

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

Кафедра: «Электропривод и автоматизация промышленных установок»

ОТЧЕТ

ПО ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКЕ

**Место прохождения практики:** Ульяновский государственный технический  
университет

Дата начала практики: «2» февраля 2023 г.

Дата окончания практики «22» мая 2023 г.

**Выполнил :**

студент гр. ЭАбд-31 Гаффоров А. А.

**Руководитель**

**Практики от университета:**

Крицштейн А. М

**Руководитель**

**практики от предприятия:**

Ульяновск, 2023

## Содержание

Введение.....	3
Цель работы:.....	4
1. Ремонт и обслуживание реле времени.....	4
1.1. Техническое обслуживание.....	4
1.2. Техническое обслуживание.....	5
1.3. Ремонтные работы.....	8
<b>2. СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА С НЕЗАВИСИМЫМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ.....</b>	<b>18</b>
Введение.....	18
2.1. Конструкция ДПТ.....	19
2.2. Тормозной спуск.....	25
2.3. Приборный блок.....	27
2.4. Электромашинный агрегат.....	28

## **Введение**

Цель производственной практики- повышение качества подготовки выпускников за счет ознакомления с профессией, закрепления навыков, полученных на лекциях. Студент знакомится с реальной практической деятельностью организации, что позволяет ему лучше ориентироваться в профессии. Производственная практика является отличной основой для будущей работы по специальности.

Задачи практики – это ряд вопросов, с которыми студент сталкивается на производстве.

Достижению основной цели практики способствуют следующие задачи:

- изучение специфики деятельности организации;
- знакомство с графиком работы организации, ее структурными подразделениями;
- знакомство с инструкцией по технике безопасности;
- формирование профессиональных навыков в конкретной профессиональной области;
- приобретение опыта работы по специальности;
- приобретение опыта работы в коллективе;
- выполнение требований и действий, предусмотренных программой производственной практики и заданий руководителя;
- выявление недостатков в работе организации и перспектив ее функционирования;
- разработка предложений по устранению недостатков и совершенствованию деятельности организации.

Производственная практика студентов в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта является важнейшей составной частью подготовки специалистов.

Производственная практика проводится на разных предприятиях, в различных учреждениях, в организациях различных форм собственности, и т.д., в соответствии с получаемой в процессе обучения специальностью.

### **Цель работы:**

Изучение конструкции, принципа действия, обслуживание и ремонт реле времени.

## **1. Ремонт и обслуживание реле времени**

### **1.1. Техническое обслуживание**

Своевременное проведение технического обслуживания и ремонта оборудования и линейных сооружений является одним из элементов системы планово-предупредительных ремонтов (ППР), обеспечивающей надежное функционирование распределительных электрических сетей. При техническом обслуживании и ремонте должна применяться система контроля качества, обеспечивающая выполнение работ в соответствии с требованиями нормативно-технических документов, перечень которых приводится в приложении 1 к настоящим Методическим рекомендациям. Работы должны выполняться с соблюдением требований правил техники безопасности и пожарной безопасности. На их основании на коммунальных энергетических предприятиях могут быть составлены местные инструкции, учитывающие конкретные условия эксплуатации и применяемые методы работ. Основными видами эксплуатационных работ, выполняемых на ТП, являются техническое обслуживание и ремонт. Техническое обслуживание состоит из комплекса мероприятий, направленных на предохранение ТП, их элементов и частей от преждевременного износа. Ремонт ТП, их элементов и частей заключается в

проведении комплекса мероприятий по поддержанию или восстановлению первоначальных эксплуатационных показателей и параметров ТП, их элементов и частей. При ремонтах изношенные элементы и оборудование заменяются равноценными или более совершенными по своим характеристикам. При техническом обслуживании и ремонте производятся в плановом порядке выявление и устранение дефектов и повреждений. Дефекты и повреждения ТП, их элементов и частей, непосредственно угрожающие безопасности населения и обслуживающего персонала возникновением пожара, должны устраняться незамедлительно. Измерения токовой нагрузки должны проводиться, как правило, на каждой фазе вводов 0,4 кВ силовых трансформаторов и отходящих линий электропередачи (при необходимости и в нулевом проводе). При разнице значений тока по фазам более 20 % следует наметить мероприятия по выравниванию нагрузки отдельных фаз. На шинах 0,4 кВ ТП следует измерять фазные и линейные напряжения. При необходимости измеряются фазные напряжения у наиболее удаленного от ТП потребителя. При проведении технического обслуживания ТП для выявления дефектов их элементов и оборудования следует использовать методы, изложенные в действующих методических материалах и, по возможности, методы на основе применения тепловизионной аппаратуры. При осмотрах и проверках ТП следует определять: техническое состояние элементов строительных конструкций ТП, шкафов, площадок обслуживания, ограждений, заземляющих устройств, запорных и блокировочных устройств, приводов коммутационных аппаратов, наличие и состояние диспетчерских и предупредительных надписей, плакатов. Уровень масла в маслонаполненном оборудовании, появления течи масла из них, температуру масла и корпусов силовых трансформаторов, необычный гул, потрескивания в трансформаторах. Состояние изоляции и контактных соединений электрооборудования (наличие трещин, сколов, следов перекрытия изоляции и перегрева контактов). Наличие и исправность

приборов учета электроэнергии, устройств внешнего обогрева оборудования, исправность релейной защиты и автоматики.

## **1.2. Техническое обслуживание**

В трансформаторах в качестве быстродействующей защиты от междуфазных КЗ в обмотках и на выводах 6 кВ трансформатора, а также в соединениях его с шинами 6 кВ применяется токовая отсечка без выдержки времени. Токовая отсечка устанавливается на стороне 6 кВ трансформатора и выполняется с помощью двух реле тока, включенных на фазные токи. Двухрелейная схема по сравнению с ранее применявшейся однорелейной схемой повышает чувствительность токовой отсечки и увеличивает процент защищенных витков обмоток трансформатора. На масляных трансформаторах мощностью 630 и 1000 кВ — А, если они размещены в камерах, из которых имеются двери, выходящие в помещение, где может находиться дежурный персонал, в соответствии с ПУЭ должна быть установлена газовая защита. Однако — для масляного трансформатора мощностью 1000 кВ \* А, поставляемого комплектно с газовым реле, независимо от места его установки целесообразно устанавливать газовую защиту для обеспечения надежной и чувствительной защиты при повреждениях внутри кожуха трансформатора, сопровождающихся выделением газа. Для защиты трансформаторов от внешних КЗ и резервирования токовой отсечки и газовой защиты устанавливается максимальная токовая защита с выдержкой времени на стороне 6 кВ трансформатора. На трансформаторах с соединением обмоток У/Ун-0 защита выполняется с двумя реле тока, включенными на фазные токи, а на трансформаторах с соединением обмоток Д/Ун-11 — с тремя реле тока с включением двух реле на фазные токи и одного реле на сумму токов двух фаз. При такой схеме повышается чувствительность защиты к двухфазным КЗ на стороне 0,4 кВ трансформатора.

В процессе эксплуатации аппаратуры релейной защиты и автоматики изнашивается и морально устаревает, т.е. перестаёт соответствовать современным требованиям. Кроме того, возможны различные повреждения вследствие ненормальных режимов в электрических цепях (короткие замыкания, перегрузки), не выявленные ранее заводские дефекты и дефекты монтажа, а также повреждения в результате неправильных действий обслуживающего персонала.

В связи с этим возникает необходимость выполнения ремонтных работ и организации соответствующих служб, обеспечивающих ремонт аппаратуры релейной защиты и автоматики.

Характер ремонтных работ разнообразен. К ним относят: ремонт реле, связанный с изготовлением и заменой отдельных частей и деталей, проверкой релейной аппаратуры; ремонт панелей, при котором приходится выполнять новые отверстия и заделывать старые, а также восстанавливать лакокрасочные покрытия; соединение контрольных кабелей и переразделку их концов; пайку контактных соединений и приклеивание отдельных деталей.

Если ремонт панелей управления защиты и автоматики и контрольных кабелей производят на месте их расположения, то для ремонта аппаратуры релейной защиты и автоматики и контрольных кабелей выделяют специально оборудованные помещения (производственные и вспомогательные), которые должны быть сухими, светлыми, чистыми и отапливаемыми.

К производственным относят помещения для проверки и регулировки реле, ремонта реле и приборов, электромонтажных и слесарных работ. В ряде случаев выделяют отдельные помещения для точных электрических измерений при проверке электроизмерительных приборов. Расчёт производится в соответствии с санитарными нормами СН245-64. Объём помещения на каждого работающего должен составлять не менее 15 м<sup>3</sup>, площадь - не менее 4,5-6 м<sup>2</sup>, высота помещения – не менее 3 м.

Вспомогательные помещения служат для хранения испытательного оборудования, измерительных приборов, материалов и инструментов.

Помещение для проверки и регулировки реле должны быть оборудованы стационарными стендами, оснащёнными устройствами для планового регулирования напряжения и тока (постоянного и переменного), а также сдвига фаз переменного тока, измерительными приборами (в том числе и для снятия временных характеристик), кронштейнами, на которых можно удобно и быстро устанавливать реле для проверки, и коммутационными аппаратами, позволяющими быстро собирать необходимую схему для проверки реле. В этом же помещении могут находиться установки для проверки щитовых и лабораторных измерительных приборов.

Помещение для ремонта реле и приборов оснащают соответствующими рабочими местами. Рабочее место состоит из двухтумбового стола с выдвижными ящиками, в которых хранятся инструмент, отдельные детали и ходовые запасные части, необходимый минимум приборов (вольтметр, мегомметр и др.). на столе находится щиток питания, настольная лампа, регулировочный автотрансформатор (ЛАТР-1 или ЛАТР-2), поставка для паяльника, припоя и флюса.

Кроме того, целесообразно иметь специальные рабочие столы для ремонта более громоздкого реле, регуляторов и электронных аппаратов и приборов. Этот стол имеет среднюю выдвижную часть с поворотным кругом, на котором располагают ремонтируемый аппарат или прибор.

### **1.3. Ремонтные работы**

Траверса 10 (Рисунок 3) подвижных контактов 20 должна быть надёжно закреплена стопорным винтом 23. На выходной оси 6 часового механизма 16—18 должны быть закреплены колодки на подвижных контактах фиксирующими винтами. Зазор между ярмом и заводным рычагом часового



механизма при притянutom ярме и замкнутых на максимальной установке контактов должен быть 0,5—1 мм. Зазор между мгновенными контактами 19 должен быть не менее 1,5 мм. Регулируют зазор подгибанием неподвижных контактных пластинок. Прогиб пластинки переключающего мгновенного контакта должен быть таким, чтобы после замыкающего контакта ярма проходил еще 0,8—1,2 мм, что соответствует контактному нажатию 0,12—0,18 Н. Провал неподвижных контактов, замыкающих с выдержкой времени, должен быть на любой уставке не менее 0,4 мм. Возвратная пружина должна четко возвращать часовой механизм до упора. В случае необходимости регулируют натяжение пружины.

Исходное положение механизма реле показано на рисунке 3, а, когда ведущая пружина 8 растянута (заведена) и удерживается в таком положении тем, что палец 4 упирается в верхнюю часть ярма 2. Палец соединен с пружиной осью 12 и зубчатым сектором 9. При подаче напряжения на обмотку реле 1 ярмо, втягиваясь, сжимает пружину 3 и освобождает палец, зубчатый сектор начинает поворачиваться, вращая сцепленную шестерню 7 и ось 6 вместе с контактной траверсой 10.

Проверяют надежность сцепления остальных деталей механизма — ведущей шестерни 5, храповой шестерни 11 с пружиной, промежуточных шестерен 14, 13 и 15, связанных с часовым механизмом, путем 10-кратного запуска реле и визуального осмотра шестерен.

Выдержка времени реле устанавливается подбором расстояния между начальным положением подвижного 20 и неподвижного 21 контактов или проскальзывающими контактами 22, которые для измерения уставок можно перемещать по шкале. Проверяют действие контактов мгновенного действия 19.

Далее реле подвергают проверке электрических характеристик. Измеряют сопротивление изоляции обмотки при опущенном и втянутом ярме (нажать на хвостовик ярма). Проверяют электрическую прочность изоляции и работу

часового механизма. Время срабатывания реле определяют по электрическому секундомеру, включенному по схеме, данной на рисунок 3, в. Секундомер имеет две шкалы 0—1 с и 1—10 с с ценой деления 0,01 с. Перед измерением включают выключатель SA, затем подают в обмотку реле КТ напряжение, включив рубильник SF. Секундомер Р устанавливают на 0, запускают его. Секундомер работает, отсчитывая секунды до шунтирования его обмотки контактом КТ реле, при заданном направлении, устанавливаемом реостатом R. Напряжение подают плавно и «толчком». Проверяют шкалу реле до минимальной, максимальной и заданной уставки.

При проверке и наладке реле пользуются заводской документацией (техническое описание, инструкция по эксплуатации).

Разброс времени срабатывания проверяют по максимальной отметке шкалы. Продолжительность замкнутого состояния проскальзывающего контакта регулируют. Если при проверке шкалы оказывается, что время на максимальной уставке выходит за «+» или «—» допустимого, необходимо отрегулировать и затянуть гайку, крепящую шкалу.

Проверка механической части реле без разборки. При проверке необходимо убедиться, что якорь реле свободно входит во втулку катушки, нигде не затирает.

Поставив максимальную уставку на реле и плавно нажимая якорь рукой, нужно убедиться, что часовой механизм запускается сразу же, как только якорь начинает опускаться. Если якорь полностью втянут, то поводок часового механизма должен располагаться на 3—4 мм выше упорной шайбы якоря при максимальной уставке по шкале.

Плавно опускаясь, якорь заводит часовой механизм. Когда якорь приходит в исходное положение, подвижный контакт, связанный с осью часового механизма, должен располагаться на 3—4 мм правее первой уставки по шкале.

При втягивании якоря проверяют, чтобы мгновенный контакт переключался в конце хода якоря. На слух проверяется работа часового механизма. Ход часового механизма должен быть равномерным, подвижная система не должна ускоряться или замедляться.

Как при резком, так и при плавном отпускании якоря подвижная система должна надежно, без заеданий и остановок возвращаться в исходное положение до упора.

При проверке контактной системы реле следует обращать внимание на прогиб контактных пластин неподвижного контакта и их чистоту, а также на одновременность замыкания подвижным контактом неподвижных.

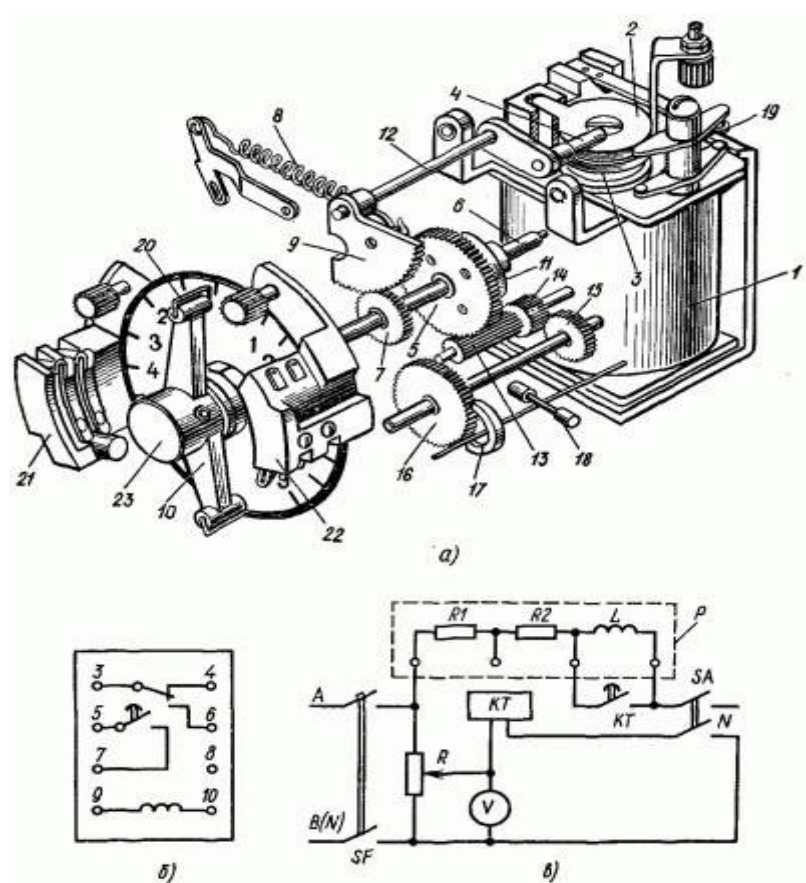


Рисунок 3 – Устройство реле времени серий ЭВ-100 и ЭВ-200:

а — кинематическая схема реле, б — фрикционное сцепление при работе реле времени, в — фрикционное сцепление при возврате реле в исходное положение (9А — звездочка, 9В — шарик, 9В — пружинка, 9Г — обойма)

Разборка реле. Сначала следует отсоединить все монтажные провода от зажимов, расположенных на цоколе реле. После этого вывернуть два винта с задней стороны цоколя, крепящие магнитопровод к цоколю, придерживая левой рукой магнитопровод, и снять магнитопровод вместе с контактами и часовым механизмом.

Далее нужно снять карболитовую колодочку подвижного мгновенного контакта вместе с закрепленной в ней контактной пружиной, для чего вывернуть винт, крепящий колодочку к верхней планке магнитопровода.

Коробка часового механизма крепится к магнитопроводу тремя винтами. Сначала нужно вывернуть нижний передний винт и снять этикетку. Затем, взяв в левую руку реле, вывернуть два винта, ввернутые в заднюю крышку часового механизма. Реле следует держать вертикально. Как только будет снят часовой механизм, якорь реле под действием конической возвратной пружины поднимается вверх, стремясь выскочить из втулки катушки. Поэтому поводок часового механизма следует медленно отводить с якоря, чтобы коническая пружина постепенно разжималась. Якорь с пружиной нужно вынуть из втулки.

Для того чтобы вынуть втулку со стопом из каркаса обмотки, следует взять в левую руку магнитопровод, а правой рукой отвернуть с помощью гаечного ключа под винты М4 гайку, крепящую снизу магнитопровода винтовой конец втулки. Когда гайка будет снята, пальцем нужно надавить на винтовой конец втулки и она свободно выйдет в верхнюю сторону магнитопровода. Катушка реле вынимается из скобы магнитопровода в правую или левую сторону.

Чтобы снять карболитовый поводок подвижного контакта 15 (Рисунок 3), следует взять в левую руку коробку часового механизма, а большим и указательными пальцами левой руки придерживать поводок. Держа в правой руке часовую отвертку, нужно ослабить стопорный винт, крепящий поводок к оси часового механизма, и снять его, подав на себя. Гаечным ключом под винты М8 следует отвернуть гайку, крепящую шкалу и сегмент неподвижных контактов, снять гайку, пружинящую шайбу и шкалу. После этого снять неподвижный контакт вместе с сегментом, на котором он укреплен. Снимать нужно аккуратно, чтобы не потерять две шайбы, проложенные между тарелочкой и металлическим сегментом неподвижного контакта. Вывернув винт с карболитовой головкой, можно отделить сегмент с карболитовой колодкой неподвижного контакта и снять сухарик, которым он крепится к тарелочке.

Часовой механизм реле, заключенный в герметический металлический кожух, открывать не следует.

При наличии явных неисправностей, обнаруженных при прослушивании часового механизма или при электрической проверке реле, если нельзя заменить механизм целиком, разборку его необходимо производить в такой последовательности:

- вывернуть часовой отверткой три винта, расположенных на боковой поверхности крышки часового механизма, и снять эту крышку, подав ее на себя в сторону выступающей оси часового механизма;
- при дальнейшей разборке необходимо часовой механизм держать над серединой стола или верстака, чтобы не терять его детали; перед разборкой должна быть приготовлена чистая коробка (можно использовать кожух), куда следует складывать все детали часового механизма. Взяв часовой механизм в левую руку, правой с помощью отвертки вывернуть три винта верхней крышки и снять ее;

– пинцетом вынуть анкерную скобу, анкерную шестерню с трибкой, промежуточные шестерни. Приподнять вверх зубчатый сектор и отвести его в сторону вправо, затем пинцетом можно снять ведущую шестерню вместе с главной осью реле и фрикционным сцеплением. Нельзя открывать коробку фрикционного сцепления, Скобу для изменения натяжения пружин снимать не следует во избежание нарушения заводской регулировки.

Сборка и механическая регулировка реле. Часовой механизм. В верхней и нижней крышках часового механизма имеются по четыре направляющих футора под оси анкерной скобы, анкерного колеса, промежуточной и ведущей шестерен.

Футоры осматривают в лупу. В них не должно быть грязи и заусенцев по краям. Прочищать футоры следует деревянной палочкой. Футор под анкерную скобу в верхней крышке имеет регулировку, он выполнен в специальном вкладыше с эксцентриситетом для изменения глубины зацепления анкерной скобы и анкерного колеса. Регулировку глубины зацепления осуществляют на заводе и ее изменять не следует, так как это может привести к недопустимо большому разбросу реле.

В лупу осматривают боковую рабочую поверхность концов осей анкерной скобы, анкерного колеса, промежуточных и ведущих шестерен. Оси следует протирать сухой чистой тряпочкой. В реле последних выпусков концы осей вороненые.

Особенно тщательно следует осматривать зубья шестерен и анкерного колеса. Они должны иметь правильную форму, без заусенцев и других дефектов. При наличии дефектных зубьев часовой механизм следует заменить.

С помощью пинцета в футоры нижней крышки устанавливают ведущую шестерню, ось с промежуточными шестернями, ось с анкерным колесом, ось с анкерной скобой. После этого заводится на свое место зубчатый сектор так,

чтобы он вошел в зацепление с зубчатым колесом на главной оси и лег на свой упор. Срез главной оси должен располагаться вдоль лапки слева, если смотреть на часовой механизм сверху (при заведенном часовом механизме).

Надевается верхняя крышка на свои направляющие втулки, укрепленные на нижней крышке. Верхнюю крышку нельзя надавливать, чтобы не повредить концов осей. После этого следует взять реле левой рукой за верхнюю и нижнюю крышки, а правой рукой с помощью пинцета завести концы осей в направляющие футоры верхней крышки и осадить до конца верхнюю крышку. При завертывании винтов верхней крышки нужно помнить, что винт с выступающей головкой должен быть завернут против лапки часового механизма. Надевается боковая крышка реле таким образом, чтобы втулка для пломбирования располагалась против лапки.

Сборка контактов и шкалы реле. Контактные пружины неподвижных контактов должны быть чистыми, без следов окисления, серебряные накладки должны иметь полированную поверхность. Контактные пластины должны на 2—3 мм отступать от ограничивающих их сзади упорных пластин и располагаться так, чтобы подвижный контакт замыкал их одновременно. Серебряная проволока подвижного контакта не должна иметь следов подгара, поверхность ее должна быть заполирована. На винтовую втулку оси часового механизма следует надеть тарелочку, к которой крепится сегмент часового механизма так, чтобы ее отверстие попало на головку выступающего винта верхней крышки часового механизма. После этого на фасонный винт оси надеваются две вороненые шайбы, а сверху — сегмент неподвижных контактов, шкала реле, пружинящая шайба и завертывается гаечным ключом верхняя гайка.

Далее нужно прикрепить сегмент подвижного контакта к тарелочке, для чего следует поставить сухарик, прижав его проточкой к тарелочке, и завернуть регулировочный винт уставки. Неподвижный контакт необходимо установить за максимальной уставкой по шкале примерно на величину двух

делений. Поводок подвижного контакта нужно надеть на ось таким образом, чтобы стопорный винт упирался в плоский срез оси. Держа часовой механизм в левой руке и придерживая поводок большим и указательным пальцами, часовой отверткой следует закрепить стопорный винт поводка.

После этого нужно полностью завести рукой часовой механизм, для чего повернуть поводок часового механизма против часовой стрелки. При верхнем положении поводка часового механизма подвижный контакт должен заходить правее начальных делений шкалы, а при нижнем положении поводка — правее последних делений шкалы.

Колодочку неподвижных контактов следует устанавливать поочередно в разных точках шкалы и каждый раз заводить от руки часовой механизм и проверять замыкание контактов. Подвижный контакт должен замыкать обе пластины неподвижных контактов одновременно по центру серебряных лепешек. Контактные пластины должны иметь прогиб 1,5—2,0 мм, не должны тормозить подвижную систему с тем, чтобы подвижный контакт надежно дошел до упора на колодочке неподвижных контактов. Регулировка контактных пластин производится подгибанием пинцетом в месте крепления.

Сборка электромагнита. Якорь реле должен быть чистым, без следов ржавчины. У реле постоянного тока в кольцевой паз между цилиндрической и конической частями якоря вставляется резервная бронзовая шайба, препятствующая прилипанию якоря к стопу при протекании тока по катушке реле. У реле переменного тока в торцевую поверхность запрессован короткозамкнутый медный виток, проточенный заподлицо с якорем.

Коническая возвратная пружина должна быть вороненой, иметь правильную форму и одинаковый шаг между витками.

Взяв скобу магнитопровода в левую руку лапками к себе, с правой стороны нужно завести катушку в магнитопровод и установить ее по центру. Затем сверху завести в каркас катушки втулку со стопом и осадить деревянной



палочкой до отказа вниз. На нижний винтовой конец стопа следует надеть шайбу, пружинящую шайбу и закрепить гайкой. Далее во втулку катушки завести якорь с надетой на него конической пружиной таким образом, чтобы палец упорной шайбы пружины был направлен влево, если смотреть на обмотку со стороны лапок магнитопровода, к которым крепится часовой механизм.

Взяв в левую руку магнитопровод с катушкой и якорем, а в правую часовой механизм, нужно приблизить сверху часовой механизм к лапкам магнитопровода так, чтобы поводок часового механизма опустил якорь во втулку, а сам часовой механизм при этом завелся.

После этого, придерживая левой рукой магнитопровод с часовым механизмом, их следует положить на стол на заднюю часть скобы магнитопровода и правой рукой завернуть не до конца нижний передний винт, крепящий часовой механизм к магнитопроводу, подложив предварительно под винт этикетку реле. Затем ввертывают два задних винта, крепящих часовой механизм к магнитопроводу. Когда все три винта ввернуты, следует затянуть их до отказа.

Далее необходимо установить колодочку подвижного мгновенного контакта. Для этого в паз колодочки заводится палец упорной шайбы якоря, а прилив колодочки, находящейся на ее основании, вставляется в отверстие на верхней планке магнитопровода. Контактную пружину нужно завести между верхним и нижним неподвижным контактами, после чего завернуть винт, крепящий колодочку к магнитопроводу. При ввертывании винта устанавливать колодочку следует так, чтобы подвижный контакт касался неподвижного в центре серебряной лепешки. Натяжение контактной пружины регулируется так, чтобы усилие как в замыкающем так и в размыкающем контактах было достаточным.

Предварительный натяг пластины создается изгибом ее пинцетом в месте крепления пружины. Нажимая якорь, проверяют замыкающий контакт, а

также прогиб контактной пластины. Прогиб пластины в этом случае можно регулировать положением винта с карболитовой головкой. После регулировки необходимо зафиксировать положение винта, надежно закрепив его гайкой.

Собранное реле устанавливают в выемку на цоколе и прикрепляют к нему винтами с пружинящими шайбами, ввертываемыми с задней стороны цоколя.

## **2. СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА С НЕЗАВИСИМЫМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ**

### **Введение**

Исключительное значение электротехники в наши дни объясняется тем, что средствами электротехники относительно просто решаются важнейшие технические проблемы в во всех отраслях (промышленности, быту, транспорте, передачи информации, медицине и т.д.) например передача на дальние расстояния и преобразование больших количеств энергии и передача сигналов на практически неограниченные расстояния.

Электротехническая промышленность выпускает в год миллионы электрических машин для всех отраслей народного хозяйства. И конечно же от специалистов в области электромеханики требуются глубокие знания обслуживания и ремонта электрических машин, а также их правильной эксплуатации. Без электрических машин не может развиваться ни одна комплексная научная программа. Электрические машины работают в

космосе и глубоко под землей, в океане и активной зоне атомных реакторов, в животноводческих помещениях и медицинских кабинетах. Без преувеличения можно сказать, что электромеханика определяет технический прогресс в большинстве основных отраслей промышленности.

Прогресс в развитии электромашиностроения зависит от успехов в области теории электрических машин. Глубокое понимание процессов электромеханического преобразования энергии необходимо не только инженерам-электромеханикам, создающим и эксплуатирующим электрические машины, но и многим специалистам, деятельность которых связана с электромеханикой.

Возникновение электротехники как прикладной науки предшествовал довольно длительный период (начиная примерно с 16 века) накопления знаний об электричестве и магнетизма.

Начало практическому примеру электрического освещения положило изобретение в 1876 году П.Н. Яблочковым электрической свечи. Им же впервые был внедрен в практику переменный ток, осуществлено “дробление” электрической энергии посредством трансформаторов с централизованного производства и распределения электроэнергии.

Работы М.О. Даливо–Добровольского, который изобрел трехфазный трансформатор и асинхронный двигатель (1889-1891 г.) и детально разработавшего технику трехфазной системы, которая по сегодняшний день остается основным способом передачи и распределения электроэнергии на всем земном шаре.

Электроэнергия является стержнем строительства экономики современного общества, играет ведущую роль в развитии всех отраслей народного хозяйства, в осуществлении всего технического процесса.

В настоящее время перед электромеханиками стоят трудные и интересные проблемы, которые требуют глубокого знания теории, проектирования и технологии изготовления электрических машин.

## **2.1. Конструкция ДПТ**

ДПТ состоит из трех основных частей: статора с обмоткой возбуждения, ротора с якорной обмоткой и щеточно-коллекторного узла, необходимого для подведения напряжения к обмотке якоря (далее ОЯ). При этом щетки неподвижны, а коллектор жестко связан с якорем.

В ДПТ для улучшения условий коммутации могут быть также предусмотрены и дополнительные полюса, а для компенсации поперечной реакции якоря и компенсационные обмотки на полюсах статора.

В зависимости от способа электромагнитного возбуждения ДПТ подразделяют на ДПТ с НВ, ПВ и смешанным возбуждением. Иногда встречается название «ДПТ с параллельным возбуждением», однако такой ДПТ является частным случаем ДПТ с НВ и этот термин применяется как доопределяющий.

В данной работе исследуются ДПТ с НВ и ПВ.

Уравнение электромеханической характеристики ДПТ с НВ

Схема включения ДПТ с НВ представлена на рис. 3.1

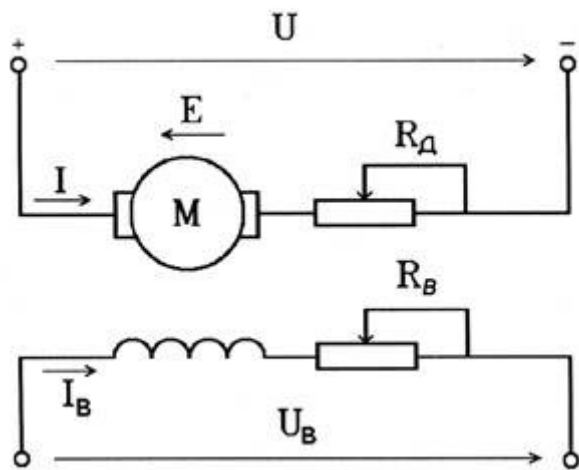


Рис. 3.1. Схема включения ДПТ с НВ.

Для ДПТ с НВ справедлива система уравнений, описывающая его статическое состояние:

$$U = I \cdot R + E$$

$$E = c_E \cdot \omega \quad (3.1)$$

$$M = c_M \cdot I$$

где  $U$  - напряжение питания якорной цепи, В;  $R$  - суммарное сопротивление

якорной цепи, Ом,  $R = R_я + R_д$ ,  $R_я$  - сопротивления обмотки

якоря,  $R_д$  - добавочное сопротивление в цепи якоря;  $M$  -

электромагнитный момент, Нм;  $I$  ток якоря, А;  $\omega$  - угловая скорость

вращения двигателя, рад/с;  $E$  - ЭДС вращения якоря, В;  $c_E$  и  $c_M$  -

коэффициенты пропорциональности;  $k = \frac{p \cdot N}{2 \cdot \pi \cdot a}$  - постоянная ДПТ ( $p$  -

число пар полюсов;  $N$  - число активных проводников обмотки якоря;  $a$  - число пар параллельных ветвей обмотки якоря );.

При использовании системы СИ имеет место численное равенство коэффициентов пропорциональности, которые можно обозначить  $c$ :  $c_E = c_M = c = k \cdot \Phi$ , где  $k$  - конструктивный коэффициент двигателя,  $\Phi$  - магнитный поток, Вб.

Решая совместно первые два уравнения в системе (3.1) можно получить уравнение электромеханической характеристики ДПТ, которое определяет зависимость  $\omega = f(I)$ :

$$\omega = \frac{U - I \cdot R}{c} \quad (3.2)$$

Анализ уравнений электромеханической характеристики

Скорость холостого хода

При  $I = 0$  имеет место режим идеального холостого хода и при этом

$$\omega_0 = \frac{U}{k \cdot \Phi} = \frac{U}{c} \quad (3.3)$$

Ток короткого замыкания

С увеличением нагрузки на валу ДПТ возрастает и ток якоря  $I$ , т.к.  $M = c \cdot I$ , а это в свою очередь ведет к снижению  $\omega$ . Если к якорю подведено напряжение, то при  $\omega = 0$  имеет место режим короткого замыкания, при котором, как следует из (3.2), ток короткого замыкания (называемый также пусковым током)

$$I_{кз} = \frac{U}{I} \quad (3.4)$$

Максимальное значение тока короткого замыкания имеет место при  $R_{д} = 0$ , когда  $R = R_{я}$ , и оно может в десятки раз превышать величину номинального значения  $I_{ном}$  тока якоря двигателя, т. к.  $R_{я}$  величина сравнительно малая.

Реально режим короткого замыкания имеет место кратковременно, при пуске двигателя и при стопорении двигателя моментом сопротивления.

Ограничение величины  $I_{кз}$

При прямом пуске двигателя значения тока  $I_{кз} \gg I_{ном}$ , поэтому якорная обмотка может быстро перегреться и выйти из строя. Кроме того, большие токи негативно влияют и на работоспособность щеточно-коллекторного узла.

Это обуславливает необходимость ограничения  $I_{кз}$  до допустимой величины либо введением дополнительного сопротивлений в якорную цепь  $R_{д}$ , либо уменьшением значения питающего напряжения  $U$ .

Величина максимально допустимого тока  $I_{max.доп}$  определяется коэффициентом перегрузки по току

$$k_{т} = \frac{I_{max.доп}}{I_{ном}} \quad (3.5)$$

обычно принимающим значения от 2 до 5, в зависимости от типа двигателя.

Максимально допустимый ток короткого замыкания должен соответствовать неравенству

$$I_{\text{max.доп}} < k_M \cdot I_{\text{ном.}} \quad (3.6)$$

Для микродвигателей обычно осуществляется прямой пуск без добавочных сопротивлений, но с ростом габаритов ДПТ необходимо производить реостатный пуск, особенно если привод с ДПТ используется в напряженных режимах с частыми пусками и торможениями.

Практически следует помнить, что, если не ограничивать пусковые токи, то частыми пусками можно сжечь обмотку якоря ДПТ.

С введением  $R_T$  в цепь якоря жесткость электромеханической характеристики уменьшается, что и видно на рис. 3.2.

#### Динамическое торможение

Для осуществления данного режима якорь двигателя отключают от сети и замыкают на тормозное сопротивление  $R_T$  так как это представлено на рис. 3.8.

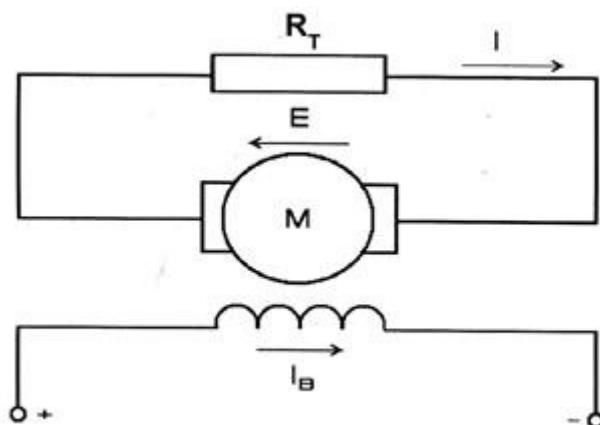


Рис.3.8. Схема включения ДПТ с НВ при динамическом торможении.

Уравнение механической характеристики для этого режима запишется как



$$\omega = \frac{M_T \cdot R}{c^2}, \quad (3.12)$$

где  $M_T$  - тормозной момент.

Ток якоря можно определить как

$$I = -\frac{E}{R}. \quad (3.13)$$

т. е. ток (и, следовательно, момент двигателя) изменяет свой знак, чем и обуславливается процесс торможения.

На рис. 3.9 представлены механические характеристики ДПТ с НВ, соответствующие режиму динамического торможения.

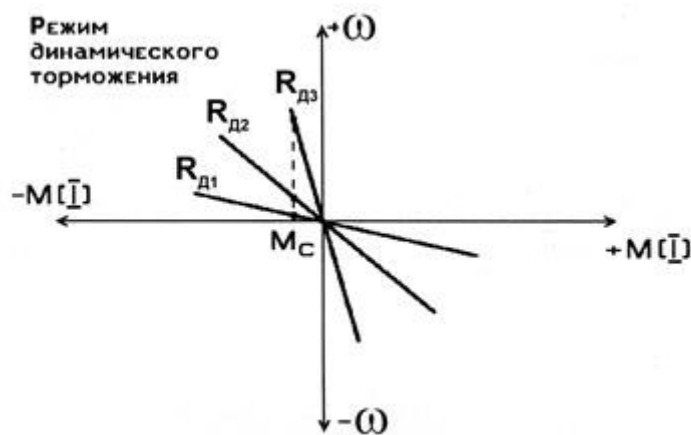


Рис. 3.9. Механические характеристики ДПТ с НВ, соответствующие режиму динамического торможения при  $R_{Д1} < R_{Д2} < R_{Д3}$ .

Способ динамического торможения весьма экономичен, т. к. двигатель работает генератором на постоянную нагрузку, потребляя из сети энергию только на электромагнитное возбуждение.

При переводе ДПТ из двигательного режима в режим динамического торможения необходимо ограничивать величину максимального тормозного тока в момент переключения.

## 2.2. Тормозной спуск

Данный вид торможения имеет место при превышении активным моментом сопротивления величины пускового момента, что приводит к изменению направления вращения якоря двигателя и соответственно знака ЭДС. Из первого уравнения системы (3.1) следует, что в этом случае ток якоря определяется как

$$I = \frac{U + E}{R}, \quad (3.14)$$

т. е. ток якоря превышает значения токов короткого замыкания (3.4).

Поэтому для реализации этого режима необходимо ограничивать ток якоря введением добавочного сопротивления  $R_{д}$ .

Графически механические и электромеханические характеристики в этом случае являются продолжением соответствующих характеристик в 4 квадрант.

Режим тормозного спуска широко применяется в грузоподъемных механизмах для опускания грузов.

Противовключение изменением полярности подводимого напряжения

Если у ДПТ, работающего в двигательном режиме на ходу изменить полярность напряжения на обмотке якоря на противоположную, то знак тока якоря  $I$  изменится на противоположный в соответствии с выражением

$$I = -\frac{U+E}{R} \quad (3.15)$$

Двигатель переходит в тормозной режим, и его механическая характеристика изображается во 2 квадранте. При этом происходит интенсивное торможение и скорость вращения двигателя падает до нуля. Если в этот момент времени обмотку якоря не отключить от сети, то направление вращения изменится на противоположное (график механической характеристики размещен в 3 квадранте), т.е. двигатель реверсируется. Это, безусловно, накладывает определенные ограничения на применимость данного способа торможения.

С энергетической точки зрения данный способ не экономичен, т.к. большое количество энергии выделяется на добавочном сопротивлении, которое необходимо включать в якорную цепь для ограничения бросков тормозного тока.

Механические характеристики для этого режима торможения представлены на рис.3.10.

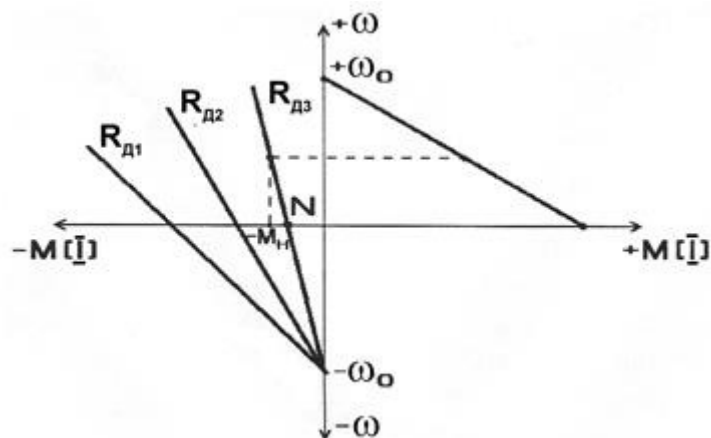


Рис. 3.10. Механические характеристики ДПТ с НВ, соответствующие режиму торможения противовключением путем изменения полярности

подводимого напряжения при  $R_{д1} < R_{д2} < R_{д3}$ .

## 2.3. Приборный блок

Внешний вид приборного блока (ПБ) представлен на рис 4.1.



Рис. 4.1. Лицевая панель приборного блока

На левой боковой стенке ПБ расположены: трехфазный автомат защиты QF4, подводящий трехфазное напряжение 380В, отключающий стенд при перегрузках и устройство защитного отключения стенда (УЗО), срабатывающее при появлении токов утечки на землю, что обеспечивает защиту персонала от поражения током.

На лицевой панели расположены органы управления стендом, индикаторы, измерительные приборы, гнезда для подключения к приборному блоку внешних устройств и изображение электрической схемы стенда.

## 2.4. Электромашинный агрегат.

Внешний вид электромашинного агрегата приведен на рис. 4.2.



Рис.4.2 Электромашинный агрегат стенда ИДПТ-НВ

Электромашинный агрегат состоит из объединенных в одном конструктиве двух ДПТ с НВ, валы которых жестко соединены. На валу одного из двигателей установлен тахогенератор постоянного тока.

При выполнении действий по следующему пункту следует внимательно следить за показаниями амперметров РА1 и РА2, не допуская превышения значениями токов  $I_1$  и  $I_2$  допустимых значений в 15А и 20 А соответственно (в зависимости от того, что наступит быстрее). Нарушение этого ограничение может привести к перегоранию добавочных сопротивлений или перегрузке якоря.

- Ввести М1 в режим генераторного торможения, для чего необходимо продолжить плавное снижение тока возбуждения  $I_{в2}$  двигателя М1. Это приведет к увеличению частоты вращения и тока  $I_{я1}$ .

Необходимо быстро снять пять значений тока и частоты вращения и также занести их в таблицу 6.2. для заданных значений  $R_{д1}$ .

- Процедуру повторить еще для трех значений добавочного сопротивления в цепи якоря двигателя М1 -  $R_{д1}=12$  Ом; 28 Ом и 40 Ом. Для этого переключатель SA3 необходимо выставлять в положение 4, 7 и 10 соответственно. Причем для устранения возможных автоколебаний электромашинного агрегата переключатель SA4 в этих случаях необходимо выставить в положение 1.

- Выключить автомат блока питания БП №3 и отключить автоматы QF2 и QF3. Выставить переключатели SA3 и SA4 в положение 0. Отключить источники ИТ1 и ИТ2 нажатием на них кнопок «Power». Разобрать схему.

Рис. 6.4 Схема исследования двигательного режима машины М1

- Собрать схему, представленную на рис.6.4.

- Выставить SA3 в положение 0, а SA4 в положение 10.

- Включить источники ИТ1 и ИТ2 и выставить на них значения  $I_{в1}=0$ , 76А и  $I_{в2}=0$ А.

- Включить автомат БП №3 и автоматы QF2 и QF3. Двигатель М1 должен начать вращаться.

- Поворачивая потенциометр источника ИТ2 необходимо начать увеличивать ток возбуждения нагрузочной машины М2 - от 0 до 0, 76А. При этом необходимо снимать показания амперметра рА1, частоты вращения и тока возбуждения  $I_{в1}$  и занести их в таблицу 6.3.

Внимание! Не допускается превышение токами якоря М1и М2 значений  $I_{я1}=15$ А и  $I_{я2}=20$  А ( в зависимости от того, что наступит быстрее ).

Если увеличение тока возбуждения  $I_{B2}$  недостаточно для нагрузки  $M1$  до  $I_{я1} = 15A$  необходимо поэтапно уменьшать величину добавочного сопротивления  $R_{д2}$ , переключением SA4 в положения 9, 8, 7, 6 и так далее.

## **Заключение**

Производственная практика является обязательным разделом основной образовательной программы и представляет собой вид производственной деятельности, ориентированной на профессионально-практическую подготовку студентов в целях приобретения ими практических навыков работы и закрепления знаний, полученных в процессе теоретического обучения.

В результате прохождения производственной практики значительно расширились профессиональные навыки, необходимые специалисту в сфере электропривода и автоматизации промышленных установок.

## **Литература**

1. «Хабр».[Электронный ресурс].URL. <https://habr.com/ru/post/584728/> (Дата обращения 21.05.2023).
2. «Школа для электрика».[Электронный ресурс].URL. <http://electricalschool.info/automation/1654-programmiruemye-kontrollery-siemens.html> (Дата обращения 21.05.2023).
3. Немцов М. В. Электротехника и электроника. – М.: МЭИ. 2003.
4. Касаткин А. С., Немцов М. В. Электротехника. – М.: Высшая школа. 2000.
5. Касаткин А. С., Немцов М. В. Электротехника. – М.: Энергоиздат. 1983.



6. Борисов Ю. М., Липатов Д. Н. Общая электротехника. – М.: Энергоиздат. 1985.
7. Исследование режимов работы двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением. [Электронный ресурс].URL. <https://studfile.net/preview/2180218/> (Дата обращения 21.05.2023).
8. Прикладная физика в электроэнергетике [Электронный ресурс].URL. [https://studopedia.net/11\\_28297\\_printsip-deystviya-i-konstruktsiya-rele.html?ysclid=lhxtfg504m585465056](https://studopedia.net/11_28297_printsip-deystviya-i-konstruktsiya-rele.html?ysclid=lhxtfg504m585465056) (Дата обращения 21.05.2023).