНР.	1	3
- Внесение в один экземпляр принципиальных схем проекта и изменений, внесенных во время МНР	1	8
- Нормы проведения МНР электропривода сталевоза	1	3
Итого по п.5:		14
Итого по п. 1,2,3,4,5:		270

### 3.7 Построение линейного графика разработки проекта.

Чаще всего используют сетевые или линейные графики планирования для представления последовательности этапов разрабатываемого проекта.

Линейный график представлен на рисунке 29.

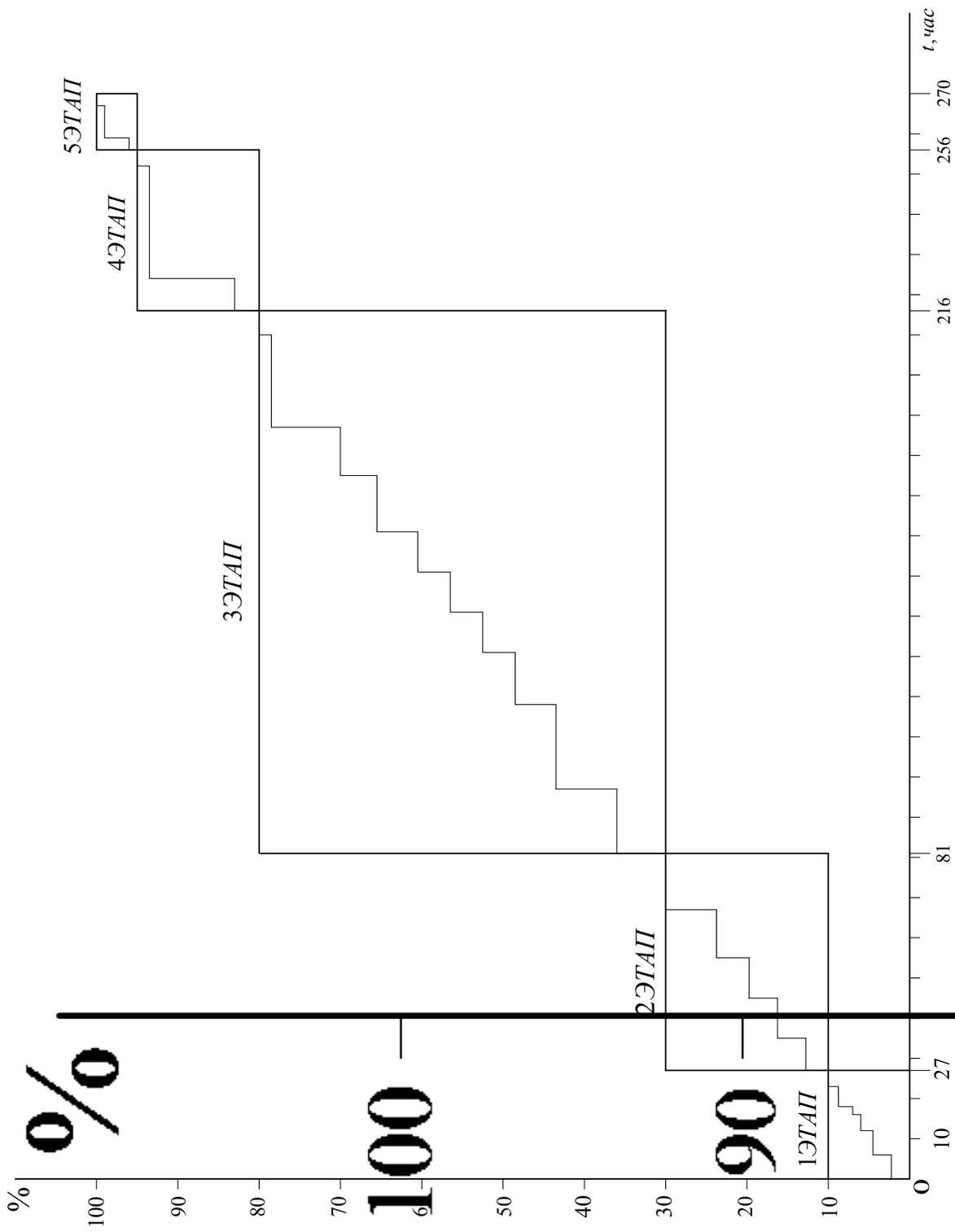


Рисунок 29-Линейный график планирования этапов МНР

### 3.8 Сметная стоимость научно-технического проекта

В смету на выполнение Н.Т.П., входят следующие элементы затрат:

- Материальные затраты;
- Заработная плата;
- Отчисления в во внебюджетные фонды;
- Прочие расходы.
- Накладные расходы;

1. Материальные затраты - затраты на необходимые материалы (бумага, накладные, и т.д.).

2. Затраты на оплату труда.

Сдельной называется оплата труда за качество и количество выработанной продукции по установленным расценкам.

Повременной называется оплата за количество проработанного времени, независимо от выработки, но с учетом квалификации работника.

В данной работе инженер и научный руководитель имеют повременную форму оплаты труда.

Оплата труда бывает основной и дополнительной.

К основной относится оплата, начисленная за проработанное на предприятии время плюс различные доплаты, к которым относятся сверхурочная работа, работа в выходные дни, региональные добавки, премии.

Дневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З = \frac{З_m * К_p}{F_d}$$

где  $З_m$  - месячная зарплата;

$К_p$  - коэффициент, учитывающий выплату премии и доплат.  $К_p=1.3$

$F_d$  - количество рабочих дней в месяц.  $F_d=21$  день.

Основная зарплата рассчитывается по формуле:

$$Z_{осн} = 3 * t_p$$

где

$t_p$  - период рабочего времени руководителя, инженера.

$t_{инженера-пр.} = 120$  дней.

$t_{научного\ руководителя} = 3$  дней.

Дополнительная зарплата - это выплаты за неотработанное время, оплата отпусков и т.д.

$$Z_{доп} = 0.1 * Z_{осн}$$

Согласно ЕТС (единой тарифной системе) научный руководитель имеет 15<sup>й</sup> разряд, инженер - 12<sup>й</sup> разряд.

Таблица 20 - Заработная плата

Исполнители	Тарифный коэффициент	Оклад	Дневная зарплата	Основная зарплата	Дополнительная зарплата
Инженер	4.18	21000	1300	156000	15600
Научный руководитель	6	30000	1860	39060	3906

Затраты на оплату труда вычисляются по формуле:

$$\dot{a} (Z_{осн} + Z_{доп}) = 156000 + 15600 + 39060 + 3906 = 214566 \text{ руб.}$$

3. Отчисления на социальные нужды 30,2%

$$P_{отч\ соц} = 0,32 * 214566 = 68661,12 \text{ руб.}$$

#### 4. Накладные расходы.

Это расходы связанные с производством, управлением и хозяйственным обслуживанием.

$$P_{\text{накл.}}=0,65*214566=139467,9\text{руб.}$$

#### 5 Прочие расходы.

Сюда входят износ нематериальных активов, арендная плата, обязательные страховые платежи, налоги и т.д.

Принимаются в размере 5 - 10% от суммы всех статей расходов.

$$\begin{aligned} P_{\text{пр.}} &= 0,05 * S(\text{Зосн.} + \text{Здоп.}) + P_{\text{соц}} = \\ &= 0,05 * (214566 + 139467,9) + 68661,12 = 86362,82\text{руб.} \end{aligned}$$

Общая смета затрат представлена в таблице 21.

Таблица 21 - Общая смета затрат

№	Статьи затрат	На НТП
1.	Основная зарплата	214566
2.	Отчисления на в Единый социальный фонд	68661,12
3.	Прочие расходы	43602
4.	Накладные расходы	139467,9
Итого		466297,02

Прибыль от реализации НТП, без учета НДС и налога на прибыль, составляет:

$$P_p = C_{\text{дог}} - P_{\text{общ}} = 540000 - 466297,02 = 73702,98\text{рублей.}$$

### 3.9 Определение нормативной стоимости МНР

Определение нормативной (базисной) стоимости МНР производим согласно [ 10 ]. таблице 22.

Таблица 22 - Стоимость МНР

№	Наименование оборудования и работ			Стоимость работ, руб.	
		ед. изм	кол - во	в ценах 2014 г.	Всего
1.	Трансформатор 3-х фазный до 1кВт	шт.	1	130	130
2.	Реактор сглаживающий.	шт.	1	1170	1170
3.	Выключатель трёх полюсный.	шт.	2	520	1040
4.	Схема вторичной коммутации.	сх.	2	1300	2600
5.	Блок питания.	шт.	2	3900	7800
6.	Двигатель постоянного тока.	шт.	1	468	468
7.	Тиристорный преобразователь.	шт.	1	30420	30420
8.	Датчики контактные.	шт.	8	910	7280
9.	Бесконтактные элементы.	шт.	20	1430	28600
10.	Функциональная группа Управления	шт	1	6370	6370
11.	Контур регулирования.	сх.	3	15470	46410
12.	Схема защиты.	сх.	2	4290	8580
13.	Фазировка электрической линий	фаз.	2	117	234

Продолжение таблицы - 22.

14.	Снятие на осциллограф.	осц.	30	135	4056
15.	Измерение сопротивления.	изм	6	390	2340
16.	Цепи вторичной коммутации.	цепь	6	390	2340
17.	Статический преобразователь.	пр.	6	9.	546
18.	Технологический комплекс.	ком	1	30420	30420
Итого:					180570

Стоимость материалов, необходимых для МНР, приведена в таблице 23.

Таблица 23 - Стоимость материалов для МНР

N	Наименование материала	Ед. изм	Кол.	Стоимость руб.	
				За ед.	Всего
1.	Провод монтажный РКТМ - 1.	М.	10	300	3000
2.	Стеклотекстолит СТЗ - 5.	Кг.	25	800	20000
3.	Уголок алюминиевый.	Кг.	12	200	2400
4.	Уголок стальной.	Кг.	30	150	4500
5.	Зажим фланцевый ЗФ - 6.	Шт.	24	100	2400
6.	Наконечники кабельные.	Шт.	115	20	2300
7.	Уплотнители резиновые.	Шт.	23	40	920
Итого:					35520

Цены на пусконаладочные работы содержат только основную заработную плату монтажно - наладочного персонала, рассчитанную на основе тарифных ставок и среднемесячных должностных окладов без учёта районного коэффициента.

Рассчитаем заработную плату персонала с учётом районного коэффициента:

$$Зпл=1.3 * Ц_{мнр}=1.3 * 180570=234741 \text{ руб.}$$

где

$k=1.3$  - районный коэффициент для г. Новокузнецка.

Предприятие отчисляет:

-На социальные нужды 32%

$$Ротч = 0.26 * 234741 = 75117,12 \text{ руб.}$$

Накладные расходы по МНР составляют 65% нормативов от основной зар.платы:

$$Рр=0.65 * 234741=152581,7 \text{ руб.}$$

Прочие расходы:

$$Рпр.=0.06 * (234741+152581,7+75117,12+35520) = 29877,58 \text{ руб.}$$

Общая смета затрат представлена в таблице 24.

Таблица 24 - Общая смета затрат

№	Статьи затрат	На МНР
1.	Материальные затраты	4764
2.	На зарплату	234741
3.	Выплаты на социальные нужды	61032,7
4.	Накладные расходы	152581,7
5.	Прочие расходы	29032,5
Итого		482151,9

Прибыль от выполнения МНР, без учета НДС и налога на прибыль, составляет

$$P_p = C_{дог} - P_{общ} = 500000 - 482996,98 = 17003,02$$

Общая сумма затрат на выполнение работы по проектированию и установке составляет

$$P = P_{общ.нтп} + P_{общ.мнр} = 466297,02 + 482996,98 = 949294 \text{ руб.}$$

Общая сумма прибыли составляет

$$P_p = P_{рнтп} + P_{рмнр} = 73702,98 + 17003,02 = 90706 \text{ руб.}$$

### **3.10 Выводы по экономической части**

В данном разделе были рассмотрены вопросы проектирования, планирования, финансирования и проведения МНР электропривода сталево­за.

Составлены сметы затрат на выполнение НТП и проведение МНР. Общие затраты, соответственно, составили 130316,46руб. и 497071,4руб.

Цена договора на выполнение НТП была принята в размере 200000 руб. и на проведение МНР - 500000 руб. Сумма общей прибыли в результате реализации данного проекта составила 72612,13руб.

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b> 3-5Г2Б1	<b>ФИО</b> Бобомуродову Бахриддину Абдурахмоновичу
--------------------------	---

<b>Институт</b>	<b>ИнЭО</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Электропривода и электрооборудования</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	Электроэнергетика и электротехника

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p><i>Тема: «Электропривод сталевого грузоподъемностью 215 тонн».</i>  <i>Рабочей зоной является цех.</i>  <i>Алгоритм: подбор материалов и разработка электропривода.</i>  <i>Область применения: стальных предусматривается также в электросталеплавильных цехах с печами большой вместимостью</i></p>
---	--

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

<p><b>1. Производственная безопасность</b></p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- действие фактора на организм человека;</li> <li>- приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>- предлагаемые средства защиты;</li> <li>- (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).</li> </ul> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>- термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>- электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> </ul>	<p><i>1.1. К основным вредным факторам при эксплуатации электрооборудования относятся: Шум (ГОСТ 12.1 003-2014 ССБТ):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>уровень шума при работе электропривода составляет 52 дБ а допустимая норма 85дБ;</i></li> <li>- <i>СИЗ противошумовые наушники, вкладыши.</i></li> </ul> <p><i>Освещенность (ГОСТ Р55710-2013)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>освещенность рабочих мест составляет не менее 150 лк.</i></li> </ul> <p><i>Микроклимат в помещении (СанПин 2.2.4.548-96; СП 60.1330.2012):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>температура воздуха t=20°C;</i></li> <li>- <i>относительная влажность воздуха φ=30%</i></li> <li>- <i>скорость движения воздуха 1м/с.</i></li> </ul> <p><i>1.2. К опасным факторам при эксплуатации электрооборудования относятся:</i></p> <p><i>Механическая опасность</i>  <i>Применение электромеханического инструмента.</i>  <i>Индивидуальные средства защиты</i>  <i>ПОТ РМ-020-2001;</i>  <i>«Правила безопасности при работе с инструментом и приспособлениями»;</i>  <i>Средства:</i>  <i>1) обеспечение недоступности к опасным действующим частям машин и</i></p>
--	---

	<p>оборудования;</p> <p>2) применение приспособлений, непосредственно защищающих человека от опасного производственного фактора (1. Оградительные устройства (стационарные, съёмные, переносные, частичные, могут быть сплошными и сетчатыми); 2. Предохранительные устройства ограничения (шпонки, мембраны, блокировочные (механические, электрические, оптические и др.), которые соединены с пусковым механизмом).</p> <p>Электробезопасность Демонтаж/монтаж электрооборудования. Средства защиты: - Основные (изолирующие штанги, изолирующие клещи, указатели напряжения, электроизмерительные клещи, диэлектрические перчатки, ручной инструмент); - Дополнительные (диэлектрические боты, перчатки, изолирующий коврик, изолирующая подставка, изолирующие колпаки и накладки, штанги для выравнивания и переноса потенциала, диэлектрические (стеклопластиковые) стремянки и приставные лестницы. «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок» Приказ Минтруда России от 24.07.2013 №328н. Пожарная безопасность (Федеральный закон от 22.07.2013г. №123-ФЗ) Состав первичных средств пожаротушения: - Пожарные стволы (водные и воздушно-пенные); - Внутренние пожарные краны (действующие от внутреннего пожарного водопровода); - Огнетушители; - Сухой песок; - Асбестовый материал.</p>
<p><b>2. Экологическая безопасность:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- защита селитебной зоны</li> <li>- анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>- анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> </ul>	<p>Нет воздействия на селитебную зону; Нет воздействия на гидросферу. Нет воздействия на атмосферу. Утилизация отходов для переработки в исходный продукт ГОСТ 30772-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения. Внедрение передовых ресурсосберегающих, безотходных и малоотходных технологических</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>- разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	<p><i>решений.</i></p>
<p><b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</li> <li>- выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>- разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>- разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul>	<p><i>Причиной ЧС может послужить пожар. Меры противопожарной ситуации:</i></p> <p><i>1) План эвакуации при пожаре;</i></p> <p><i>2) Установка тепловой и дымовой сигнализации;</i></p> <p><i>3) Первичные средства пожаротушения</i></p> <p><i>ГОСТ Р 22.0.01-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Основные положения.</i></p> <p><i>Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. N 68-ФЗ "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера"</i></p>
<p><b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>- организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p><i>Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасное выполнение работ: «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок» Приказ Минтруда России от 24.07.2013 №328н.</i></p> <p><i>Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны: ГОСТ 12.2.033-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие эргономические требования</i></p>
<p><b>Перечень графического материала:</b></p>	
<p>План эвакуации при пожаре</p>	

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Король Ирина Степановна	к.х.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Г2Б1	Бобомуродов Бахриддин Абдурахмонович		

## **СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

Безопасность жизнедеятельности представляет собой систему законодательных актов и соответствующих им организационных, технических и гигиенических мероприятий, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

Целью настоящего раздела является анализ вредных и опасных факторов, воздействующих на работника, разработка мер защиты от них, а также мер, исключающих несчастные случаи на производстве, снижение вредных воздействий на окружающую среду при работе в лаборатории кафедры электропривода и электрооборудования.

### **Описание рабочей зоны**

Для осуществления производственного процесса в лаборатории кафедры электропривода и электрооборудования установлено 5 единиц различного оборудования. Технологический процесс включает в себя работу двигателей испытательной станции, сверлильного станка, компрессора.

Персонал, обслуживающий электроустановки и оборудование, работает в условиях возможного воздействия ряда неблагоприятных для здоровья факторов.

### **Анализ опасных и вредных факторов**

При эксплуатации электрического оборудования необходимо учитывать наличие и возможность воздействия следующих вредных факторов:

- повышенный уровень шума;
- недостаточной освещенности;
- пониженная или повышенная температура воздуха в производственном помещении.

К опасным факторам в лаборатории относятся следующие факторы:

- вращающиеся элементы станков, машин, механизмов и др.;
- возможность возгорания;
- возможность поражения электрическим током (случайное прикосновение к токоведущим частям оборудования).

### **Освещение рабочей зоны**

Оценка освещенности рабочей зоны необходима для обеспечения нормированных условий работы в помещениях и проводится в соответствии с ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений и СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение».

- Для осветительных установок производственных помещений принимается напряжение 380/220 В с глухозаземленной нейтралью. Питание осветительных сетей осуществляется от трансформаторов собственных нужд 6/0,38 кВ, питающих одновременно и силовые токоприемники в этих помещениях.

- Размещение осветительной арматуры зависит от количества производственного оборудования.

- Аварийное освещение предусматривается только для проходов между станками, с использованием минимального количества светильников.

- Высота установки светильников в производственных помещениях, как правило, должна быть 2,5 - 3 м.

В лаборатории принимается освещенность не менее 150 лк.

Наилучшим видом освещения является дневное, солнечное. Поэтому в соответствии с СП все помещения лаборатории имеют естественное освещение. Но дневной свет не может обеспечить нужное освещение в течении всего рабочего дня, а так же зависит от погодных условий, поэтому в лаборатории применяется как естественное, так и искусственное освещение. В качестве источников искусственного освещения применяются люминисцентные лампы дневного света.

### **Микроклимат**

Большое значение для охраны здоровья и труда человека имеет качество воздуха в производственных помещениях. Микроклимат (температура, относительная влажность, скорость движения воздуха, интенсивность теплового излучения) и содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны должны быть в пределах санитарно-гигиенических норм (ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны; СанПин 2.2.4.548-96; СП 60.1330.2012), что обеспечивается:

а) при незначительных перегревах воздуха и умеренных выбросах паров, газов, аэрозоля - применением организованной естественной вентиляции;

б) при значительных уровнях теплового воздействия и выбросов загрязнителей - устройством принудительной вентиляции, обеспечивающей снижение температуры воздуха и концентрации загрязнителей до допустимых пределов притоком свежего воздуха в рабочую зону.

Источники интенсивных выбросов загрязнителей должны оборудоваться местной вытяжной вентиляцией непосредственно от них.

При невозможности достижения нормативных показателей микроклимата воздуха рабочей зоны должна обеспечиваться защита работников системами местного кондиционирования, средствами индивидуальной защиты, регламентом трудового процесса.

Оптимальные и допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений представлены в таблице 1. Вентиляция

позволяет осуществлять регулируемый воздухообмен, обеспечивающий нормальные санитарно-гигиенические условия в производственных помещениях. В лаборатории кафедры электропривода используется общеобменная, при необходимости механическая приточно-вытяжная вентиляция.

Таблица 1 – Нормируемое качество воздуха

Сезон года	Категория работы	Температура, С°	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	I	20-30	60-40	0,2
	IIa	18-20		0,2
	IIб	17-19		0,3
	III	16-18		0,3
Теплый	I	22-25	60-40	0,2
	IIa	21-23		0,3
	IIб	20-22		0,4
	III	18-21		0,5

При оценке допустимых значений температуры и влажности воздуха учитывается категория тяжести работ. По степени физической тяжести работа относится к категории средней тяжести IIб (СанПиН 2.2.4.548-96).

Параметры микроклимата в зимнее время поддерживаются системой отопления, летом – общеобменной вентиляцией.

### Шум

Основными документами, регламентирующими воздействие шума в производственных условиях, являются:

- ГОСТ 12.1.003–2014 ССБТ. Допустимые уровни шума;
- СП 51.13330.2011. Защита от шума.

Шум — один из наиболее распространенных вредных факторов производственной среды. Источником производственного шума являются двигатели, приборы, насосы, вентиляторы и т.д. Говоря о действии шума на организм, следует иметь в виду, что он оказывает как местное, так и общее воздействие. Повышение звукового давления негативно влияет на орган слуха. При этом учащается пульс, дыхание, повышается артериальное давление, изменяются двигательная и секреторная функции желудка и других органов. Неблагоприятно отражается шум на нервной системе, вызывая головные боли, бессонницу, ослабление внимания, замедление психических реакций, что в конечном счете приводит к понижению работоспособности.

Для измерения громкости (в децибелах Дб) может быть использован двухкальный шумомер. В лаборатории допускается громкость около 70 Дб, шум на рабочем месте создаётся вентиляционной системой и производственным оборудованием.

Таблица 2. Допустимые уровни шума (ГОСТ 12.1.003–2014 ССБТ)

Категория машины	Уровни звукового давления (ДБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровни звука и эквивалентные уровни звука, по дБА
	3	25	50	00	000	000	000	000	
Выполнение всех видов работ на территории предприятий	95	87	82	78	75	73	71	69	80

В качестве защиты от шума и звука следует применять звукоизоляцию, звукопоглощение, звукоизолирующие кабины; звукоизолирующие кожухи и экраны, специальные глушители аэродинамического шума, средства индивидуальной защиты (наушники, беруши).

### **Механическая опасность**

Основными документами, регламентирующими воздействие механических опасностей в производственных условиях, являются:

- ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация;
- ГОСТ 12.1.012–90 ССБТ. Вибрационная болезнь. Общие требования;
- ГОСТ 12.2.003–91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности;
- ГОСТ 12.4.011–89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.

Особую опасность при эксплуатации различных установок и станков представляет контактирование с подвижными элементами (зубчатыми колесами, шкивами, обрабатываемой деталью, инструментом и др.), захват за незастегнутую, незаправленную надлежащим образом спецодежду, рукавицы и т.п.

Вращающиеся валы механизмов, даже когда они выполнены гладкими и вращаются с малыми оборотами, особенно выступающие их концы, должны быть ограждены.

Индивидуальные средства защиты ПОТ РМ-020-2001 «Правила безопасности при работе с инструментом и приспособлениями».

Средства:

1) обеспечение недоступности к опасно действующим частям машин и оборудования;

2) применение приспособлений, непосредственно защищающих человека от опасного производственного фактора:

2.1. Оградительные устройства (стационарные, съемные, переносные, частичные, могут быть сплошными и сетчатыми);

2.2. Предохранительные устройства ограничения (шпонки, мембраны, блокировочные (механические, электрические, оптические и др.), которые соединены с пусковым механизмом).

## **Электробезопасность**

Основным документом, регламентирующим воздействие электрического тока в производственных условиях, является ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

Электрический ток представляет значительную опасность для здоровья человека непосредственно при контакте человека с токопроводящей поверхностью.

Электробезопасность - система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного действия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Прохождение электрического тока через тело человека вызывает поражение различных органов, оказывает воздействие на нервную систему, кровеносно-сосудистую систему человека, на кровь, сердце, мозг и т.д.

Виды воздействий электрического тока на организм человека:

- термическое воздействие тока проявляется в ожогах, нагрев кровеносных сосудов, сердца, мозга и других органов, находящихся на пути протекания тока до критической температуры;

- электролитическое действие тока выражается в разложении крови, что нарушает ее состав и функции;

- механическое действие тока проявляется в значительном давлении в кровеносных сосудах и мышечных тканях;

- биологическое действие тока проявляется в раздражении живых тканей, что вызывает реакцию организма – возбуждение, что и обуславливает произвольное сокращение мышц.

При наиболее неблагоприятном исходе воздействие электрического тока может привести к смерти человека.

Основным документом, регламентирующим воздействие электрического тока в производственных условиях, является ГОСТ 12.1.009-2009.

Для защиты персонала от поражения электрическим током в лаборатории используются следующие меры: защита от случайного прикосновения; защитное заземление.

### **Защита от случайного прикосновения**

ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.

Для исключения возможности случайного прикосновения или опасного приближения к токоведущим частям обеспечивается их недоступность путем ограждения, блокировок или расположения токоведущих частей на недоступную высоту.

Ограждения применяются как сплошные, в виде кожухов и крышек, применяемые в электроустановках до 1000 В, так и сетчатые, которые имеют двери, запирающиеся на замок.

в электроустановках до 1000 В ограждаются – неизолированные токоведущие части, находящиеся под напряжением части ЭД, пусковая аппаратура, открытые плавкие вставки.

В электроустановках выше 1000 В – все без исключения токоведущие части (изолированные и неизолированные) должны быть надежно ограждены сетками, закрыты металлическими дверями, заключены в металлические ящики или расположены на недоступной высоте.

Блокировки применяются в электроустановках, в которых часто производятся работы на ограждаемых токоведущих частях и электрических аппаратах. Электрические блокировки осуществляют разрыв цепи специальными контактами, которые устанавливаются на дверях кожухов. Блокировки применяются также для предупреждения ошибочных действий персонала при переключениях.

### **Защитное заземление**

ГОСТ 12.1.030–81 ССБТ. Защитное заземление, зануление.

Защитное заземление – преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением вследствие замыкания на корпус и по другим причинам (индуктивное влияние соседних токоведущих частей, вынос потенциала, разряд молнии и т. п.). Основное назначение защитного заземления – устранение опасности поражения персонала электрическим током при появлении напряжения на конструктивных частях электрооборудования.

Стоит отметить, что защитное заземление не всегда может быть эффективным. Тогда прибегают к занулению.

## Пожарная безопасность

Основным документом, регламентирующим правила пожарной безопасности в производственных условиях, является Федеральный закон от 22.07.2013 г. №123 – ФЗ. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности.

По противопожарным требованиям к электрооборудованию, находящемуся в помещении лаборатории, это помещение можно отнести к классу помещений, опасных в отношении пожара, но не опасных в отношении взрыва, т. к. здесь используются горючие жидкости - минеральные масла - для смазки и охлаждения оборудования с температурой вспышки паров выше 45 С. Также возможно загорание или оплавление изоляции кабелей, если она выполнена из горючих материалов.

Причины пожара могут быть электрического и неэлектрического характера.

Причины электрического характера:

- искрение в электроаппаратах в результате плохого контакта, электрического разряда или пробоя изоляции;
- токи короткого замыкания, перегрузка проводников, вызывающая их нагрев;
- плохой контакт в местах пайки и соединения проводов через наконечники и оконцеватели.

Причины неэлектрического характера:

- неисправность оборудования, отсутствие смазки, в результате, нагрев трущихся частей;
- курение и разведение огня не в отведенных и необорудованных для этих целей местах.

Для устранения причин возникновения пожаров в лаборатории проводятся специальные технико-организационные мероприятия:

- пожарный щит, оборудованный полным комплектом пожарного инвентаря и инструмента;
- ящики с песком для тушения пожаров под напряжением, а также огнетушители ОУ-2;
- пожарный кран.

В лаборатории на видном месте вывешивается соответствующая наглядная агитация по технике пожарной безопасности.

Из работников лаборатории назначается ответственный за пожарную безопасность, который проводит периодический инструктаж по приемам и правилам пользования пожарным инструментом, а также контролирует техническое состояние этого инструмента и инвентаря.

Курение в неположенных местах строго запрещается.

Разведение открытого огня строго запрещается.

## **Экологическая безопасность**

Основными документами, регламентирующими экологическую безопасность в производственных условиях, являются:

- ГОСТ 17.1.3.13–86. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнений;
- ГН 2.2.5.1313–03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы;
- ГН 2.1.6.1338 – 03. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест

Важными направлениями охраны окружающей среды следует считать совершенствование технологических процессов и разработку нового оборудования с меньшим уровнем выбросов в окружающую среду, замену и по возможности широкое применение дополнительных методов и средств защиты окружающей среды.

Вследствие использования обтирочных материалов образуются твердые отходы, для которых предусмотрены места хранения, и в конце смены они очищаются. При удалении отходов с территории предприятия им присваиваются категории опасности и вывозятся на соответствующие полигоны (промышленных отходов, токсичных отходов и т.д.).

В качестве дополнительных средств защиты применяют аппараты и системы для очистки газовых выбросов и сточных вод от примесей. Важная роль в защите окружающей среды отводится мероприятиям по рациональному размещению источников загрязнения: оптимальное расположение промышленных предприятий с учетом местности; установление санитарно-защитных зон вокруг промышленных предприятий.

Производственные сточные воды после соответствующей очистки могут быть повторно использованы в технологическом процессе, для чего создаются системы оборотного водоснабжения либо замкнутые (бессточные) системы водоснабжения и канализации, при которых исключается сброс каких-либо вод в водоёмы.

Вследствие использования работниками туалетов образуются жидкие отходы для удаления, которых применяют канализационную систему.

### **Утилизация ртутьсодержащих ламп**

В лаборатории применяются ртутьсодержащие лампы. После использования, ртутьсодержащие лампы отправляются на утилизацию на специализированное предприятие (ГОСТ Р 52105-2003).

### **Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Основными документами, регламентирующими безопасность в чрезвычайных ситуациях, являются:

- ГОСТ Р 22.0.01-94. Безопасность в ЧС. Основные положения.

- ГОСТ Р 22.3.03-94. Безопасность в ЧС. Защита населения. Основные положения.

- ГОСТ Р 22.0.07-95. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники техногенных чрезвычайных ситуаций. Классификация и номенклатура поражающих факторов и их параметров.

- Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Противопожарная защита имеет своей целью изыскание наиболее эффективных, экономически целесообразных и технически обоснованных способов и средств предупреждения пожаров и их ликвидации с минимальным ущербом при наиболее рациональном использовании сил и технических средств тушения.

Все помещения лаборатории оборудованы электрической пожарной сигнализацией, которая служит для быстрого извещения службы пожарной охраны о возникшем пожаре.

Помимо пожарного оборудования в местах, определенных пожарной охраной, должны быть размещены пожарные щиты со следующим набором пожарного оборудования: топоров – 2; ломов и лопат – 2; багров железных – 2; ведер, окрашенных в красный цвет – 2; огнетушителей – 2.

При тушении пожаров в электроустановках возникает опасность поражения электрическим током. Необходимо отключить напряжение, прежде чем приступать к тушению пожара. Поражение электрическим током может наступить (ГОСТ 12.2 037-78) в результате:

- непосредственного прикосновения к токоведущим частям, находящимся под напряжением;
- прохождения тока утечки через тело человека;
- попадание под шаговое напряжение. Наибольшая вероятность поражения возникает в случае, при котором струя огнетушащего состава достигает частей электроустановки, находящейся под напряжением. Одним из решений является применение токонепроводящих огнетушащих составов.

Кроме того, возгорание возможно в труднодоступных для тушения частях установки.

Существенную роль в пожарной безопасности электроустановок играют правильный выбор и режим работы электрооборудования с учетом пожароопасности и взрывоопасности помещений.

На каждом предприятии должен быть установлен противопожарный режим и выполнены противопожарные мероприятия. Составляются карточки тушения пожара и оперативный план пожаротушения. Оперативный план пожаротушения является основным документом, состоит из графической и текстовой части и разрабатывается предприятием совместно с пожарной охраной.

При обнаружении возгораний или пожара оперативный персонал согласно регламенту:

1. Вызывает пожарную команду.

2. Оповещает руководство предприятия.
3. Производит необходимые отключения и заземления оборудования.
4. Встречает пожарную команду, производит инструктаж по ПТБ.
5. Выдает разрешение (допуск) на тушение пожара.
6. Выдает средства защиты.
7. Заземляет пожарную машину и ствол.

В Энергетическом институте, в состав которого входит лаборатория кафедры электропривода и электрооборудования разработана инструкция о конкретных мерах пожарной безопасности, противопожарном режиме и план эвакуации персонала из помещений.

Пути эвакуации персонала категорически запрещается загромождать оборудованием. На путях эвакуации устанавливаются указатели и световые табло.

Каждый случай пожара (возгорания) должен расследоваться в соответствии с «Инструкцией по расследованию и учету пожаров, происшедших на объектах энергетики» специально назначенной комиссией для установления причин, убытков, виновников возникновения пожара (возгорания) и разработки противопожарных мероприятий для других объектов.

### **Эвакуация людей из зданий и помещений**

В соответствии с требованиями главы СНиП 11-2-80 «Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений» эвакуационные пути должны обеспечивать эвакуацию всех людей, находящихся в помещениях зданий и сооружений, в течение необходимого времени эвакуации. Расчетное время эвакуации людей из помещений и зданий определяют исходя из протяженности эвакуационных путей и скорости движения людских потоков на всех участках пути от наиболее удаленных мест до эвакуационных выходов.

### **Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности Требования к рабочим местам**

ГОСТ 12.2.033-78. Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования

Конструкция рабочего места, его размеры и взаимное расположение элементов (органов управления, средств отображения информации, вспомогательного оборудования и др.) должны обеспечивать безопасность при использовании производственного оборудования по назначению, техническом обслуживании, ремонте и уборке, а также соответствовать эргономическим требованиям.

Необходимость наличия на рабочих местах средств пожаротушения и других средств, используемых в аварийных ситуациях, должна быть установлена в стандартах, технических условиях и эксплуатационной документации на производственное оборудование конкретных групп, видов, моделей (марок)

Если для защиты от неблагоприятных воздействий опасных и вредных производственных факторов в состав рабочего места входит кабина, то ее конструкция должна обеспечивать необходимые защитные функции, включая создание оптимальных микроклиматических условий, удобство выполнения рабочих операций и оптимальный обзор производственного оборудования и окружающего пространства. Размеры рабочего места и размещение его элементов должны обеспечивать выполнение рабочих операций в удобных рабочих позах и не затруднять движений работающего.

При проектировании рабочего места следует предусматривать возможность выполнения рабочих операций в положении сидя или при чередовании положений сидя и стоя, если выполнение операций не требует постоянного передвижения работающего.

#### **Система «человек-машина». Пульты управления. Общие эргономические требования. (ГОСТ 23000-78).**

Управление всеми установками в лаборатории происходит с пультов. Пульты управления должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003-74.

Поверхности пультов управления должны обладать диффузным или направленным-рассеянным отражением светового потока, исключающим появление бликов в поле зрения оператора.

Пульты управления для работы в положении сидя должны иметь пространство для ног оператора с размерами, мм, не менее: 600 - по высоте; 400 - по глубине (на уровне колен); 600 - по глубине (на уровне пола); 500 - по ширине.

Для удобства работы оператора у пультов должна предусматриваться подставка для ног.

При необходимости обзора пространства поверх пульта управления высота пультов для работы в положении сидя не должна быть более 1100 мм от пола.

Средства отображения информации, устанавливаемые на пультах управления, должны соответствовать требованиям ГОСТ 22902-78 и ГОСТ 21829-76.

Средства звуковой сигнализации, устанавливаемые на пультах управления, должны соответствовать требованиям ГОСТ 21786-76.

Мнемосхемы и мнемознаки, наносимые на лицевые части панелей пультов управления, должны соответствовать требованиям ГОСТ 21480-76.

Панели пультов управления не должны иметь посторонних элементов, затрудняющих работу оператора (неоправданные функциональным назначением пульта выступы, углубления, разноплоскостность, выступающие элементы наружного крепежа и т.п.).

Расположение и углы наклона панелей информации и панелей управления на пультах должны соответствовать указанным на черт.1 и 2 рекомендуемого приложения 1.

При работе оператора в положении сидя средства отображения информации и органы управления, уместающиеся в зоне, ограниченной снизу плоскостью, отстоящей от пола не менее чем на 700 мм и не более чем на 1500 мм по фронту, располагают на фронтальной панели. Если располагаемые на панели элементы не уместаются в указанных пределах, используют трапециевидную, многогранную или полукруглую форму панелей. Диаметр полукруглой и многогранной панелей должен быть не менее 1200 мм.

### **Правовая ответственность**

Федеральный закон РФ от 28.12.2013 № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда»

В данном разделе кратко затронуты правовые нормы трудового законодательства. Применены особенности трудового законодательства применительно к конкретным условиям проекта. Например, виды компенсаций при работе во вредных условиях труда.

Вредным фактором может быть среда, в которой работает человек, а также условия труда. Ущерб здоровью могут нанести:

- физические параметры труда (влажность воздуха, температурный режим, электромагнитное излучение, воздействие постоянной вибрации и т.д.);

- химические провокаторы (гормональные и ферментные вещества, воздействие реагентов и т.д.);

- биологические опасности (болезнетворные бактерии и микроорганизмы и т.д.);

- трудовые особенности (рабочий режим, нагрузки умственного и сенситивного характера, вероятность производственных травм).

В категории с вредными условиями труда находятся электротехническое, радиотехническое и электронное производства.

Люди, работающие на вредных производствах, обеспечиваются государственными льготами и компенсациями. Какие сферы деятельности и специальности связаны с вредными условиями труда, указывается в Постановлении Правительства от 29.03.2002 № 188 (ред. от 08.10.2014).

Законодательно предусмотрено, что люди, работающие в опасных условиях, могут получать такие гарантии и компенсации:

- уменьшение количества рабочих часов (36 часов в неделю и меньше),
- оплачиваемый отпуск, являющемся дополнительным и предоставляемым каждый год (не меньше 7 календарных дней),
- происходит рост оплаты труда (не меньше 4% от оклада),
- льготы для пенсионного обеспечения,
- бесплатное лечение и оздоровление,
- выдача расходных материалов — спецодежды, обеззараживающих средств.

В нашем проекте вредных условий труда не предусмотрено.

### **Заключение**

В разделе социальная ответственность рассмотрены и изучены вопросы производственной безопасности (проведен анализ вредных и опасных факторов, рассмотрена техника безопасности, производственная санитария).

Также проанализированы факторы экологической безопасности (анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); анализ воздействия объекта на литосферу (отходы)) и разработаны решения по обеспечению экологической безопасности окружающей среды.

Рассмотрены важнейшие вопросы безопасность в чрезвычайных ситуациях (разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий).

В заключении рассмотрены правовые и организационные вопросы: рассмотрены правовые нормы трудового законодательства, а также организационные мероприятия при компоновке рабочего места.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной работе было проведено проектирование и разработка электропривода передвижения сталево­за грузоподъемностью 215 тонн.

В результате выполнения проекта спроектирован электропривод, полностью отвечающий требованиям технического задания и всем указанным выше особенностям. Так электромеханические характеристики электропривода, ограниченные значениями  $\omega = \pm \omega_{\max}$   $I = \pm I_{\text{доп}}$ , полностью располагаются внутри области существования механических характеристик проектируемой системы тиристорный преобразователь- двигатель.

Погрешность поддержания скорости статических характеристик полностью удовлетворяет требованиям технического задания. При исследовании логарифмических частотных характеристик разомкнутого и замкнутого контуров было установлено, что спроектированная САУ обеспечивает необходимый запас устойчивости, полосу пропускания по модулю и по фазе .

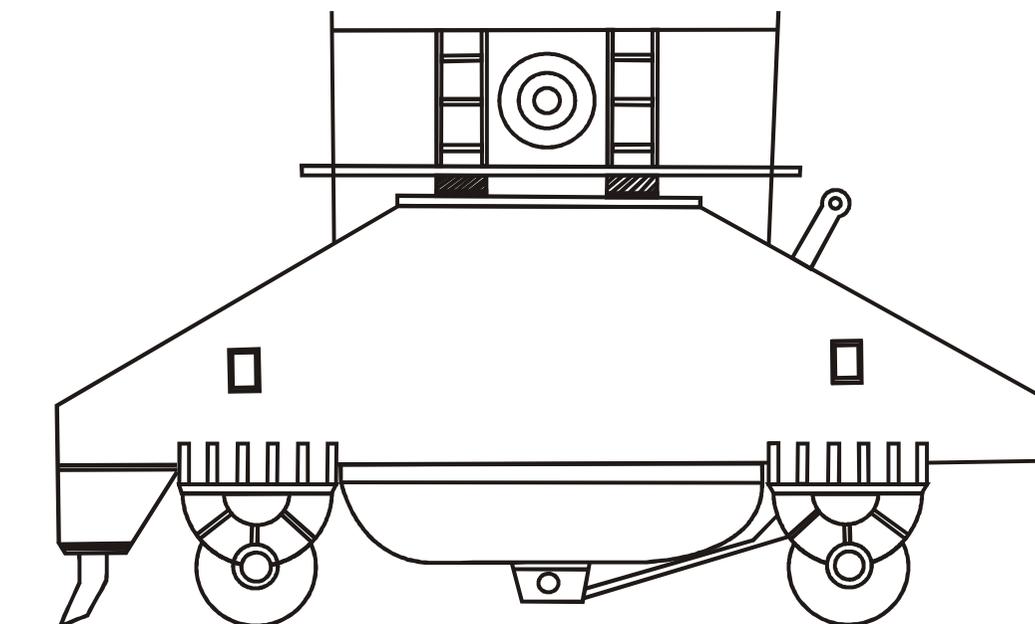
В «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» проекта произведен экономический расчет разработки и выполнения научно-технического проекта, и проведение монтажно-наладочных работ.

В разделе «Социальная ответственность» освещены вопросы охраны труда, техники безопасности, производственной санитарии и пожарной безопасности при работе с электрооборудованием сталево­за. Произведен расчет заземления.

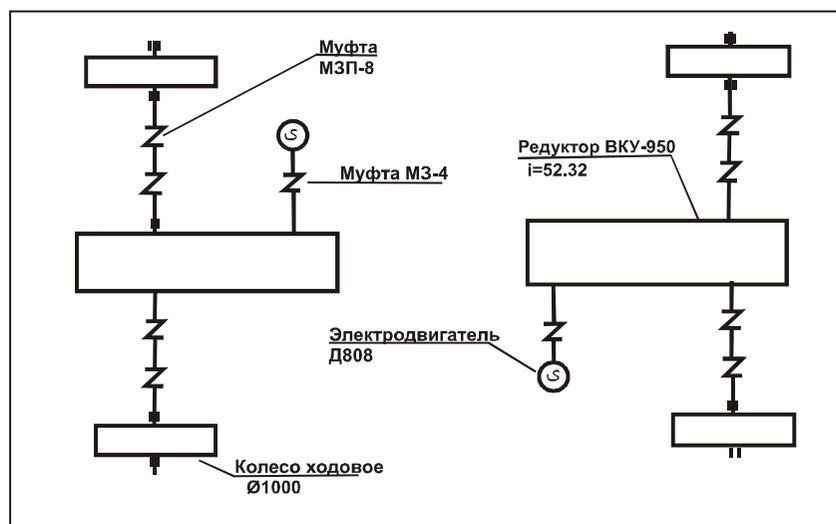
### **Список использованных источников**

1. Башарин А.В. и др. Управление электроприводами. Л.-энергоиздат 1982г.
2. Вишеневский С.И. Характеристики двигателей в электроприводе.-М.-Л.: Энергия: 1966г.
3. В помощь радиолюбителю: Сборник. Вып. 109/В80 Сост. И. Н. Алексеева. – М.: Патриот, 1991.- 80с.
4. Выплавка и разливка стали в конверторном цехе №1. Технологическая инструкция ТИ 107-СТ.КК 1-01-97 г. Новокузнецк 1997г.
5. Ключев В. И. Терехов В. М. Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов.
6. Крупович В. И. Справочник по проектированию автоматизированного электропривода и систем управления технологическими процессами.
7. Ловрчиновский Э. В. Вагин В. С. Машины и механизмы сталеплавильного производства.
8. ТЯЖПРОМЭЛЕКТРОПРОЕКТ Новокузнецкое отделение. Технический отчет. ККЦ№1. Электроприводы сталевого и шлакового. Реконструкция. Техническая помощь при наладке. Том – Расчетно-пояснительная записка, том 1 - 8.
9. Фотиев М. М. Электропривод и электрооборудование металлургических цехов.
10. Удут Л.С. Мальцев О.П. Колин Н.В. Проектирование автоматизированных тиристорных электроприводов постоянного тока. Учебное пособие. Томск 1991г.
11. Типовое положение о ТО и Р электрооборудования предприятий горной металлургии. – Харьков, 1988.
12. ГОСТ 12.1.005 – 88 Вредные вещества.
13. СНиП 23 – 05 – 95 Освещенность.
14. ГОСТ 12.1.003 – 95 Уровень шума.
15. ГОСТ 14255 – 69

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
Графический материал

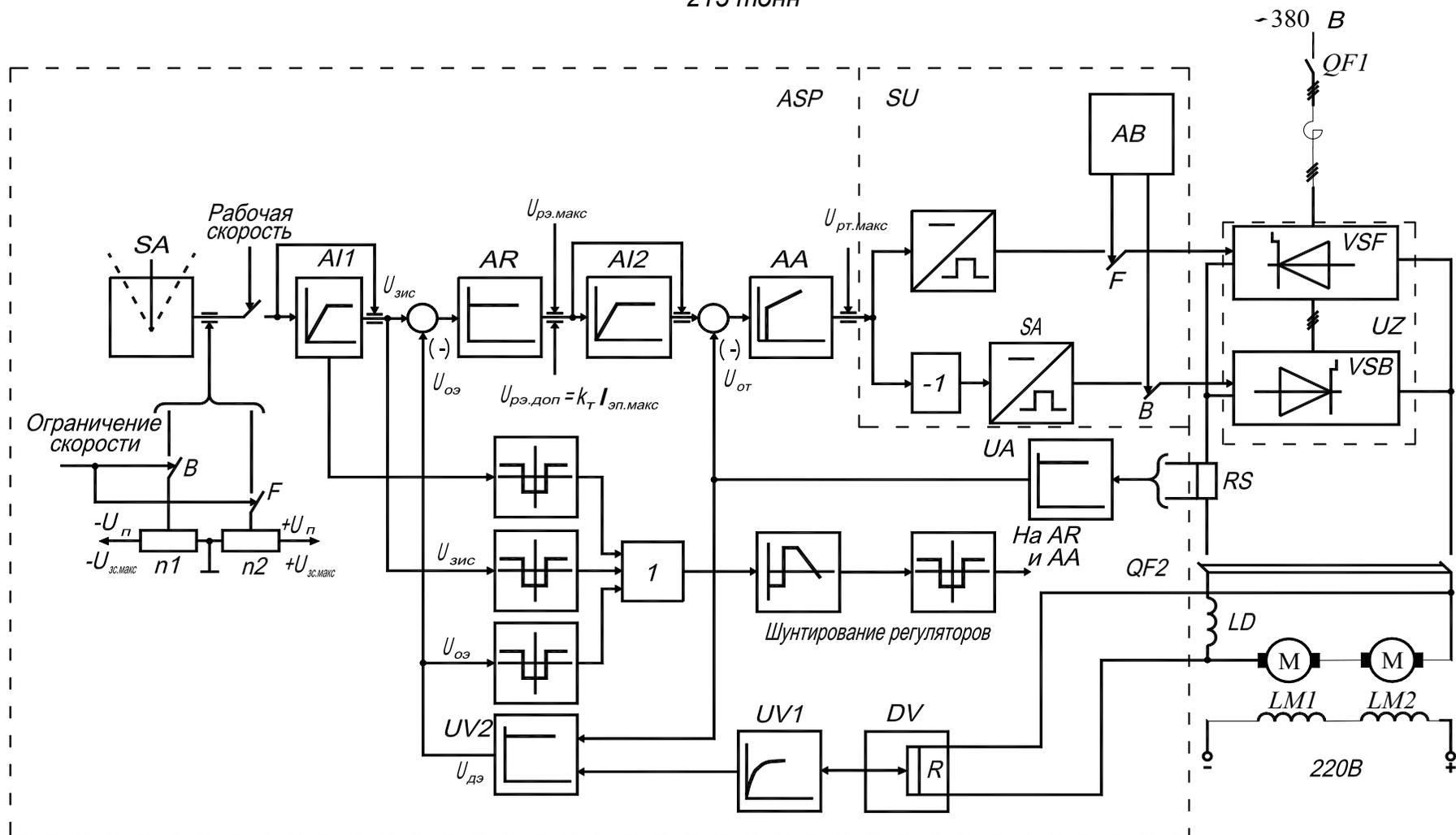


**Внешний вид сталевова**

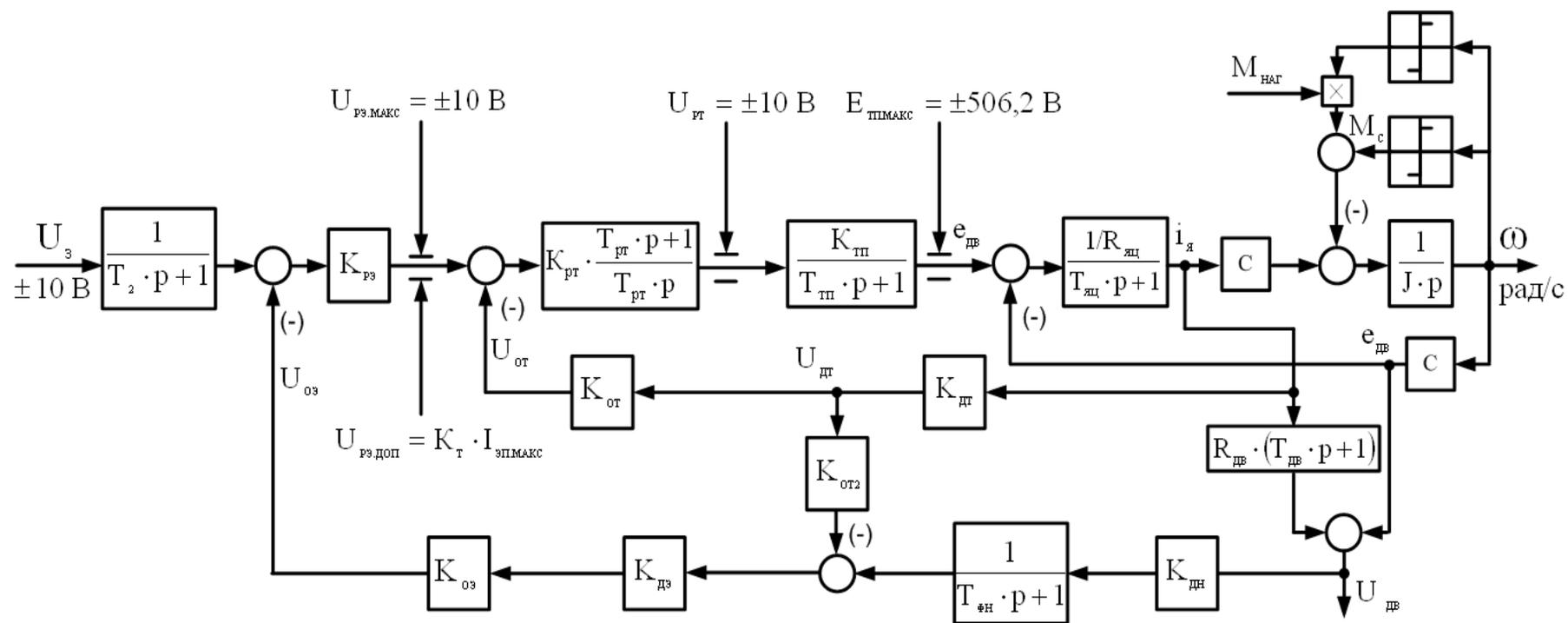


**Кинематическая схема механизма передвижения сталевова**

Функциональная схема электропривода сталеваза грузоподъемностью  
215 тонн

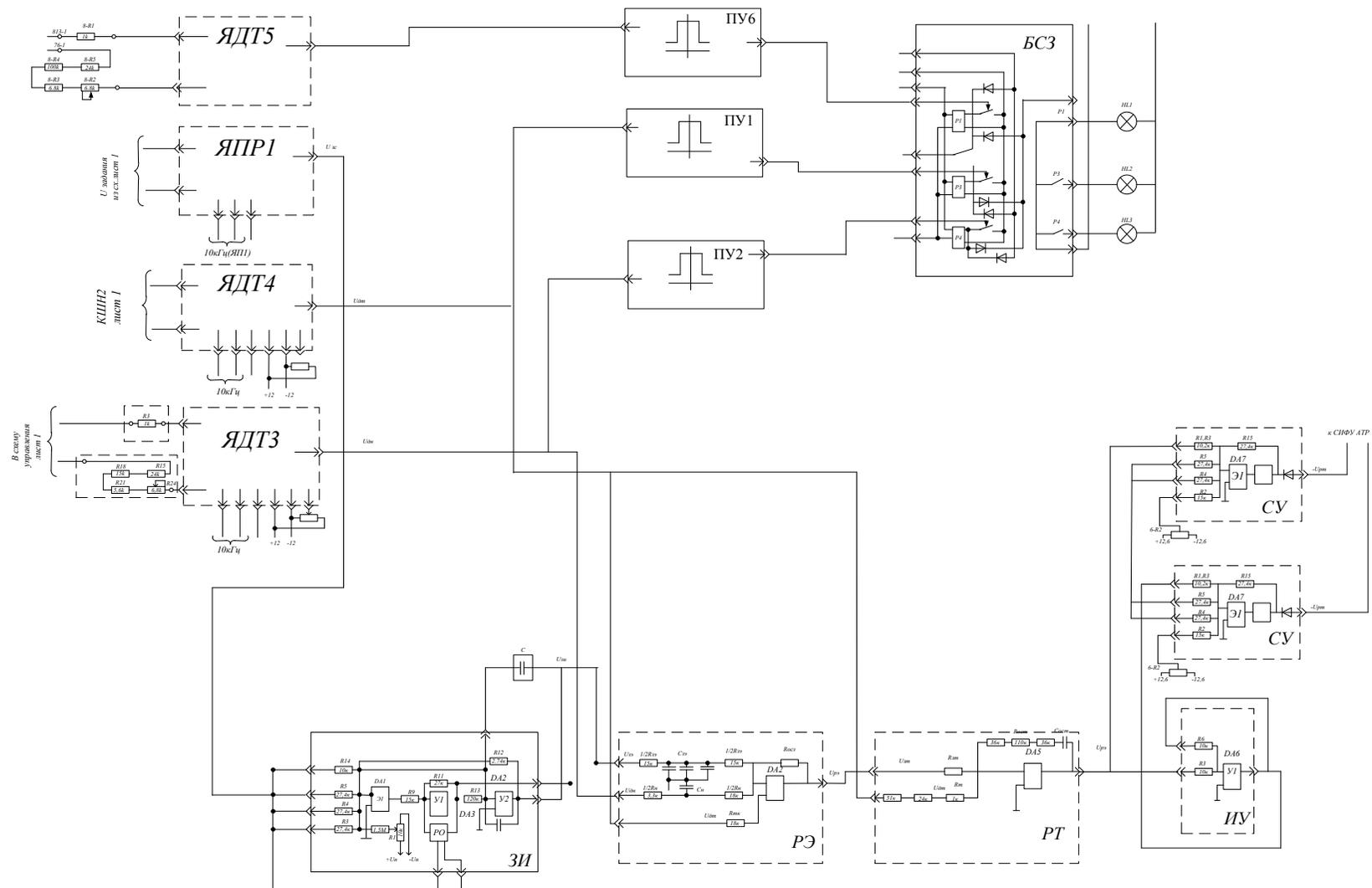


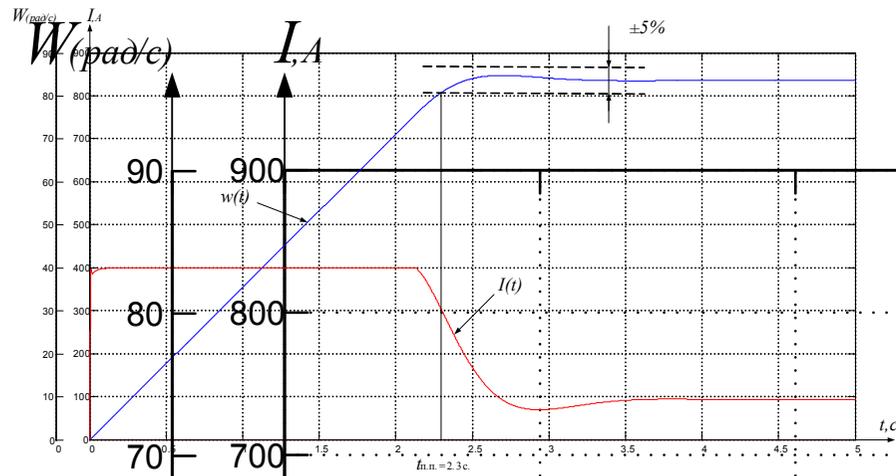
Структурная схема электропривода сталеваза грузоподъемностью  
215 тонн





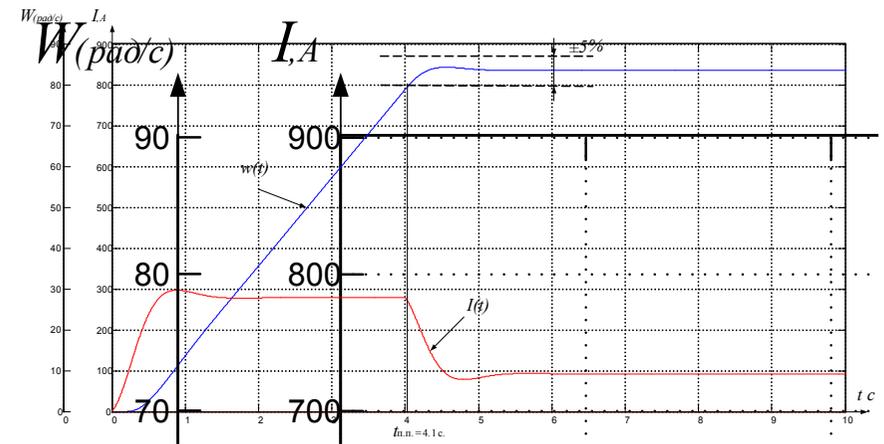
**Схема электрическая принципиальная  
электропривода сталеваза грузоподъемностью 215 тонн**





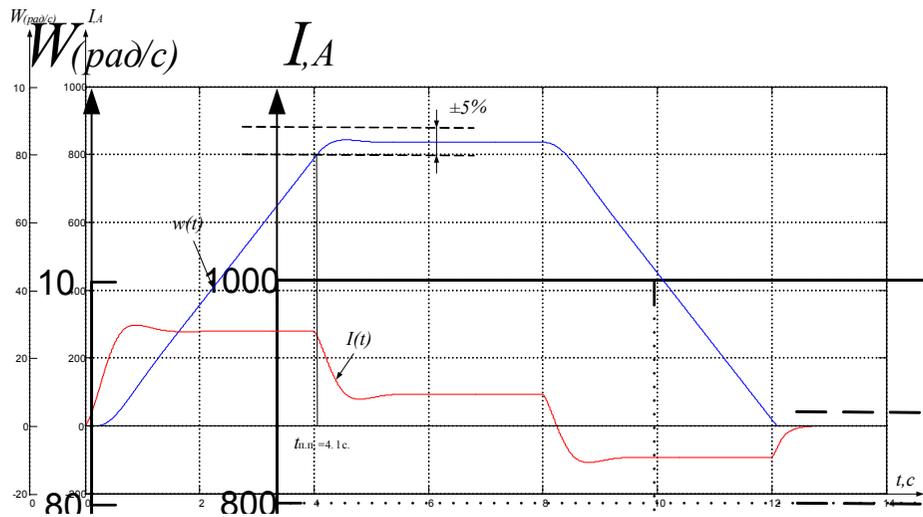
Переходные процессы пуск без задатчика интенсивности

$U_H = 10B$   $w_H = 86,35 \text{ рад/с}$   $I_{\text{макс}} = 402A$   $M_C = 449H \times m.$



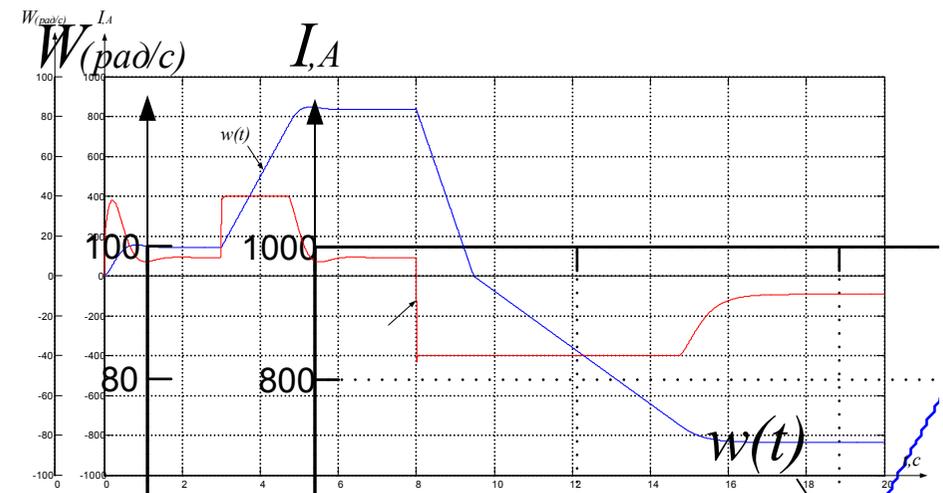
Переходные процессы пуск с задатчиком интенсивности

$U_H = 10B$   $w_H = 86,35 \text{ рад/с}$   $I_{\text{макс}} = 402A$   $M_C = 449H \times m.$



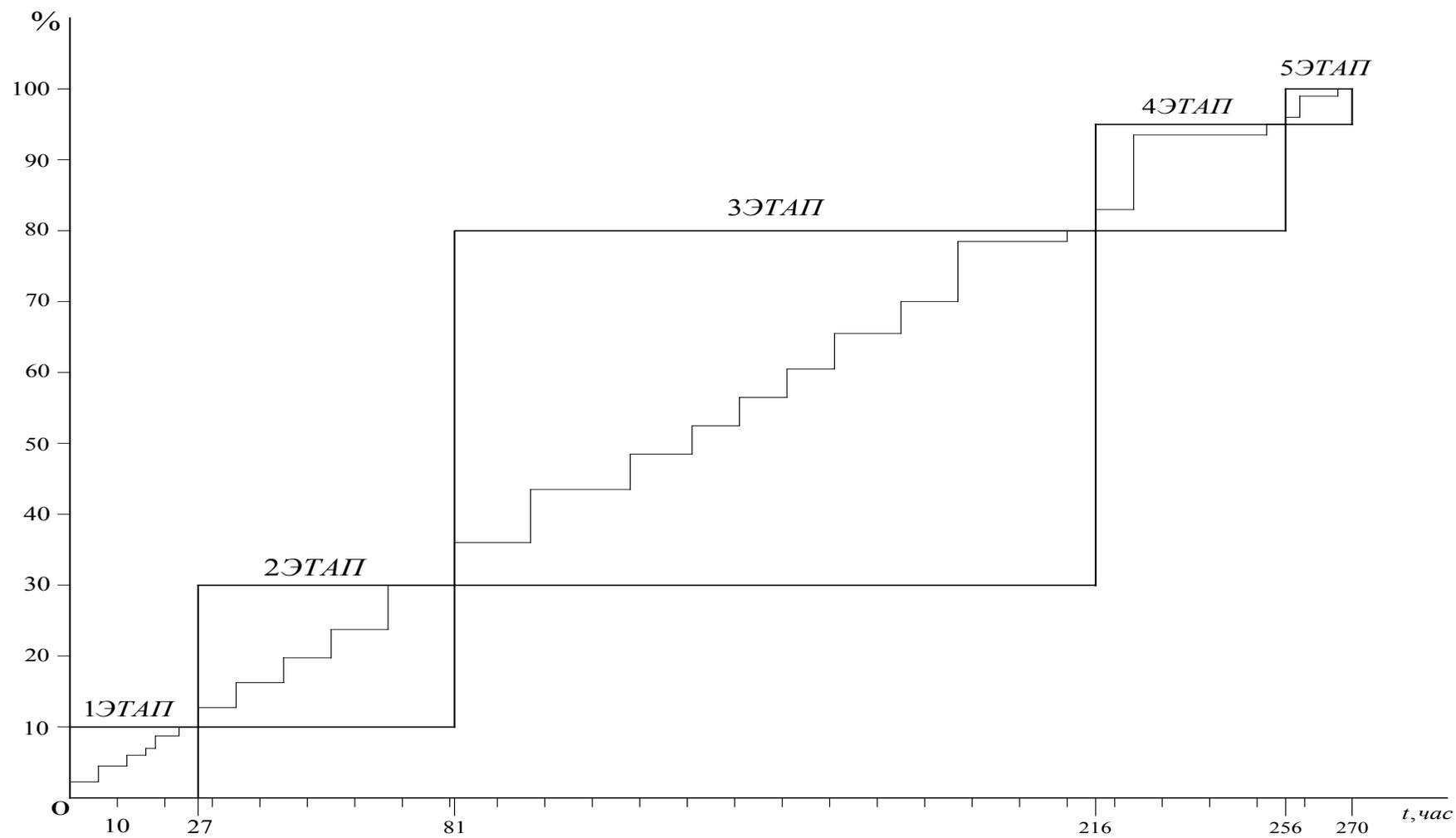
Переходные процессы пуск с задатчиком интенсивности

$U_H = 10B$  и останов  $U_H = 0B$   $w_H = 86,35 \text{ рад/с}$   
 $I_{\text{макс}} = 402A$   $M_C = 449H \times m.$



Переходные процессы пуск на пониженной скорости  $U_H = 2B$   
 переход на номинальную скорость  $U_H = 10B$  реверс  $U_H = -10B$

$w_H = 86,35 \text{ рад/с}$   $I_{\text{макс}} = 402A$   $M_C = 449H \times m.$  120



Линейный график планирования этапов МНР