

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова**

**Ю.Г. Мещеряков, Ю.А. Квашнин, Г.А. Киселёв,
В.В. Полюшкин, Г.П. Суворова**

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И АППАРАТЫ

**Методические указания
к лабораторным работам по электротехнике**

Барнаул 2004

УДК 621.313

Мещеряков Ю.Г., Киселев Г.А., Квашнин Ю.А., Полюшкин В.В., Суворова Г.П. Электрические машины и аппараты: Методические указания к лабораторным работам по электротехнике/ Алт. гос. техн. ун-т им. И.И.Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2004. – 44 с.

Представленные указания к выполнению лабораторных работ связанных с изучением электрических машин постоянного и переменного тока, аппаратуры управления и защиты электропривода. Содержит программы работ, контрольные вопросы для самопроверки, список литературы. Предназначены для студентов неэлектротехнических специальностей всех форм обучения.

Рассмотрены и одобрены
кафедрой общей электротехники.
Протокол № 5 от 22.03.04.

Рецензент

доцент, к.т.н. П.Е. Максимов

Подписано в печать 19.04.2004. Формат 60x84 1/16.

Печать - ризография. Усл.п.л. 2,79. Уч.-изд.л. 2,70.

Тираж 50 экз. Заказ 2004 -

Издательство Алтайского государственного технического
университета им.И.И. Ползунова,
656099, г.Барнаул, пр-т Ленина,46

Лицензия на издательскую деятельность
ЛР № 020822 от 21.09.98 г.

Отпечатано в типографии АлтГТУ
Лицензия на полиграфическую деятельность
ПЛД № 28-35 от 15.07.97 г.

ПРАВИЛА ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ В ЛАБОРАТОРИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

1. Приступая к выполнению цикла лабораторных работ студенты проходят вводный инструктаж на рабочем месте у преподавателя, ведущего занятия, о чем делается соответствующая запись в журнале по технике безопасности за подписями студентов и преподавателя.

2. Лабораторные работы выполняются фронтальным способом на универсальных стендах. Универсальный стенд предназначен для испытания электрических машин постоянного и переменного токов.

3. В состав каждого стенда входят: а) электромашинный агрегат, состоящий из машины постоянного тока, синхронной машины и асинхронного двигателя; б) коммутационная аппаратура, контрольно-измерительные приборы, пускорегулирующая аппаратура, устройства защиты и сигнализации.

4. Для питания электрических машин используется трехфазное напряжение переменного тока 380/220 В и напряжение постоянного тока 220 В.

5. Каждый стенд имеет выключатель АП, позволяющий обесточить электрооборудование стенда. Кроме того, все стенды могут быть отключены общим рубильником, отключающим электрическое питание, поступающее в лабораторию.

6. В лаборатории запрещается курить, сорить, громко разговаривать, находиться в верхней одежде, без нужды переходить с места на место и загромождать рабочие места посторонними предметами.

7. Перед выполнением лабораторной работы каждому студенту необходимо четко уяснить цель и задачи работы, ознакомиться с описанием лабораторной установки и порядком выполнения работы, знать правила эксплуатации используемых в работе приборов и устройств.

8. Запрещается включать цепь и приступать к измерению без предварительной проверки преподавателем всех соединений. Студент должен рассказать преподавателю о назначении приборов цепи, объяснить, в каком порядке будут проводиться опыты и каким образом будут устанавливаться их необходимые режимы.

9. Категорически запрещается при включенном рубиль-

нике производить какие-либо присоединения отдельных элементов цепи или подсоединение новых элементов проводниками.

10. В случае каких-либо пересоединений в цепи, она должна быть вновь проверена преподавателем.

11. Не касаться руками контактов и зажимных клемм стендов, не будучи убежденными в отсутствии напряжения (сигнальная лампа не горит). При включенном питании (переключатель Ап находится в положении "ВКЛ") категорически запрещается прикасаться к клеммам стенда, к штангам и обмоткам реостатов.

12. Регулировку реостатов производить плавно и только с помощью пластмассовой ручки движка реостата.

13. Операции переключения и регулирования производить только одной рукой, не прикасаясь при этом к корпусу стенда.

14. В случае короткого замыкания или других повреждений в стенде необходимо быстро отключить питание путем перевода переключателя Ап в положение "ОТКЛ".

15. Всегда помнить, что в схемах, содержащих индуктивности и емкости, напряжение на отдельных участках цепи может значительно превышать напряжение на входе. Следить, чтобы напряжение и токи в цепи не превышали допустимых.

16. Измерения напряжений с помощью переносного вольтметра можно производить только при хорошо изолированных проводниках.

17. Все коммутационные переключения, а также их последовательность производить согласно данным рекомендациям в методических указаниях.

18. При включении рубильника Ап, подающего напряжение к стенду, каждый раз предупреждать об этом товарищей по работе.

19. При обнаружении поломки оборудования или неисправности в работе стенда, вызвать лаборанта.

20. Запрещается оставлять без надзора установки, приведенные в рабочее состояние.

21. По окончании эксперимента отключить питание электроустановки, согласно указаниям, приведенным в методическом пособии.

22. Лица, виновные в нарушении настоящих правил техники безопасности, от дальнейшего прохождения лабораторных

работ отстраняются и подвергаются взысканиям в зависимости от степени и характера нарушения в административном или уголовном порядке.

23 Если нарушение студентом требований данной инструкции не повлекло за собой порчи лабораторного оборудования и не вызвало несчастного случая, такой студент проходит повторный вводный инструктаж в отделе охраны труда института и инструктаж на рабочем месте - у преподавателя; о чем далее делается соответствующая запись в журнале техники безопасности.

ОКАЗАНИЕ ДОВРАЧЕБНОЙ ПОМОЩИ ПРИ ПОРАЖЕНИИ ЧЕЛОВЕКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

1. При поражении человека электрическим током необходимо как можно быстрее освободить его от действия тока, так как от времени действия тока зависит тяжесть электротравмы. Поэтому первым действием оказывающего помощь должно быть отключение того станда (установки), которой касается пострадавший.

2. Если пострадавший находится в бессознательном состоянии, оказать первую помощь пострадавшему: удобно уложить, растегнуть одежду и создать приток свежего воздуха, дать понюхать нашатырный спирт, растереть и согреть тело.

3. В случае отсутствия дыхания у пострадавшего, помощь должна быть направлена на восстановление жизненных функций путем искусственного дыхания и наружного массажа, сердца.

Лабораторная работа

ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить устройство и схему включения двигателя постоянного тока.

Изучить особенности пуска и способы пуска двигателей постоянного тока.

Изучить способы регулирования скорости вращения двигателей постоянного тока и экспериментально снимать его характеристики.

2. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ (рис.1)

В качестве нагрузки двигателя постоянного тока (ДПТ) используется синхронный генератор (СГ). В свою очередь нагрузкой синхронного генератора является реостат R3, получающий питание от СГ через трехфазный выпрямитель В. Ток возбуждения СГ регулируется реостатом R4 (рис.1).

Частота вращения якоря двигателя показывается счетчиком оборотов n тахогенератора ТГ, механически связанного с валом ДПТ и СГ.

Исходное состояние выключателей, переключателей стенда

Переключатели

УП - 1 в положении - генератор

УП - 2 в положении - двигатель

УП - 3 -" - независимое

УП - 4 -" - звезда

ПНО -" - нагрузка

T5 -" - подключить pV3

Выключатели

Трансформатор в положении отключен

Включение двигателя
постоянного тока "АМПТ" в положении отключен

Включение асинхронного двигателя	"АСД"	в положении	отключен
	"АП"	в положении	отключен
T1,T2,T3,T4		- "- "	отключен

Реостат нагрузки R1	- "- "	"1 "
---------------------	--------	------

Реостат возбуждения синхронной машины R4	- "- "	"2 "
--	--------	------

Реостат возбуждения машины постоянного тока R2	- "- "	"2 "
--	--------	------

Реостат нагрузки СГ R3	- "- "	"2 "
------------------------	--------	------

Измерительные приборы

рV4- вольтметр для измерения напряжения, подводимого к двигателю (U) ;

рА6 - амперметр для измерения тока якоря (I_я) ;

рА7 - амперметр для измерения тока возбуждения (I_в)

3. ПРАВИЛА ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ

При включенном питании (АП - "вкл") категорически запрещается прикасаться к клеммам стенда, к штангам и обмоткам реостатов .

Регулировку производить только через подвижный движок (пластмассовая ручка) и осторожно.

При регулировке запрещается держаться за корпус стенда. В случае короткого замыкания или других повреждений необходимо отключить стенд, нажав АП в положение "откл".

Категорически запрещается включать и выключать "АМПТ" при R1 (пусковой реостат) в положении "2".

Прежде чем снимать характеристики ДПТ необходимо без подачи напряжения на стенд (выключатель "АП" в положение "откл" отработать порядок включения реостатов, рубильников, тумблеров для снятия соответствующих характеристик.

Особенности пуска двигателя постоянного тока :
в начальный момент пуска, когда якорь двигателя не вращается, $n. = 0$ и против ЭДС $E = C_e \cdot \Phi \cdot n, = 0$, то по якорю протекает

ток

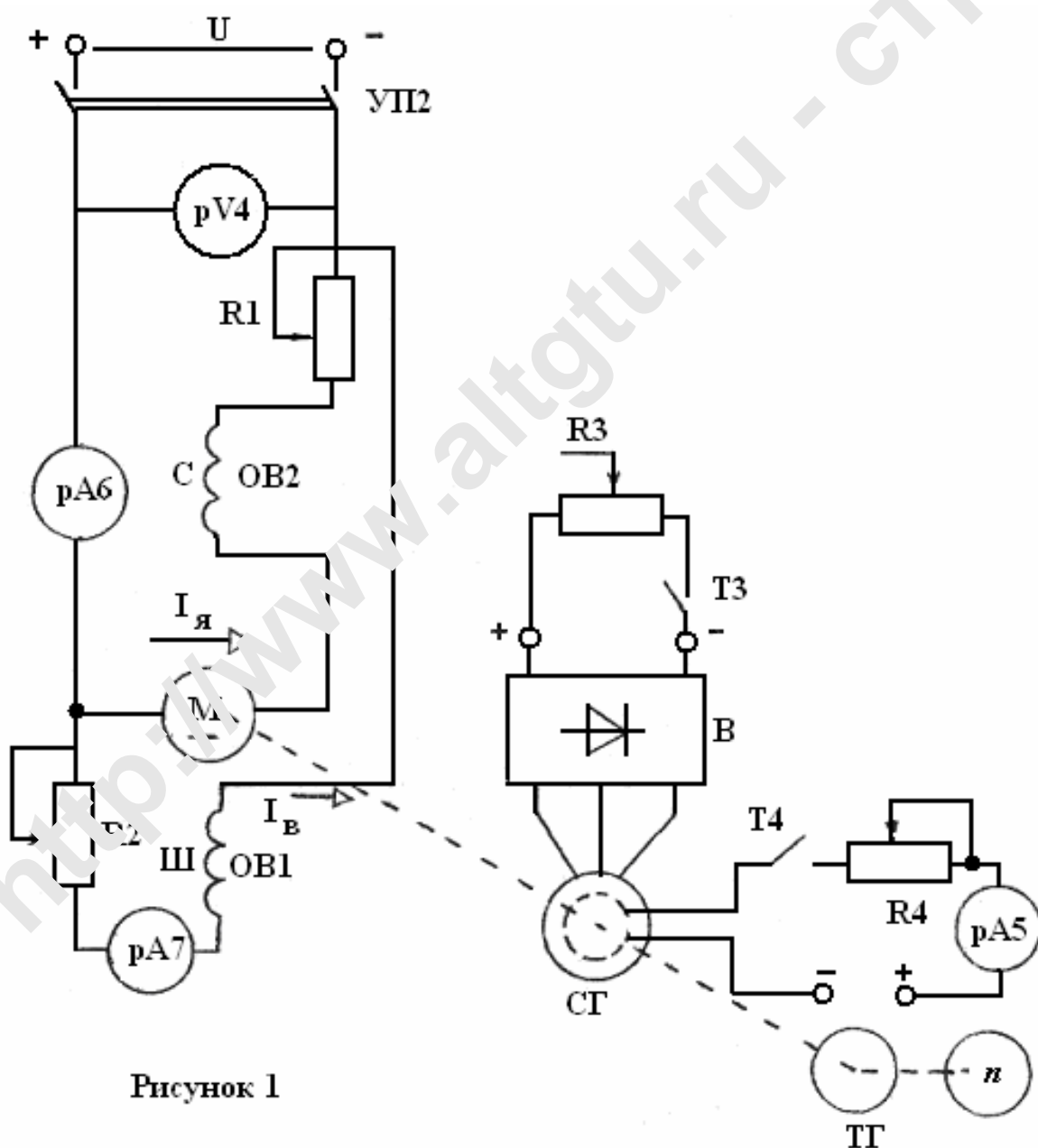
$$I_{\text{яп}} = \frac{U}{R_{\text{я}}}.$$

Так как, $E \approx 0,95U$, то следовательно, при пуске ток якоря может в десятки раз превышать номинальный ток двигателя.

Для ограничения пускового тока применяют пусковой реостат R1. При пуске R1 должен быть в положении "1" (полностью введен).

В этом случае
$$I_{\text{яп}} = \frac{U}{R_{\text{я}} + R_{\text{п}}}.$$

Запускать ДПТ без тока возбуждения $I_{\text{в}}$ категорически запрещено.



4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

А. Снять регулировочную характеристику двигателя постоянного тока $n = f(I_{\text{в}})$ при $I_{\text{я}} = \text{const}$, $U = \text{const}$.

Для чего :

1. Включить стенд выключателем "АП", поставив в положение "включено".
2. Выключатель "Т2" поставить в положение "включено", тем самым подключаем цепь возбуждения ДПТ.
3. Реостатом R2 (Цепь возбуждения ДПТ) выставить максимальный ток возбуждения $I_{\text{в}}$ по амперметру рА7, переводя R2 из положения "2" в положение "1".
4. Выключатель "АМПТ" поставить в положение "включено", убедившись предварительно в том, что R1 (пусковой реостат) находится в положении "1".
5. Выключатель "Т3", "Т4" установить в положение "включено": "Т4" - включает цепь возбуждения синхронного генератора (R3.).
6. Реостат R3 поставить в среднее положение.
7. Реостат R1 (пусковой) перевести из положения "I" в положение "2", установив число оборотов (скорость вращения) по тахометру равным 2500 об/мин. Указатель числа оборотов должен отклоняться по часовой стрелке, в противном случае переключатель "Т6" переключить в другое положение.
8. Реостатом R4 (сопротивление в цепи возбуждения синхронного генератора) изменяя нагрузку на валу двигателя постоянного тока по амперметру рА6, установить ток в цепи якоря 5 А. Если реостат R4 окажется в положении "1" и ток якоря ($I_{\text{я}} = 5 \text{ А}$) не будет установлен, необходимо реостатом R1; (пусковой) выставить ток $I_{\text{я}} = 5 \text{ А}$ (изменяя положение R10 от "1" в "2").
9. При $I_{\text{я}} = 5 \text{ А}$, $n = 2500 \text{ об/мин}$, записать показания и данные занести в таблицу 1.

Таблица 1

N	Об/мин					
$I_{\text{в}}$	А					

10. Реостат R2 (цепь возбуждения двигателя постоянного тока) перевести из положения "1" в среднее положение, поддерживая $I_{\text{я}}$ постоянным (по рА6), регулируя нагрузку на валу двигателя (R4) и записываем данные $I_{\text{в}}$, n в таблицу 1

11. Перемещая движок реостата R2 из среднего положения в "2", выставить ток возбуждения $I = 0,3 \text{ А}$ и записать показания

I_B и n в таблицу 1, при постоянном токе якоря (I_A по pA6). Построить графически регулировочную характеристику.

12. После снятия данных, переключатели и выключатели необходимо поставить в следующие положения и в следующей последовательности: R1 вывести в положение "1" ; переключатель ПНО поставить в положение "О" - нагрузка отключена ; выключатель "АМПТ" в положение "выключено" ; реостат R4 вывести в положение "2" ; выключатели "ТЗ" , "Т4" , "АП" перевести в положение "отк" ; остальные выключатели , рубильники, положения движков реостата должны выставлены в исходное состояние.

Б. Снять скоростную характеристику $n=f(I_A)$ при $I_B=\text{const}$, $U=\text{const}$.

Для чего :

1. Включить стенд - выключатель "АП" поставить в положение "включено".

2. Включить "Т2" (подсоединяется цепь возбуждения двигателя.)

Реостат R2 (сопротивление в цепи возбуждения двигателя) перевести из положения "2" в положение, соответствующее току возбуждения, равным 0,4 А.

3. Реостат R4 (сопротивление цепи возбуждения синхронного генератора)поставить в положение "2".

4. Выключатель "АМПТ" переключить в положение "вкл".

5. Включить нагрузку (R3) и цепь возбуждения синхронного генератора (СГ) для этого выключатели "ТЗ" , "Т4" поставить в положение "вкл".

6. Реостат нагрузки СГ R3 поставить в среднее положение.

7. Переключатель нагрузки ПНО в положение "3".

8. Реостат R1 (пусковой) выводим из положения "1" в положений , при котором число оборотов (скорость вращения) по тахометру равно 2500 об/мин. Указатель оборотов должен отклоняться по часовой стрелке , в противном случае переключатель "ТЗ" переключить

9. После установки $I_B = 0,4 \text{ А}$ по pA7, данные заносим в таблицу 2:

11. Изменяя нагрузку синхронного генератора (в конечном счете это есть изменение нагрузки на валу двигателя)

реостатом R4 из положения "2" в направлении "1", снять несколько показаний тока якоря (I_a по pA6) и числа оборотов (n) по тахометру, при этом I_b двигателя постоянно по амперметру pA7 поддерживать постоянным реостатом R2 (сопротивление в цепи возбуждения) для каждого значения I_a . Данные внести в таблицу 2.

Построить графически скоростную характеристику.

Таблица 2

I_a	А					
N	Об/мин					

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

3. Номер работа , название работы, цель работы.
4. Электрическая схема лабораторной установки.
5. Краткие сведения из теории.
6. Таблицы с результатами наблюдений.
7. Графики.
8. Кратки выводы по результатам опытов.

Отчет должен быть оформлен в соответствии с действующими стандартами. Схемы, графики, диаграммы чертить с помощью чертежного инструмента.

Каждый студент защищает работу - отдельно по своему отчету.

Для правильного подбора теоретического материала по теме лабораторной работы рекомендуется использовать вопросы, приведенные ниже.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Объяснить конструкцию и назначение отдельных элементов конструкций двигателя постоянного тока.
2. Объяснить принцип действия исследуемого двигателя.
3. Каковы особенности пуска двигателей постоянного тока?
4. Объяснить назначение реостатов R1, R2.
5. Какую зависимость называют механической характеристикой ?

6. Как можно изменить направление вращения якоря двигателя постоянного тока?
7. Какие данные входят в паспорт двигателя и где находится паспорт двигателя?
8. Как можно изменить частоту вращения якоря двигателя постоянного тока?
9. Объяснить характер полученных характеристик двигателя.
10. Почему во время работы двигателя постоянного тока нельзя разрывать его цепь возбуждения?
11. Определить вращающий момент на валу двигателя, если напряжение питания $U = 220 \text{ В}$, потребляемый ток $I_H = 103 \text{ А}$, к.п.д. $\eta = 0,8$, частота вращения $n = 750 \text{ об/мин}$.
12. Двигатель параллельного возбуждения подключен к сети постоянного тока с напряжением $U = 220 \text{ В}$, потребляет ток $I = 33 \text{ А}$. Чему равна номинальная мощность двигателя, если к.п.д. $\eta = 82 \%$.
13. Определить пусковой ток двигателя без пускового реостата (ток короткого замыкания), если двигатель работает при напряжении $U = 110 \text{ В}$, сопротивление цепи якоря $R_{\text{я}} = 2,5 \text{ Ом}$, ток возбуждения $I_{\text{в}} = 1 \text{ А}$.
14. Определить сопротивление пускового реостата для двигателя с параллельным возбуждением, имеющего следующие параметры:
 $U = 220 \text{ В}$, $I_H = 20 \text{ А}$, $R_{\text{я}} = 0,5 \text{ Ом}$, при условии, что пусковой ток не должен превышать номинального значения.
15. Двигатель с параллельным возбуждением имеет следующие паспортные данные: $U = 220 \text{ В}$, $I_H = 108 \text{ А}$, $n_H = 1000 \text{ об/мин}$, $R_{\text{я}} = 0,08 \text{ Ом}$, $I_{\text{в}} = 3 \text{ А}$. Определить частоту вращения якоря двигателя при холостом ходе.

Лабораторная работа

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить конструкцию, назначение отдельных элементов трехфазного асинхронного двигателя.

Научиться определять выводы катушек трехфазной обмотки статора и разбивать их на начала и концы.

Изучить паспортные данные двигателя и их назначение.

Научиться подключать асинхронный двигатель и проводить его реверсирование.

2. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРАВИЛА ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ

В лабораторной установке используется встроенный трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором.

С помощью переключателя УП-4 катушки обмотки двигателя могут соединяться в "звезду" (положение "звезда") или подключаться к клеммам [3, 14, 15, 17, 18] станда (положение "на клеммы").

При выполнении лабораторной работы используются измерительные приборы :

рV1 - вольтметр для измерения напряжения питания,

рA1 - амперметр для измерения тока в цепи питания,

рV2 - вольтметр для контроля напряжения при маркировке концов обмоток,

рA2 - миллиамперметр для индексации тока при определении начал и концов обмоток электродвигателя.

В связи с тем, что при выполнении лабораторной работы на станд подается напряжение трехфазной сети (380 В), представляющее повышенную опасность, необходимо соблюдать ряд дополнительных мер:

1. При включенном станде запрещается прикасаться к клеммам станда и обмоткам реостатов.
2. Не держаться за металлический корпус станда.
3. Не проводить сборку и разборку схемы под напряжением.

4. В случае возникновения короткого замыкания, повреждений, других нарушений и аварийных режимов необходимо отключить стенд автоматическим выключателем Ап на стенде или кнопкой "стоп" на вводном щите лаборатории.

3. ПРОГРАММА РАБОТЫ И УКАЗАНИЯ К ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЮ

А. Подготовка стенда

Для подготовки стенда к выполнению лабораторной работы необходимо все коммутирующие элементы на стенде поставить в положение:

УП - 1	- генератор
УП - 2	- генератор
УП - 3	- самовозбуждение
УП - 4	- на клеммы стенда
ПНО	- О
Ампт	- отключено
Асд	- отключено
Ап	- отключено
Атр	- отключено
T2	- отключено
T4	- отключено

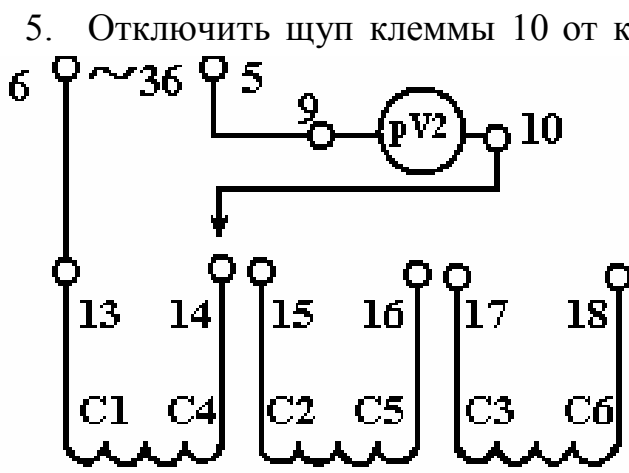
Б. Выявление выводов, принадлежащих катушкам обмотки статора

1. Для выявления выводов, принадлежащих одной катушке, собирают схему по рис.1. На этой схеме к клеммам 5 и 6 подводят регулируемое напряжение автотрансформатора: 9, 10 - клеммы вольтметра pV2. Как видно из рис.1, первоначально клемма б соединена с клеммой 13, а клемма 5 с клеммой 9. К клемме 10 подключен переносный щуп.

2. Соединить щупом клеммы 10 и 13.

3. Включить Ап и Атр.

4. Выставить автотрансформатором напряжение (с помощью pV2) 36В.



5. Отключить щуп клеммы 10 от клеммы 13 и, прикасаясь им поочередно к клеммам 14, 15, 16, 17, 18 найти другой конец первой катушки по показанию pV2. Отключить стенд с помощью Ап.

6. Отключить клемму 6 от клеммы 13 и соединить клемму

6 с оставшейся одной из четырех клемм (например, с клеммой 15).

7. Включить стенд и щупом клеммы 10 найти конец второй катушки. Отключить стенд.

8. Отключить клемму 6 от клеммы 15 и соединить клемму 6 с одной из двух оставшихся клемм (например, с 17). Включить стенд и щупом клеммы 10 определить конец третьей катушки.

Таким образом, будут найдены концы катушек обмотки парно, как например, в нашем случае: 13-14, 15-16, 17-18.

9. Автоматом Ап отключить стенд.

В. Определение начал и концов катушек обмотки статора

Для первой катушки обмотки статора произвольно принимаем:

13 - начало (C1), 14 конец (C4).

Начало и конец второй катушки определяется относительно маркировки первой катушки в последовательности:

1. Собрать схему по рис.2, где клеммы 11, 12 - клеммы миллиамперметра pA2.

2. Включить с помощью Ап стенд. Если теперь стрелка измерителя pA2 отклонится, то 15 - начало, а 16 - конец второй катушки, если не отклонится, то клеммы 15 и 16 необходимо поменять местами.

3. Выключить стенд.

4. Для проверки состояния, показанного на рис.2, когда 15 - начало, а 16 - конец второй катушки, собирается по рис. 3.

Стрелка не должна отклониться при включенном стенде.

5. Выключить стенд с помощью Ап.

6. Для определения начала третьей катушки обмотки собирается схема по рис. 4.

7. Включить стенд. Если стрелка индикатора А2 отклонится, то 17 - начало, а 18 - конец третьей катушки обмотки.

8. Выключить стенд.

Таким образом, получилось: начало катушек обмотки- 13(С1), 15(С2), 17(С3); концы - 14(С4), 16(С5), 18(С6),

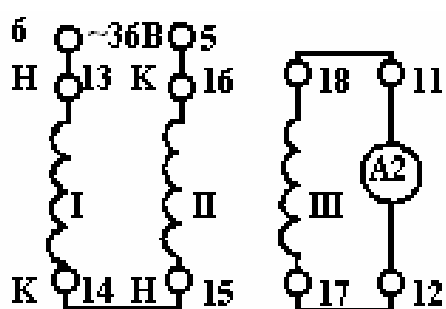


Рисунок 2

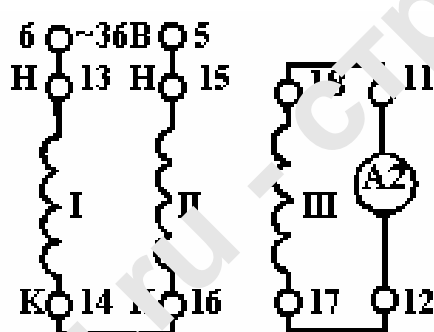


Рисунок 3

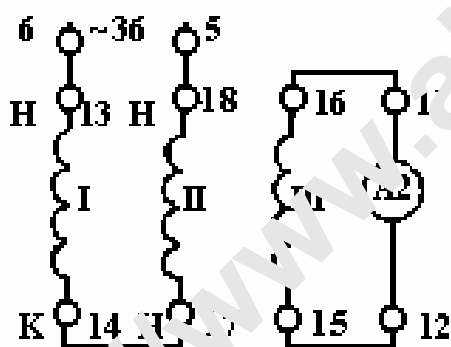


Рисунок 4

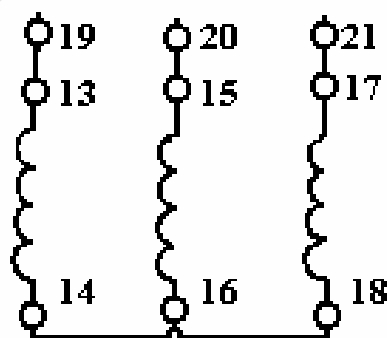


Рисунок 5

Г. Пробный пуск асинхронного двигателя

Правильность определения начал и концов катушек обмотки статора можно проверить путем пробного пуска асинхронного двигателя, для чего собирается схема по рис. 5. Здесь к клеммам 19, 20, 21 подводится трёхфазная сеть напряжением 380 В, что требует особой осторожности.

Включить стенд (Ап) и кнопкой "пуск" ключа К1 включить

двигатель. Тахометр отметит нарастание скорости и затем установившееся состояние.

Провести реверсирование двигателя . Для этого выключить стенд (выключатель Ап перевести в положение "откл"). В месте подключения питания к двигателю поменять местами подводящие провода двух любых фаз. Включить стенд (выключатель Ап в положение "вкл") и нажатием кнопки "Пуск" (черная кнопка) кнопочной станции асинхронного двигателя Асд включить двигатель и убедиться, что ротор двигателя вращается в противоположную сторону. Отключить двигатель нажав кнопку "стоп" Асд (красная кнопка) и отключить питание стенда (выключатель Ап перевести в положение "откл"). .

4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет выполняется на отдельных листах или в отдельной тетради и- должен содержать :

1. Номер работы, название работы.
2. Цель работы.
3. Схемы определения выводов, начал, концов катушек обмотки статора двигателя, схема подключения двигателя.
4. Краткие сведения из теории .
5. Паспортные данные асинхронного двигателя.
- 6..Выводы по работе (смотри контрольные вопросы).

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Объяснить конструкцию и назначение отдельных элементов конструкции.
2. Объяснить принцип действия асинхронного двигателя.
3. Какие данные входят в паспорт асинхронного двигателя и их назначение?
4. Что такое скольжение асинхронного двигателя и от чего оно зависит?
5. Как создается вращающий момент на валу асинхронного двигателя ?
6. Как определяются выводы обмотки статора.
7. Как определяются и как маркируются начала и концы

катушек обмотки статора ?

8. Как производится реверсирование асинхронного двигателя?

9. Чем отличается короткозамкнутый ротор асинхронного двигателя от фазного?

10. Определить скорость вращения магнитного поля статора и скорость вращения ротора, если частота тока $f = 50$ Гц, число пар полюсов $p = 2$, номинальное скольжение $S_n = 5\%$.

11. Магнитное поле статора асинхронного двигателя вращается с частотой $n = 1500$ об/мин. Номинальное скольжение $S = 5\%$. Определить частоту вращения ротора.

12. Асинхронный двигатель с номинальной частотой вращения ротора $n = 980$ об/мин работает при номинальной частоте сети $f = 50$ Гц. Определить число пар полюсов статора и номинальное скольжение.

13. Асинхронный двигатель включен в трехфазную сеть с линейным напряжением $U = 380$ В. Потребляемая мощность двигателя 30 кВт, $\cos \varphi = 0,87$. Определить потребляемый двигателем ток при соединении обмотки статора по схеме "звезда".

14. Трехфазный асинхронный двигатель с мощностью на валу 4 кВт включен в сеть с напряжением $380/220$ В. Определить фазные токи в обмотках статора, соединенных по схеме "треугольник", если к.п.д. двигателя $\eta = 0,68$, а $\cos \varphi = 0,8$.

Лабораторная работа

ИССЛЕДОВАНИЕ СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить устройство, принцип действия, область применения синхронных генераторов.

Научиться экспериментально определять характеристики генератора и анализировать работу генератора по полученным характеристикам.

2. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ ОСТАНОВКИ

Синхронный генератор СГ приводится во вращение асинхронным двигателем АД (рис. 1). Ток возбуждения генератора регулируется реостатом R4 и регистрируется амперметром pA5. Трехфазный ток генератора с помощью трехфазного выпрямителя В преобразуется в постоянный ток. Ток нагрузки генератора регулируется реостатом R3 и регистрируется амперметром pA4. Напряжение на зажимах генератора измеряется вольтметром pV3. Цепь возбуждения включается выключателем T4, цепь нагрузки - T3. Включение асинхронного двигателя производится кнопкой "Пуск" (черная) кнопочной станции АД после подключения питания стенда (АП- "вкл").

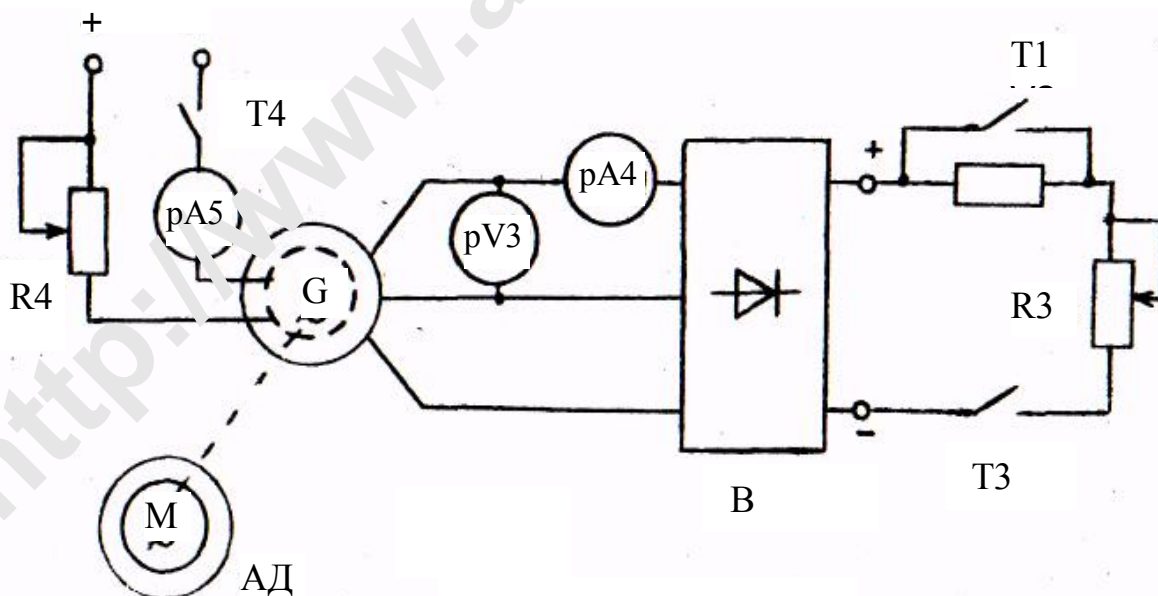


Рисунок 1

Исходное состояние переключателей и выключателей стенда.

УП4	в положении	- генератор
УП2	-"	- генератор
УП3	-"	-самовозбуждение
УП4	-"	- звезда
трансформатор	-"	- отключено

Включение двигателя

постоянного тока

АМПТ	-"	отключено
------	----	-----------

Включение асинхронного

двигателя - АСД -"-' - отключено

АП -"-' - отключено

T1,T2, T3, T4 -"-' - отключено

Измерительные приборы

рА4 - амперметр для измерения тока нагрузки (I)

синхронного генератора (СГ).

рА3 - амперметр для измерения тока возбуждения СГ(I_в).

рV4 - вольтметр для измерения напряжения на выходе СГ (U).

3. ПРАВИЛА ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ! НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ

1. При включенном питании (АП - "вкл") категорически запрещается прикасаться к клеммам стенда, к штангам и обмоткам реостатов.

2. Регулировку производить только через подвижный движок (пластмассовая ручка) и осторожно.

3. При регулировке запрещается держаться за корпус стенда.

4. В случае короткого замыкания или других повреждений необходимо отключить стенд, нажав "АП" в положение "отк".

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

А. Характеристика холостого хода

$E = f(I_e)$, при $n = \text{const}$, $\cos \varphi = \text{const}$.

Ход эксперимента.

1. Включить стенд, для чего АП перевести в положение "вкл".
2. Запустить асинхронный двигатель (АП), нажав К1.
3. Подключить цепь возбуждения СГ тумблером Т4 (в положение "вкл").
4. Переводя движок реостата R4 (регулирование тока в цепи возбуждения СГ) из положения "2" в "1", снять зависимость $E = f(I)$. Максимальный ток возбуждения - 3,5 А. Измерить E по рV3, I_b по рA5 и записать данные в таблицу 1

Таблица 1

E	(В)					
I_e	(А)					

5. После завершения эксперимента реостат В4 перевести в положение "2".

Б. Внешняя характеристика

$U = f(I)$ при $I_b = \text{const}$, $n = \text{const}$, $\cos \varphi = \text{const}$.

6. Привести генератор во вращение (выполнить пункты 1, 2, 3 настоящего методического указания).
7. Подключить нагрузку СГ (R3) для чего выключатель Т3 перевести в положение "вкл"»
8. Реостат R3 поставить в положение "2".
9. Реостатом R4 установить ток в цепи возбуждения $I_b = 2,5$ А, переводя R4 из положения "2" в направление "1".
10. Изменяя нагрузку СГ (R3) из положения "2" в положение "1", снять зависимость $U = f(I)$. Показания приборов рA4 и рV3 записать в таблицу 2. (Количество показаний 4-5). При снятии поддерживать ток возбуждения постоянным реостатом R4.

Таблица 2

U	(В)					
I	(А)					

3. Регулировочная характеристика

$$I_e = f(I) \text{ при } U = \text{const}, \quad n = \text{const}, \quad \cos \varphi = \text{const}.$$

Регулировочная характеристика показывает, как надо регулировать ток возбуждения генератора при изменении нагрузки, чтобы напряжение на зажимах генератора оставалось постоянным.

11. Генератор приводится во вращение (выполнить пункты 1,2,3).

12. Реостаты R4 выставить в положение "2", а R3 - в "1".

13. Включить нагрузку СГ, поставив выключатель ТЗ в положение "вкл".

14. Реостат R4 (изменение тока в цепи возбуждения) перевести из положения "2" в направление "1". Установить напряжение в цепи нагрузки по рV3 - 50 В и зафиксировать I_B (по амперметру рА4) и данные записать в таблицу №3.

Таблица 3

I_e	(А)					
I	(А)					

15. Изменяя нагрузку (R.3), переводя реостат R.3 из положения "1" в "2" и поддерживая $U = \text{const}$ (реостатом в цепи возбуждения СГ - R4), снять показания токов I_B I (3-4 точки). Показания приборов рА4, рА5 записать в табл. 3.

16. После проведения опытов отключить стенд и переключатели перевести в следующие положения

R3	в положение	"2"
R4	"-"	"2"
ТЗ, Т4	"-"	"отк"
К1, АП	"-"	"отк"

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Номер работы, название работы.
2. Цель работы.
3. Схема лабораторной установки.
4. Таблицы опытов и графики.
5. Уравнения, необходимые для объяснения полученных результатов.
6. Выводы по результатам опытов.

Отчет должен быть оформлен в соответствии с ГОСТом .
Схемы, графики, чертить с помощью чертежного инструмента.

Защищается, работа каждым студентом отдельно по своему отчету. Для успешной защиты лабораторной работы необходимо найти ответы на вопросы, приведенные в контрольных вопросах.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Объяснить устройство и назначение отдельных элементов конструкций синхронного генератора.
2. Объяснить принцип действия синхронного генератора.
3. Объяснить назначение реостатов R_3 , R_4 .
4. Какое условие необходимо выполнять, чтобы частота тока вырабатываемого генератором была постоянной?
5. Назвать основные характеристики синхронного генератора.
6. Объяснить характер полученных характеристик и при каких условиях они снимались.
7. Как регулировать величину ЭДС генератора?
8. Как изменится вид внешней характеристики генератора при индуктивной или емкостной нагрузке?
9. От чего зависит частота вращения ротора синхронного генератора?

Лабораторная работа
ИССЛЕДОВАНИЕ ОДНОФАЗНОГО ТРАНСФОРМАТОРА

I. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Научиться определять потери и коэффициент полезного действия трансформатора.

Научиться экспериментально снимать внешнюю характеристику трансформатора.

По построенным внешней характеристике и кривой коэффициента полезного действия трансформатора научиться определять качество трансформатора.

2. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ И ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ

Работа выполняется на универсальном стенде, в состав которого входит испытуемый трансформатор. Стенд включается нажатием переключателя Ап в положение "включено". Автотрансформатор включается выключателем АТр. Для измерения тока, напряжения, мощности первичной обмотки трансформатора используется настольный измерительный комплект К505 (или К506).

При включении питания категорически запрещается прикасаться к клеммам стенда, к штангам и обмоткам реостатов.

При регулировке запрещается держаться за корпус стенда.

В случае короткого замыкания или других нарушений режима работы установки необходимо отключить стенд, нажав Ап в положение "откл".

3. ПРОГРАММА РАБОТЫ И УКАЗАНИЯ К ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЮ

А. Установить исходное состояние переключателей и выключателей стенда, ознакомиться с необходимыми элементами, приборами стенда :

1. Универсальные переключатели УП1 и УП2 необходимо установить в среднее положение ;
2. Лабораторный автотрансформатор - ЛАТР, зажимы 5 и 6 - установить в положение "О";
3. Испытуемый трансформатор, первичная обмотка - зажимы 26 и 27, вторичная обмотка - зажимы 22 - 23;
4. Нагрузочное сопротивление R3, зажимы 26 и 27;
5. Выключатели Т1 - для включения сопротивления К3 ; ТЗ -- для включения добавочного сопротивления в цепь нагрузки;

6. Изучить схему подключения измерительного комплекта K505 или K506. Найти расположение приборов комплекта: амперметр, вольтметр и ваттметр.

В комплекте используются многопредельные амперметр, вольтметр и ваттметр. Выбор пределов измерения амперметра осуществляется переключателем В1, переключатель В3 установить в положение А. При проведении опыта холостого хода установить предел измерения тока (переключатель В1) - 0,5 А, при этом цена деления составит 0,005 А/дел; предел измерения напряжения (кнопочный переключатель В4) - кнопка 300 В, цена деления - 2 В/дел; цена деления ваттметра составит 1 Вт/дел. Цены деления всех приборов на каждом пределе измерения можно прочесть на лицевой панели измерительного комплекта.

Б. Опыт холостого хода трансформатора:

1. Собрать электрическую схему по рис. 2;

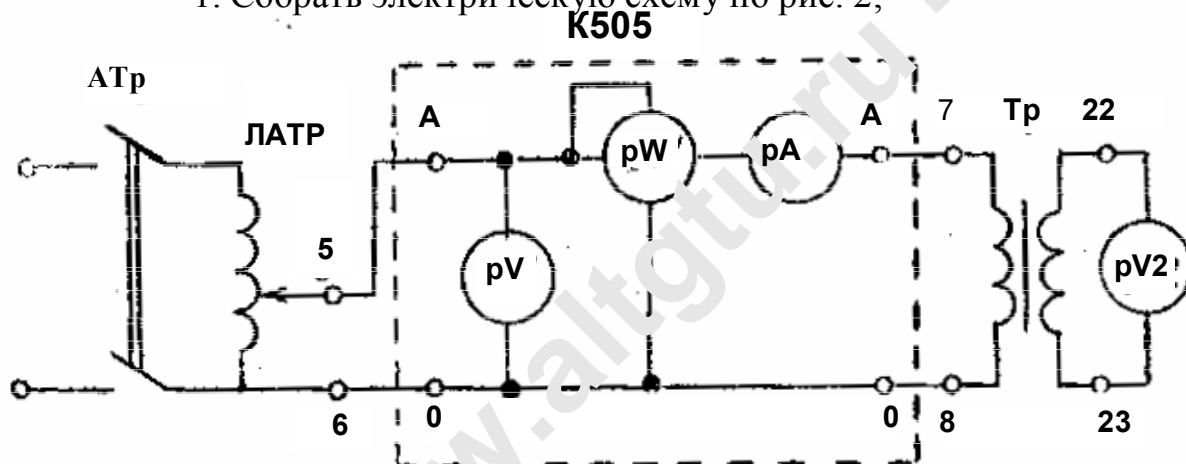


Рисунок 1

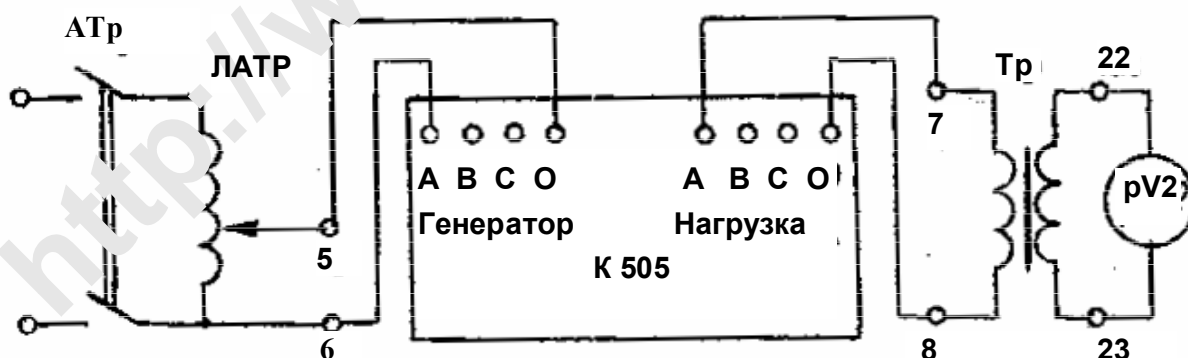


Рисунок 2

2. После проверки схемы преподавателем включить выключатель АТр и движком автотрансформатора ЛАТр установить номинальное первичное напряжение трансформатора 220 В ;

3. Записать в таблицу 1 показания приборов.

Таблица 1

Измерено				Вычислено		
Измерительным комплектом К505			Вольтметром рV2	К	$I_{10}/I_H \cdot 100\%$	$\cos\varphi$
$U_{10}, В$	$I_{10}, А$	$P_{10}, Вт$	$U_{20}, В$			

В таблице 1 :

U_{10} - первичное напряжение;

U_{20} - вторичное напряжение при холостом ходе трансформатора;

I_{10} - ток холостого хода ;

P_{10} - мощность холостого хода;

K - коэффициент трансформации

$$K = \frac{U_{10}}{U_{20}};$$

I_H - номинальный первичный ток трансформатора,

$$I_H = S_H / U_H;$$

S_H - номинальная мощность испытуемого трансформатора;

U_{1H} - номинальное первичное напряжение;

$\cos\varphi$ - коэффициент мощности трансформатора при холостом ходе

$$\cos\varphi_o = \frac{P_o}{U_{10} \cdot I_{10}}.$$

4. Выключить схему и установить ЛАТр в нулевое, положение ;

5. Выполнить все необходимые расчеты.

В. Опыт короткого замыкания

1. Собрать электрическую схему по рис. 3;

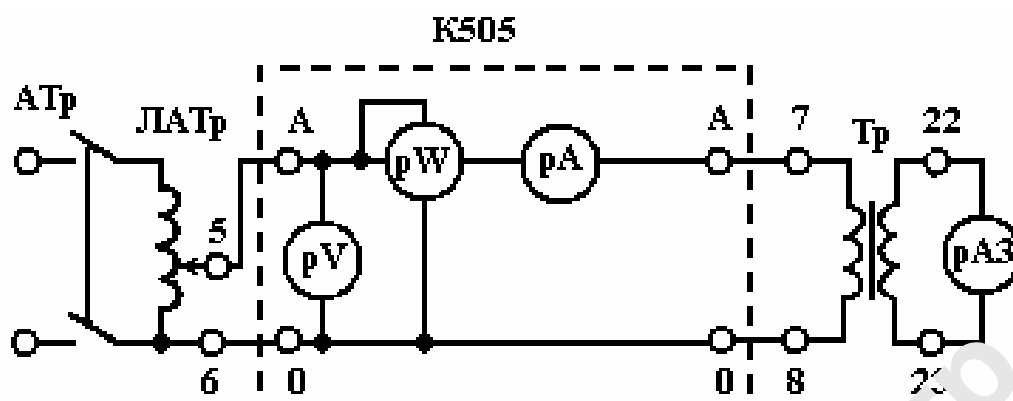


Рисунок 3

2. Удостовериться, что движок ЛАТра установлен в нулевое положение;

3. После проверки схемы включить испытуемый трансформатор выключателем АТр. Постепенно повышая ЛАТром напряжение, довести ток в первичной и вторичной обмотках до номинальных величин ($I_{1К} = I_{1Н}$ $I_{2К} = I_{2Н}$);

4. Показания приборов занести в таблицу 2.

Таблица 2

Измерено				Вычислено		
Измерительным комплектом K505		Амперметром pA3		К	U_k , %	$\cos\varphi$
$U_{1К}$, В	$I_{1К}$, А	P_K , Вт	$I_{2К}$, А			

В таблице 2 : $U_{1К}$ - напряжение короткого замыкания , при котором токи первичной и вторичной обмоток равны номинальным значениям :

$$U_K = \frac{U_{1К}}{U_{1Н}} \cdot 100\% \text{ - процентное отношение на-}$$

пряжения первичной обмотки при коротком замыкании к номинальному напряжению;

P_K - мощность короткого замыкания, которая равна мощности потерь в обмотках трансформатора ;

K - коэффициент трансформации

$$K = \frac{I_{2K}}{U_{1K}};$$

$\cos\varphi$ - коэффициент мощности трансформатора при коротком замыкании.

$$\cos\varphi_K = \frac{P_K}{U_{1K} I_{1K}}.$$

Г. Внешняя характеристика трансформатора

1. Проверить установку переключателя УП1 в положение "О";
2. Собрать электрическую схему по рис. 4;
3. После проверки схемы преподавателем выключателем АТр включить цепь первичной обмотки трансформатора и установить номинальное напряжение U_1 ;

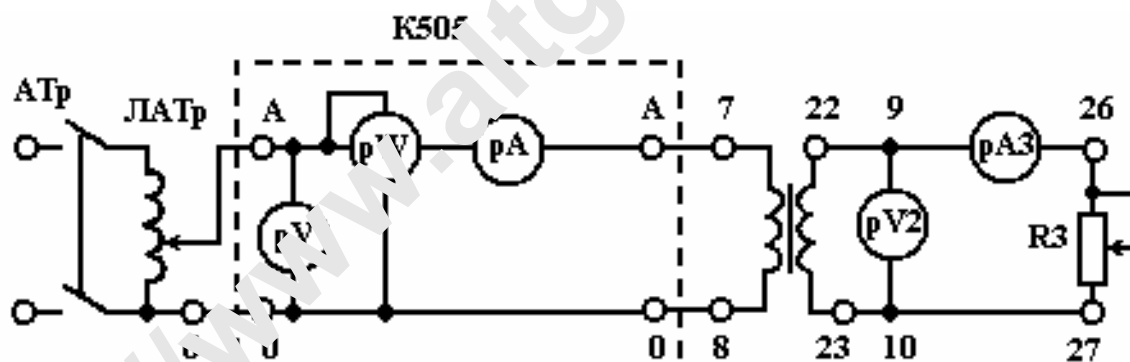


Рисунок 4

4. При включенной нагрузке ($I_2 = 0$) снять показания вольтметров первичной U_1 и вторичной U_2 обмоток ;
5. Включить цепь нагрузки выключателями ТЗ, Т1 (в положение Вкл");
6. Изменяя ток нагрузки до 6 А, одновременно поддерживая $U = \text{const}$, снять внешнюю характеристику.

Результаты опытов занести в таблицу 3.

Таблица 3

Измерено					Вычислено	
Измерительным комплектом К505			рА3	рА2	Р ₂ , Вт	$\eta\%$
U ₁ , В	I ₁ , А	P ₁ , Вт	I ₂ , А	U ₂ , В		

В таблице 3 :

U₁, I₁, P₁ - напряжение, ток и мощность в цепи первичной обмотки;

U₂, I₂, P₂ - напряжение, ток и мощность в цепи вторичной обмотки;

P₂ = U₂ I₂ - мощность вторичной обмотки, $\eta, \%$ - коэффициент полезного действия.

7. Построить графики зависимостей $U=f(I_2)$ и $\eta=f(I_2)$.

4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Название работы и номер стенда.
2. Цель работы.
3. Электрические схемы для проведения опытов.
4. Таблицы и графики по результатам опытов.
5. Уравнения, необходимые для пояснения полученных результатов.
6. Краткие выводы по работе.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Объяснить устройство и принцип действия трансформатора.
2. Область применения трансформаторов.
3. Как классифицируются трансформаторы в зависимости от конструкции магнитопровода (сердечника) ?
4. Какие измерительные приборы необходимы для опыта короткого замыкания ?
5. Какие измерительные приборы необходимы для опыта холостого хода ?
6. Что показывает ваттметр, включенный в цепь первичной обмотки трансформатора, в опытах холостого хода и короткого замыкания ?

7. От чего зависит мощность потерь в обмотках трансформатора ?
8. Паспортные данные трансформатора.
9. Потери при холостом ходе трансформатора составляют $P_x=500$ Вт, при коротком замыкании $P_k=1400$ Вт. Определить к.п.д. трансформатора, если номинальная мощность $P_{ном}=25$ кВт.
10. Однофазный трансформатор с номинальной мощностью $S_{ном}=1600$ кВА включен в сеть переменного тока напряжением $U=10000$ В.
- При холостом ходе трансформатора напряжение на зажимах вторичной обмотки $U_2=400$ В. Определить коэффициент трансформации и число витков первичной обмотки, если число витков вторичной обмотки $W_2=32$.
11. В понижающем трансформаторе с коэффициентом трансформации $K=15$ ток вторичной обмотки $I_2=210$ А. Найти сечение проводов первичной и вторичной обмоток, если плотность тока не должна превышать $3,5$ А/мм².
12. Однофазный трансформатор с номинальной мощностью $S_{ном}=5$ кВА включен в сеть переменного тока с напряжением $U=220$ В имеет при холостом ходе на вторичной обмотке напряжение $U_2=15$ В. Определить номинальные токи обмоток, коэффициент трансформации и число витков первичной обмотки, если число витков вторичной обмотки $W_2=24$ (потери в трансформаторе пренебречь).

Лабораторная работа

АППАРАТУРА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить назначение и области применения аппаратуры управления.

Изучить принцип действия аппаратуры управления.

ПРОГРАММА РАБОТЫ И УКАЗАНИЯ К ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЮ

Данная работа выполняется без включения лабораторных стендов. Аппаратура изучается с помощью настоящих методических указаний, макетов, стендов, плакатов.

3. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Номер работы, название работы.
2. Цель работы.
3. Схемы аппаратов и краткие описания, принцип их действия.
4. Преимущества, недостатки, области применения аппаратов управления, электропривода

Отчет должен быть оформлен в соответствии с действующими стандартами. Схемы чертить с помощью чертежного инструмента.

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите аппараты ручного управления электроприводом и область их применения?
2. Назовите преимущества, недостатки ручной аппаратуры управления.
3. Для чего предназначены магнитные пускатели?
4. Объясните принцип действия нереверсивного магнитного пускателя.
5. Какую защиту осуществляет магнитный пускатель и как она работает?
6. Для чего предназначен реверсивный магнитный пускатель?
7. Объясните принцип действия реверсивного магнитного пускателя.
8. Какова особенность пуска двигателей постоянного тока?
9. Объясните схему пуска двигателя постоянного тока.

5. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Различают ручную и автоматическую аппаратуру управления. К аппаратуре ручного управления относят рубильники, пакетные выключатели, контроллеры, кнопки управления, автоматические выключатели, тумблеры и т.д.

Рубильник - простейший силовой коммутационный аппарат, предназначенный для нечастого замыкания и размыкания силовых электрических цепей двигателей постоянного и переменного тока напряжением до 500 В и током до 5000 А. Различаются по величине коммутирующего тока, количеству полюсов (коммутируемых цепей), виду привода рукоятки и числу ее положений.

Пакетные выключатели - разновидность рубильников, характеризующаяся тем, что их контактная система набирается из отдельных пакетов по числу полюсов. Пакет состоит из изолятора, в пазах которого находится неподвижный контакт с винтовыми зажимами для подключения проводов и пружинный подвижный контакт с устройством искрогашения. Промышленность выпускает пакетные выключатели типа ПВМ, ППМ, ПУ, УП, ОКП, ПВП, предназначенные для коммутации электрических цепей постоянного тока напряжением до 220 В и токами до 400 А и переменного тока до 250 А при напряжении до 380 В.

Контроллеры - многопозиционные электрические аппараты с ручным или ножным приводом для непосредственной коммутации силовых цепей двигателей постоянного и переменного тока с числом позиций до 6.

Кнопки управления - аппараты, предназначенные для подачи оператором управляющего воздействия на электропривод. Две, три и более кнопок, смонтированные в одном корпусе, образуют кнопку станцию. Особенностью кнопок управления является их способность возвращаться в исходное положение после снятия воздействия.

Автоматический выключатель (автомат) - аппарат, служащий для замыкания и размыкания электрической цепи, находящейся под нагрузкой, и для автоматического отключения ее при ненормальных и аварийных режимах - перегрузках, коротких замыканиях, чрезмерном понижении напряжения питания. Автомат может включаться вручную или дистанционно с помощью электромеханического привода.

Параметрами автоматов являются номинальный длительный ток, номинальное напряжение, предельный ток отключения, уста-

новки срабатывания по напряжению и току. Промышленность выпускает автоматы серий А-3100, А-3700, АЕ -1000, АВ-2000, "Электрон", АВМ.

Ручная аппаратура управления конструктивно проще, дешевле автоматической, достаточно надежная, но не позволяет автоматизировать производство, к тому же допускает "самопуск", то есть при невыключенном аппарате, после появления электроэнергии происходит пуск подключенных к этому аппарату электроустановок.

Автоматическая аппаратура управления приводится в действие от электрических сигналов (команд), подаваемых различными реле, датчиками и командными аппаратами на которые первоначально может воздействовать оператор. В основе схем управления лежит магнитный пускатель.

Магнитные пускатели состоят из контактора КМ, кнопочной станции с двумя или тремя кнопками *SB* и тепловым; реле КК. Контактор предназначен для частых переключений электрической цепи и состоит из контактной, электромагнитной, дугогасительной систем и блок - контактов. Тепловое реле защищает электродвигатель от перегрузок недопустимой продолжительности. Кнопочная станция предназначена для управления включением и отключением двигателя.

В таблице приведены типы магнитных пускателей, их мощности и напряжения, при которых они работают.

Таблица

Серия	Величина пускателя	Наибольшая мощность управляемых электродвигателей, кВт, напряжением, В				
		127В	220В	380В	500В	600В
ПМЕ	1	1,1	2,2	4	4	-
	2	3	5,5	10	10	-
ПАЕ	3	4	10	17	17	-
	4	10	17	30	22	-
	5	17	30	55	40	
	6	22	40	75	55	
ПМА	2	-	5,5	11	15	7,5
	3	-	11	18,5	22	18,5
	4	-	18,5	30	45	37
	5	-	30	55	75	55
	6	-	45	75	110	90

В промышленности самым распространенным электродвигателем является асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором.

Схема управления асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором с использованием нереверсивного магнитного пускателя представлена на рисунке 1 и включает нереверсивный магнитный пускатель, состоящим из контактора КМ и двух тепловых реле защиты КК, кнопочной станции с кнопками SB1, SB2, предохранителей FA, автоматического выключателя QF.

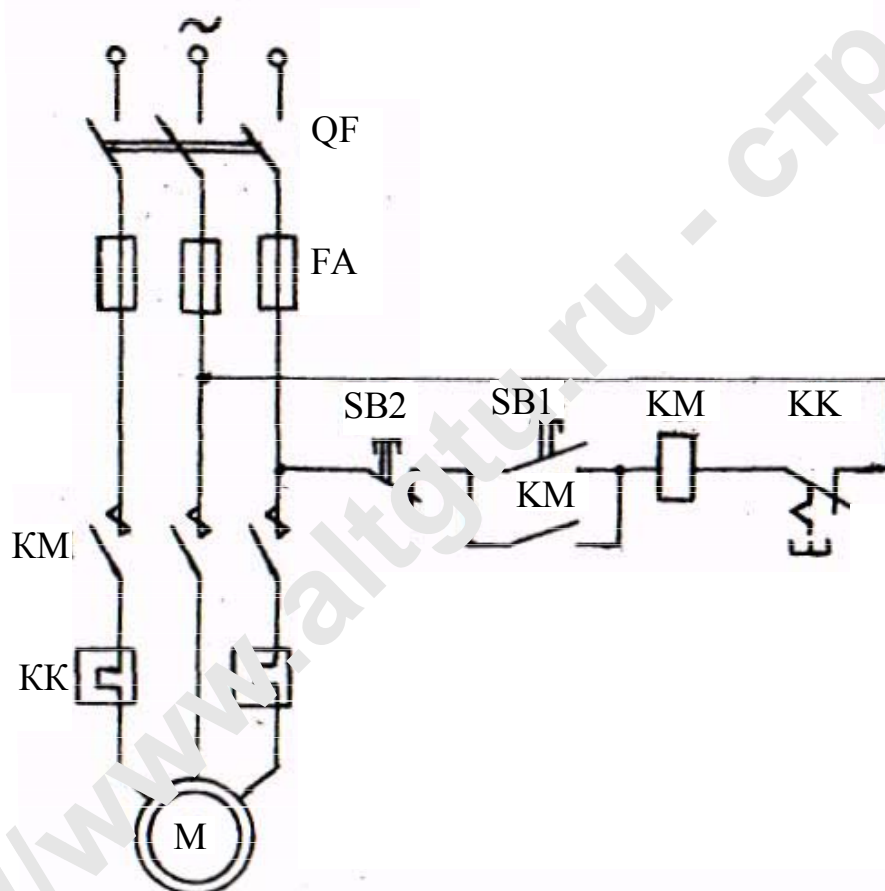


Рисунок 1

Схема обеспечивает прямой пуск (без ограничения величины тока и момента) асинхронного двигателя (АД), отключение его от сети, а также защиту от коротких замыканий (предохранители FA и перегрузки (тепловые реле КК). Для пуска АД замыкают автоматический выключатель QF и нажимают кнопку пуска SB1. Получает питание контактор КМ, который своими главными силовыми контактами в цепи статора АД подключает его к источнику питания, а вспомогательным контактом шунтирует кнопку SB1. Для отключения АД нажимается кнопка остановки SB2, ка-

тушка контактора КМ теряет питание и отключает АД от сети.

Реверсивная схема управления асинхронным двигателем. Основным элементом схемы является реверсивный магнитный пускатель, включающий в себя два линейных контактора КМ1 и КМ2, два тепловых реле защиты КК и кнопочную станцию с кнопками SB1, SB2, SB3 (рисунок 2). В схеме предусмотрена защита от перегрузок АД (реле КК) и короткого замыкания предохранители FA и автоматический выключатель QF. Кроме того, схема управления осуществляет нулевую защиту от исчезновения напряжения сети (контакторы КМ1, КМ2). Схема обеспечивает прямой пуск и реверс АД, а также торможение противовключением при ручном управлении. Пуск двигателя в условных направлениях "Вперед" или "Назад" осуществляется нажатием соответственно кнопок SB1 или SB2. Это приводит к срабатыванию контактора КМ1 или КМ2 и подключению АД к сети (при включенном автоматическом выключателе QF).

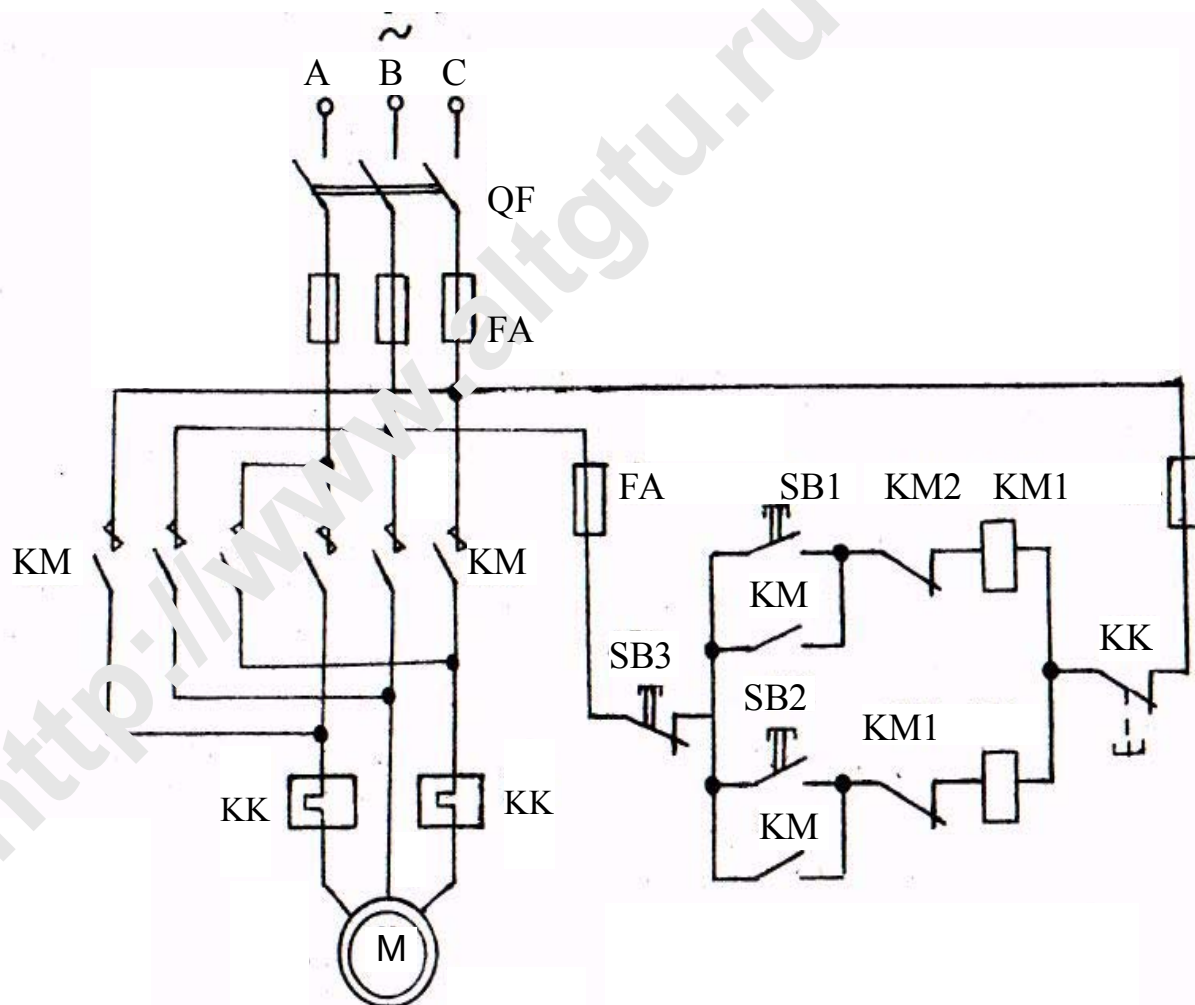


Рисунок 2

Для реверса или торможения АД вначале нажимается кнопка SB3, что приводит к отключению включенного до сих пор контактора (например, КМ1), после чего нажимается кнопка SB2. Это приводит к включению контактора КМ2 и подаче на АД напряжения источника питания с другим порядком следования фаз СВА вместо ABC (см. рис.2). Магнитное поле АД изменяет свое направление вращения и начинается процесс реверса, состоящий из двух этапов - торможения противовключением и разбега в противоположную сторону.

В случае необходимости только затормозить АД, должна быть нажата кнопка SB3 что приведет к отключению АД от сети и возвращению схемы в исходное положение.

Во избежание короткого замыкания в цепи статора, которое может возникнуть в результате одновременного ошибочного нажатия кнопок SB1 и SB2, в схеме используется типовая электрическая блокировка, предусматривающая перекрестное включение размыкающих контактов аппарата КМ1 в цепь катушки электромагнита аппарата КМ2 и наоборот.

Широкое применение в металлорежущих станках находят двигатели постоянного тока (ДПТ). Особенностью пуска ДПТ является наличие больших пусковых токов, во много раз превышающих номинальный ток двигателя. Для ограничения пусковых токов используют пусковые реостаты, включаемые последовательно с якорем.

Схема пуска двигателя постоянного тока представлена на рисунке3.

Схема содержит контактор КМ1, обеспечивающий подключение ДПТ к сети, кнопок управления SB1(пуск) и SB2(стоп), контактор ускорения КМ2 для включения (закорачивания) пускового реостата (резистора) R_{Π} . В качестве датчика времени в схеме использовано электромагнитное реле времени КТ. При подключении схемы к источнику питания с помощью автоматического выключателя или рубильника (на рис. 3 не показано) происходит возбуждение ДПТ и срабатывает реле КТ, размыкая свой контакт в цепи контактора КМ2 и подготавливая двигатель к пуску. Пуск двигателя начинается нажатием кнопки SB1, в результате чего получает питание контактор КМ1, который, своим главным контактом подключает ДПТ к источнику питания. Двигатель начинает разбег с реостатом R_{Π} в цепи якоря. Одновременно замыкающий блок-

[illegible]

Рисунок 3

Лабораторная работа

АППАРАТУРА ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить назначение, область применения аппаратуры защиты.
Изучить принцип действия аппаратуры защиты.

2. ПРОГРАММА РАБОТЫ И УКАЗАНИЯ К ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЮ

Данная работа выполняется без включения лабораторных стендов. Аппаратура изучается с помощью настоящих методических указаний, макетов, стендов, плакатов.

3. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Номер работы, название работы.
2. Цель работы.
3. Рисунки аппаратов, краткие описания, поясняющие принцип их действия, область применения.

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите основные аппараты защиты электропривода.
2. Как осуществляется выбор плавкой вставки предохранителей?
3. Какие типы предохранителей применяются для защиты электрических цепей?
4. Для чего предназначены автоматические выключатели?
5. Объясните принцип действия автоматического выключателя.
6. Какие защиты осуществляет автоматический выключатель?
7. Что такое нулевая защита и как она осуществляется?
8. Что такое тепловая защита и как она осуществляется?
9. Объясните принцип действия теплового реле.

5. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Для обеспечения надёжной работы электропривода и технологического оборудования в схемах управления предусматривается специальная защитная аппаратура.

При работе электропривода может произойти замыкание электрических цепей между собой или на землю (корпус). Для защиты электрооборудования и питающей сети от появляющихся в этих случаях недопустимо больших токов предусматриваются различные защиты, которые реализуются различными средствами.

Плавкие предохранители

Основными элементами являются плавкая вставка и дугогасительное устройство.

Выбор плавкой вставки предохранителей производится по току, который рассчитывается таким образом, чтобы при пуске двигателей она не перегорала от пускового тока двигателя. Для асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором при времени пуска до 5 с

$$I_{пв} \geq I_{пуск} / 2,5 ,$$

а при времени пуска большем 5 с,

$$I_{пв} = I_{пуск} / (1,6-2).$$

Для асинхронных двигателей с фазным ротором и двигателей постоянного тока ток плавкой вставки рассчитывается по отношению к номинальному току, так как эти двигатели пускаются с помощью пусковых реостатов, ограничивающих пусковые токи

$$I_{пв} = (1-1,25) I_{ном}$$

Для защиты цепей управления ток плавкой вставки выбирается из условия

$$I_{пв} = 2,5 I_{\Sigma}$$

где I_{Σ} - суммарный ток катушек максимального количества одновременно включенных аппаратов в схеме управления.

Для защиты электрических цепей электрооборудования при напряжении до 1000 В применяют следующие типы предохранителей: ПР2 - трубчатые без наполнителя; ПН2 - трубчатые с закрытым разборным патроном и наполнителем; НПН - с закрытым неразборным патроном и заполнением кварцевым песком; ПНБ-5 - быстродействующие; ППЗ1 - с высокой разрывной способностью; ПРС -- резьбовые. Плавкие вставки этих предохранителей калибруются на токи от 6 до 1000 А.

Автоматические выключатели (автоматы) - комплексные мно-

гоцелевые аппараты, обеспечивающие как ручное включение и отключение двигателей, так и их защиту от сверхтоков и перегрузок. Автомат имеет контактную систему, замыкание и размыкание которой осуществляется вручную с помощью кнопок или рукоятки; максимальное токовое реле; тепловое токовое реле (рис.1). Когда рукоятка 8, укрепленная на рычаге 5, повернута вокруг оси А в положение "Включено", растянутая пружина 6 удерживает рычаги 4 и 10 в положении, указанном на рис.1. При этом рычаг 4 через шарнир С давит на планку 3, скрепленную с замыкающей пластиной 1 и удерживает ее во включенном положении. Ток нагрузки при этом протекает через контакты 2 автомата, замкнутые пластиной Т, нагреватель теплового реле 14, катушку 13 реле максимального тока.

Если рукоятку 8 повернуть в положение "Отключено", то под действием растянутой пружины 6 шарнир В переместится вниз, а рычаги 4 и 10 повернутся вокруг шарниров С и Е. Рабочие контакты 2 размыкаются. При этом размыкание и замыкание контактов происходит почти мгновенно за счет действия растянутой пружины 6 и не зависит от скорости поворота рукоятки 8.

Отключение автомата происходит и при перегрузке цепи, когда ток в ней больше номинального. Ток, протекающий через нагреватель 14, вызывает нагрев биметаллической пластины 15, которая поворачивается вправо. При этом валик 12 поворачивается и защелка 11, прижатая пружиной к выступу валика, освобождает скобу 7, поворачивающуюся вокруг оси 9. Скоба и шарнир Е смещаются вправо. Под действием пружины 6 шарнир В смещается вверх и контакты размыкаются (замыкающая пластина уходит вправо).

При коротком замыкании, когда ток цепи многократно превышает номинальный, автомат также отключается. Ток, протекающий через катушку 13 максимального реле, втягивает сердечник 16, который давит на валик 12, поворачивает его и в итоге контакты цепи 2, из-за ухода замыкающей пластины I, вправо, размыкаются.

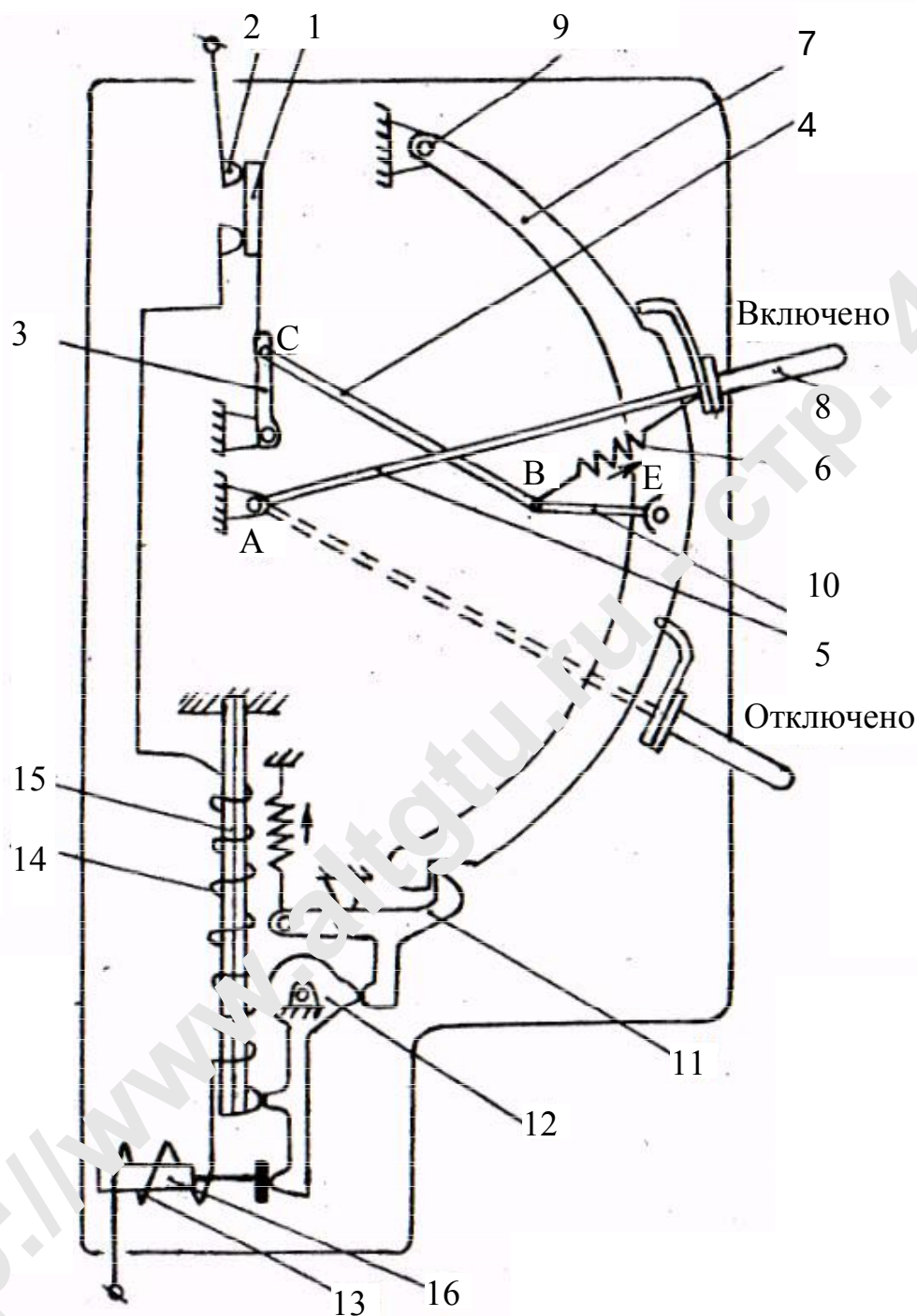


Рисунок 1

Применяемые автоматы различаются между собой количеством контактов (полюсов), уровнями номинального тока и напряжения, набором и исполнением реализуемых защит, отключающей способностью, временем отключения. Диапазон их номинальных токов составляет 10 - 1000 А, время отключения различных автоматов находится в пределах от 0,02 до 0,7 с.

Нулевая защита

При значительном снижении напряжения сети или его исчезновении эта защита обеспечивает отключение двигателей и предотвращает самопроизвольное их включение (самопуск) после восстановления напряжения.

В тех, случаях, когда двигатели управляются магнитными пускателями, нулевая защита осуществляется самими этими аппаратами без применения дополнительных средств. Так как, если исчезло или сильно понизилось напряжение сети, то катушка линейного контактора КМ потеряет питание и он отключает двигатель от сети. При восстановлении напряжения включение двигателя может быть произведено только после нажатия на кнопку "Пуск".

При управлении от командоконтроллера или ключа с фиксированным положением рукояток нулевая защита осуществляется с помощью дополнительного реле напряжения.

Тепловая защита

Эта защита отключает двигатель от источника питания, если вследствие протекания по его цепям повышенных токов имеет место более высокий нагрев его обмоток, что бывает от перегрузки двигателя или при обрыве одной из фаз трехфазного асинхронного или синхронного двигателя. Тепловая защита может быть осуществлена с помощью автоматического выключателя, реле максимального тока, но чаще с помощью теплового реле.

Тепловое реле основано на использовании биметаллической пластины, состоящей из двух соединенных сваркой пластин с разными температурными коэффициентами расширения. Если нагревать такую пластину, то она изогнется в сторону материала с меньшим коэффициентом расширения.

Кинематическая схема теплового реле показана на рисунке 2. Ток защищаемого электродвигателя проходит через нагревательный элемент I, около которого расположена биметаллическая пластина, сваренная из полос 2 и 3. До тех пор пока ток не превышает допустимого значения, механизм реле остается в положении, при котором контакты 6 замкнуты пластиной 8. При протекании через нагревательный элемент тока, превышающего допустимый, происходит нагревание биметаллической пластины. При этом полоса 3 расширяется больше полосы 2, поэтому под действием нагрева биметаллическая пластина будет изгибаться вправо. Рычаг 4, находящийся под действием пружины 5, соскочит с отходящего

вправо конца биметаллической пластины и повернется против часовой стрелки. Контакты 6 разомкнутся и отключат двигатель от сети.

После остывания биметаллической пластины рычаг 4 может быть возвращен в прежнее положение путем нажатия кнопки возврата 7. Реле, после этого вновь готово к действию.

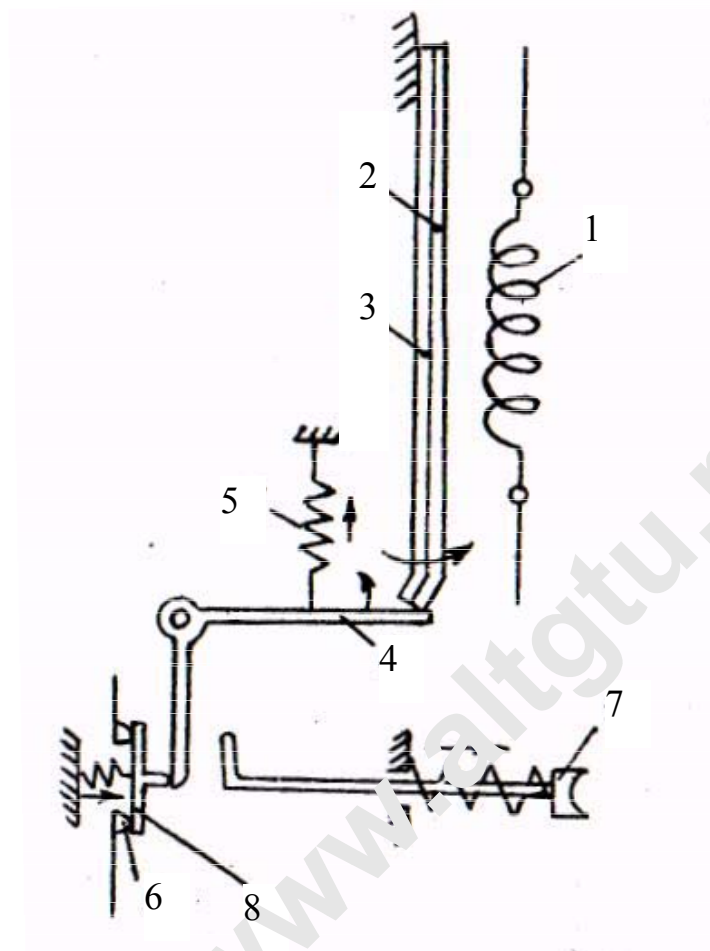


Рисунок 2

Нагревательные элементы тепловых реле включаются в две фазы трехфазных двигателей. Для защиты двигателей постоянного тока нагревательные элементы реле включаются в один или два полюса цепи их питания. Размыкающие контакты 6 включаются в цепи управления контакторов магнитных пускателей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Касаткин А.С., Немцов М.В. Электротехника. - М.: Высшая школа, 2003. - 542 с.
2. Электротехника и электроника: Учеб. для неэлектротехн. спец. вузов: В 3-х кн. Кн. 1: Электрические и магнитные цепи/ Под ред. В.Г. Герасимова. - М.: Энергоатомиздат, 1996. - 288 с.
3. Электротехника и электроника: Учеб. для неэлектротехн. спец. вузов: В 3 кн. Кн. 2: Электромагнитные устройства и электрические машины / Под ред. В.Г. Герасимова. - М.: Энергоатомиздат, 1997. - 272 с.
4. Электротехника и электроника: В Учеб. для неэлектротехн. спец. вузов: В 3 кн. Кн. 3: Электрические измерения и основы электроники / Под ред. В.Г. Герасимова. - М.: Энергоатомиздат, 1998.- 433 с.
5. Александров К.К., Кузьмина Е.Г. Электротехнические чертежи и схемы. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 288 с.
6. Рекус Г.Г. Электрооборудование производств. Учебное пособие. – М: Высшая школа, 2003.
7. Алиев И.И. Справочник по электротехнике и электрооборудованию.- М: Высш. Шк. 2002 г.
8. Мещеряков Ю.Г. Электрические машины. Вопросы и задачи /Алт.гос.техн.ун-т им. И.И. Ползунова. - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2000. - 122 с.