

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

Ивакин О.Е.

Методические указания для выполнения практических и
лабораторных занятий

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

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по
Учебной работе
Н.Ю. Шитикова



01 / 09 2015 г.

Методические указания для выполнения практических и лабораторных занятий по ПМ.01 Эксплуатация и техническое обслуживание подвижного состава МДК 01.01 Конструкция, техническое обслуживание и ремонт подвижного состава теме 1.4 Электрические машины по специальности 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог 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.Е.Ивакин – преподаватель ТТЖТ – филиал РГУПС

Рекомендовано цикловой комиссией № 9 «Специальность 23.02.06»

Протокол заседания № 1 от 01 сентября 2015

Введение

Методическое пособие по проведению лабораторных работ лабораторных работ и практических занятий разработано в соответствии с Федеральным Государственным образовательным стандартом по специальности 23.02.06 «Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог».

Методическое пособие предусматривает 7 лабораторных работ и 5 практических работ, рассчитанных на 36 часов обучения.

Для проведения лабораторных работ учебную группу рекомендуется разделить на две подгруппы по 2-5 человек. Перед началом работ проводится инструктаж по охране труда. После каждой работы студенты сдают отчет о выполненной работе. Лабораторные работы проводятся в учебном кабинете и полигоне, имеющие необходимое оборудование. Часть работ по изучению конструкции электрических машин рекомендуется проводить на территории производственного предприятия. Особое внимание необходимо уделять практической направленности выполнения лабораторных работ.

Для экономии времени, грамотного и качественного выполнения лабораторных работ, преподавателям рекомендуется заготавливать бланки отчетов.

Оборудование и инструмент, необходимые для проведения лабораторных работ устанавливаются преподавателем, исходя из материально-технического обеспечения учебного заведения.

Данное методическое пособие предназначено для преподавателей и студентов носит рекомендательный характер и не исключает инициативы преподавателей по совершенствованию форм и методов проведения лабораторных работ.

Инструктаж по охране труда

1. Запрещается прикасаться к токоведущим участкам схем, находящимся под напряжением.
2. Все переключения в схемах производить только при выключенном питании.
3. Вся аппаратура, используемая на рабочем месте, должна быть надежно заземлена.
4. При обнаружении любой неисправности необходимо отключить питание и доложить лаборанту или преподавателю.
5. Наличие напряжения на участках схем проверять только с помощью специальных индикаторов.
6. Доступ к узлам лабораторной установки, расположенным в корпусе или защищенном кожухе, возможен только с разрешения преподавателя или лаборанта и при выключенном питании.
7. Запрещается касаться движущихся частей установки.
8. Запрещается пользоваться приборами и оборудованием, не подлежащим применению в выполняемой работе и переносить приборы с одного рабочего места на другое.
9. Разбирать схему разрешается только после отключения питания.
10. Подавать питание в цепь можно только с разрешения преподавателя.
11. Запрещено производить любые переключения в стенде, не предусмотренные инструкцией.

Лабораторная работа №1

ИСПЫТАНИЕ ГЕНЕРАТОРА ПОСТОЯННОГО ТОКА РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ВОЗБУЖДЕНИЯ

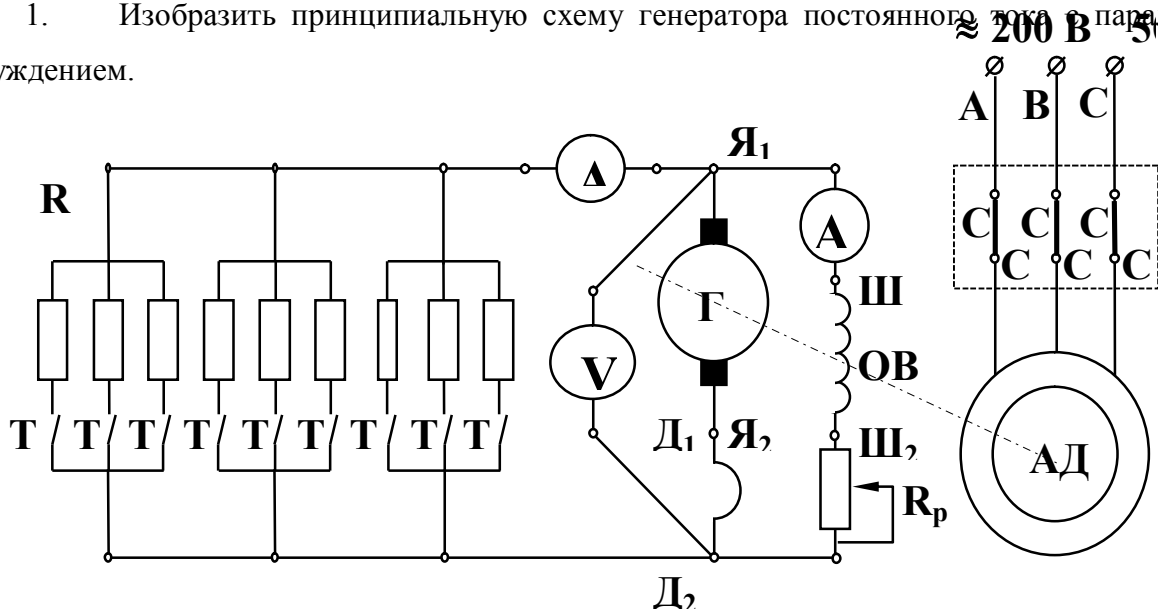
ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Изучить принцип действия, конструкцию и свойства генераторов постоянного тока с параллельным и независимым возбуждением.

Ознакомиться с методикой снятия основных характеристик генераторов: холостого хода, внешней, регулировочной.

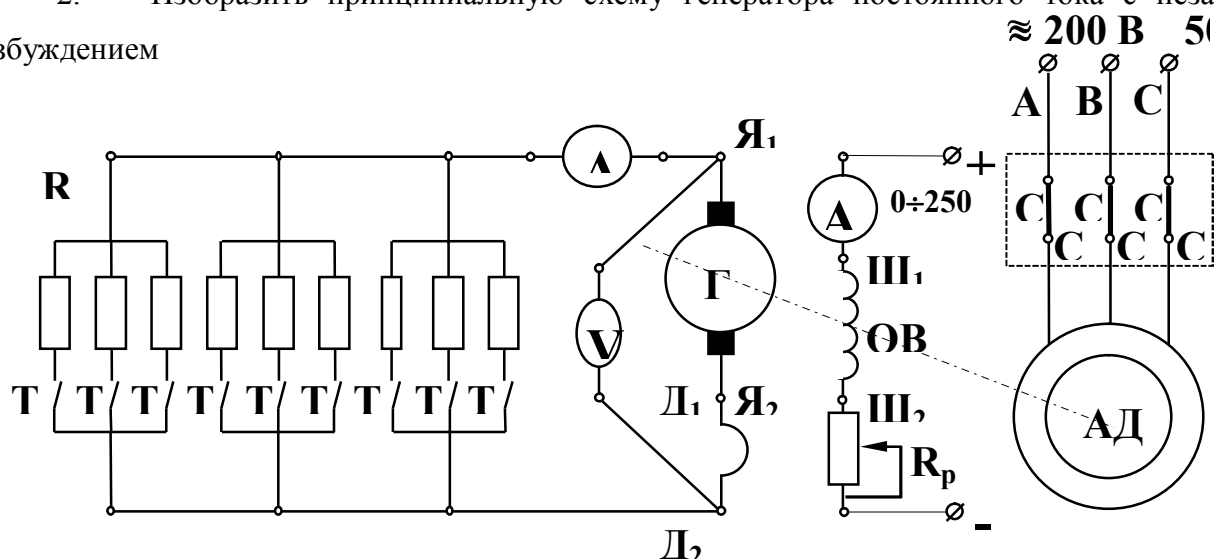
ОБОРУДОВАНИЕ: инструкционные карты, стенд НТЦ-04, натурные образцы

ХОД РАБОТЫ.

1. Изобразить принципиальную схему генератора постоянного тока с параллельным возбуждением.



2. Изобразить принципиальную схему генератора постоянного тока с независимым возбуждением



3. Изобразить характеристику холостого хода генератора, написать ее определение, условия ее снятия. Описать ее вид.

4. Изобразить внешнюю характеристику генераторов с параллельным и независимым возбуждением, написать ее определение, условия ее снятия. Описать ее вид.
5. Изобразить регулировочную характеристику генератора, написать ее определение, условия ее снятия. Описать ее вид.
6. Ответить на контрольные вопросы.
- 7.

Контрольные вопросы

1. В чем состоит назначение генератора постоянного тока и на чем основан принцип его работы?
2. Для каких целей предназначены обмотка возбуждения, якорь, коллектор, щетки?
3. В чем различие между генераторами с параллельным и независимым возбуждением?
4. Чем объясняется, что характеристика холостого хода имеет две ветви?
5. В чем состоит процесс самовозбуждения генератора?
6. Почему с увеличением нагрузки генератора напряжение на зажимах якоря снижается?
7. Почему с ростом нагрузки напряжение генератора с независимым возбуждением снижается менее интенсивно, чем генератора с параллельным возбуждением?
8. Для какого из генераторов режим короткого замыкания наиболее опасен? Почему?
9. Каким образом можно регулировать напряжение генератора?
10. Объяснить устройство и назначение основных элементов генератора постоянного тока.
11. Объяснить принцип действия генератора постоянного тока.
12. Как определяется направление и величина ЭДС в проводниках обмотки якоря? Как определяется величина ЭДС обмотки якоря?
13. Как снимается и о чём позволяет судить характеристика холостого хода?
14. Как снимаются и о чём позволяет судить нагрузочная характеристика?
15. Как снимается внешняя характеристика генератора?
16. Как снимается регулировочная характеристика?
17. Какие условия необходимы для самовозбуждения генератора? Объяснить процесс самовозбуждения генератора.
18. Объяснить внешнюю характеристику генератора с независимым возбуждением.
19. Объяснить отличие внешних характеристик генераторов с различными системами возбуждения.
20. Каковы преимущества и недостатки независимого возбуждения?
21. Как изменить полярность напряжения на зажимах генератора?
22. Где в машине постоянного тока находятся параллельная и последовательная обмотки возбуждения?
23. Каково назначение добавочных полюсов?
24. Как повлияет изменение направления вращения якоря на процесс самовозбуждения генератора?

25. Что такое реакция якоря? Как она влияет на величину ЭДС обмотки якоря?
26. Как можно увеличить величину напряжения на зажимах генератора?
27. Опишите конструкцию генератора постоянного тока.
28. Объясните устройство и назначение главных и добавочных полюсов, коллектора, обмоток возбуждения и якоря.
29. Объясните принцип работы генератора постоянного тока.
30. Как классифицируются генераторы по способу возбуждения?
31. Как снимается характеристика холостого хода? Объясните форму кривой этой характеристики.
32. Какая характеристика называется нагрузочной? Как она снимается?
33. Объясните взаимное расположение характеристики холостого хода и нагрузочной характеристики.
34. Какие характеристики называются внешними? Как они снимаются для генераторов с различными способами возбуждения?
35. Объясните взаимное расположение внешних характеристик генераторов при различных способах возбуждения.
36. Как снимаются регулировочные характеристики? Поясните их ход для генераторов с различными способами возбуждения.
37. Объясните физическую причину влияния поперечной реакции якоря на поток возбуждения машины постоянного тока.
38. Как происходит самовозбуждение генератора постоянного тока?
39. Назовите условия самовозбуждения генератора постоянного тока.

ВЫВОД

Лабораторная работа №2

ИСПЫТАНИЕ ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ВОЗБУЖДЕНИЯ

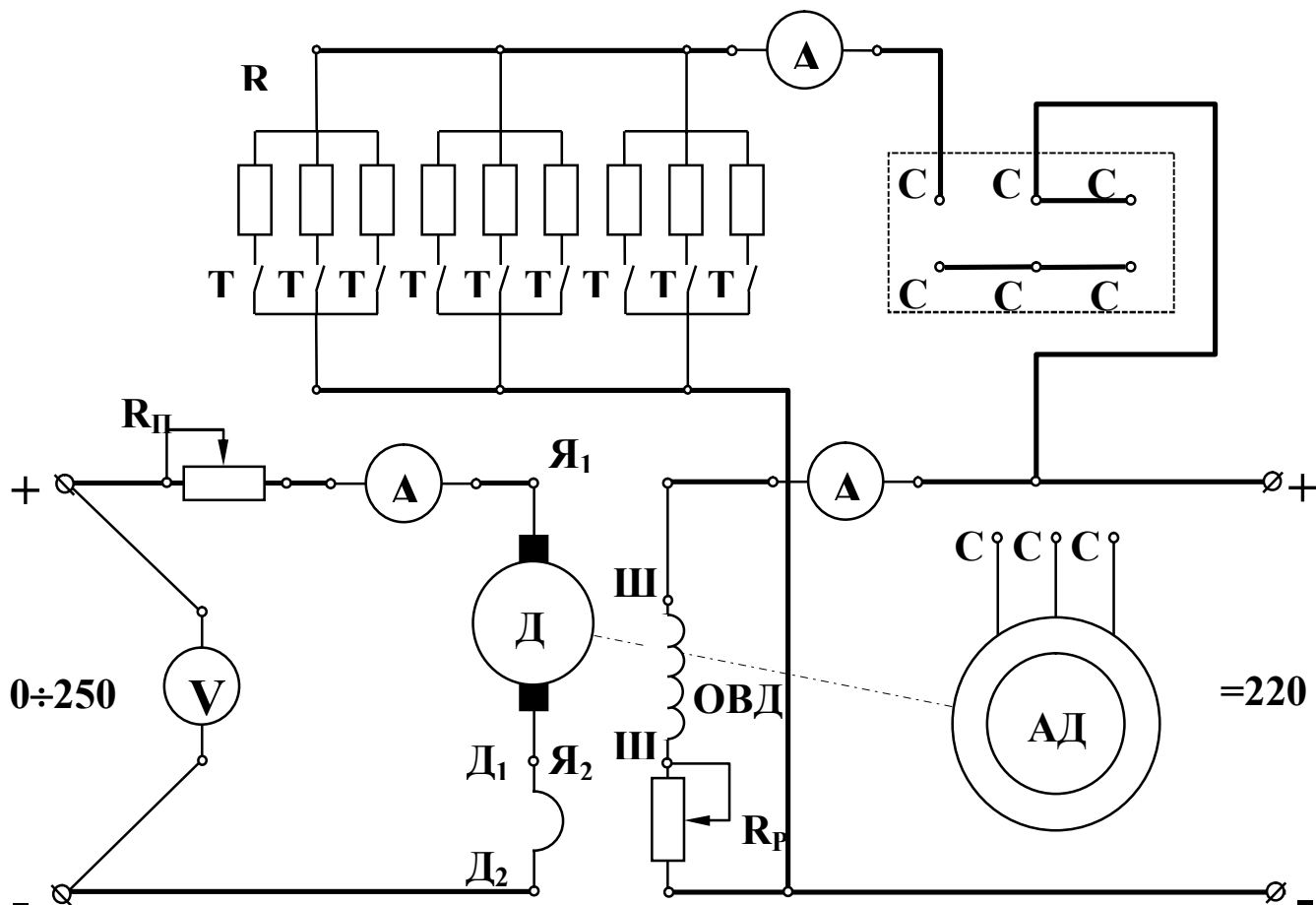
ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Изучить принцип действия, конструкцию и свойства двигателей постоянного тока с параллельным и последовательным возбуждением.

Ознакомиться с методикой снятия основных характеристик двигателей: механических и рабочих.

ОБОРУДОВАНИЕ: инструкционные карты, стенд НТЦ-04, натурные образцы

ХОД РАБОТЫ.

1. Изобразить принципиальную схему двигателя постоянного тока.



- Изобразить рабочие характеристики двигателя с параллельным возбуждением, написать их определение, условия снятия. Описать ее вид.
- Изобразить механические характеристики двигателя с параллельным возбуждением, написать их определение, условия снятия. Описать ее вид.
- Изобразить рабочие характеристики двигателя с последовательным возбуждением, написать их определение, условия снятия. Описать ее вид.
- Изобразить механические характеристики двигателя с последовательным возбуждением, написать их определение, условия снятия. Описать ее вид.
- Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

- На чем основан принцип работы двигателя постоянного тока?
- Как устроен двигатель постоянного тока?
- В чем состоит особенность пуска двигателя?
- Для чего используется пусковой резистор и из каких соображений выбирают его сопротивление?
- Какой вид имеет механическая характеристика двигателя постоянного тока с параллельным (независимым) возбуждением?
- Какой вид имеют рабочие характеристики двигателя?
- Как можно регулировать частоту вращения двигателя?
- Как изменить направление вращения якоря?

9. При каких обстоятельствах двигатель идет "в разнос"?
10. Какими достоинствами обладает двигатель и каковы его недостатки?
11. Где применяются двигатели с параллельным (независимым) возбуждением?
12. На чем основан принцип действия электродвигателя постоянного тока?
13. Что такое противо-ЭДС и отчего она зависит?
14. Почему при пуске двигателя постоянного тока потребляют большой ток?
15. Что понимают под рабочими характеристиками электродвигателя и что они показывают?
16. Какова роль коллектора в машинах постоянного тока?
17. Почему уменьшается частота вращения двигателя постоянного тока при увеличении нагрузки на валу якоря?
18. Что понимают под процессом коммутации в машинах постоянного тока?
19. Как классифицируются двигатели постоянного тока по способу возбуждения?
20. Каким образом создается магнитный поток возбуждения в двигателях постоянного тока?
21. Как можно рассчитать число оборотов холостого хода двигателя постоянного тока?
22. Какие потери мощности существуют в двигателях постоянного тока?
23. Что такое постоянные потери в двигателях постоянного тока? Как их определяют?
24. Чем определяется вращающий момент двигателей постоянного тока?
25. Какими способами можно изменить направление вращения двигателя постоянного тока?
26. Ток в обмотке якоря является постоянным или переменным?
27. Каково устройство двигателя постоянного тока?
28. Каков принцип действия двигателя постоянного тока?
29. Почему пусковой ток двигателя I_{π} в 10...30 раз больше номинального, а ток в режиме холостого хода I_{xx} примерно в 20 раз меньше номинального?
30. Каково назначение резисторов r_{π} и r_d (см. рис.1)?
31. Какие переключения следует осуществить для изменения направления вращения двигателя?
32. Какие методы регулирования частоты вращения двигателя параллельного возбуждения Вы знаете?
33. Как изменится частота вращения якоря при одной и той же нагрузке: а) если увеличить сопротивление в цепи якоря; б) если уменьшить ток обмотки возбуждения; в) если уменьшить напряжение на обмотке якоря?
34. Как изменится ток якоря при одном и том же моменте: а) если увеличить сопротивление в цепи якоря; б) если уменьшить ток обмотки возбуждения; в) если уменьшить напряжение на обмотке якоря?
35. Почему наклон естественной механической характеристики к оси абсцисс меньше, чем искусственной при $I_B < I_{BH}$?
36. Почему в режиме холостого хода ($M=0$) частота вращения двигателя при включенном в цепь якоря резисторе r_d не равна частоте вращения при $r_d = 0$?
37. Почему ток якоря не равен нулю в режиме холостого хода?
38. От чего зависит КПД двигателя постоянного тока?
39. От каких величин зависит характер изменения КПД двигателя в соответствии с полученным графиком $\eta(P_2)$?

ВЫВОД

Лабораторная работа №3

ЗАПУСК И РЕВЕРСИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Усвоение методов управления двигателем постоянного тока

ОБОРУДОВАНИЕ: инструкционные карты, стенд НТЦ-04, натурные образцы

ХОД РАБОТЫ.

1. Ознакомиться с простейшей схемой управления двигателем постоянного тока параллельного возбуждения, изобразить схему, описать принцип действия
2. Ознакомиться с простейшей схемой управления двигателем постоянного тока последовательного возбуждения, изобразить схему, описать принцип действия
3. Ознакомиться с простейшей схемой управления двигателем постоянного тока смешанного возбуждения, изобразить схему, описать принцип действия
4. Ознакомиться с простейшей схемой управления универсальным коллекторным двигателем постоянного тока, изобразить схему, описать принцип действия

ВЫВОД

Лабораторная работа №4

ИСПЫТАНИЕ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

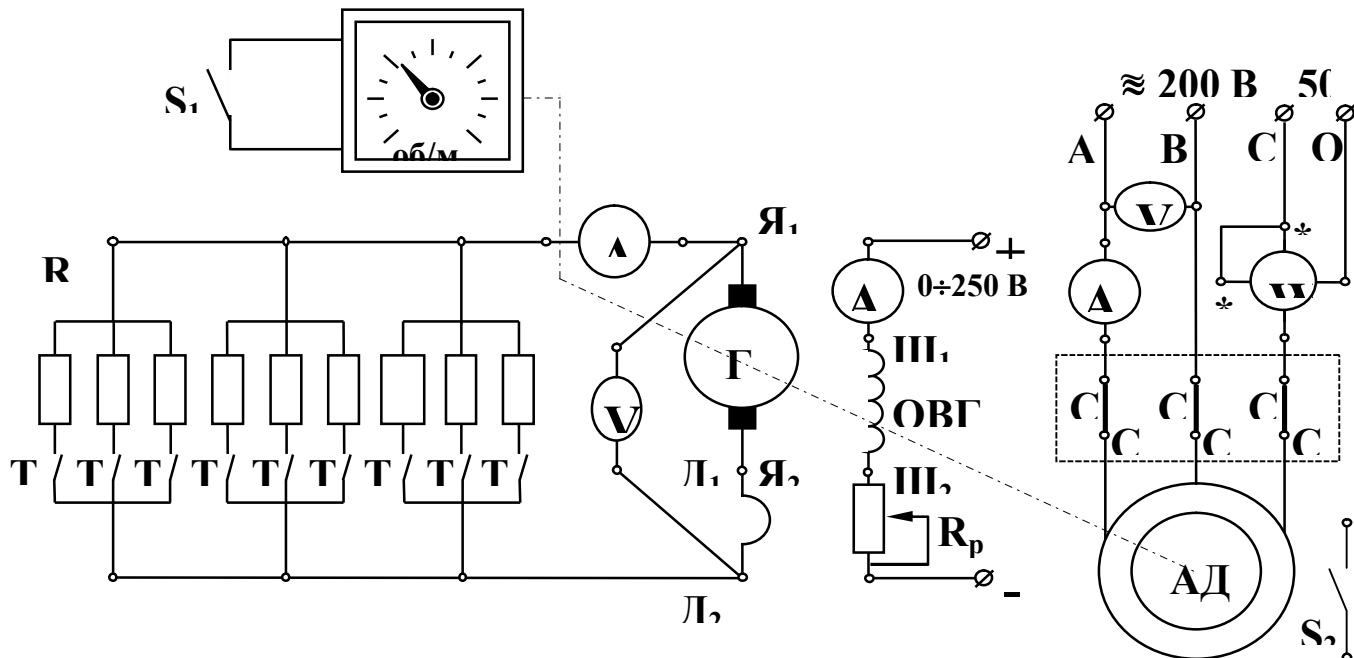
ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Изучить принцип действия, конструкцию и свойства трехфазных асинхронных двигателей.

Ознакомиться с методикой снятия основных характеристик двигателей: механических и рабочих.

ОБОРУДОВАНИЕ: инструкционные карты, стенд НТЦ-04, натурные образцы

ХОД РАБОТЫ.

1. Изобразить принципиальную схему трехфазного асинхронного двигателя, описать ее.



2. Изобразить характеристику момент-скольжение, условия снятия. Описать ее вид.
3. Изобразить механическую характеристику двигателя, условия снятия. Описать ее вид.
4. Изобразить рабочие характеристики двигателя, условия снятия. Описать их вид.
5. Ответить на контрольные вопросы.

7. Контрольные вопросы

1. На чем основан принцип действия работы асинхронного двигателя?
2. Какова конструкция асинхронного двигателя?
3. Как определяются синхронная скорость, скольжение и момент двигателя?
4. От каких величин зависит электромагнитный момент двигателя?
5. Какие потери возникают при работе двигателя?
6. Как определяется К.П.Д.?
7. От чего зависит коэффициент мощности асинхронного двигателя и как его определить?
8. Какой вид имеют рабочие характеристики асинхронного двигателя?
9. Чем объяснить бросок пускового тока?
10. Какой вид имеют рабочие характеристики асинхронного двигателя?
11. Как рассчитать механическую характеристику по паспортным данным?
12. Как ведет себя двигатель при обрыве фазы?
13. Какими достоинствами обладает асинхронный к.з. двигатель?
14. Каковы недостатки асинхронных двигателей?
15. Где используются асинхронные двигатели?
16. Вращающееся магнитное поле и условия его возникновения.
17. Принцип действия асинхронного двигателя.
18. Факторы, влияющие на частоту вращения магнитного поля статора.
19. ЭДС в роторной обмотке при неподвижном и вращающемся роторе.
20. Ток в роторной обмотке при вращающемся роторе.
21. Скольжение и его влияние на процессы в машине.
22. Как режим работы асинхронной машины влияет на величину скольжения?
23. Вращающий момент асинхронного двигателя.
24. Механическая характеристика асинхронного двигателя.
25. Какой момент в двигателе называется критическим?
26. Почему с увеличением тормозного момента частота вращения ротора уменьшается?
27. Почему при пуске двигателя возникает большой пусковой ток?
28. Пути увеличения пускового момента.
29. Способы уменьшения пускового тока в двигателе.
30. Регулирование частоты вращения ротора асинхронного двигателя.
31. Как осуществить реверсирование двигателя?
32. Почему не рекомендуется работа асинхронного двигателя с недогрузкой?

33. Почему частота вращения ротора асинхронного двигателя не достигает частоты вращения поля статора?
34. Как напряжение питания влияет на величину пускового момента?

ВЫВОД

Лабораторная работа №5

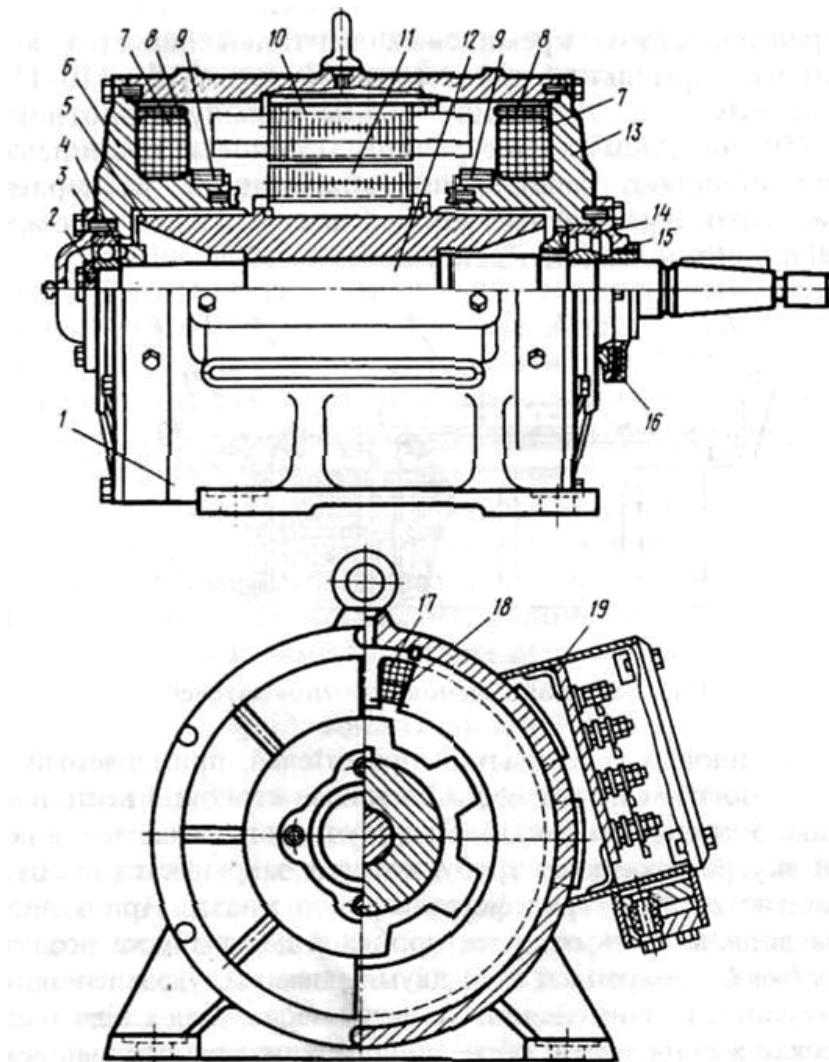
ИСПЫТАНИЕ СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Усвоение устройства, особенностей конструкции синхронного генератора

ОБОРУДОВАНИЕ: инструкционные карты, стенд НТЦ-04, натурные образцы

ХОД РАБОТЫ.

1. Ознакомиться с конструкцией синхронного генератора



1. Выписать название всех элементов конструкции,
2. Изобразить электрическую схему синхронного генератора

3. Описать принцип действия генератора:

Лабораторная работа №6

ЗАПУСК И РЕВЕРСИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ДВИГАТЕЛЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Усвоение методов управления трехфазным асинхронным двигателем

ОБОРУДОВАНИЕ: инструкционные карты, стенд НТЦ-04, натурные образцы

ХОД РАБОТЫ.

1. Ознакомиться с простейшей схемой управления асинхронным двигателем, описать принцип действия

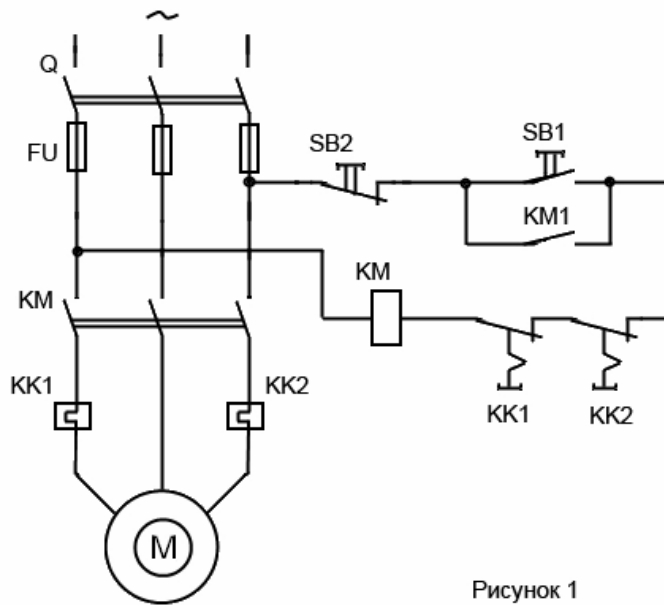


Рисунок 1

2. Ознакомиться со схемой управления реверсивным асинхронным двигателем, описать принцип действия

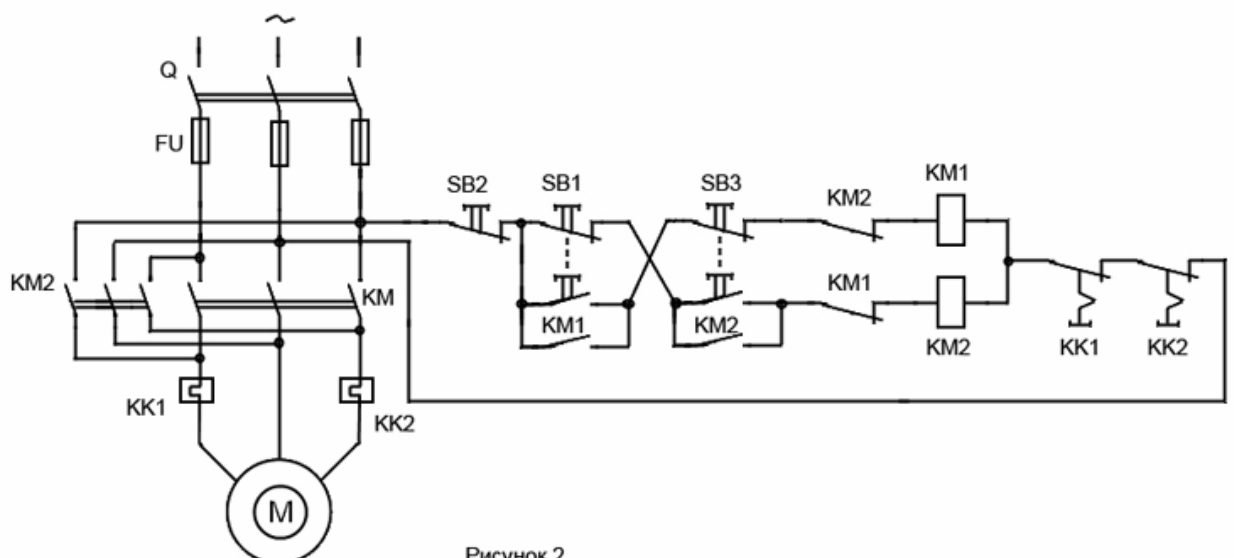


Рисунок 2

3. Ознакомиться со схемой управления реверсивным двухскоростным асинхронным двигателем, описать принцип действия

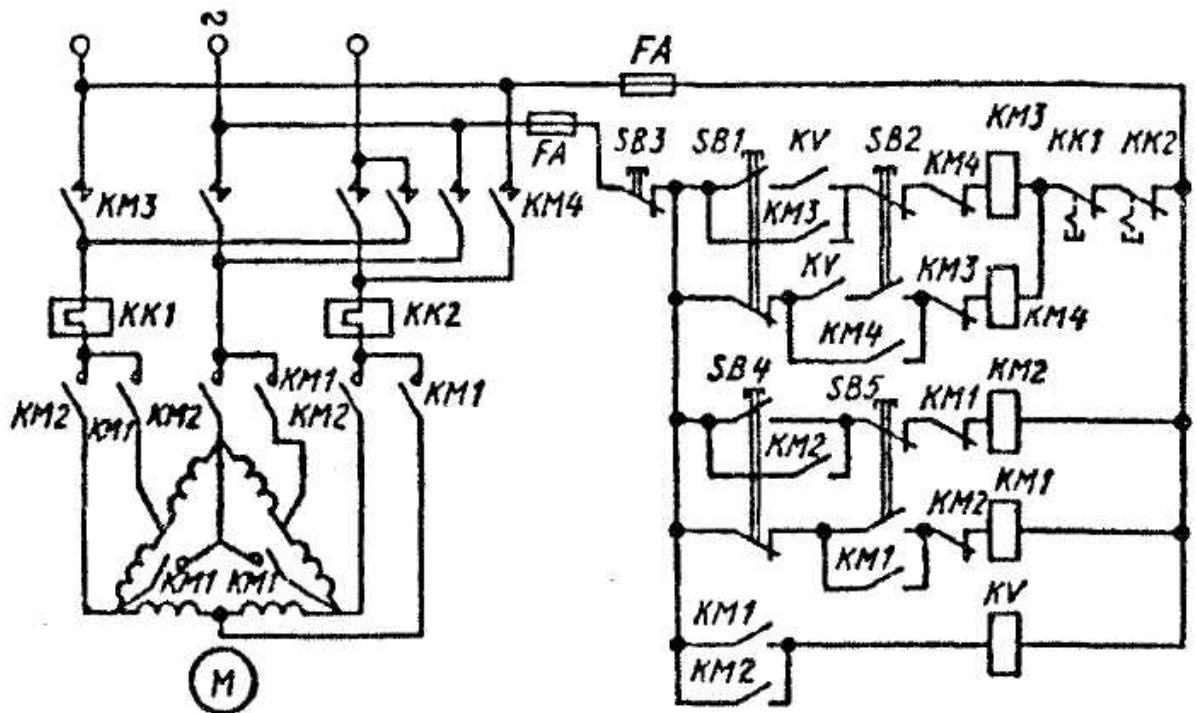


Рис. 17.12. Типовая схема управления двухскоростным АД

ВЫВОД

Лабораторная работа №7

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МАШИНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Усвоение периодичности проведения ТО и ремонтов электрических машин, перечня выполняемых при этом работ

ОБОРУДОВАНИЕ: инструкционные карты, натурные образцы

ХОД РАБОТЫ.

1. Описать виды и периодичность технического обслуживания электрических машин постоянного тока.
2. Указать перечень работ, выполняемых при проведении ТО-2.
3. Указать перечень работ, выполняемых при проведении текущего ремонта ТР-1
4. Указать перечень работ, выполняемых при проведении текущего ремонта ТР-2
5. Указать перечень работ, выполняемых при проведении текущего ремонта ТР-3

ВЫВОД

Лабораторная работа №8

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МАШИНЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Усвоение периодичности проведения ТО и ремонтов электрических машин, перечня выполняемых при этом работ

ОБОРУДОВАНИЕ: инструкционные карты, натурные образцы

ХОД РАБОТЫ.

1. Описать виды и периодичность технического обслуживания электрических машин переменного тока, общие требования
2. Указать перечень работ, выполняемых при плановом ТО
3. Указать перечень работ, выполняемых при внеплановом ТО
4. Указать неисправности двигателя, внешние признаки их наличия, возможные причины, необходимые действия устранения неисправностей
5. Указать неисправности подшипниковых узлов, внешние признаки их наличия, возможные причины, необходимые действия устранения неисправностей
6. Указать неисправности двигателя при наличии вибрации, внешние признаки их наличия, возможные причины, необходимые действия устранения неисправностей
7. Указать порядок сборки и разборки двигателя

ВЫВОД

Практическая работа №1

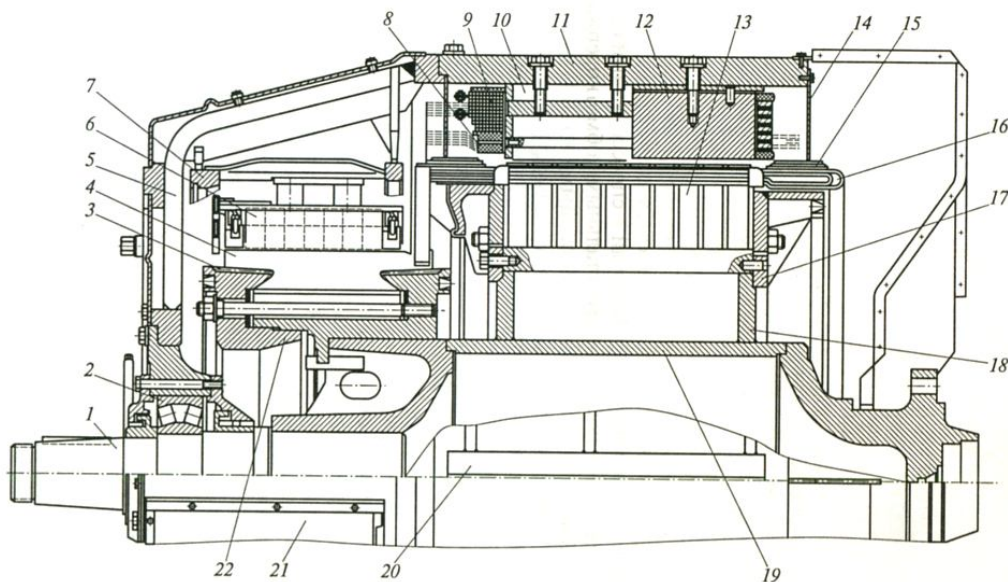
ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ТЯГОВОГО ГЕНЕРАТОРА ПОСТОЯННОГО ТОКА

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Усвоение устройства, особенностей конструкции тягового генератора постоянного тока ГП311Б

ОБОРУДОВАНИЕ: инструкционные карты, стенд НТЦ-04, натурные образцы

ХОД РАБОТЫ.

1. Ознакомиться с конструкцией генератора ГП311Б



2. Выписать название всех элементов конструкции, описать их назначение.
3. Описать конструкцию основных узлов генератора:
- якоря; - коллектора; - обмотки якоря; - щеткодержателя.
4. Описать устройство магнитной системы генератора.

Практическая работа №1

ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ ЩЕТОЧНО-КОЛЛЕКТОРНОГО УЗЛА

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Усвоение методики проведения проверки щеточно-коллекторного узла, его основных неисправностей и методов их исправления

ОБОРУДОВАНИЕ: инструкционные карты, натурные образцы

ХОД РАБОТЫ.

1. Пояснить степень искрения электрических машин постоянного тока
2. Указать возможные неисправности и методы их устранения в щеточно-коллекторном узле электрических машин постоянного тока
3. Описать процесс определения степени нажатия щеток на коллектор тягового двигателя
4. Описать процесс проверки правильного положения траверсы на нейтрали

ВЫВОД

Практическая работа №3

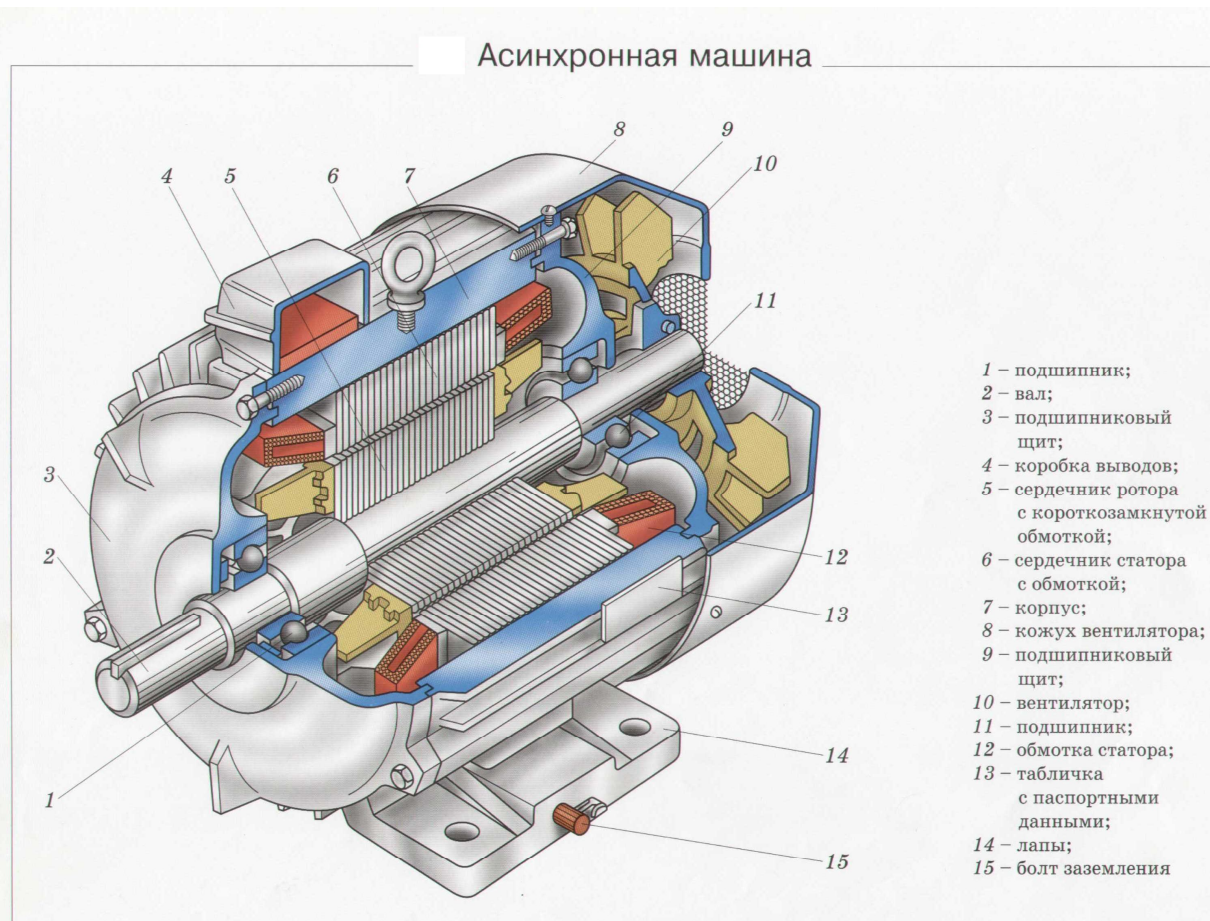
ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ СИНХРОННОЙ МАШИНЫ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Усвоение устройства, особенностей конструкции Синхронного генератора

ОБОРУДОВАНИЕ: инструкционные карты, стенд НТЦ-04, натурные образцы

ХОД РАБОТЫ.

Ознакомиться с конструкцией генератора



5. Выписать название всех элементов конструкции, описать их назначение.

6. Описать конструкцию основных узлов генератора:

- якоря; - коллектора; - обмотки якоря; - щеткодержателя.

Практическая работа №4

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ СИНХРОННОЙ МАШИНЫ

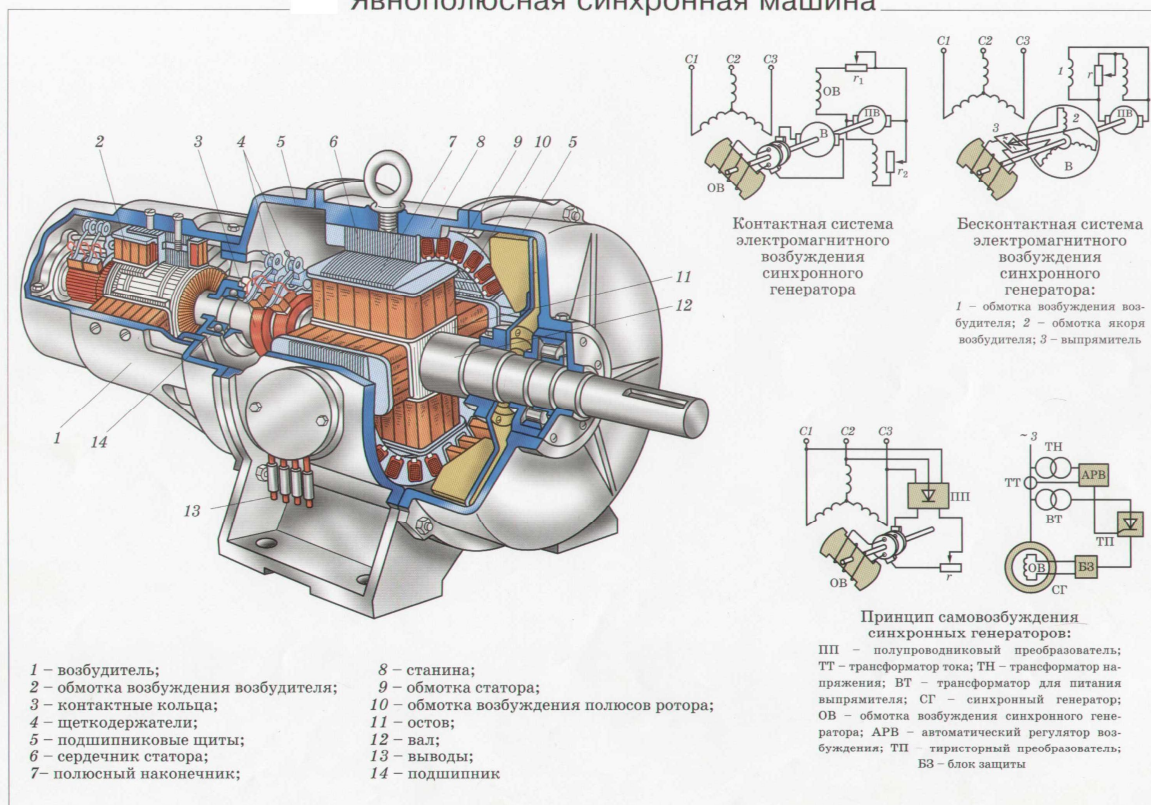
ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Усвоение устройства, особенностей конструкции Синхронного генератора

ОБОРУДОВАНИЕ: инструкционные карты, стенд НТЦ-04, натурные образцы

ХОД РАБОТЫ.

Ознакомиться с конструкцией генератора

Явнополюсная синхронная машина



1. Выписать название всех элементов конструкции, описать их назначение.
2. Описать конструкцию основных узлов генератора:
- якоря; - коллектора; - обмотки якоря; - щеткодержателя.
4. Описать устройство магнитной системы генератора.

Практическая работа №5

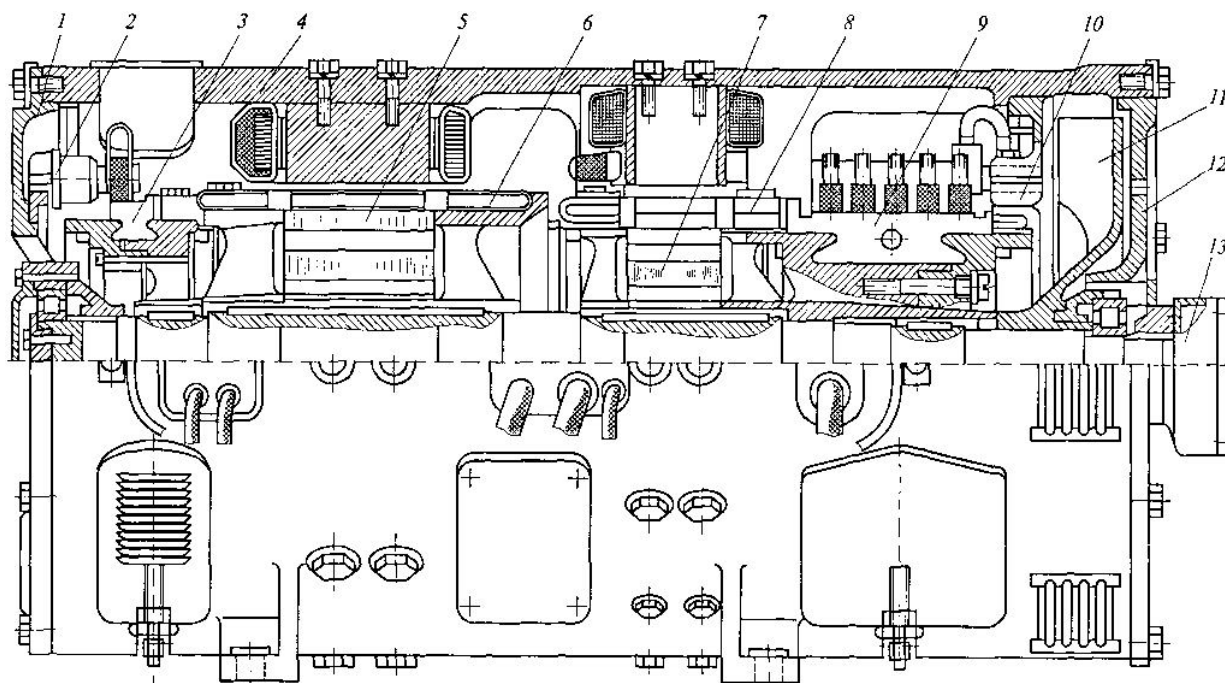
ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Усвоение методики проведения проверки узлов и деталей электромашиного преобразователя, его основных неисправностей и методов их исправления

ОБОРУДОВАНИЕ: инструкционные карты, натурные образцы

ХОД РАБОТЫ.

1. Назвать основные элементы конструкции электромашиного преобразователя.



1, 12 – подшипниковые щиты, 2, 10 – щеточные устройства двигателя и генератора, 3 – коллектор двигателя, 4 – остов, 5 – сердечник якоря двигателя, 6, 8 – обмотки якорей, 7 – сердечник якоря генератора, 9 – коллектор генератора, 11 – вентилятор, 13 – реле оборотов.

2. Перечислить основные неисправности электромашинного преобразователя: внешние и внутренние.

3. Дать описание основных видов неисправностей, причин их возникновения и методов их обнаружения

ВЫВОД

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Основная

1.1 Пигарев В.Е. Энергетические установки подвижного состава: Учебник для техникумов и колледжей железнодорожного транспорта. – М.: Маршрут, 2015

1.2 Основы электропривода технологических установок с асинхронным двигателем: учеб. пособие для студ. вузов ж.-д. трансп. А. М. Худоногов, И. А. Худоногов, Е. М. Лыткина ; под ред. А. М. Худоногова. - М. : ФГБОУ "УМЦ ЖДТ", 2014. - 336 с. : ил.

1.3 Быков Б.В. Конструкция, техническое обслуживание и ремонт пассажирских вагонов. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебное иллюстрированное пособие/ Быков Б.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2011.— 50 с.—

1.4 Быков Б.В. Конструкция, техническое обслуживание и ремонт пассажирских вагонов. Часть 2 [Электронный ресурс]: учебное иллюстрированное пособие/ Быков Б.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2013.— 66 с.—

2 Дополнительная

2.1 А.А. Дайлидко . Электрические машины тягового подвижного состава. - М.:ИПК Желдориздат, 2000.

2.2 А.В. Грищенко. Электрические машины и преобразователи подвижного состава. – М. АCADEMA, 2005.

2.3 Б.В. Быков. Технология ремонта вагонов.- М.: Желдориздат, 2001.

2.4 Кацман М.М. Электрические машины. М.: Издательский центр «Академия», 2007

2.5 Находкин В.М., Черепашенец Р.Г. Технология ремонта тягового подвижного состава. – М.: Транспорт, 1998.

2.6 Ветров Ю.Н., Приставко М.В. Конструкция тягового подвижного состава. М.: Желдориздат, 2000.

2.7 Николаев, А. Ю. Устройство и работа электровоза ВЛ80: учебное пособие для образовательных учреждений ж/д тр-та, осуществляющих профессиональную подготовку / А. Ю. Николаев, Н. В. Сесявин. - М.:ГОУ «УМЦ ЖДТ», 2006.

3 Компьютерные ресурсы и иллюстрированные пособия

3.1 А.А. Дайлидко . Электрические машины тягового подвижного состава. – Иллюстрированное пособие (альбом). М.: ФГОУ «УМЦ ЖДТ» , 2000.

3.2 Электрические машины постоянного тока. Компьютерная контролирующе-обучающая программа (КОП).- М.: ГОУ «УМЦ ЖДТ» , 2004.