КГЭУ

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования
Практикум

Казань 2025

УДК 621.313
ББК 31. 261.2-060.8
Т38

Т38 **Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования: практикум** / Сост. В.В. Новокрещенов. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2025. – 21 с.

В практикуме приведены наиболее популярные схемы, применяемые на промышленных предприятиях, которые предлагается собрать студентам для получения навыков монтажа, описаны опыты, направленные на закрепление полученных ранее знаний, а также новых компетенций по наладке и ремонту оборудования промышленных предприятий.

Предназначен для студентов очной и заочной форм обучения по образовательной программе направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Проектирование и эксплуатация электрохозяйства потребителей».

УДК 621.31
ББК 31.19

© Казанский государственный энергетический университет, 2025

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий практикум состоит из четырёх лабораторных работ. В первой лабораторной работе студентам предлагается собрать простейшую схему управления асинхронным двигателем. Вторая лабораторная работа направлена на закрепление полученных на первом занятии компетенций, а также проведение опытов направленных на закрепление знаний, параллельно изучаемых студентами на других дисциплинах. Третья лабораторная работа направлена на формирование компетенций относительно электромонтажа схемы управления реверсивным электроприводом и устранение в них неисправностей. Четвёртая лабораторная работа посвящена изучению методики испытания электродвигателя постоянного тока после ремонта. На выполнение каждой лабораторной работы отводится по четыре академических часа.

Практикум может быть использован при изучении студентами дисциплины «Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования».

Учащемуся необходимо уметь хорошо разбираться в схемах, знать устройство электродвигателей и аппаратов и уметь осуществлять сборку схем управления, а при необходимости производить соответствующие испытания и измерения.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ИСПЫТАНИЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ С КОММУТАЦИОННЫМИ АППАРАТАМИ ПОСЛЕ МОНТАЖА

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1. Получение навыков монтажа электрооборудования.
2. Изучение методики проверки электрооборудования для управления работой электродвигателя.

ПРИБОРЫ И ИНСТРУМЕНТЫ

Отвертка, паяльник, тестер.

КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Наиболее широкое распространение во всех отраслях промышленности, строительства и сельского хозяйства имеют асинхронные электродвигатели трёхфазного тока с короткозамкнутым ротором. Электродвигатели характеризуются номинальными данными, которые указаны в их паспортах: мощностью, напряжением, током статора, кратностью пускового тока, коэффициентом мощности, частотой вращения ротора, номинальным вращающим моментом.

Смонтированный и установленный на рабочее место электродвигатель проверяют при работе вхолостую и под нагрузкой; при необходимости подвергают испытанию. Управление, регулирование и защиту электрических машин осуществляют с помощью электрических аппаратов. Аппараты, применяемые для управления электрическими цепями, подразделяются на неавтоматические и автоматические. К автоматическим аппаратам относятся: контакторы, магнитные пускатели, автоматические выключатели, которые управляются дистанционно или действуют автоматически при изменении установленного режима работы электродвигателей или питающей сети.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

1. Запишите паспортные данные асинхронного электродвигателя (см. табличку на его корпусе) и ознакомьтесь с пусковой аппаратурой (запишите их полное обозначение и основные данные).

2. Соберите электрическую схему согласно рис. 1.

3. Произведите испытание электродвигателя на холостом ходу и под нагрузкой.

4. Произведите необходимые измерения (ток двигателя, все фазные и линейные напряжения, скорость вращения ротора) в первом и во втором случае и занесите их в табл. 1.

5. Сравните измерения с паспортными данными электродвигателя.

6. Оформите отчёт о проделанной работе.

Таблица 1. Результаты измерений

	Ток двигателя, А	Фазные напряжения, В	Линейные напряжения, В	Скорость вращения ротора, об/мин
На холостом ходу				
Под нагрузкой				

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ РАБОТЫ

Исследования в данной работе производите на основе асинхронного электродвигателя *M*1 (см. рис. 1). Для управления работой электродвигателя используйте следующие коммутационные аппараты: автоматический выключатель *QF*1 − для подключения схемы управления к питающему напряжению и защиты от токов короткого замыкания; магнитный пускатель *KM*1 − для подключения обмотки статора двигателя к питающему напряжению; тепловое реле *KA*1 − для защиты двигателя от длительных перегрузок; кнопки кнопочного поста *SB*1 − для пуска и останова двигателя.

Контроль за током в фазах и скоростью вращения вала электродвигателя производите по приборам: *A*1 и *n*. Контроль за работой коммутационных аппаратов осуществляйте визуально.

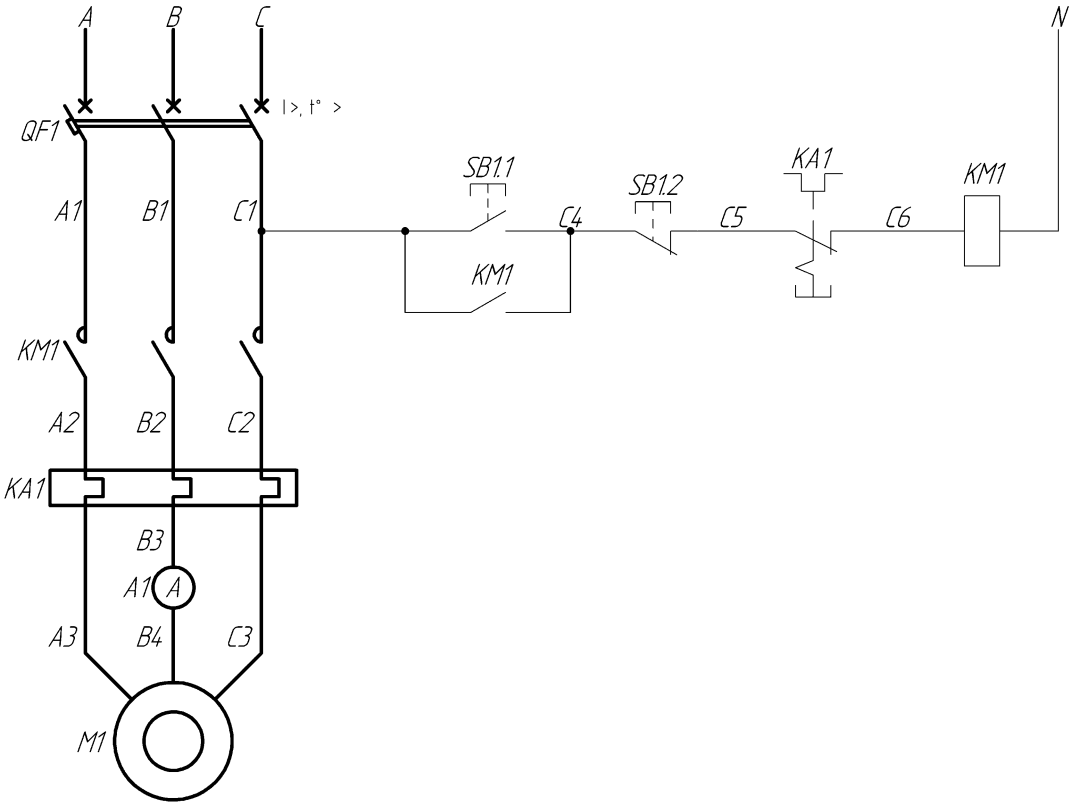

Рис. 1. Принципиальная схема управления асинхронным электродвигателем

Перед началом работы ознакомьтесь с расположением аппаратов на панели стенда. По схеме электрической принципиальной на рис. 1 смонтируйте схему управления двигателем *М*1. С помощью тестера проверьте монтаж схемы при отключенном питании стенда. После проверки преподавателем произведите проверку работы схемы при поданном напряжении питания. Снимите показания амперметра. Тестером измерьте все фазные и линейные напряжения. Зафиксируйте показания. Сделайте заключение о правильности выбора пуско-регулирующей аппаратуры и аппаратов защиты. Обоснуйте выводы.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЁТА

Отчет о проделанной работе должен быть выполнен на листах формата А4 и содержать:

– название;
– цель работы;
– задание;
– паспортные данные асинхронного электродвигателя;
– полное обозначение и основные данные пусковой аппаратуры;
– таблицу с результатами измерений;

– основные выводы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие аппараты относятся к пуско-регулирующей аппаратуре? Перечислите их.
2. В каких режимах проверяют электродвигатель после монтажа?
3. Каково назначение автоматического выключателя *QF*1 и теплового реле *КА*1 в схеме на рис. 1?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ИСПЫТАНИЕ КОНДЕНСАТОРОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1. Изучить влияние конденсаторов на коэффициент мощности электрической цепи.
2. Изучить методику расчета коэффициента мощности.

ПРИБОРЫ И ИНСТРУМЕНТЫ

Отвертка, паяльник, тестер.

КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Прохождение реактивной мощности, пульсирующей между источниками питания и электроприемниками, сопровождается увеличением тока. Это вызывает дополнительные затраты на повышение сечений проводников сетей и мощностей трансформаторов, создает дополнительные потери электроэнергии. Кроме того, возрастают потери напряжения за счет реактивной составляющей, пропорциональной реактивной нагрузке и индуктивному сопротивлению, что понижает качество электроэнергии по напряжению.

Вследствие этого важное значение имеет компенсация реактивных нагрузок и повышение коэффициента мощности в системах электроснабжения промпредприятий. Под компенсацией имеется в виду установка местных источников реактивной мощности, благодаря которым повышается пропускная способность сетей и трансформаторов, а также уменьшаются по-

тери электроэнергии.

Для сохранения нормального напряжения при максимальной нагрузке необходимо соблюдение баланса реактивных мощностей, который достигается за счет мероприятий, снижающих потребление реактивной мощности предприятиями от энергосистемы.

Эти мероприятия разбиваются на: мероприятия, не требующие специальных компенсирующих устройств и целесообразные во всех случаях, и требующие установки специальных компенсирующих устройств для выработки реактивной мощности.

Наибольшее распространение в промпредприятиях получили конденсаторы. Мощность конденсатора пропорциональна квадрату напряжения, что следует учитывать при расчетах уровней напряжения сети:

$$Q = \omega \cdot C \cdot U^2,$$

где: Q - реактивная мощность [вар],

ω - частота сети [рад/сек],

C - емкость конденсатора [Ф],

U - напряжение сети [В].

Конденсаторы включаются в сеть параллельно электроприемникам, вследствие чего такая компенсация носит название поперечной (параллельной), в отличие от продольной, при которой конденсаторы включаются в сеть последовательно.

Возможна также индивидуальная компенсация, когда конденсаторы наглухо подключаются к обмоткам отдельных электродвигателей или трансформаторов и коммутируются вместе с ними. Она может применяться для электроприводов, работающих в длительном режиме. Мощность конденсаторов в этом случае выбирается по реактивной мощности холостого хода.

Наряду с большими достоинствами (статические устройства, малые потери) конденсаторы имеют следующие недостатки:

- зависимость мощности от квадрата напряжения, что снижает устойчивость, а при особо неблагоприятных условиях может привести к лавине напряжения;
- сложность регулирования мощности;
- перегрев при повышении напряжения и наличии в сети высших гармоник, ведущих к выходу конденсатора из строя.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

1. Соберите электрическую схему согласно Рис. 2.

2. Произведите запуск электродвигателя под нагрузкой без компенсации реактивной мощности с последующим подключением конденсаторов.

3. Произведите необходимые измерения (ток двигателя, все фазные напряжения, потребляемая двигателем активная мощность) в первом и во втором случае и занесите их в табл. 2.

4. Рассчитайте потребляемую двигателем полную мощность и коэффициент мощности. Результаты занесите в таблицу 2.

5. Оформите отчёт о проделанной работе.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ РАБОТЫ

Соберите электрическую схему (согласно рис. 2) для исследования повышения коэффициента мощности с использованием батареи конденсаторов (схема индивидуальной компенсации мощности). В качестве активно-индуктивной нагрузки используйте асинхронный электродвигатель *M*1. Подключение батареи конденсаторов производите выключателем *SA*1. Ваттметр *W*1, *W*2 индицирует активную трехфазную мощность, потребляемую электродвигателем.

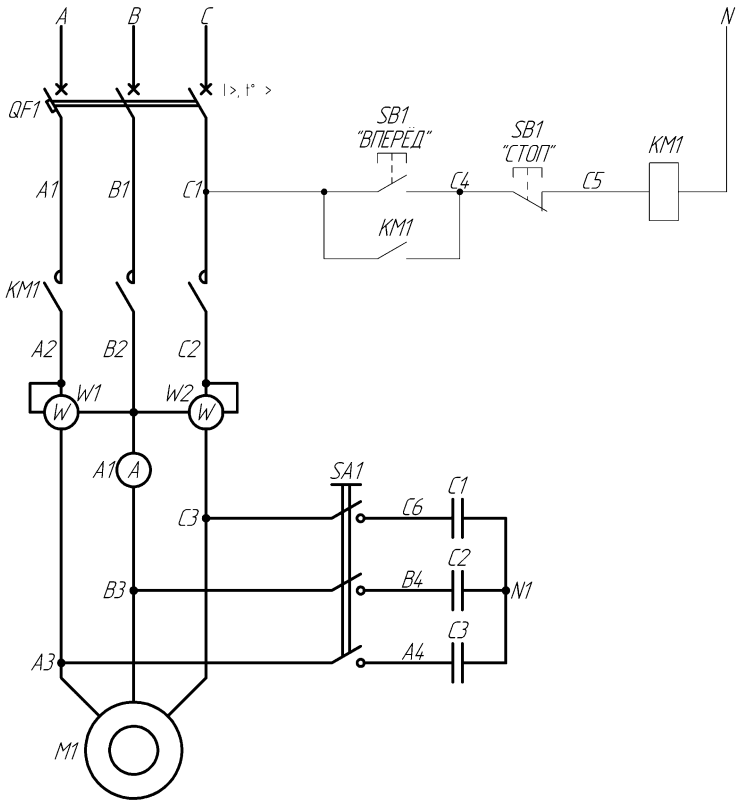

Рис. 2. Принципиальная схема управления асинхронным электродвигателем с индивидуальной компенсацией мощности посредством трёхкнопочного поста

Проверьте с помощью тестера правильность сборки. После проверки преподавателем подайте напряжение на стенд и включите автомат *QF*1. При выключенном выключателе *SA*1 произвести запуск двигателя *M*1 кнопкой кнопочного поста *SB*1. Зафиксировать показания амперметра *A*1 и трехфазного ваттметра *W*1, *W*2. Тестером измерьте фазное напряжение. Данные занесите в табл. 2. Не отключая двигателя, подключите батарею конденсаторов *C*1 – *C*3 выключателем *SA*1 и отметьте уменьшение величины тока на амперметре *A*1. Снимите данные с амперметра и ваттметра и занесите в табл. 2. Отключите электродвигатель красной кнопкой кнопочного поста *SB*1. Отключите автомат *QF*1 и обесточьте стенд. Проведите вычисления в табл. 2 и сравните значения коэффициента мощности в опыте без батареи конденсаторов и с ней.

Расчет коэффициента мощности ведется по следующим формулам:

А. Полная мощность

$$S = 3U_{ф} \cdot I_{ф}, \text{ ВА},$$

где $U_{ф}$ – фазное напряжение, В;

$I_{ф}$ – фазный ток, А.

Б. Коэффициент мощности

$$K_{\text{м}} = \frac{P}{S},$$

где P – активная мощность, Вт.

Таблица 2. Результаты измерений

Опыт	$U_{\text{ф}}$, В	$I_{\text{ф}}$, А	P, Вт	S, ВА	$K_{\text{м}}$
Без $C1$ – $C3$					
С $C1$ – $C3$					

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЁТА

Отчет о проделанной работе должен быть выполнен на листах формата А4 и содержать:

– название;
– цель работы;
– задание;
– таблицу с результатами измерений;
– основные выводы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Для чего применяют компенсацию реактивной мощности?
2. Что такое коэффициент мощности?
3. Какие устройства используют для повышения коэффициента мощности?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить методику поиска и устранения неисправностей автоматизированных электроприводов.

ПРИБОРЫ И ИНСТРУМЕНТЫ

Отвертка, тестер.

КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

При эксплуатации электроприводов могут возникнуть различные неисправности – от простых очевидных неполадок до сложных, требующих значительных временных затрат на поиск повреждений, которые следует устранять.

При ремонте сетей электропитания, замене распределительных щитов, кабелей и прочего возможно подключение привода на неверное чередование фаз, следовательно, двигатель будет вращаться в другую сторону, что в некоторых механизмах может привести к выходу оборудованию из строя. Для устранения этого в наиболее удобном и безопасном месте необходимо поменять любые две фазы местами.

Если при включении двигатель начинает вращаться, но гудит, не набирает оборотов и греется, то причинами могут быть: обрыв в цепи статора (чаще обрыв фазы возникает из-за срабатывания предохранителей; реже из-за неисправности выключателя, а также обрыва в обмотке статора; при обрыве фазы в двух других фазовых обмотках резко увеличивается ток в 1,7 раза, что и вызывает нагрев двигателя); обрыв или слабый контакт в цепи ротора (нарушение контакта стержней с торцевыми кольцами в обмотке ротора – для двигателя с короткозамкнутым ротором); а также тривиальное заедание в рабочем механизме или механическое повреждение в двигателе; неправильное соединение концов обмоток после ремонта – одна фаза перевернута.

Если при пуске двигателя срабатывает максимальная защита или защита от перегрузки (тепловая), то причиной может оказаться неверно выбранный аппарат защиты или замыкание в цепи питания двигателя, равно как не-

исправность самого двигателя, причём как механический, так и электрический пробой изоляции в результате перегрева от перегрузок. Повторное включение автоматического выключателя после его срабатывания при пуске двигателя производят только после тщательной проверки исправности двигателя.

При возникновении неисправностей в автоматическом цикле работы привода поиск неисправности можно провести при отключенном двигателе, оставив включенными цепи управления. Следует промоделировать работу механизма путем нажатия концевых выключателей, командных кнопок и др., а также поэтапно контролировать состояние аппаратов цепей управления. Как только обнаружится отклонение от цикла (см. принципиальную схему и циклограмму работы), то в нерабочей цепочке при отключенном питании следует прозвонить всю ветвь от начала до конца, либо при поданном напряжении на сбойном участке вольтметром определить место обрыва цепи. Поиск таких неисправностей следует производить лишь после тщательного изучения циклограммы работы привода в составе оборудования и полной ясности очередности работы аппаратов. Для четкой ориентации в работе электрической схемы полезно составить таблицу состояний всех аппаратов цепи управления на каждом этапе циклограммы. При проверке цепей под напряжением следует соблюдать особую осторожность во избежание поражения электрическим током.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

1. Соберите электрическую схему согласно рис. 3.
2. Проверьте правильность работы схемы путём запуска электродвигателя в прямом и обратном направлении.
3. Устраните неполадки, внесённые преподавателем в схему преднамеренно или выявленные самостоятельно в процессе пуско-наладки.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ РАБОТЫ

В работе исследуется реверсивный электропривод переменного тока на базе асинхронного электродвигателя. Для этого соберите схему, представленную на рис. 3.

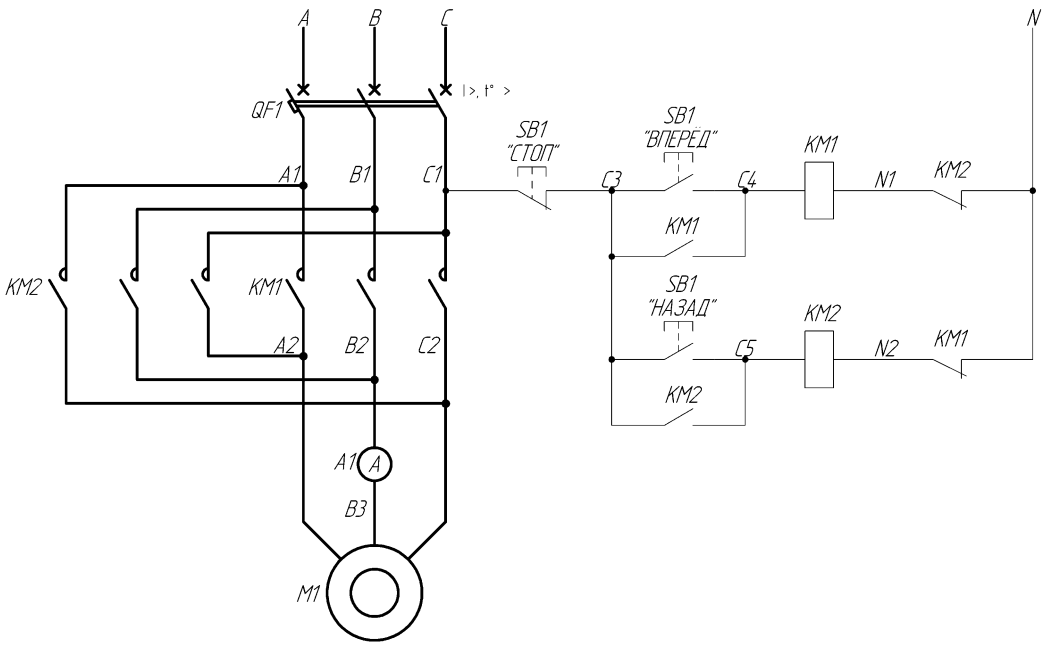

Рис. 3. Принципиальная схема управления реверсивным электроприводом

По заданию преподавателя можете доработать схему: введите в схему реле времени (*КТ*1 – *КТ*3) и промежуточные реле (*К*1 – *К*2), переключатель *SA*1, осуществляющие управление каким-либо автоматическим циклом работы электродвигателя и элементы сигнализации (сигнальная лампа *HE*1 и звонок *HA*1).

При отключенном питании стенда проверьте схему с помощью тестера. Прозвоните сначала силовые цепи: сами цепочки по потенциальным точкам и на предмет КЗ между фазами, фазой и нейтралью. Затем проверьте цепи управления (как при ненажатых кнопках, так и при их нажатии). После проверки преподавателем подключите стенд к сети и включите автомат *QF*1. Опробуйте работу схемы: сначала «Пуск» кнопочным постом *SB*1 (включится пускатель *КМ*1), затем «Стоп». Далее включите пускатель *КМ*2 кнопочным постом *SB*2 и вновь «Стоп». Далее проверьте работу блокировки реверса на ходу: при включенном пускателе *КМ*1 нажмите кнопку кнопочного поста *SB*2 (изменений не должно быть). Преподавателем вводятся ошибки в схему управления (обрыв в цепи блок-контакта магнитного пускателя, обрыв в цепи питания схемы управления и т.д.), которые вам нужно отыскать и устранить. Исследуйте работу схемы и электропривода в целом при указанных неисправностях. Изучите методы устранения данных неисправностей.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЁТА

Отчетом о проделанной работе является чёткое и безукоризненное функционирование собранной электрической схемы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

ИСПЫТАНИЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА ПОСЛЕ РЕМОНТА

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить методику испытания электродвигателя после ремонта.

ПРИБОРЫ И ИНСТРУМЕНТЫ

Отвертка, кусачки, тестер.

КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Электродвигатель постоянного тока с независимым и параллельным возбуждением широко применяют в промышленности, транспортных, крановых и других установках для привода механизмов, где требуется широкое плавное регулирование частоты вращения. Одна и та же электрическая машина может работать как в режиме двигателя, так и в режиме генератора. Это свойство электрической машины называют обратимостью.

Обмотка якоря электродвигателя (выводы Я1 и Я2 на изучаемом двигателе) имеет малое сопротивление, и если подать напряжение на нее без подключения обмотки возбуждения (выводы М1 и М2 на изучаемом двигателе), то произойдет короткое замыкание. Прямой пуск двигателя вызывает резкий бросок тока и, следовательно, резкий рывок вала, что неблагоприятно воздействует на рабочие механизмы. Поэтому при пуске электродвигателей обычно применяют либо плавный пуск (в регулируемых приводах плавно увеличивается напряжение), либо ступенчатый (в цепи якоря с выдержками времени шунтируются добавочные резисторы).

В процессе эксплуатации электродвигателя постоянного тока его узлы изнашиваются и требуют периодического обслуживания и ремонта. Двигатели постоянного тока имеют коллектор, на котором происходит коммутация секций обмоток якоря под напряжением, что вызывает искрение при переходе щетки на соседнюю ламель. Работа в таких условиях вызывает быстрый износ щеток и поверхности ламелей коллектора. Поэтому периодически необходимо производить осмотр коллектора и проверку состояния щеток. Изношенные и поврежденные щетки следует немедленно менять, а загрязнение коллектора угольным налетом от щеток может стать причиной роста тока

потребления двигателем и, следовательно, способствовать скорейшему износу коллектора. Немаловажное значение имеет и состояние механических узлов двигателя: целостность подшипников, наличие и своевременная замена в них смазки, а также чистота и отсутствие окислов на зажимах выводов двигателя и подводимых к нему проводов.

Обязательна и проверка сопротивления изоляции двигателя во избежание поражения электрическим током обслуживающего персонала. Изоляция обмоток электрических машин и проводов относительно легко подвергается изменениям под влиянием температуры, влажности, загрязнения и т.д. Происходит старение изоляции, что отрицательно влияет на ее качество, электрическую прочность. По этой причине контроль за ее качеством должен быть периодическим.

Согласно ПУЭ, измерение сопротивления изоляции силовых и осветительных электроустановок, работающих при номинальном напряжении 127 – 660 В, производят мегомметром с напряжением 1000 В. Допустимые нормы сопротивления изоляции для электрических машин, проводов и кабелей указывают в технических условиях или ГОСТах. Для электрических машин напряжением до 1000 В сопротивление изоляции обмоток должно составлять не менее 0,5 МОм. Сопротивление изоляции обмоток измеряют между отдельными обмотками, а также между каждой обмоткой и корпусом электрической машины.

Поэтому после ремонта двигатель подвергают тщательному осмотру и проверке по всем этим пунктам.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

1. Соберите электрическую схему, показанную на рис. 4.
2. Снимите характеристики двигателя постоянного тока (ток и скорость вращения при разных значениях напряжения).
3. Полученные данные занесите в табл. 3.
4. Сравните полученные сведения с паспортными данными электродвигателя и сделайте соответствующие выводы.
5. Оформите отчёт о проделанной работе.

Таблица 3. Результаты измерений

Паспортные данные			Измеренные значения	
Номинальный ток двигателя, А	Напряжение питания, В	Скорость вращения, об/мин	Скорость вращения, об/мин	Ток двигателя, А
0,9	40	2200		
	60	2800		
	80	3200		

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ РАБОТЫ

Исследуйте электродвигатель постоянного тока с параллельным возбуждением. Для этого при выключенном стенде с помощью измерительных приборов произведите замер сопротивлений обмоток якоря и возбуждения и сопротивление изоляции этих обмоток. Измерения проводите с помощью тестера (или мегомметра при его наличии в лаборатории).

Для проверки рабочих параметров двигателя соберите схему как на рис. 4.

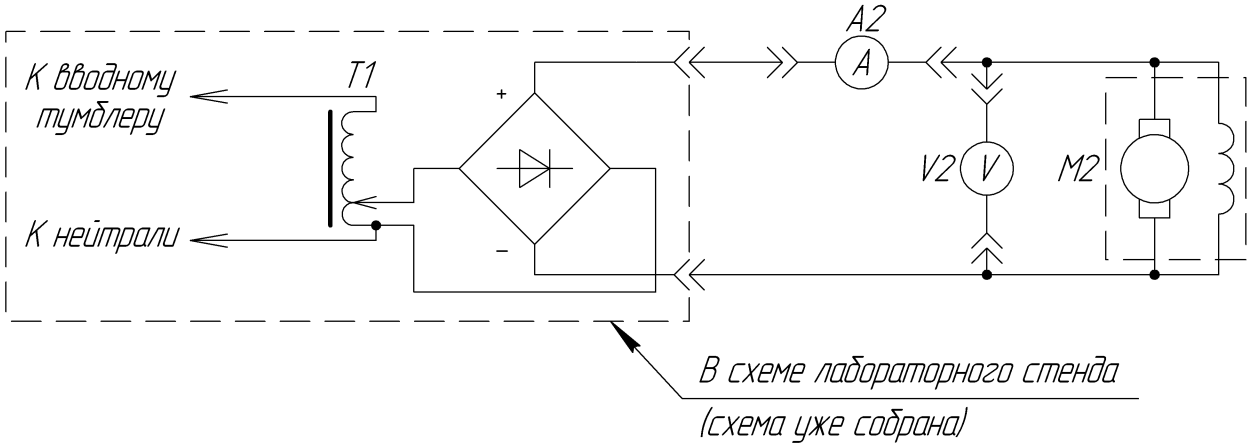

Рис. 4. Схема для проверки рабочих параметров двигателя постоянного тока

После сборки схемы проверьте правильность монтажа при помощи тестера. Подготовьте стенд к работе от сети: выведите регулятор ЛАТРа в положение, соответствующее минимальному выходному напряжению, убедитесь, что остальные аппараты, не используемые в работе, не попадут под напряжение при включении стенда.

После проверки схемы преподавателем запитайте стенд от сети и подайте в схему напряжение. Затем плавно увеличивайте выходное напряжение регулируемого источника постоянного напряжения с помощью ЛАТРа до 40, 60 и 80 В и поэтапно произведите замеры.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЁТА

Отчет о проделанной работе должен быть выполнен на листах формата А4 и содержать:

– название;
– цель работы;
– задание;
– таблицу с паспортными данными двигателя и результатами измерений;
– основные выводы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каков принцип работы двигателя постоянного тока?
2. Где в основном применяют такие двигатели?
3. Назовите их основной недостаток.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Правила устройства электроустановок (седьмое издание) [Утверждены Приказом Минэнерго РФ от 09.04.2003г. N 150]. – Москва : Моркнига, 2020. – 584 с. – 5000 экз. – ISBN 978-5-903089-16-1. – Текст : непосредственный.
2. **Сибикин, Ю. Д.** Электробезопасность при эксплуатации электроустановок промышленных предприятий / Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин. – Москва : Издательский центр «Академия», 2004. – 240 с. – Текст : непосредственный.
3. **Воронина, А. А.** Техника безопасности при работе в электроустановках / А. А. Воронина, Н. Ф. Шибенко. – Москва : Высшая школа, 1974. – 192 с. – Текст : непосредственный.
4. **Живов, М. С.** Справочник молодого электромонтажника / М. С. Живов. – Москва : Высшая школа, 1983. – 161 с. – Текст : непосредственный.
5. **Семёнов, В. А.** Справочник молодого электромонтёра по ремонту электрооборудования промышленных предприятий / В. А. Семёнов. – Москва : Высшая школа, 1982. – 160 с. – Текст : непосредственный.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 3
Лабораторная работа № 1
Испытание электродвигателя с коммутационными аппаратами после монтажа 4
Лабораторная работа № 2
Испытание конденсаторов для повышения коэффициента мощности 7
Лабораторная работа № 3
Определение и устранение неисправностей автоматизированных электроприводов 12
Лабораторная работа № 4
Испытание электродвигателя постоянного тока после ремонта 15
Рекомендуемая литература 19

Учебное издание

Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования
Практикум

Сост. **Новокрещенов Виталий Викторович**

Кафедра электроснабжение промышленных преприятий КГЭУ

Редактор издательского отдела *М.С. Беркутова*
Компьютерная верстка

Подписано в печать
Формат 60×84/16. Бумага «Business». Гарнитура «Times». Вид печати РОМ.
Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж экз. Заказ №.

Редакционно-издательский отдел КГЭУ, 420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51