

РОСЖЕЛДОР
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения»
(ФГБУ ВПО РГУПС)
Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта
(ТТЖТ – филиал РГУПС)

О.В.Бунич

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ
ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ
РАБОТ**

По специальности

23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог

ПМ 01 Эксплуатация и техническое обслуживание подвижного состава

МДК01.01 Конструкция, техническое обслуживание и ремонт

подвижного состава

Тема 1.4 Электрические машины

Тихорецк
2015

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по
Учебной работе
Н.Ю. Шитикова


01 / 09 2015 г.

Методические указания для выполнения практических и лабораторных работ по ПМ.01 Эксплуатация и техническое обслуживание подвижного состава, МДК 01.01 Конструкция, техническое обслуживание и ремонт подвижного состава, тема 1.4 Электрические машины, по специальности 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог (локомотивы), составлены в соответствии с рабочей учебной программой профессионального модуля ПМ.01 Эксплуатация и техническое обслуживание подвижного состава

Организация-разработчик: Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта – филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» (ТТЖТ – филиал РГУПС)

Разработчик:

О.В.Бунич – преподаватель ТТЖТ – филиала РГУПС

Рекомендовано цикловой комиссией № 9 «Специальность 23.02.06»

Протокол заседания № 1 от 01 сентября 2015 г.

СОДЕРЖАНИЕ

- 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
- 2 ПЕРЕЧЕНЬ, ЗАДАНИЯ НА ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ
- 3 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ
- 4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ
- 5 ПРИМЕРНАЯ ФОРМА ОТЧЕТА ПО РАБОТАМ

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методическая разработка для подготовки к лабораторным работам по дисциплине «Электрические машины» предназначена для студентов дневного отделения специальности 23.02.06 «Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог».

Данная методическая разработка содержит вопросы, список используемой литературы, методические рекомендации по работе с литературой по блокам вопросов. Весь курс дисциплины предусматривает 8 разделов :

РАЗДЕЛ 1 Назначение, классификация электрических машин

РАЗДЕЛ 2 Электрические машины постоянного тока

РАЗДЕЛ 3 Электрические машины переменного тока

РАЗДЕЛ 4 Трансформаторы.

РАЗДЕЛ 5 Аккумуляторные батареи

РАЗДЕЛ 6 Электромашинные преобразователи

РАЗДЕЛ 7 Техническое обслуживание и ремонт электрических машин

РАЗДЕЛ 8 Техническое обслуживание и ремонт силового оборудования.

Последовательность изложения изучаемого материала позволяет легче усвоить материал и применить полученные знания на производственной практике, при выполнении дипломного проекта.

2.Перечень практических и лабораторных работ

Практическое занятие № 1

«Изучение конструкции тягового двигателя постоянного тока

Практическое занятие № 2

«Изучение конструкции щеточно-коллекторного узла

Практическое занятие № 3

«Исследование синхронно машины»

Практическое занятие № 4

«Изучение конструкции вспомогательных машин»

Практическое занятие № 5

«Изучение конструкции синхронной машины»

Лабораторное занятие № 1

«Испытание генератора постоянного тока независимого возбуждения

Лабораторное занятие № 2

«Испытание электродвигателя постоянного тока параллельного возбуждения

Лабораторное занятие № 3

«Изучение конструкции асинхронной машины»

Лабораторное занятие №4

«Испытание электродвигателей постоянного тока смешанного возбуждения »

Лабораторное занятие №5

«Испытание асинхронного двигателя»

Лабораторное занятие №

«Пуск и реверсирование электродвигателя постоянного тока»

Лабораторное занятие № 7

«Техническое обслуживание электрических машин постоянного тока»

Лабораторное занятие № 8

«Техническое обслуживание электрических машин переменного тока»

3.СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ

1 Основная

- 1.1 Кацман М.М Электрические машины. - М.: Высшая школа. 2006.
- 1.2 Дайлидко А.А. Электрические машины тягового подвижного состава. - М.: Желдориздат, 2002

2 Дополнительная

- 2.1 Дайлидко А.А. Электрические машины: Альбом. М.: УМК МПС России, 2002.
- 2.2 Данилов И.А., Иванов П.М. Общая электротехника с основами электроники.2003

3 Методическое обеспечение

- 3.1 Методические рекомендации по проведению лабораторных работ.2011
О.В.Бунич
- 3.2 Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов.2011 О.В.Бунич
- 3.3 Методические рекомендации по выполнению контрольных работ.2011
О.В.Бунич
- 3.4 Методические рекомендации по подготовке к экзамену.2011
О.В.Бунич

4ТСО

4.1 Персональный компьютер.

4.2 Обучающая компьютерная программа «Электрические машины постоянного тока»2004

4.3 Мультимедийные презентации.

4.МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Лабораторные (практические) занятия проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения (лабораторного оборудования, образцов, нормативных и технических документов и т.п.).

При выполнении лабораторных (практических) работ проводятся: подготовка оборудования и приборов к работе, изучение методики работы, воспроизведение изучаемого явления, измерение величин, определение соответствующих характеристик и показателей, обработка данных и их анализ, обобщение результатов. В ходе проведения работ используются план работы и таблицы для записей наблюдений. При выполнении лабораторной работы студент ведет рабочие записи результатов измерений (испытаний), оформляет расчеты, анализирует полученные данные путем установления их соответствия нормам и/или сравнения с известными в литературе данными и/или данными других студентов. Окончательные результаты оформляются в форме заключения.

В данном разделе указывается перечень средств обучения, формулируется цель проведения и содержание каждой лабораторной работы.

На практических занятиях по техническим дисциплинам нужно не менее 1 часа из двух (50% времени) отводить на самостоятельное решение задач. Практические занятия строятся следующим образом:

1. Вводное слово преподавателя (цели занятия, основные вопросы, которые должны быть рассмотрены).

2. Беглый опрос.
3. Решение 1-2 типовых задач у доски.
4. Самостоятельное решение задач.
5. Разбор типовых ошибок при решении (в конце текущего занятия или в начале следующего).

Из различных форм СРС для практических занятий на старших курсах наилучшим образом подходят “деловые игры”. Тематика игры может быть связана с конкретными производственными проблемами или носить прикладной характер, включать задачи ситуационного моделирования по актуальным проблемам и т.д. Цель деловой игры - в имитационных условиях дать студенту возможность разрабатывать и принимать решения.

При проведении семинаров и практических занятий студенты могут выполнять СРС как индивидуально, так и малыми группами (творческими бригадами), каждая из которых разрабатывает свой проект (задачу). Выполненный проект (решение проблемной задачи) затем рецензируется другой бригадой по круговой системе. Публичное обсуждение и защита своего варианта повышают роль СРС и усиливают стремление к ее качественному выполнению. Данная система организации практических занятий позволяет вводить в задачи научно-исследовательские элементы, упрощать или усложнять задания.

Активность работы студентов на обычных практических занятиях может быть усилена введением новой формы СРС, сущность которой состоит в том, что на каждую задачу студент получает свое индивидуальное задание (вариант), при этом условие задачи для всех студентов одинаковое, а исходные данные различны. Перед началом выполнения задачи преподаватель дает лишь общие методические указания (общий порядок решения, точность и единицы измерения определенных величин, имеющиеся справочные материалы и т.п.). Выполнение СРС на занятиях с проверкой результатов преподавателем приучает студентов грамотно и правильно выполнять технические расчеты, пользоваться вычислительными средствами

и справочными данными. Изучаемый материал усваивается более глубоко, у студентов меняется отношение к лекциям, так как без понимания теории предмета, без хорошего конспекта трудно рассчитывать на успех в решении задачи. Это улучшает посещаемость как практических, так и лекционных занятий.

Другая форма СРС на практических занятиях может заключаться в самостоятельном изучении принципиальных схем, макетов, программ и т.п., которые преподаватель раздает студентам вместе с контрольными вопросами, на которые студент должен ответить в течение занятия.

Выполнение лабораторного практикума, как и другие виды учебной деятельности, содержит много возможностей применения активных методов обучения и организации СРС на основе индивидуального подхода.

При проведении лабораторного практикума необходимо создать условия для максимально самостоятельного выполнения лабораторных работ.

Поэтому при выполнении работы необходимо:

- 1 Провести экспресс-опрос (устно или в тестовой форме) по теоретическому материалу, необходимому для выполнения работы (с оценкой).
2. Проверить планы выполнения лабораторных работ, подготовленный студентом дома (с оценкой).
3. Оценить работу студента в лаборатории и полученные им данные (оценка).
4. Проверить и выставить оценку за отчет.

5 ПРИМЕРНАЯ ФОРМА ОТЧЕТА ПО РАБОТАМ

Практическое занятие № 1

«Изучение конструкции тягового двигателя постоянного тока»

Цель: Изучение конструкции тягового двигателя постоянного тока

Оборудование и раздаточный материал:

1. тягового двигателя НБ-418 К6

2. тестер, мегометр

3. технические характеристики.

Краткие теоретические сведения

Тема: Устройство и принцип действия машины постоянного тока.

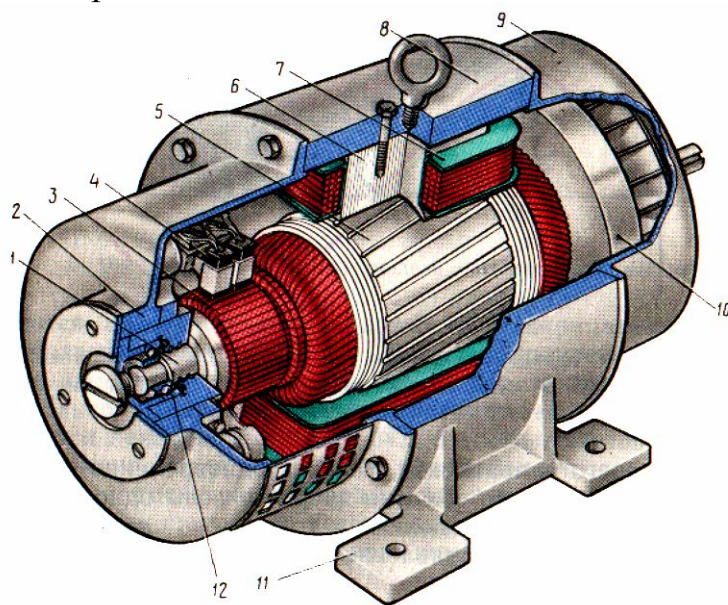


Рисунок 1

В настоящее время электромашиностроительные заводы изготавливают электрические машины постоянного тока, предназначенные для работы в

самых различных отраслях промышленности, поэтому отдельные узлы этих машин могут иметь разную конструкцию, но общая конструктивная схема машин одинакова. Неподвижная часть машины постоянного тока называется статором (рисунок 1).

Статор. Состоит из станины 8 и главных полюсов 6. Станина 8 служит для крепления полюсов и подшипниковых щитов и является частью магнитопровода, так как через нее замыкается магнитный поток машины. Станину изготавливают из стали — материала, обладающего достаточной механической прочностью и большой магнитной проницаемостью. В нижней части станины имеются лапы 11 для крепления машины к фундаментальной плите, а по окружности станины расположены отверстия для крепления сердечников главных полюсов 6. Обычно станину делают цельной из стальной трубы, либо сварной из листовой стали, за исключением машин с весьма большим наружным диаметром, у которых станину делают разъемной, что облегчает транспортировку и монтаж машины.

Главные полюсы предназначены для создания в машине магнитного поля возбуждения. Главный полюс состоит из сердечника 6 и полюсной катушки 7. Со стороны, обращенной к якорю, сердечник полюса имеет полюсный наконечник, который обеспечивает необходимое распределение магнитной индукции в зазоре машины. Сердечники главных полюсов делают шихтованными из листовой конструкционной стали толщиной 1-2 мм или из тонколистовой электротехнической анизотропной холоднокатаной стали, например марки 3411. Штампованные пластины главных полюсов специально не изолируют, так как тонкая пленка окисла на их поверхности достаточна для значительного ослабления вихревых токов, наведенных в полюсных наконечниках пульсациями магнитного потока, вызванного зубчатостью сердечника якоря. Анизотропная сталь обладает повышенной магнитной проницаемостью вдоль проката, что должно учитываться при штамповке пластин и их сборке в пакет. Пониженная магнитная проницаемость поперек проката способствует ослаблению реакции якоря и уменьшению потока рассеяния главных и добавочных полюсов.

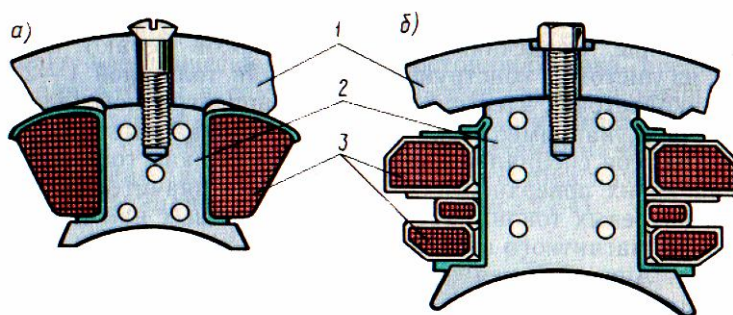


Рисунок 2

В машинах постоянного тока небольшой мощности полюсные катушки делают бескаркасными — намоткой медного обмоточного провода непосредственно на сердечник полюса, предварительно наложив на него

изоляционную прокладку (рисунок 2, а). В большинстве машин (мощностью 1 кВт и более) полюсную катушку делают каркасной: обмоточный провод наматывают на каркас (обычно пластмассовый), а затем надевают на сердечник полюса (рисунок 2, б). В некоторых конструкциях машин полюсную катушку для более интенсивного охлаждения разделяют по высоте на части, между которыми оставляют вентиляционные каналы.

Якорь. Якорь машины постоянного тока (рисунок 1) состоит из вала 1, сердечника 5 с обмоткой и коллектора 3. Сердечник якоря имеет шихтованную конструкцию и набирается из штампованных пластин тонколистовой электротехнической стали. Листы покрывают изоляционным лаком, собирают в пакет и запекают. Готовый сердечник напрессовывают на вал якоря. Такая конструкция сердечника якоря позволяет значительно ослабить в нем вихревые токи, возникающие в результате его перемагничивания в процессе вращения в магнитном поле. На поверхности сердечника якоря имеются продольные пазы, в которые укладывают обмотку якоря.

Обмотку выполняют медным проводом круглого или прямоугольного сечения. Пазы якоря после заполнения их проводами обмотки обычно закрывают клиньями (текстолитовыми или гетинаксовыми). В некоторых машинах пазы не закрывают клиньями, а накладывают на поверхность якоря бандаж. Бандаж делают из проволоки или стеклоленты с предварительным натягом. Лобовые части обмотки якоря крепят к обмоткодержателям бандажом.

Принцип работы электрической машины постоянного тока в режиме двигателя (генератора).

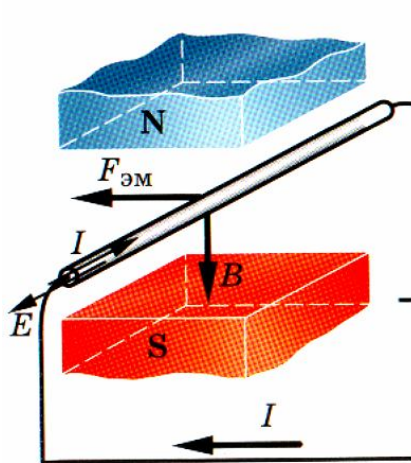


Рисунок 6

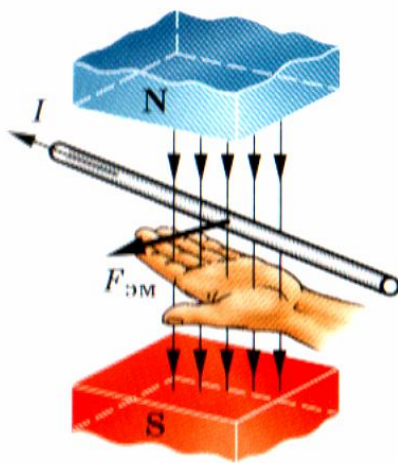


Рисунок 7

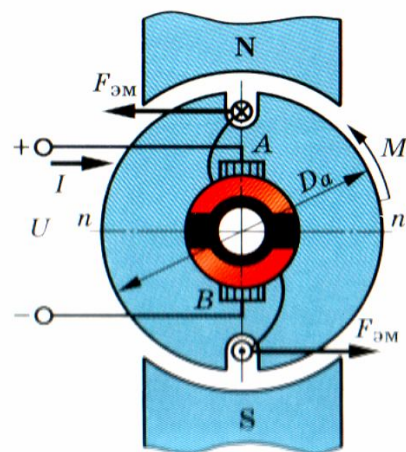


Рисунок 8

Если проводник длиной L поместить в магнитное поле с индукцией B и

пропустить по нему ток I , то появится электромагнитная сила $F_{эм}$ (рисунок 6). Данная электромагнитная сила определяется по правилу левой руки. Левую руку надо расположить так, чтобы магнитные силовые линии входили в ладонь, 4 вытянутых пальца располагались по направлению тока в проводнике, тогда отогнутый на 90° большой палец укажет направление электромагнитной силы F (рисунок 7). На рисунке 8 представлена модель простейшего двигателя постоянного тока.

Классификация электрических машин и область их применения.

По способам возбуждения машины постоянного тока можно классифицировать следующим образом:

- машины независимого возбуждения, в которых обмотка возбуждения (ОВ) питается постоянным током от источника, электрически не связанного с обмоткой якоря (рисунок 9, а);
- машины параллельного возбуждения, в которых обмотка возбуждения и обмотка якоря соединены параллельно (рисунок 9, б);
- машины последовательного возбуждения, в которых обмотка возбуждения и обмотка якоря соединены последовательно (рисунок 9, в);
- машины смешанного возбуждения, в которых имеются две обмотки возбуждения - параллельная ОВ1 и последовательная ОВ2 (рисунок 9, г);
- машины с возбуждением постоянными магнитами (рисунок 9, д).

Все указанные машины (кроме последних) относятся к машинам с электромагнитным возбуждением, так как магнитное поле в них создается электрическим током, проходящим в обмотке возбуждения.

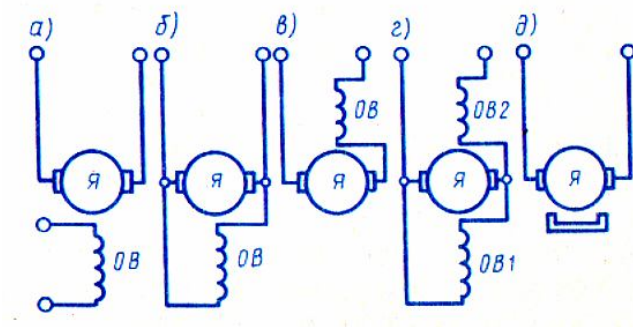


Рисунок 9

Электрические машины постоянного тока используются как в качестве генераторов, так и в качестве двигателей. Наибольшее применение имеют двигатели постоянного тока, области применения и диапазон мощности которых достаточно широки: от долей ватт (для привода устройств автоматики) до нескольких тысяч киловатт (для привода прокатных станов, шахтных подъемников и других механизмов). Двигатели постоянного тока

широко используются для привода подъемных средств в качестве крановых двигателей и привода транспортных средств в качестве тяговых двигателей.

Достоинства и недостатки электрических машин постоянного тока.

Основные преимущества двигателей постоянного тока по сравнению с бесколлекторными двигателями переменного тока - хорошие пусковые и регулировочные свойства, возможность получения частоты вращения более 3000 об/мин, а недостатки - относительно высокая стоимость, некоторая сложность в изготовлении и пониженная надежность. Все эти недостатки машин постоянного тока обусловлены наличием в них щеточно-коллекторного узла, который к тому же является источником радиопомех и пожароопасности. Эти недостатки ограничивают применение машин постоянного тока.

В последние годы созданы и успешно применяются двигатели постоянного тока, у которых механический коллектор заменен бесконтактным коммутатором на полупроводниковых элементах, однако подобные двигатели пока изготавливаются на мощность не более 500 Вт.

Остов тягового двигателя является магнитопроводом. На нем расположены главные и дополнительные полюсы, подшипниковые щиты и щеточный аппарат. Якорь имеет сердечник, коллектор и обмотку, по которой протекает ток якоря. Внутри остова расположены шесть главных и шесть дополнительных полюсов. Катушки главных полюсов соединены одна с другой внутри двигателя. Соединение дополнительных полюсов с компенсационной обмоткой и обмоткой якоря через щетки выполнено внутри машины. Концы катушек обмоток возбуждения и обмотки якоря выведены наружу. Это позволяет подключить к ним устройства, осуществляющие изменения направления движения электроваза, электрическое торможение а также подключать к катушкам главных полюсов резисторы различного сопротивления для регулирования скорости движения и улучшения работы двигателя. Компенсационные обмотки применяемые для улучшения коммутации, помещены в пазы сердечников главных полюсов и соединяют последовательно с катушками дополнительных полюсов и обмоткой якоря, причем таким образом, чтобы магнитный поток, созданный компенсационной обмоткой, был направлен встречно потоку реакции якоря. Все тяговые двигатели выполняются с принудительной вентиляцией. Чем больше поток охлаждаемого воздуха, тем большую мощность можно снять с вала двигателя.

Полюсы крепятся к остову тремя болтами, головки которых располагаются в нишах остова снаружи и залиты для герметичности компаундной массой. Шесть щеткодержателей крепятся к поворотной траверсе, поворот которой осуществляется с помощью шестерни. Обмотки главных полюсов имеет 11 витков, выполненных из полосовой меди 4*65, намотанных на ребро. Обмотки

[illegible]

дополнительных полюсов имеют 8 витков из шинной меди сечения $12,5 \times 12,5$. Катушки компенсационных обмоток на мотаны из шинной меди $4,4 \times 35$. Катушки укладывают в пазы сердечников главных полюсов со стороны якоря. Полюсные катушки соединены проводами сечением 95 мм^2 с одним наконечником на два повода.

Вал якоря изготовлен из хромоникелевой стали и запрессован во втулку сердечника имеет конусные выходы на обе стороны остова, для насадки на них малые шестерни зубчатой передачи тягового двигателя. Обмотка якоря простая петлевая состоит из 87 катушек, намотанных из провода квадратного сечения $3,53 \times 6,9 \text{ мм}^2$. В пазы сердечника укладывается также уравнильная обмотка 58 секций по три уравнивателя в секции из медного провода $1,68 \times 4,7 \text{ мм}^2$. Концы катушек якоря жестко впаяны в петушки коллекторных пластин, а секции уравнильной обмотки – в каждую вторую пластину коллектора. Шаг по коллектору-1, шаг по пазам -15, шаг уравнивателей по коллектору – 117. Коллектор набран из 348 пластин изготовленных из легированной меди с присадкой серебра. Пластины с миканитовыми прокладками имеют форму ласточкина хвоста их спрессовывают в кольцо при температуре $170-180^\circ$. Затем насаживают на корпус коллектора, надевают изолированные манжеты и зажимают между конусом и втулкой усилием 1100кН, после чего стягивают болтами. После обточки якоря выполняют продорожку на глубину 1,2 – 1,5 мм, снимают фаски по всей длине коллекторных пластин размером 0,25 мм.

Электрощетками осуществляется скользящий контакт между неподвижными электрическими цепями вращающейся обмоткой якоря. Щетки изготовлены из двух прямоугольных угольно – графитовыми половинками объединенных резиновым амортизатором. В щетки запрессовываются с медным порошком гибкие медные проводники и для прочности заливают сверху эпоксидной смолой. Щетки крепятся в специальных гнездах шести щеткодержателей. Между щетками и окном щеткодержателя предусмотрен зазор 0,3мм по ширине и 0,6 мм по длине щетки. Зазор между щеткодержателем и рабочей поверхностью коллектора не менее 2 мм и не более 4мм.

При производстве ТР-1 и выше проводится обязательная виброакустическая диагностика подшипников якоря.

Порядок выполнения работы

1. Описать назначение тягового двигателя НБ-418 К6
- 2 Практическое изучение: тягового двигателя НБ-418 К6
 - обмотка возбуждения;
 - якорная обмотка;
 - дополнительная обмотка
 - компенсационная обмотка
3. Замеры-проверки состояния контактов щеточно-коллекторного узла:
 - нажатие на щетки
 - притирание щеток;
 - профиль коллектора, его состояние;
 - установка геометрической нейтрали ;
- 4.Проверить работу тягового двигателя НБ-418 К6

Содержание отчета:

1. Краткое описание конструкции тягового двигателя НБ-418 К6
2. Порядок проведения замеров
3. Порядок, проведения замеров (сопротивления изоляции, сопротивления обмотки), характерные ошибки.
4. Краткое описание работы тягового двигателя НБ-418 К.
5. Вывод.

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначен тягового двигателя НБ-418 К6 ?
2. В каких случаях делается проверка сопротивления изоляции, сопротивления обмоток тягового двигателя НБ-418 К6?
3. Какие инструменты, можно использовать при проверках?
4. Перечислите основные части тягового двигателя НБ-418 К6.
5. Какие средства защиты применяются на ТПС?

Практическое занятие № 2

«Изучение конструкции щеточно-коллекторного узла»

Цель: Изучение конструкции щеточно-коллекторного узла

Оборудование и раздаточный материал:

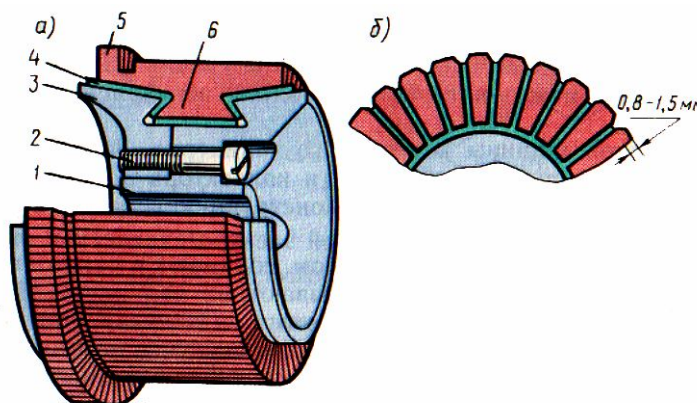
1. щеточно-коллекторный узел

2. тестор, мегометр

3. технические характеристики.

Краткие теоретические сведения

Коллектор 3 является одним из сложных узлов машины постоянного тока. Основными элементами коллектора являются пластины трапецеидального сечения из твердотянутой меди, собранные таким образом, что коллектор приобретает цилиндрическую форму. В зависимости от способа закрепления коллекторных пластин различают два основных типа коллекторов: со стальными конусными шайбами и на пластмассе. На рисунке 3а показано устройство коллектора со стальными конусными шайбами. Нижняя часть коллекторных пластин 6 имеет форму «ласточкина хвоста». После сборки коллектора эти части пластин оказываются зажатыми между стальными шайбами 1 и 3, изолированными от медных пластин миканитовыми манжетами 4. Конусные шайбы стянуты винтами 2. Между медными пластинами расположены миканитовые изоляционные прокладки. В процессе работы машины рабочая поверхность коллектора постепенно истирается щетками. Чтобы при этом миканитовые прокладки не выступали над рабочей поверхностью коллектора, что вызвало бы вибрацию щеток и нарушение работы машины, между коллекторными пластинами фрезеруют пазы (дорожки) на глубину до 1,5 мм (рисунке 3, б). Верхняя часть 5 коллекторных пластин (см. рисунок 3, а), называемая петушком, имеет узкий продольный паз, в который закладывают проводники обмотки якоря и тщательно припаивают.



В машинах постоянного тока малой мощности часто применяют коллекторы на пластмассе, отличающиеся простотой в изготовлении. Набор медных и миканитовых пластин в таком коллекторе удерживается пластмассой, запрессованной в пространство между набором пластин и стальной втулкой и образующей корпус коллектора. Иногда с целью увеличения прочности коллектора эту пластмассу 2 армируют стальными кольцами 3 (рисунок 4). В этом случае миканитовые прокладки должны иметь размеры большие, чем у медных пластин 1, что исключит замыкание пластин стальными (армирующими) кольцами 3 (4 — стальная втулка).

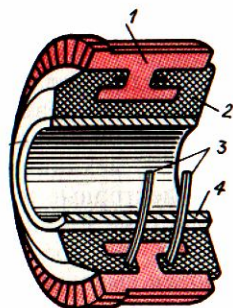


Рисунок 4

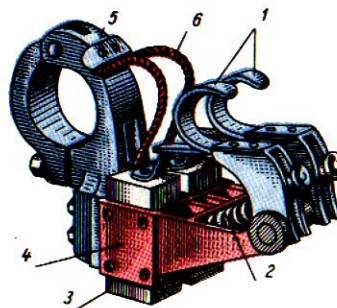


Рисунок 5

Электрический контакт с коллектором осуществляется посредством щеток, располагаемых в щеткодержателях 4 (см. рисунок 1).

Щеткодержатель (рисунок 5) состоит из обоймы 4, в которую помещают щетку 3, курка 1, представляющего собой откидную деталь, передающую давление пружины 2 на щетку. Щеткодержатель кренят на пальце зажимом 5. Щетка снабжается гибким тросиком 6 для включения ее в электрическую цепь машины. Все щеткодержатели одной полярности соединены между собой сборными шинами, подключенными к выводам машины. Одно из основных условий бесперебойной работы машины — плотный и надежный контакт между щеткой и коллектором. Давление на щетку должно быть отрегулировано, так как чрезмерный нажим может вызвать преждевременный износ щетки и перегрев коллектора, а недостаточный нажим — искрение на коллекторе.

Порядок выполнения работы

1. Описать назначение щеточно-коллекторного узла
2. Практическое изучение щеточно-коллекторного узла

- коллектор;
 - траверса ,щеткодержатель
3. Замеры-проверки состояния контактов щеточно-коллекторного узла:
- нажатие на щетки
 - притирание щеток;
 - профиль коллектора, его состояние;
4. Проверить работу щеточно-коллекторного узла

Содержание отчета:

1. Краткое описание конструкции щеточно-коллекторного узла;
2. Порядок проведения замеров щеточно-коллекторного узла
3. Порядок, проведения замеров (сопротивления изоляции, сопротивления обмотки), характерные ошибки.
4. Краткое описание работы щеточно-коллекторного узла
5. Вывод.

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначе щеточно-коллекторного узел ?
2. В каких случаях делается проверка сопротивления изоляции,?
3. Какие инструменты, можно использовать при проверках?
4. Перечислите основные части щеточно-коллекторного узла.

Практическое занятие № 3

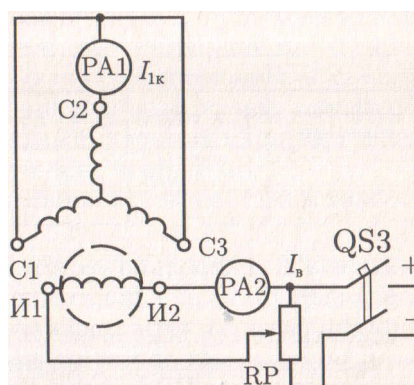
«Исследование синхронной машины»

Цель работы: Изучить устройство синхронного генератора и приобрести практические навыки в сборке схем и снятии характеристик; получить экспериментальное подтверждение теоретическим сведениям о свойствах синхронного генератора.

Оборудование и раздаточный материал:

1. Стенд для испытания синхронного генератора
2. тестор, мегометр
3. технические характеристики.

Краткие теоретические сведения



Порядок выполнения работы.

Схема соединений. На рис. представлена схема соединений синхронного генератора. Для привода генератора применен двигатель постоянного тока параллельного возбуждения. Свойства этого двигателя позволяют путем

изменения тока в обмотке возбуждения ОВ с помощью регулировочного реостата r_{rg} стабилизировать частоту вращения так, чтобы она при любой нагрузке генератора оставалась неизменной и равной синхронной частоте вращения.

Пуск двигателя осуществляют следующим образом: ставят рукоятку пускового реостата ПР в положение «Пуск», а движок регулировочного реостата r_{rg} - в положение, соответствующее его минимальному сопротивлению; затем включают автомат QF и медленно переводят рычаг ПР в положение «Работа». Затем движок реостата r_{rg} ставят в положение, соответствующее синхронной частоте вращения. После включения цепи возбуждения генератора рубильником QS3 контроль за частотой вращения удобно вести по показанию частотомера Pf, показание которого не должно отличаться от номинальной частоты тока в обмотке статора, например 50 Гц. Для остановки двигателя необходимо отключить автомат QF и поставить рычаг ПР в положение «Пуск».

После сборки схемы и проверки ее преподавателем выполняют пробный пуск генератора. Для этого пускают приводной двигатель и, замкнув рубильник QS3, постепенно повышают ток I_b в обмотке возбуждения генератора, наблюдая за показаниями вольтметра РУ и частотомера Pf. Затем, увеличивая сопротивление реостата r_{rg} в цепи возбуждения приводного двигателя, устанавливают синхронную частоту вращения. После этого, регулируя силу тока возбуждения генератора потенциометром RP, устанавливают на выходе генератора номинальное напряжение $U_{ном}$. Характеристика холостого хода - это зависимость ЭДС генератора в режиме холостого хода E_0 от тока в обмотке возбуждения генератора I_b в при номинальной (синхронной) частоте вращения.

После пуска приводного двигателя и установки номинальной частоты вращения доводят силу тока возбуждения генератора I_b до значения, при котором ЭДС холостого хода $E_0 = 1,3 U_{ном}$, а затем постепенно уменьшают ток возбуждения до нуля. При этом через приблизительно одинаковые интервалы ЭДС E_0 снимают показания приборов (амперметра РА2 и вольтметра РУ).

Показания приборов, снятые при увеличении тока возбуждения (при намагничивании), соответствуют восходящей ветви характеристики холостого хода, а показания, снятые при уменьшении тока возбуждения (при размагничивании), - нисходящей ветви этой характеристики.

За характеристику холостого хода принимают среднюю линию, проведенную между восходящей и нисходящей ветвями. При снятии данных восходящей ветви характеристики холостого хода необходимо, чтобы изменение тока возбуждения I_b происходило только в направлении нарастания, а при снятии данных нисходящей ветви - только в направлении убывания. Для сравнения характеристики холостого хода, полученной опытным путем, с нормальной характеристикой холостого хода синхронной машины следует обе характеристики строить в одних осях координат.

Внешняя характеристика - это зависимость напряжения на выходе генератора

U_1 от тока нагрузки I_1 при неизменных частоте вращения ($n_2 = n_1$)' токе возбуждения $I_b = \text{const}$ и коэффициенте мощности $\cos P_1 = \text{const}$.

Опыт проводят следующим образом. Включают приводной двигатель, устанавливают синхронную частоту вращения $n_2 = n_1$ и поддерживают ее неизменной в течение всего опыта. Затем подключают активную нагрузку (включением рубильника QS1) и регулируют сопротивление нагрузки R_n и силу тока возбуждения таким образом, чтобы при номинальном напряжении ($U_1 = U_{1\text{ном}}$) ток нагрузки генератора был номинальным ($I_1 = I_{1\text{ном}}$). Потом постепенно разгружают генератор до холостого хода ($U_1 = 0$) и получают данные внешней характеристики при активной нагрузке ($\cos P_1 = 1$). После этого опыт повторяют при активно-индуктивной нагрузке (QS1 разомкнут, QS2 замкнут).

Регулировочная характеристика представляет собой зависимость тока возбуждения генератора I_b от тока нагрузки I_1 при неизменных частоте вращения $n_2 = n_1$ и напряжении $U_1 = U_{1\text{ном}}$.

Генератор постепенно нагружают на активную нагрузку (QS2 замкнут) и регулируют ток возбуждения I_b таким образом, чтобы напряжение на выходе генератора в течение всего опыта оставалось неизменным и равным номинальному. При этом через приблизительно одинаковые интервалы тока нагрузки (амперметр PA1) измеряют ток возбуждения генератора (амперметр PA2). Опыт повторяют при активно-индуктивной нагрузке (QS1 отключен, QS2 включен).

Характеристика короткого замыкания - это зависимость тока статора при опыте короткого замыкания I_k от тока возбуждения I_b при неизменной частоте вращения n_1 .

Собирают схему опыта трехфазного короткого замыкания синхронного генератора и после проверки ее преподавателем автоматом QF включают приводной двигатель при отключенном возбуждении генератора (QS3 разомкнут). Установив номинальную частоту вращения n_1 и поддерживая ее в течение всего опыта неизменной, включают рубильник QS3 и потенциометром RP постепенно увеличивают ток возбуждения генератора до значения, при котором ток короткого замыкания $I_k = 1,2 I_{1\text{ном}}$. При этом через приблизительно одинаковые интервалы тока I_k (амперметр PA1) измеряют ток возбуждения I_b (амперметр PA2). Одно измерение должно соответствовать току $I_k = I_{1\text{ном}}$.

Затем показания приборов пересчитывают в относительные значения и строят характеристику короткого замыкания.

Порядок выполнения работы

1. Дать классификацию бесколлекторных машин переменного тока, используемых на железнодорожном транспорте
- 2 Практическое изучение бесколлекторных машин переменного тока
 - статор
 - ротор

3. Замеры-проверки состояния:
 - нажатие на щетки
 - притирание щеток;
4. Проверить работу синхронного генератора

Содержание отчета:

1. Краткое описание конструкции щеточно-коллекторного узла;
2. Описать устройство и принцип действия синхронного генератора.
3. Описать график распределения магнитной индукции в воздушном зазоре синхронного генератора.
4. Описать электромагнитную систему синхронного генератора.
5. Сделать вывод о проделанной работе.

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначение синхронного генератора?
2. В каких случаях делается проверка сопротивления изоляции,?
3. Какие инструменты, можно использовать при проверках?
4. Перечислите основные части синхронного генератора.

Практическое занятие № 4

«Изучение конструкции вспомогательных машин»

Цель работы: Изучить устройство вспомогательных машин

Оборудование и раздаточный материал:

1 вспомогательные машины

2.тестор, мегометр

3.технические характеристики.

Краткие теоретические сведения

АСИНХРОННЫЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ АЭ92-402

Назначение. Электродвигатель АЭ92-402 асинхронный, трехфазный с короткозамкнутым ротором, предназначен для привода главных компрессоров и центробежных вентиляторов. 42

Технические данные

Напряжение номинальное при соединении фаз обмотки звездой (линейное)
..... 380 В

Мощность номинальная на валу в симметричном режиме 40 кВт

Ток (фазный) номинальный..... 90 А

Частота тока..... 50 Гц

Частота вращения ротора (номинальная) . . . 1425 об/мин

К. п. д..... 85,5 %

cos φ 0,79

Режим -работыпродолжительный или

ПВ 50% с числом пусков в час до 10

Класс изоляции Н

Масса 390—400 кг

Электродвигатели допускают стоянку под током короткого замыкания (к. з.) или затяжной пуск в течение не более 15 с (с холодного состояния) при номинальном напряжении 380 В.

Нормальная работа электродвигателя осуществляется от однофазной сети в системе с расщепителем фаз и постоянно включенной емкостью при колебании питающего напряжения сети в интервале 280—470 В и несимметрии напряжения по фазам в соответствии с норматив-

нотехнической документацией на поставку электродвигателя.

Конструкция. Электродвигатель АЭ92-402 (рис. 38 и 39) открытого исполнения, с горизонтальной установкой на лапах, аксиальной вытяжной вентиляцией.

Электродвигатели изготавливают с одним или двумя свободными концами вала.

Статор состоит из стальной сварной станины и закрепленного в ней сердечника, набранного из штампованных изолированных листов электротехнической стали толщиной 0,5 мм.

Для заземления электродвигателя на лапах установлены стальные болты с латунными шайбами. Поверхность лап под головкой заземляющего болта покрыта оловянистым припоем.

В пазы сердечника статора уложена обмотка. В электродвигателе применена двухслойная петлевая обмотка, состоящая из жестких изолированных пропитанных секций, изготовленных из прямоугольного медного провода марки ПСДК- Закрепляются секции в пазах клиньями. Обмоточные данные статора двигателя:

Число:

пазов 48

полюсов 4

витков в секции 3

витков в фазе..... 48

пазов на полюс и фазу..... 4

проводников в пазу..... 6

параллельных ветвей..... 1

Размер провода (неизолированного)..... 3,15X4,75 мм

Активное сопротивление фазы при 20 °С 0,0576 Ом

Изоляциякремнийорганическая

Предельно допустимый нагрев Н класса Н205 °С

Порядок выполнения работы

1. Дать классификацию бесколлекторных машин переменного тока, используемых на железнодорожном транспорте
- 2 Практическое изучение электродвигателя АЭ92-402 переменного тока
 - статор
 - ротор
3. Замеры-проверки состояния:
 - нажатие на щетки
 - притирание щеток;
- 4.Проверить работу электродвигателя АЭ92-402

Содержание отчета:

1. Краткое описание конструкции электродвигателя АЭ92-402;
2. Описать принцип действия электродвигателя АЭ92-402.
5. Сделать вывод о проделанной работе.

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначение электродвигателя АЭ92-402?
2. В каких случаях делается проверка сопротивления изоляции электродвигателя АЭ92-402?
3. Какие инструменты, можно использовать при проверках?
4. Перечислите основные части электродвигателя АЭ92-402
5. Перечислите технические характеристики

Практическое занятие № 5

«Изучение конструкции синхронной машины»

Цель работы: Изучить устройство вспомогательных машин

Оборудование и раздаточный материал:

1. вспомогательные машины

2. тестор, мегометр

3. технические характеристики.

Краткие теоретические сведения

Устройство и работа синхронного генератора

Возбуждение синхронных машин

При рассмотрении принципа действия синхронного генератора установлено, что на роторе синхронного генератора расположен источник МДС (индуктор), создающий в генераторе магнитное поле. С помощью приводного двигателя (ПД) ротор генератора приводится во вращение с синхронной частотой n_1 . При этом магнитное поле ротора также вращается и, сцепляясь с обмоткой статора, наводит в ней ЭДС.

Синхронные двигатели конструктивно почти не отличаются от синхронных генераторов. Они также состоят из статора с обмоткой и ротора. Поэтому независимо от режима работы любая синхронная машина нуждается в процессе возбуждения — наведения в ней магнитного поля.

Основным способом возбуждения синхронных машин является электромагнитное возбуждение, сущность которого состоит в том, что на полюсах ротора располагают обмотку возбуждения. При прохождении по этой обмотке постоянного тока возникает МДС возбуждения, которая наводит в магнитной системе машины магнитное поле.

До последнего времени для питания обмотки возбуждения применялись специальные генераторы постоянного тока независимого возбуждения, называемые возбудителями В (рисунок 70, а), обмотка возбуждения которого (ОВ) получала питание постоянного тока от другого генератора (па-

параллельного возбуждения), называемого подвозбудителем (ПВ). Ротор синхронной машины и якоря возбудителя и подвозбудителя располагаются на общем валу и вращаются одновременно. При этом ток в обмотку возбуждения синхронной машины поступает через контактные кольца и щетки. Для регулирования тока возбуждения применяют регулировочные реостаты, включаемые в цепи возбуждения возбудителя (r_1) и подвозбудителя (r_2).

В синхронных генераторах средней и большой мощности процесс регулирования тока возбуждения автоматизируют.

В синхронных генераторах большой мощности — турбогенераторах иногда в качестве возбудителя применяют генераторы переменного тока индукторного типа. На выходе такого генератора включают полупроводниковый выпрямитель

Получила применение в синхронных генераторах бесконтактная система электромагнитного возбуждения, при которой синхронный генератор не имеет контактных колец на роторе.

В качестве возбудителя В в этом случае применяют генератор переменного тока (рисунок 70, б), у которого обмотка 2, в которой наводится ЭДС (обмотка якоря), расположена на роторе, а обмотка возбуждения 1 расположена на статоре. В результате обмотка якоря возбудителя и обмотка возбуждения синхронной машины оказываются вращающимися и их электрическое соединение осуществляется непосредственно, без контактных колец и щеток. Но так как возбудитель является генератором переменного тока, а обмотку возбуждения необходимо питать постоянным током, то на выходе обмотки якоря возбудителя включают полупроводниковый преобразователь 3, закрепленный на валу синхронной машины и вращающийся вместе с обмоткой возбуждения синхронной машины и обмоткой якоря возбудителя. Питание постоянным током обмотки возбуждения 1 возбудителя осуществляется от подвозбудителя (ПВ) — генератора постоянного тока.

Отсутствие скользящих контактов в цепи возбуждения синхронной машины позволяет повысить ее эксплуатационную надежность и увеличить КПД.

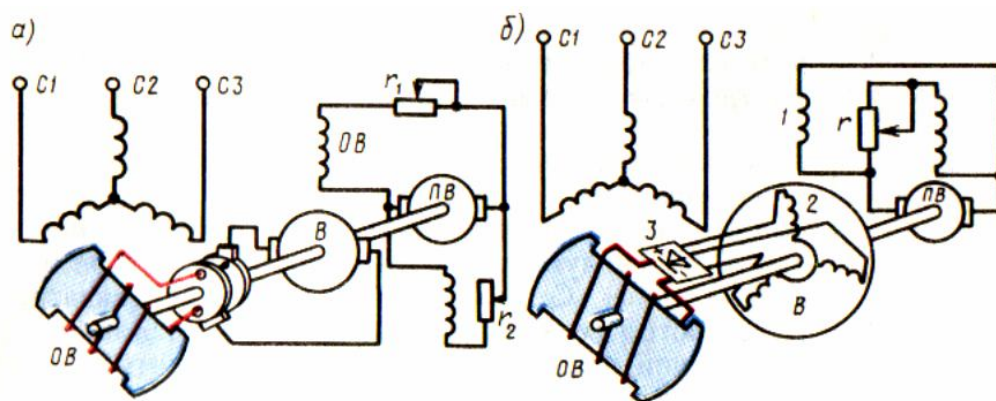


Рисунок 70 - Контактная (а) и бесконтактная (б) системы электромагнитного

В синхронных генераторах, в том числе гидрогенераторах, получил распространение принцип самовозбуждения (рисунок 71, а), когда энергия переменного тока, необходимая для возбуждения, отбирается от обмотки статора синхронного генератора через понижающий трансформатор и посредством выпрямительного полупроводникового преобразователя (ПП) преобразуется в энергию постоянного тока. Принцип самовозбуждения основан на том, что первоначальное возбуждение генератора происходит за счет остаточного магнетизма магнитопровода машины.

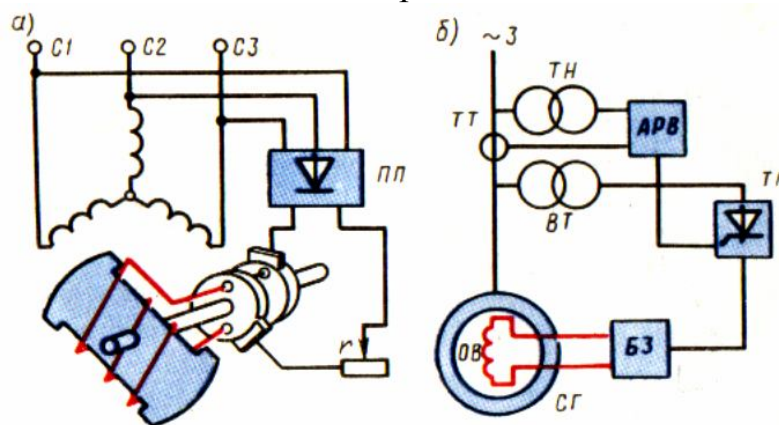


Рисунок 71 - Принцип самовозбуждения синхронных генераторов

На рисунке 71, б представлена структурная схема автоматической системы самовозбуждения синхронного генератора (СГ) выпрямительным трансформатором (ВТ) и тиристорным преобразователем (ТП), через которые электроэнергия переменного тока из цепи статора СГ после преобразования в постоянный ток подается в обмотку возбуждения. Управление тиристорным преобразователем осуществляется посредством автоматического регулятора возбуждения АРВ, на вход которого поступают сигналы напряжения на выходе СГ (через трансформатор напряжения ТН) и тока нагрузки СГ (от трансформатора тока ТТ). Схема содержит блок защиты БЗ, обеспечивающий защиту обмотки возбуждения и тиристорного преобразователя ТП от перенапряжений и токовой перегрузки.

В современных синхронных двигателях для возбуждения применяют тиристорные возбудительные устройства, включаемые в сеть переменного тока и осуществляющие автоматическое управление током возбуждения во всевозможных режимах работы питателя, в том числе и переходных. Такой способ возбуждения является наиболее надежным и экономичным, так как КПД тиристорных возбудительных устройств выше, чем у генераторов постоянного тока. Промышленностью выпускаются тиристорные возбудительные устройства на различные напряжения возбуждения с допустимым значением постоянного тока 320 А.

Наибольшее распространение в современных сериях синхронных двигателей получили возбудительные тиристорные устройства типов ТЕ8-320/48 (напряжение возбуждения 48В) и ТЕ8-320/75 (напряжение

возбуждения 75 В).

Мощность, затрачиваемая на возбуждение, обычно составляет от 0,2 до 5 % полезной мощности машины (меньшее значение относится к машинам большой мощности).

В синхронных машинах малой мощности находит применение принцип возбуждения постоянными магнитами, когда на роторе машины располагаются постоянные магниты. Такой способ возбуждения дает возможность избавить машину от обмотки возбуждения. В результате конструкция машины упрощается, становится более экономичной и надежной. Однако из-за дефицитности материалов для изготовления постоянных магнитов с большим запасом магнитной энергии и сложности их обработки применение возбуждения постоянными магнитами ограничивается лишь машинами мощностью не более нескольких киловатт.

Типы синхронных машин и их устройство

Синхронная машина состоит из неподвижной части — статора — и вращающейся части — ротора. Статоры синхронных машин в принципе не отличаются от статоров асинхронных двигателей, т. е. состоят из корпуса, сердечника и обмотки.

Конструктивное исполнение статора синхронной машины может быть различным в зависимости от назначения и габаритов машины. Так, в многополюсных машинах большой мощности при наружном диаметре сердечника статора более 900 мм пластины сердечника делают из отдельных сегментов, которые при сборке образуют цилиндр сердечника статора. Корпуса статоров крупногабаритных машин делают разъемными, что необходимо для удобства транспортировки и монтажа этих машин.

Роторы синхронных машин могут иметь две принципиально различающиеся конструкции: явнополюсную и неявнополюсную.

В энергетических установках по производству электроэнергии переменного тока в качестве первичных (приводных) двигателей синхронных генераторов применяют в основном три вида двигателей: паровые турбины, гидравлические турбины либо двигатели внутреннего сгорания (дизели). Применение любого из перечисленных двигателей принципиально влияет на конструкцию синхронного генератора.

Если приводным двигателем является гидравлическая турбина, то синхронный генератор называют гидрогенератором. Гидравлическая турбина обычно развивает небольшую частоту вращения (60—500 об/мин), поэтому для получения переменного тока промышленной частоты (50 Гц) в гидрогенераторе применяют ротор с большим числом полюсов. Роторы гидрогенераторов имеют явнополюсную конструкцию, т. е. с явно выраженными полюсами, при которой каждый полюс выполняют в виде отдельного узла, состоящего из сердечника 1, полюсного наконечника 2 и полюсной катушки 3 (рисунок 72, а). Все полюсы ротора закреплены на

ободе 4, являющемся также и ярмом магнитной системы машины, в котором замыкаются потоки полюсов. Гидрогенераторы обычно изготавливаются с вертикальным расположением вала (рисунок 73).

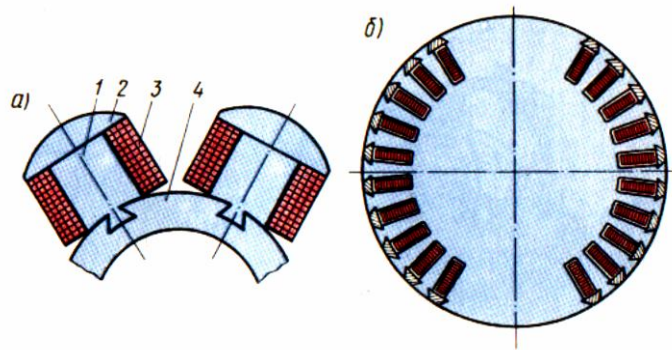


Рисунок 72 - Конструкция роторов синхронных машин:
а - ротор с явно выраженными полюсами; б - ротор с неявно выраженными полюсами

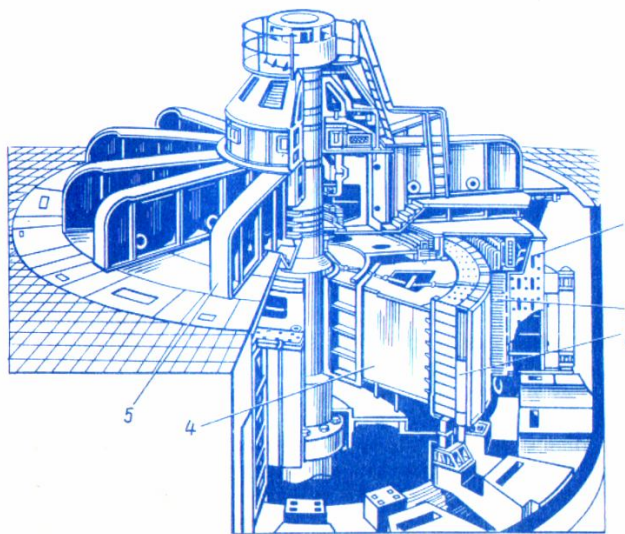


Рисунок 73 - Гидрогенератор Братской ГЭС (225 МВт, 15,8 кВ, 125 об/мин):
1 — корпус статора; 2 — сердечник статора; 3 — полюс ротора; 4 — обод ротора;
5 — грузонесущая крестовина

Порядок выполнения работы

1. Дать классификацию бесколлекторных машин переменного тока, используемых на железнодорожном транспорте
- 2 Практическое изучение бесколлекторных машин переменного тока
 - статор
 - ротор
3. Замеры-проверки состояния:
 - нажатие на щетки
 - притирание щеток;
4. Проверить работу синхронного генератора

Содержание отчета:

1. Краткое описание конструкции щеточно-коллекторного узла;
2. Описать устройство и принцип действия синхронного генератора.
3. Описать график распределения магнитной индукции в воздушном зазоре синхронного генератора.
4. Описать электромагнитную систему синхронного генератора.
5. Сделать вывод о проделанной работе.

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначен синхронный генератор?
2. В каких случаях делается проверка сопротивления изоляции,?
3. Какие инструменты, можно использовать при проверках?
4. Перечислите основные части синхронного генератора.

Лабораторное занятие № 1

«Испытание генератора постоянного тока независимого возбуждения»

Цель работы: Изучить конструкцию генератора постоянного тока независимого возбуждения и приобрести практические навыки в сборке схем и опытным исследованием генератора при снятии показаний и построении основных характеристик; получить экспериментальное подтверждение теоретическим сведениям о генераторах постоянного тока независимого возбуждения.

Оборудование и раздаточный материал:

1 Стенд для испытания генератора постоянного тока независимого возбуждения

2.тестор, мегометр

3.технические характеристики.

Краткие теоретические сведения

Схема соединений. В качестве приводного двигателя в схеме применен двигатель постоянного тока параллельного возбуждения М. Генератор постоянного тока G имеет независимое возбуждение, т. е. его обмотка возбуждения ОБ электрически не соединена с обмоткой якоря и подключена к отдельному источнику постоянного тока через потенциометр RP.

При этом рубильники QS1 и QS2 должны быть разомкнуты. Затем, установив номинальную частоту вращения приводного двигателя, замыкают QS2 и потенциометром RP устанавливают такую величину тока возбуждения I_b при которой напряжение на выходе генератора равно номинальному значению.

После этого замыкают QS1 и проверяют возможность нагрузки генератора.

Характеристика холостого хода представляет собой зависимость ЭДС генератора в режиме холостого хода E_0 от тока возбуждения I_b при номинальной частоте вращения $n_{ном}$. Данные для построения этой характеристики получают следующим образом. При разомкнутых QS1 и QS2 устанавливают номинальную частоту вращения якоря генератора и в течение

всего опыта поддерживают ее неизменной. Затем измеряют ЭДС генератора $E_{ост}$ (ЭДС остаточного магнетизма) и, включив QS2, потенциометром RP постепенно увеличивают ток возбуждения генератора до величины, при которой ЭДС генератора достигнет значения $E_0 = 1,15 U_{ном}$. При этом через приблизительно одинаковые интервалы ЭДС E_0 снимают показания вольтметра PV и амперметра PA2 и заносят их в таблицу. Так получают данные для построения восходящей (намагничивающей) ветви характеристики холостого хода. При этом необходимо следить за тем, чтобы изменения тока возбуждения происходили только в направлении его нарастания. Затем потенциометром RP постепенно уменьшают ток возбуждения I_b до нуля и вновь снимают показания вольтметра PV и амперметра PA2 и заносят их в таблицу. Так получают данные нисходящей (размагничивающей) ветви характеристики холостого хода. В этом случае также необходимо, чтобы изменения тока возбуждения происходили только в направлении его уменьшения. Построив обе ветви характеристики холостого хода, проводят между ними среднюю линию, которую и принимают за характеристику холостого хода. Затем к характеристике холостого хода проводят касательную, а из точки а, соответствующей номинальному напряжению ($E_0 = U_{ном}$) проводят прямую AC, параллельную оси абсцисс.

Порядок выполнения работы

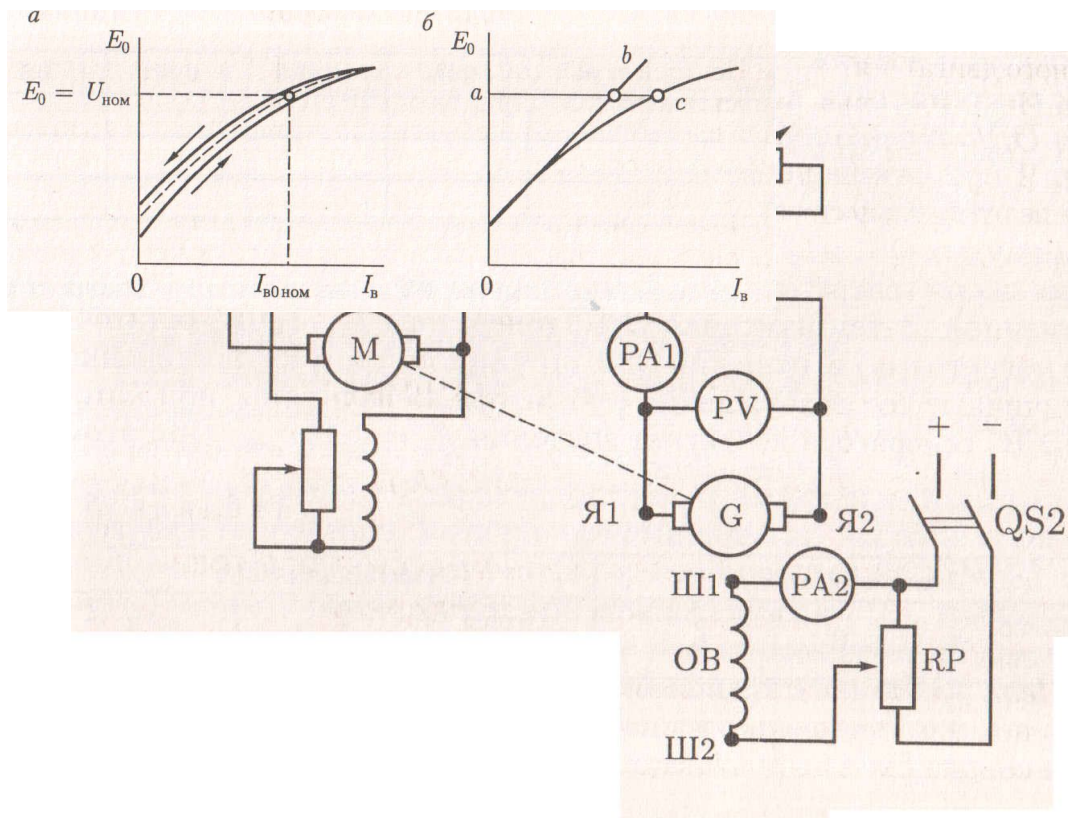
1. Дать классификацию генераторов постоянного тока независимого возбуждения используемых на железнодорожном транспорте
2. Практическое изучение генератора постоянного тока
получение расчётной характеристики холостого хода
3. Замеры-проверки состояния:
 - нажатие на щетки
 - притирание щеток;
4. Проверить работу изучение генератора постоянного тока

Содержание отчета:

1. Краткое описание конструкции щеточно-коллекторного узла;
2. Описать устройство и принцип действия изучение генератора постоянного тока
3. Описать график распределения магнитной индукции в воздушном зазоре.
4. Описать электромагнитную систему изучение генератора постоянного тока.
5. Сделать вывод о проделанной работе.

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначен изучение генератора постоянного тока?
2. В каких случаях делается проверка сопротивления изоляции?
3. Какие инструменты, можно использовать при проверках?
4. Перечислите основные части изучение генератора постоянного тока.



Лабораторное занятие № 2

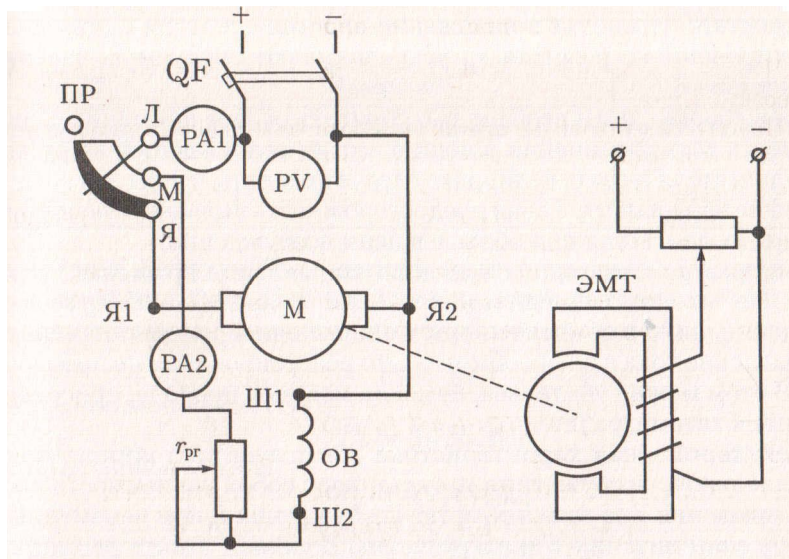
«Испытание электродвигателя постоянного тока параллельного возбуждения»

Цель работы: Изучить устройство двигателя постоянного тока параллельного возбуждения и приобрести практические навыки в сборке схемы при опытном исследовании двигателя для получения данных для построения его основных характеристик; получить экспериментальное подтверждение теоретическим сведениям о свойствах двигателей постоянного тока параллельного возбуждения.

Оборудование:

1. Стенд «Электрические машины постоянного тока»
2. тестер, мегометр
3. технические характеристики.

Краткие теоретические сведения



Порядок выполнения работы.

Схема соединений и пробный пуск двигателя. Схема соединений включает вольтметр PV для контроля за напряжением в сети и два амперметра: PA1 - для измерения рабочего тока I , потребляемого двигателем из сети, и PA2 - для измерения тока в обмотке возбуждения I_v . Кроме того, в схеме имеется два реостата:

ПР - пусковой реостат для ограничения пускового тока и r_{pr} - ре-

гулировочный реостат для регулирования тока в обмотке возбуждения I_v . В качестве нагрузочного устройства предусмотрен электромагнитный тормоз ЭМТ. Возможно применение и других видов нагрузочных устройств для создания на валу двигателя тормозного момента M_2 .

Прежде чем включить двигатель в сеть, необходимо поставить рычаг пускового реостата ПР в положение «Пуск», соответствующее наибольшему сопротивлению реостата, а движок (рычаг) регулировочного реостата r_{rg} поставить в положение минимального сопротивления (в этом случае ток возбуждения, а следовательно, и магнитный поток окажутся наибольшими, что будет способствовать увеличению пускового момента двигателя).

После включения автомата QF рычаг ПР переводят на первую ступень и якорь двигателя приходит во вращение. Постепенно рычаг реостата переводят в положение «Работа», а затем с помощью регулировочного реостата r_{rg} устанавливают требуемую частоту вращения.

При сборке схемы необходимо обратить особое внимание на надежность всех соединений в цепи обмотки возбуждения, а при работе двигателя и его регулировке следует следить, чтобы эти соединения не нарушались. Такая предосторожность вызвана опасностью «разноса» двигателя при обрыве в цепи возбуждения.

Для реверсирования (изменения направления вращения) двигателя необходимо изменить направление тока либо в обмотке возбуждения, либо в обмотке якоря. Если же одновременно изменить направление тока в обеих обмотках, то реверсирования не произойдет. В этом можно убедиться, поменяв местами провода, присоединенные к автомату QF.

Регулировочная характеристика двигателя постоянного тока параллельного возбуждения представляет собой зависимость частоты вращения n от тока в обмотке возбуждения I_v при неизменных напряжении питания U и нагрузке M_2 . В данной работе регулировочную характеристику снимают в режиме холостого хода, т. е. при $M_2=0$.

После пуска двигателя при сопротивлении реостата $r_{rg} = 0$ двигатель работает без какой-либо нагрузки. Затем постепенно увеличивают сопротивление r_{rg} значения, при котором $n = 1,2n_{ном}$. При этом через приблизительно одинаковые интервалы частоты вращения снимают показания измерителя частоты вращения двигателя, например тахогенератора и амперметра PA2.

По полученным данным строят регулировочную характеристику двигателя. Рабочие характеристики представляют собой зависимость частоты вращения n , потребляемого тока I , полезного (нагрузочного) момента M_2 и КПД от полезной мощности P_2 при неизменных значениях напряжения питания двигателя U и тока возбуждения I_v .

Для получения данных, необходимых для построения рабочих характеристик, включают двигатель и нагружают его до номинального тока нагрузки при номинальной частоте вращения. При этом снимают показания амперметров PA1 и PA2, вольтметра PV и электромагнитного тормоза ЭМТ. Затем постепенно разгружают двигатель до холостого хода и через

приблизительно одинаковые интервалы тока нагрузки I , снимают показания перечисленных приборов. Снимают не менее пяти показаний.

1. Дать классификацию двигателей постоянного тока с параллельным возбуждением, используемых на железнодорожном транспорте.
2. Описать работу двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением.
3. Описать рабочие характеристики двигателя.
4. Сделать вывод о проделанной работе

Порядок выполнения работы

1. Дать классификацию двигателей постоянного тока с параллельным возбуждением, используемых на железнодорожном транспорте
2. Практическое изучение генератора постоянного тока
получение расчётной характеристики холостого хода
3. Замеры-проверки состояния:
 - нажатие на щетки
 - притирание щеток;
4. Проверить работу

Содержание отчета:

1. Краткое описание конструкции;
2. Описать работу двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением.
3. Описать рабочие характеристики двигателя.
4. Сделать вывод о проделанной работе

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначен двигатель постоянного тока?
2. В каких случаях делается проверка сопротивления изоляции,?
3. Какие инструменты, можно использовать при проверках?
4. Перечислите основные части двигателя постоянного тока.

Лабораторное занятие № 3

«Изучение конструкции асинхронной машины»

Цель работы: Изучение конструкции асинхронной машины

Оборудование и раздаточный материал:

- 1 асинхронная машина
- 2.тестор, мегометр
- 3.технические характеристики.

Краткие теоретические сведения

Устройство и принцип действия асинхронных машин

Асинхронный двигатель состоит из двух основных частей, разделенных воздушным зазором: неподвижного статора и вращающегося ротора. Каждая из этих частей имеет сердечник и обмотку. При этом обмотка статора включается в сеть и является как бы первичной, а обмотка ротора – вторичной, так как энергия в нее поступает из обмотки статора за счет магнитной связи между этими обмотками.

По своей конструкции асинхронные двигатели разделяются на два вида: двигатели с короткозамкнутым ротором и двигатели с фазным ротором. Рассмотрим устройство трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором (рисунок 57). Двигатели этого вида имеют наиболее широкое применение.

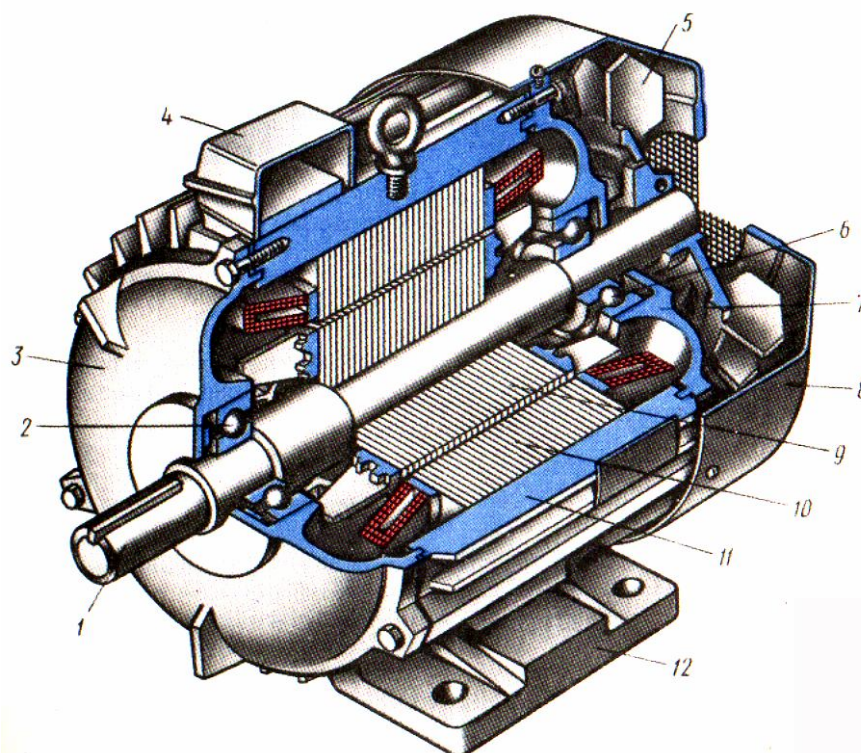


Рисунок 57

Неподвижная часть двигателя — **статор** — состоит из корпуса 11 и сердечника 10 с трехфазной обмоткой. Корпус двигателя отливают из алюминиевого сплава или из чугуна либо делают сварным. Двигатель имеет закрытое обдуваемое исполнение. Поэтому поверхность его корпуса имеет ряд продольных ребер, назначение которых состоит в том, чтобы увеличить поверхность охлаждения двигателя.

В корпусе расположен сердечник 10 статора, имеющий шихтованную конструкцию: отштампованные листы из тонколистовой электротехнической стали толщиной обычно 0,5 мм покрыты слоем изоляционного лака, собраны в пакет и скреплены специальными скобами или продольными сварными швами по наружной поверхности пакета. Такая конструкция сердечника способствует значительному уменьшению вихревых токов, возникающих в процессе перемагничивания сердечника вращающимся магнитным полем. На внутренней поверхности сердечника статора имеются продольные пазы, в которых расположены пазовые части обмотки статора, соединенные в предельном порядке лобовыми частями, находящимися за пределами сердечника по его торцевым сторонам.

В расточке статора расположена вращающаяся часть двигателя — **ротор**, состоящий из вала 1 и сердечника 9 с короткозамкнутой обмоткой. Такая обмотка, называемая «белчье колесо», представляет собой ряд металлических (алюминиевых или медных) стержней, расположенных в пазах сердечника ротора, замкнутых с двух сторон коротко замыкающими кольцами (рисунок 58а). Сердечник ротора также имеет шихтованную конструкцию, но листы ротора не покрыты изоляционным лаком, а имеют на своей поверхности тонкую пленку окисла. Это является

достаточной изоляцией, ограничивающей вихревые токи, так как величина их не велика из – за малой частоты перемагничивания сердечника ротора. Например, при частоте сети 50 Гц и номинальном скольжении 6% частота перемагничивания сердечника ротора составляет 3 Гц.

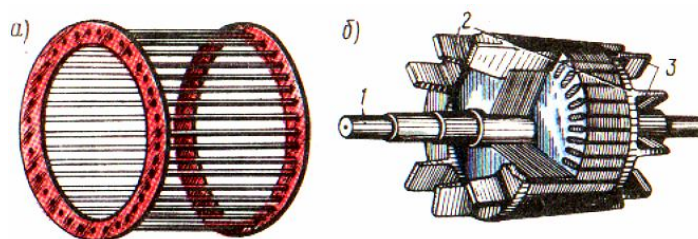


Рисунок 58

Короткозамкнутая обмотка ротора в большинстве двигателей выполняется заливкой собранного сердечника ротора расплавленным алюминиевым сплавом. При этом одновременно со стержнями обмотки отливаются коротко замыкающие кольца и вентиляционные лопасти (рисунок 58б).

Вал ротора вращается в подшипниках качения 2 и 6, расположенных в подшипниковых щитах 3 и 7.

Охлаждение двигателя осуществляется методом обдува наружной ребренной поверхности корпуса. Поток воздуха создается центробежным вентилятором 5, прикрытым кожухом 8. На торцевой поверхности этого кожуха имеются отверстия для забора воздуха. Двигатели мощностью 15 кВт и более помимо закрытого делают еще и защищенного исполнения с внутренней самовентиляцией. В подшипниковых щитах этих двигателей имеются отверстия (жалюзи), через которые воздух посредством вентилятора прогоняется через внутреннюю полость двигателя. При этом воздух «омывает» нагретые части (обмотки, сердечники) двигателя и охлаждение получается более эффективным, чем при наружном обдуве.

Концы обмоток фаз выводят на зажимы коробки выводов 4. Обычно асинхронные двигатели предназначены для включения в трехфазную сеть на два разных напряжения, в $\sqrt{3}$ раз. Например, двигатель рассчитан для включения в сеть на напряжение 380/660 В. Если в сети линейное напряжение 660 в, то обмотку статора следует соединить звездой, а 380 В, то треугольником. В обоих случаях на обмотке каждой фазы будет 380 В. Выводы обмоток фаз располагают на панели таким образом, чтобы соединения обмоток фаз было удобно выполнять посредством перемычек, без перекрещивания последних. В некоторых двигателях небольшой мощности в коробке выводов имеется лишь три зажима. В этом случае двигатель может быть включен в сеть на одно напряжение (соединение обмотки статора такого двигателя звездой или треугольником выполнено внутри двигателя).

Монтаж двигателя в месте его установки осуществляется либо посредством лап 12 (рисунок 57), либо посредством фланца. В последнем случае на подшипниковом щите (обычно со стороны выступающего конца вала) делают фланец с отверстиями для крепления двигателя на рабочей

машине. Для предохранения обслуживающего персонала от возможного поражения электрическим током двигатели снабжаются болтами заземления (не менее двух).

Другая разновидность трехфазных асинхронных двигателей – **двигатели с фазным ротором** – конструктивно отличаются от рассмотренного двигателя главным образом устройством ротора (рисунок 59).

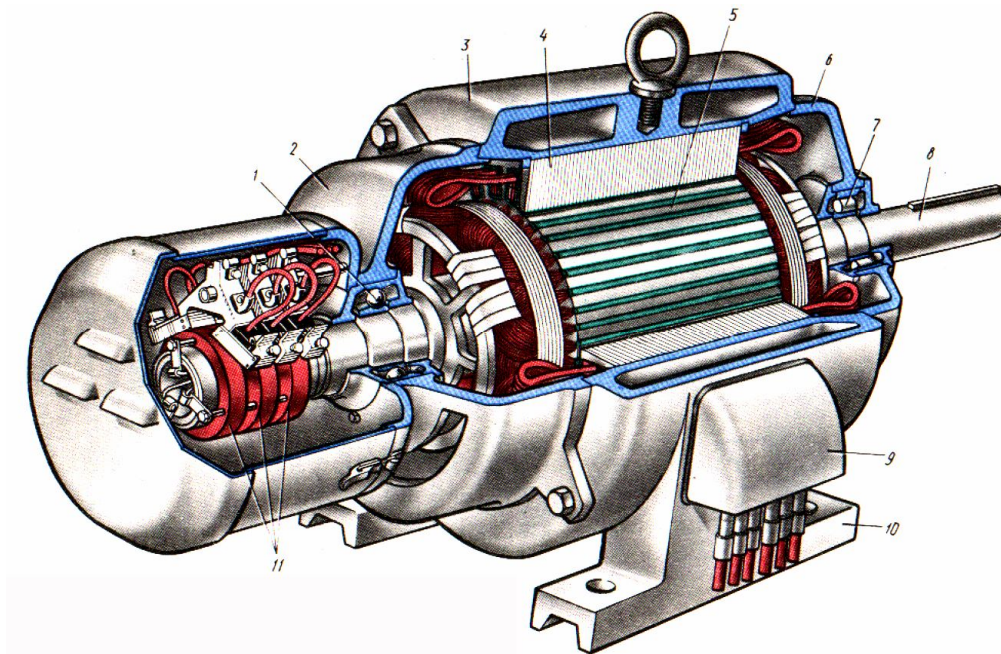


Рисунок 59

Статор этого двигателя также состоит из корпуса 3 и сердечника 4 с трехфазной обмоткой. У него имеются подшипниковые щиты 2 и 6 с подшипниками качения 1 и 7. К корпусу 3 прикреплены лапы 10 и коробка выводов 9. Однако ротор имеет более сложную конструкцию. На валу 8 закреплен шихтованный сердечник 5 с трехфазной обмоткой, выполненной аналогично обмотке статора. Эту обмотку соединяют звездой, а ее концы присоединяют к трем контактными кольцам 11, расположенным на валу и изолированных друг от друга и от вала. Для осуществления электрического контакта с обмоткой вращающегося ротора на каждое контактное кольцо 1 (рисунок 60). Накладывают обычно две щетки 2, располагаемых в щеткодержателях 3. Каждый щеткодержатель снабжен пружинами, обеспечивающими прижатие щеток к контактному кольцу с определенным усилием.

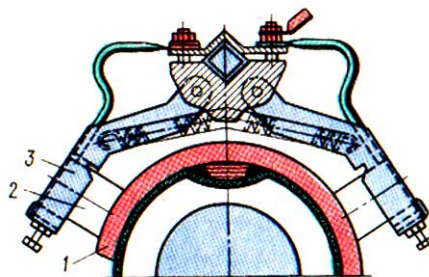


Рисунок 60

Асинхронные двигатели с фазным ротором имеют более сложную конструкцию и менее надежны, но они обладают лучшими регулировочными и пусковыми свойствами, чем двигатели с короткозамкнутыми роторами. Обмотка ротора этого двигателя соединена с пусковым реостатом ПР, создающим в цепи ротора добавочное сопротивление $R_{доб}$.

На корпусе асинхронного двигателя прикреплена табличка, на которой указаны тип двигателя, завод – изготовитель, год выпуска и номинальные данные (полезная мощность, напряжение, ток, коэффициент мощности, частота вращения и КПД).

Принцип действия асинхронного двигателя.

Неподвижная часть асинхронного двигателя – статор - имеет такую же конструкцию, что и статор синхронного генератора. В расточке статора расположена вращающаяся часть двигателя — ротор, состоящий из вала, сердечника и обмотки (рисунок 61). Обмотка ротора представляет собой короткозамкнутую конструкцию, состоящую из восьми алюминиевых стержней, расположенных в продольных пазах сердечника ротора, замкнутых с двух сторон по торцам ротора алюминиевыми кольцами (на рисунке эти кольца не показаны). Ротор и статор разделены воздушным зазором. При включении обмотки статора в сеть трехфазного тока возникает вращающееся магнитное поле статора с частотой вращения n_1 .

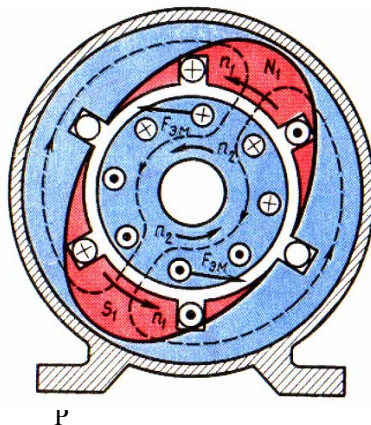


Рисунок 61

Вращающееся поле статора (полюсы N_1 и S_1) сцепляется как с обмоткой статора, так и с обмоткой ротора и наводит в них ЭДС. ЭДС обмотки статора, являясь ЭДС самоиндукции, действует встречно приложенному к обмотке напряжению и ограничивает значение тока в обмотке. Обмотка ротора замкнута, поэтому ЭДС ротора создает в стержнях обмотки ротора токи. Взаимодействие этих токов с полем статора создает на роторе электромагнитные силы $F_{эм}$, направление которых определяют по правилу «левой руки». Из рисунка 61 видно, что силы $F_{эм}$ стремятся повернуть ротор

в направлении вращения магнитного поля статора. Совокупность сил $F_{эм}$ создает на роторе электромагнитный момент M , приводящий его во вращение с частотой n_2 . Вращение ротора посредством вала передается исполнительному механизму.

В соответствии с принципом обратимости электрических машин

асинхронные машины могут работать как в двигательном, так и в генераторном режимах. Кроме того, возможен еще и режим электромагнитного торможения противовключением.

Двигательный режим. При включении обмотки статора в сеть трехфазного тока возникает вращающееся магнитное поле, которое, сцепляясь с короткозамкнутой обмоткой ротора, наводит в ней ЭДС. При этом в стержнях обмотки ротора появляются токи. В результате взаимодействия этих токов с вращающимся магнитным полем на роторе возникают электромагнитные силы. Совокупность этих сил создает электромагнитный вращающий момент, под действием которого ротор асинхронного двигателя приходит во вращение с частотой $n_2 < n_1$ в сторону вращения поля статора. Если вал асинхронного двигателя механически соединить с валом какого-либо исполнительного механизма *ИМ* (станка, подъемного крана и т.н.), то вращающий момент двигателя M , преодолев противодействующий (нагрузочный) момент $M_{нагр}$ исполнительного механизма, приведет механизм во вращение.

Генераторный режим. Если обмотку статора включить в сеть, а ротор асинхронной машины посредством приводного двигателя *ПД* (двигатель внутреннего сгорания, турбина и т. п.), являющегося источником механической энергии, вращать в направлении вращения магнитного поля статора с частотой $n_2 > n_1$, то направление движения ротора относительно поля статора изменится на обратное (по сравнению с двигательным режимом работы этой машины), так как ротор будет обгонять поле статора. При этом скольжение станет отрицательным, а ЭДС, наведенная в обмотке ротора, изменит свое направление. Электромагнитный момент на роторе M также изменит свое направление, т. е. будет направлен встречно вращающемуся магнитному полю статора и станет тормозящим по отношению к вращающемуся моменту приводного двигателя M_1 . В этом случае механическая мощность приводного двигателя в основной своей части будет преобразована в электрическую активную мощность P_2 переменного тока. Особенность работы асинхронного генератора состоит в том, что вращающееся магнитное поле в нем создается реактивной мощностью Q трехфазной сети, в которую включен генератор и куда он отдает вырабатываемую активную мощность P_2 . Следовательно, для работы асинхронного генератора необходим источник переменного тока, при подключении к которому происходит возбуждение

генератора, т. е. в нем возбуждается вращающееся магнитное поле. Скольжение асинхронной машины в генераторном режиме может изменяться в диапазоне $-\infty < S < 0$, т. е. оно может принимать любые отрицательные значения.

Режим торможения противовключением. Если у работающего трехфазного асинхронного двигателя поменять местами любую пару подходящих к статору из сети присоединительных проводов, то вращающееся поле статора изменит направление вращения на обратное. При этом ротор асинхронной машины под действием сил инерции будет продолжать вращение в прежнем направлении. Другими словами, ротор и поле статора асинхронной машины будут вращаться в противоположных направлениях. В этих условиях электромагнитный момент машины, направленный в сторону вращения поля статора, будет оказывать на ротор тормозящее действие. Этот режим работы асинхронной машины называется *электромагнитным торможением противовключением*. Активная мощность, поступающая из сети в машину при этом режиме, частично затрачивается на компенсацию механической мощности вращающегося ротора, т.е. на его торможение.

Порядок выполнения работы

1. Дать классификацию асинхронных машин, используемых на железнодорожном транспорте
- 2 Практическое изучение асинхронных машин переменного тока
 - статор
 - ротор
3. Замеры-проверки состояния:
 - нажатие на щетки
 - притирание щеток;
4. Проверить работу асинхронных машин

Содержание отчета:

1. Краткое описание конструкции асинхронных машин;
2. Описать устройство и принцип действия асинхронных машин.
3. Описать график распределения магнитной индукции в воздушном зазоре синхронного генератора.
4. Описать электромагнитную систему асинхронных машин.
5. Сделать вывод о проделанной работе.

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначены асинхронные машины?
2. В каких случаях делается проверка сопротивления изоляции,?
3. Какие инструменты, можно использовать при проверках?
4. Перечислите основные части асинхронных машин

Лабораторное занятие №4

«Испытание электродвигателей постоянного тока смешанного возбуждения »

Цель работы: Изучить устройство двигателя постоянного тока последовательного возбуждения и приобрести практические навыки в сборке схемы соединений, включении и регулировке двигателя, а также в опытном исследовании двигателя для получения данных его основных характеристик; экспериментально подтвердить теоретические сведения о свойствах двигателей постоянного тока последовательного возбуждения

Оборудование и раздаточный материал:

1 Стенд для испытания электродвигателей постоянного тока смешанного возбуждения

2.тестор, мегометр

3.технические характеристики.

Краткие теоретические сведения

Схема соединений и пробный пуск двигателя. Схема соединений двигателя смешанного возбуждения включает двухзажимный пусковой реостат ПР, регулировочный реостат $r_{\text{пр}}$, шунтирующий обмотку возбуждения (подключается к обмотке возбуждения ключом QS), и два амперметра: PA1 - для измерения тока якоря I_a и PA2 - для измерения тока в обмотке возбуждения I_b (при разомкнутом ключе QS оба амперметра дают одинаковые показания). Напряжение сети контролируют посредством вольтметра PV. В качестве нагрузочного устройства в схеме предусмотрен электромагнитный тормоз ЭМТ.

Возможно применение и других нагрузочных устройств.

Особенностью пуска двигателей смешанного возбуждения является необходимость нагрузки на их валу не менее 25 % от номинальной.

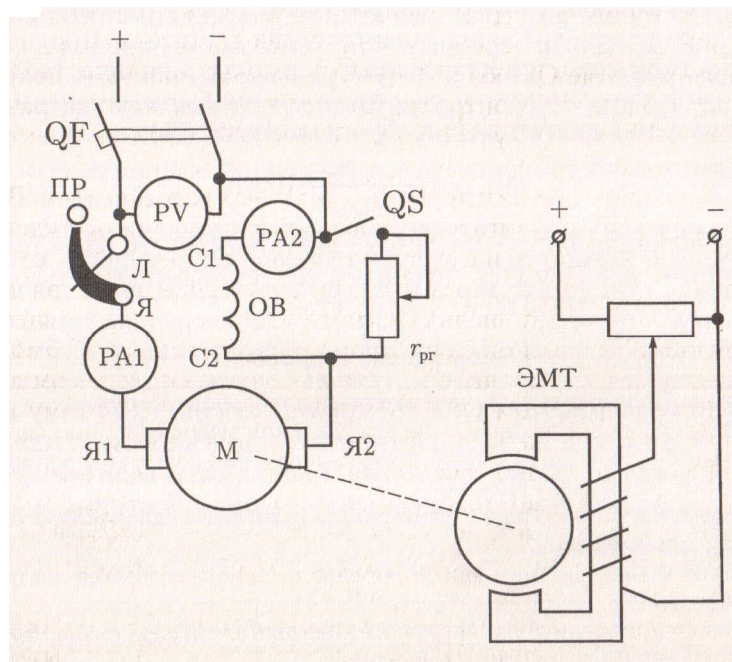
Объясняется это тем, что частота вращения якоря двигателя обратно пропорциональна магнитному потоку Φ , который при ненасыщенной магнитной цепи пропорционален току в обмотке возбуждения I_b т. е. току якоря I_a , так как в рассматриваемом двигателе (при разомкнутом QS) эти токи одинаковы. Поэтому при отсутствии нагрузки на валу двигателя или при недостаточном ее значении, когда ток в якоре составляет небольшую величину, частота вращения достигает недопустимо больших значений и возникает опасность «разноса» двигателя. Учитывая это обстоятельство,

необходимо следить за тем, чтобы двигатель постоянно находился под нагрузкой не менее 25 % от номинальной.

Создав нагрузку на двигатель, включают автомат QF и постепенно выводят сопротивление ПР (ключ QS при этом должен быть разомкнут). Затем, установив на регулировочном реостате r_{pr} максимальное сопротивление, замыкают ключ QS и медленно перемещают движок (рычаг) r_{pr} наблюдая за изменением частоты вращения двигателя.

Рабочие характеристики двигателя представляют собой зависимость частоты вращения n , момента M_2 на валу и полезной мощности P_2 от тока в обмотке якоря (тока нагрузки) I_a при номинальном напряжении питания $U = U_{ном}$ при разомкнутом ключе QS. Включив двигатель, увеличивают нагрузку на его валу до значения, при котором ток якоря $I_a = 1,2 I_{ном}$. Затем двигатель постепенно разгружают до значения тока нагрузки $I_a = 0,25 I_{ном}$. При этом через приблизительно одинаковые интервалы тока I_a снимают показания приборов (не менее пяти показаний)

После пуска двигателя увеличивают нагрузку на его валу до значения, при котором ток якоря $I_a = 0,75 I_{ном}$. Измерив частоту вращения, замыкают ключ QS, предварительно установив на r_{pr} наибольшее сопротивление. Затем постепенно уменьшают сопротивление r_{pr} до тех пор, пока ток в обмотке возбуждения не достигнет значения $I_b = 0,5 I_a$, что соответствует коэффициенту регулирования $K_{рег} = I_b/I_a = 0,5$. После этого, не меняя сопротивление r_{pr} постепенно разгружают двигатель.



Порядок выполнения работы

1. Дать классификацию электродвигателей постоянного тока смешанного возбуждения, используемых на железнодорожном транспорте
2. Описать работу двигателя постоянного тока смешанного возбуждения.
3. Описать рабочие и механические характеристики двигателя.
4. Проверить работу

Содержание отчета:

1. Краткое описание электродвигателей постоянного тока смешанного возбуждения;
2. Описать устройство и принцип действия электродвигателей постоянного тока смешанного возбуждения.
3. Описать как производились замеры параметров электродвигателей постоянного тока смешанного возбуждения
4. Описать электромагнитную систему асинхронных машин.
5. Сделать вывод о проделанной работе.

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначены электродвигатели постоянного тока смешанного возбуждения?
2. В каких случаях делается проверка сопротивления изоляции,?
3. Какие инструменты, можно использовать при проверках?
4. Перечислите основные части электродвигателей постоянного тока смешанного возбуждения

Лабораторное занятие №5

«Испытание асинхронного двигателя»

Цель работы: Изучить конструкцию трёхфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, усвоить приёмы опытной проверки обозначений выводов обмотки статора и экспериментального исследования асинхронного двигателя методом непосредственной нагрузки.

Оборудование и раздаточный материал:

1 Стенд для испытания асинхронного двигателя

2.тестор, мегометр

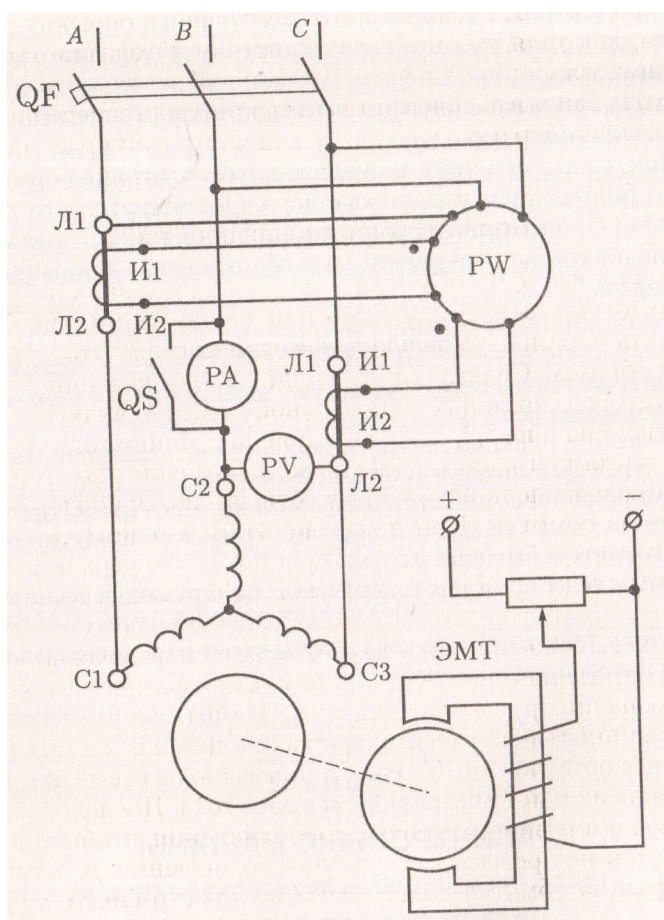
3.технические характеристики.

Краткие теоретические сведения

Проверка выводов обмотки статора. Для правильного соединения обмотки статора в «звезду», или «треугольник» необходимо точно знать маркировку выводов обмотки статора. Это делают следующим образом. Сначала определяют выводы каждой фазной обмотки статора с помощью «сигнальной», лампы, включенной. Прикоснувшись концом одного из проводов этой лампы какого-либо вывода обмотки статора, концом другого провода, подключенного к сети, касаются поочередно других выводов обмотки. При прикосновении к одному ИЗ выводов лампа загорается. Это свидетельствует о том, что пара выводов, которых касаются в данный момент концы проводов, принадлежит одной фазной обмотке. Эту пару выводов отмечают и переходят к отысканию выводов второй, а потом и третьей фазных обмоток

Затем определяют начала и концы каждой фазной обмотки. Для этого, обозначив произвольно начала и концы всех трехфазных обмоток, соединяют последовательно какие-либо две из них (например, фазные обмотки А и В),и подключают их к источнику переменного тока. Последовательно в цепь включают резистор r такого сопротивления, чтобы ток в цепи этих обмоток не превысил номинального значения. К оставшейся третьей фазной обмотке подключают вольтметр (можно воспользоваться «сигнальной» лампой). Если предварительная маркировка выводов обмоток А и В была правильной, то вольтметр, подключенный к выводам фазы С, не покажет напряжения (лампа не загорится). Объясняется это тем, что ось результирующего потока фазных обмоток А и В $\Phi = \Phi_A + \Phi_B$ направлена под углом 90° к оси фазной обмотки СИ поэтому не наводит в ней ЭДС.

Схема включения и пробный пуск двигателя. Схема включения двигателя содержит двухэлементный ваттметр PW, предназначенный для измерения активной мощности, потребляемой двигателем из сети. Токовые катушки этого ваттметра включены в сеть через измерительные трансформаторы тока; После проверки схемы преподавателем осуществляют пробный пуск двигателя включением автомата QF. Предварительно следует замкнуть ключ QS, шунтирующий амперметр РА с целью предохранения его от чрезмерно большого пускового тока двигателя. Затем двигатель отключают от сети и меняют местами любую пару проводов, соединяющих обмотку статора с сетью. В этом случае вращающееся поле статора при включении обмотки статора в сеть будет вращаться в направлении, противоположном тому, какое было до переключения проводов. другими словами, произойдет реверсирование двигателя, т. е. его ротор будет вращаться в другую сторону.



Порядок выполнения работы

1. Дать классификацию электродвигателей используемых на железнодорожном транспорте
2. Описать работу асинхронного двигателя.
3. Описать рабочие и механические характеристики двигателя.
4. Проверить работу

Содержание отчета:

1. Краткое описание асинхронного двигателя;.
3. Описать как производились замеры параметров асинхронного двигателя
4. Описать электромагнитную систему асинхронных машин.
5. Описать принципиальные схем включения трёхфазных асинхронных двигателей.
6. Сделать вывод о проделанной работе.

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначены асинхронные двигатели?
2. В каких случаях делается проверка сопротивления изоляции,?
3. Какие инструменты, можно использовать при проверках?
4. Перечислите основные части асинхронного двигателя

Лабораторное занятие № 6

«Пуск и реверсирование электродвигателя постоянного тока»

Цель работы: Пуск и реверсирование электродвигателя постоянного тока
Оборудование и раздаточный материал:

1. Стенд для испытания пуска и реверсирования электродвигателя постоянного тока

2. тестер, мегометр

3. технические характеристики.

Краткие теоретические сведения

Пуск двигателя в работу, рабочие характеристики, регулирование частоты вращения

Ток якоря двигателя определяется формулой:

$$I_a = \frac{U - E_a}{\Sigma r} . \quad (11)$$

Если принять U и Σr неизменными, то ток I_a зависит от противо-ЭДС E_a . Наибольшего значения ток I_a достигает при пуске двигателя в ход. В начальный момент пуска якорь двигателя неподвижен и в его обмотке не индуцируется ЭДС ($E_a=0$). Поэтому при непосредственном подключении двигателя к сети в обмотке его якоря возникает пусковой ток:

$$I_a = \frac{U}{\Sigma r} . \quad (12)$$

Обычно сопротивление Σr невелико, поэтому значение пускового тока достигает недопустимо больших значений, в 10—20 раз превышающих номинальный ток двигателя.

Такой большой пусковой ток весьма опасен для двигателя. Во-первых, он может вызвать в машине круговой огонь, а во-вторых, при таком токе в двигателе развивается чрезмерно большой пусковой момент, который оказывает ударное действие на вращающиеся части двигателя и может механически их разрушить. И наконец, этот ток вызывает резкое падение напряжения в сети, что неблагоприятно отражается на работе других потребителей, включенных в эту сеть. Поэтому пуск двигателя

непосредственным подключением в сеть (безреостатный пуск) обычно применяют для двигателей мощностью не более 0,7-1,0 кВт. В этих двигателях благодаря повышенному сопротивлению обмотки якоря и небольшим вращающимся массам значение пускового тока лишь в 3—5 раз превышает номинальный, что не представляет опасности для двигателя. Что же касается двигателей большей мощности, то при их пуске для ограничения пускового тока используют *пусковые реостаты* (ПР), включаемые последовательно в цепь якоря (реостатный пуск).

Перед пуском двигателя необходимо рычаг P реостата поставить на холостой контакт 0 (рисунок 28). Затем включают рубильник, переводят рычаг на первый промежуточный контакт 1 и цепь якоря двигателя оказывается подключенной к сети через наибольшее сопротивление реостата.

Одновременно через рычаг P и шину III к сети подключается обмотка возбуждения, ток в которой в течение всего периода пуска не зависит от положения рычага P , так как сопротивление шины по сравнению с сопротивлением обмотки возбуждения пренебрежимо мало.

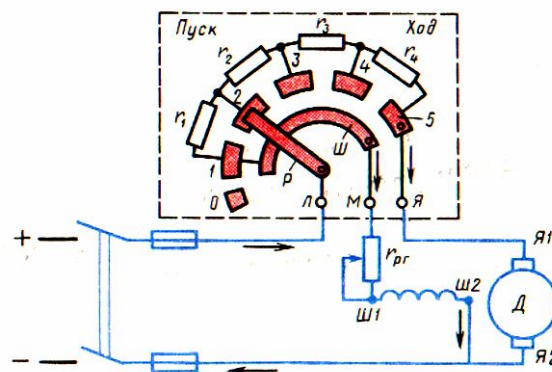


Рисунок 28

Пусковой ток якоря при полном сопротивлении пускового реостата:

$$I_a = \frac{U - E_a}{\Sigma r + r_{ПР}}. \quad (13)$$

С появлением тока в цепи якоря возникает пусковой момент, под действием которого начинается вращение якоря. По мере нарастания частоты вращения увеличивается противо-ЭДС, что ведет к уменьшению пускового тока и пускового момента.

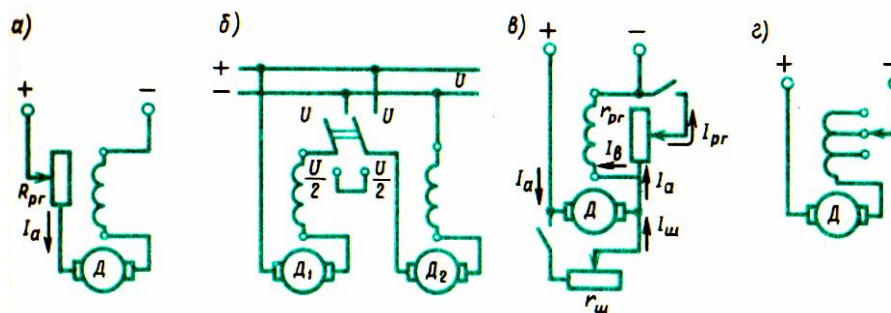
По мере разгона якоря двигателя рычаг пускового реостата переключают в положения 2, 3 и т.д. В положении 5 рычага реостата пуск двигателя заканчивается. Сопротивление пускового реостата выбирают обычно таким, чтобы наибольший пусковой ток превышал номинальный не более чем в 2-3 раза.

Так как вращающий момент двигателя прямопропорционален потоку Φ , то для облегчения пуска двигателя параллельного и смешанного возбуждения сопротивление реостата в цепи возбуждения следует полностью

вывести. Поток возбуждения Φ в этом случае получает наибольшее значение и двигатель развивает необходимый вращающий момент при меньшем токе якоря.

Для пуска двигателей большей мощности применять пусковые реостаты нецелесообразно, так как это вызвало бы значительные потери энергии. Кроме того, пусковые реостаты были бы громоздкими. Поэтому в двигателях большой мощности применяют безреостатный пуск двигателя путем понижения напряжения. Примерами этого являются пуск тяговых двигателей электровоза переключением их с последовательного соединения при пуске на параллельное при нормальной работе или пуск двигателя в схеме «генератор—двигатель».

Частоту вращения двигателей последовательного возбуждения можно регулировать изменением либо напряжения U , либо магнитного потока обмотки возбуждения. В первом случае в цепь якоря последовательно включают



регулирующий реостат $R_{пр}$ (рисунок 29,а). С увеличением сопротивления этого реостата уменьшаются напряжение на входе двигателя и частота его вращения. Этот метод регулирования применяют главным образом в двигателях небольшой мощности. В случае значительной мощности двигателя этот способ неэкономичен из-за больших потерь энергии в $R_{пр}$. Кроме того, реостат $R_{пр}$, рассчитываемый на рабочий ток двигателя, получается громоздким и дорогостоящим.

Рисунок 29

При совместной работе нескольких одностипных двигателей частоту вращения регулируют изменением схемы их включения относительно друг друга (рисунок 29,б). Так, при параллельном включении двигателей каждый из них оказывается под полным напряжением сети, а при последовательном включении двух двигателей на каждый двигатель приходится половина

напряжения сети. При одновременной работе большего числа двигателей возможно большее количество вариантов включения. Этот способ регулирования частоты вращения применяют в электровозах, где установлено несколько одинаковых тяговых двигателей.

Изменение подводимого к двигателю напряжения возможно также при питании двигателя от источника постоянного тока с регулируемым напряжением. При уменьшении подводимого к двигателю напряжения его механические характеристики смещаются вниз, практически не меняя своей кривизны (рисунок 30).

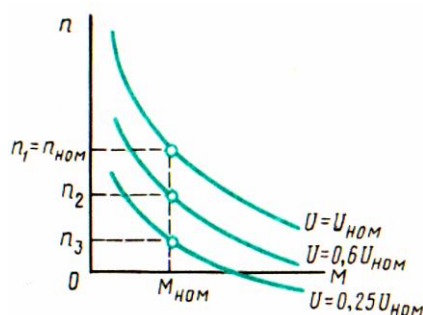


Рисунок 30

Регулировать частоту вращения двигателя изменением магнитного потока можно тремя способами: шунтированием обмотки возбуждения реостатом $R_{рг}$, секционированием обмотки возбуждения и шунтированием обмотки якоря реостатом $R_{ш}$. Включение реостата $R_{рг}$, шунтирующего обмотку возбуждения (рисунок 29,в), а также уменьшение сопротивления этого реостата ведет к снижению тока возбуждения, а следовательно, к росту частоты вращения. Этот способ экономичнее предыдущего (см. рисунок 29,а), применяется чаще и оценивается коэффициентом регулирования. Обычно сопротивление реостата $R_{рг}$ принимается таким, чтобы $R_{рг} > 50 \%$.

При секционировании обмотки возбуждения (рисунок 29,г) отключение части витков обмотки сопровождается ростом частоты вращения. При шунтировании обмотки якоря реостатом $R_{ш}$ (см. рисунок 29,в) увеличивается ток возбуждения, что вызывает уменьшение частоты вращения. Этот способ регулирования, хотя и обеспечивает глубокую регулировку, неэкономичен и применяется очень редко.

Порядок выполнения работы

1. Дать классификацию электродвигателей используемых на железнодорожном транспорте
2. Описать пуск и реверсирование электродвигателя постоянного тока.
3. Описать рабочие и механические характеристики двигателя.
4. Проверить работу

Содержание отчета:

1. Краткое описание пуска и реверсирования электродвигателя постоянного тока.
2. Сделать вывод о проделанной работе.

Контрольные вопросы:

1. Как производится пуск и реверсирование электродвигателя постоянного тока.
2. В каких случаях делается проверка сопротивления изоляции,?
3. Какие инструменты, можно использовать при проверках?
4. Перечислите основные части схемы.

Лабораторное занятие № 7

«Техническое обслуживание электрических машин постоянного тока»

Цель работы: изучить техническое обслуживание электрических машин постоянного тока

Оборудование и раздаточный материал:

- 1.электрическая машина постоянного тока
- 2.тестор, мегометр
- 3.технические характеристики.

Краткие теоретические сведения

При выполнении технического осмотра ТО-1, во время приемки, убеждаются в наличии, исправности и правильности крепления нижних смотровых люков тяговых двигателей и креплении самих двигателей относительно рамы тележки и оси колесной пары. Осматривая вспомогательные машины в рабочем состоянии без открытия люков, проверяют степень искрения на коллекторах, отсутствие ненормальных шумов, а также состояние фундаментных оснований, заземлений, исправность амортизаторов, соединительных муфт и приводов. Выполняя техническое обслуживание ТО-2 на смотровых канавах, открывают нижние коллекторные люки и в доступных местах осматривают состояние щеточно-коллекторного аппарата, перемычек и крепление траверсы. Кроме того, проверяют исправность крышек люков, их уплотнений и воздушных патрубков. Если происходило срабатывание защиты в пути следования (по записи в журнале технического состояния локомотива), то дополнительно проверяют тяговые двигатели через верхние смотровые люки с осмотром подводящих кабелей. При проворачивании траверсы и якорей устраняют последствия перебросов электрической дуги по коллектору. На электровозах серий ЧС проверяют люфт карданной передачи и отсутствие течи масла из полости полого вала якоря. Необходимо также удостовериться в отсутствии нагрева моторно-якорных подшипников и латунной пыли на крышке. У вспомогательных машин проверяют щеточно-коллекторный узел, состояние фундаментных оснований, амортизаторов, соединительных муфт и приводов.

Порядок выполнения работы

1. Дать классификацию электродвигателей используемых на железнодорожном транспорте
2. Описать ТО-1, ТО-2.

Содержание отчета:

1. Краткое описание ТО-1, ТО-2 электродвигателей
2. Сделать вывод о проделанной работе.

Контрольные вопросы:

1. Для чего производится ТО-1, ТО-2 электродвигателей
2. В каких случаях делается проверка сопротивления изоляции,?
3. Какие инструменты, можно использовать при проверках?
4. Перечислите основные части электродвигателей

Лабораторное занятие № 8

«Техническое обслуживание электрических машин переменного тока»

Цель работы: изучить техническое обслуживание электрических машин переменного тока

Оборудование и раздаточный материал:

1. электрическая машина переменного тока
2. тестор, мегометр
3. технические характеристики.

Краткие теоретические сведения

Выполняя ТО-3 электровозам серий ЧС и электропоездам, при наружном осмотре убеждаются в отсутствии трещин в остове и на подшипниковых щитах, в исправном состоянии и надежном креплении выводных кабелей, клиц и болтов, крепящих сердечники полюсов. Наличие на подводящих кабелях вздутия изоляции, а также резкий изгиб указывают на образование внутреннего излома жил. В этом случае в указанном месте делают продольный разрез изоляции и осматривают состояние жил. При обнаружении поврежденных жил кабель заменяется. Устраняется трение кабелей о поперечные балки кузова. Прочищают межламельный зазор (расстояние между пластинами) коллектора. После проверки состояния щеткодержателей и их кронштейнов проворачивают траверсу и осматривают щетки, высота которых должна быть не менее установленной нормы, а обрыв жил шунта не должен превышать 25 % площади своего сечения. В противном случае щетки заменяют новыми с предварительной притиркой. При смене щеток проверяют нажатие на них пальцев. Ослабленные изоляторы или изоляторы с нарушением глазури, имеющие перекрытия более 20 % своей длины, а также при наличии трещин заменяют. На электропоездах в дополнение к перечисленным работам проверяют состояние и крепление вентиляторов. Запрещается эксплуатация электрических машин с ослабшим или поврежденным вентилятором. Осматривая вспомогательные машины, также как и ТЭД, сначала их подвергают пневмоочистке, а затем тщательно проверяют их состояние по вышеописанной технологии.

На текущем ремонте ТР электровозов и текущем ремонте ТР-1 электропоездов после постановки их в депо прежде всего измеряют

Порядок выполнения работы

1. Дать классификацию электродвигателей используемых на железнодорожном транспорте
2. Описать ТО-3

Содержание отчета:

1. Краткое описание ТО-3 электродвигателей
2. Сделать вывод о проделанной работе.

Контрольные вопросы:

1. Для чего производится ТО-3 электродвигателей
2. В каких случаях делается проверка сопротивления изоляции?
3. Какие инструменты, можно использовать при проверках?
4. Перечислите основные части электродвигателей