

Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение
Ленинградской области
«Тихвинский промышленно - технологический техникум им.Е.И.Лебедева»



Методические указания
к лабораторным работам по МДК 01.01.

«Электрические машины и аппараты»

для специальности
13.02.11 «Техническая эксплуатация и обслуживание
электрического и электромеханического оборудования (по
отраслям)»

Рассмотрено на заседании
Предметно-цикловой комиссии
ППССЗ

Протокол № от «__»_____20__ г.

Председатель _____Е.А.Штомпель

Составлены в соответствии с требованиями к уровню подготовки выпускников по специальности 13.02.11 и утвержденной рабочей программой «__»_____20__ г.

Зам. директора по учебной работе
_____Е.Е.Крупнова

«__» _____ 20__ г.

Автор: преподаватель Чекаенков В.А.

**Общие методические указания
к выполнению лабораторных работ по МДК 01.01. «Электрические машины и аппараты»**

А. Перед выполнением лабораторных работ студенты должны:

1. ознакомиться с содержанием задания;
2. выяснить цель и задачу работы;
3. восстановить теоретический материал, необходимый для выполнения работы (по учебнику или конспекту);
4. составить план выполнения работы;
5. ознакомиться с приборами и электрооборудованием, необходимым для выполнения работы;
6. подобрать необходимые приборы и реостаты в соответствии со схемой и с номинальными величинами испытываемой аппаратуры;
7. составить план расположения аппаратуры на рабочем месте, при этом измерительные приборы и регулирующие устройства необходимо расположить так, чтобы будущая схема соединения получилась простой и наглядной, а также удобной для наблюдения показателей приборов;
8. произвести сборку схемы, причем вначале необходимо соединить последовательную (токовую) цепь, а затем параллельные цепи; сборку схемы следует начинать собирать от одного зажима источника питания и, пройдя последовательную цепь, соответственно схеме, заканчивать на другом зажиме; к этой цепи постепенно присоединяются все параллельные цепи в соответствии со схемой; установить в надлежащее положение реостаты;
9. после проверки собранной схемы руководителем, электроустановку включить в сеть и опробовать ее в работе с целью выявления возможности выполнения заданной работы.

Б. При проведении лабораторных работ студенты должны:

1. закрепить теоретические знания путем исследования и испытания различных электрических аппаратов;
2. приобрести практические навыки самостоятельной работы по сборке схем, пуску и управлению аппаратами, подбору и включению электроизмерительной аппаратуры, определению и устранению различных повреждений в аппаратах.

Студенты должны также получить в лаборатории определенные навыки для исследовательской работы.

При исследовании электрических аппаратов студенты, в первую очередь, должны детально изучить их конструкцию, уяснить принцип действия, проверить характеристики, проверить исправность исследуемого аппарата, научиться определять и устранять неисправности электрических аппаратов.

После выполнения лабораторной работы каждый студент должен самостоятельно составить технический отчет о проделанной работе (по образцу).

В конце отчета сделать вывод об исправности электрического аппарата методом сравнения данных испытаний с паспортными данными.

Указания по технике безопасности.

При выполнении лабораторных работ необходимо соблюдать следующие правила техники безопасности.

1. Приступая к работе, следует ознакомиться с источниками электропитания, способами их включения, эксплуатации, регулировки и выключения.

2. При сборке схемы следует убедиться в исправности изоляции соединительных проводов.

3. При сборке схемы все имеющиеся реостаты и потенциометры устанавливаются в положения, указанные в описании к работе.

4. После окончания сборки схемы преподаватель должен ее проверить и разрешить включить источники питания.

5. Запрещается прикасаться руками к зажимам, находящимся под напряжением; наличие напряжения на зажимах приборов или элементов схемы следует проверить только измерительным прибором.

6. Запрещается оставлять без напряжения схему и измерительные приборы, подключенные к источнику питающего напряжения.

7. Все изменения в схеме, а также устранение неисправностей и замена отдельных деталей производится только после отключения источников питания.

8. Корпус прибора необходимо заземлять; место расположения клеммы «⊥» для заземления указывается в инструкции. При использовании в работе нескольких приборов одновременно необходимо их тщательно заземлить в одной точке, соединив между собой клеммы «⊥» корпусов приборов.

9. Разбирать схему можно только после отключения источников питания и с разрешения преподавателя.

10. Разобрав схему, необходимо аккуратно сложить соединительные провода, а приборы и аппараты установить на указанные места; рабочее место необходимо убрать и сдать преподавателю.

11. Необходимо помнить, что при выполнении отдельных лабораторных работ необходимо выполнять дополнительные указания преподавателя по технике безопасности.

**БУДЬТЕ ОСТОРОЖНЫ ПРИ РАБОТЕ С ВЫСОКИМ НАПРЯЖЕНИЕМ!
СОБЛЮДАЙТЕ ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ.**

При монтаже схемы и переключениях в ней, цепь питания должна быть отключена (красные сигнальные лампочки лабораторных столов и зеленые стоек питания должны не гореть). При монтаже схемы, кабельные разъемы стоек **не включать!**

Перечень лабораторных работ по МДК 01.01

№ п/п	Тема	Наименование лабораторных работ
1	1.2.1	Исследование работы магнитных пускателей и контактов
2	1.2.1	Исследование работы промежуточных электромагнитных реле
3	1.2.1	Исследование работы токового реле типа ЭТ.
4	1.2.1	Исследование реле напряжения
5	1.2.1	Исследование работы реле времени
6	1.2.2	Изучение разных типов автоматов
7	1.4.1	Изучение работы бесконтактных коммуникационных устройств
8	2.1.4	Исследование характеристик ГПТ независимого возбуждения.
9	2.1.5	Исследование ДПТ параллельного возбуждения.
10	2.1.5	Исследование ДПТ последовательного возбуждения.
11	2.2.1	Измерение электрических величин при исследовании однофазного силового трансформатора.
12	2.2.2	Исследование параллельной работы трехфазных силовых трансформаторов.
13	2.2.3	Исследование однофазного автотрансформатора при разных коэффициентах трансформации.
14	2.4.1	Исследование трехфазного асинхронного двигателя методом непосредственной нагрузки.
15	2.4.2	Опытное изучение реверсивной схемы включения трехфазного асинхронного двигателя.
16	2.4.2	Опытное изучение способа пуска трехфазного асинхронного двигателя.
17	2.4.3	Исследование трехфазного асинхронного двигателя в однофазном и конденсаторном режимах.

Лабораторная работа № 1

Тема: Исследование работы магнитных пускателей и контакторов

Цель работы: Изучить конструкции, принцип действия магнитных пускателей и контакторов.

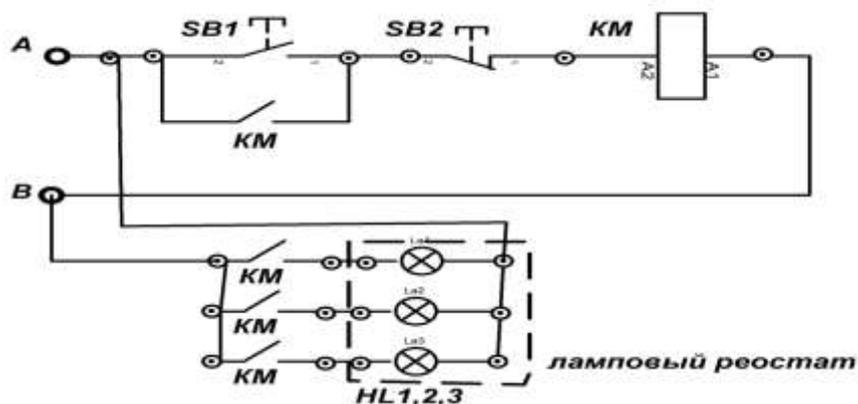
Приборы и оборудование:

1. Контактор типа КТ;
2. Магнитный пускатель ПМЕ;
3. Кнопочная станция;
4. Ламповый реостат;
5. Динамометр.

План работы.

1. Изучить конструкцию и принцип действия магнитного пускателя и контактора.
2. Уяснить, чем отличается магнитный пускатель от контактора.
Расшифровать маркировку типа магнитного пускателя.
Проверить исправность пускателя и контактора.
3. Выяснить назначение блок-контактов магнитных пускателей и измерить сечения контактных пластин.
4. Определить величину силы нажатия контактов.
5. Определить расстояние раствора контактов контактора, а также расстояние провала контактов и расстояние зазора между якорем и электромагнитом.
6. Проверить одновременность касания контактов. Определить назначение искрогасительных камер; и к чему может привести их отсутствие при включении и отключении контактора.
7. Собрать схему и после проверки руководителем включить в сеть и опробовать в работе.
8. Выяснить возможные неисправности.
10. В отчете по лабораторной работе, дать ответы на вопросы плана.
11. Дать вывод о исправности магнитного пускателя и контактора.

Принципиальная электрическая схема



Лабораторная работа №2.

Тема: Исследование работы промежуточных электромагнитных реле.

Цель работы:

1. изучить конструкцию и принцип действия электромагнитных реле;
2. научиться собирать схемы для измерения параметров реле ($I_{ср}$, $U_{ср}$, $I_{от}$, $U_{от}$) и время срабатывания ($t_{ср}$);
3. научиться определять номинальные параметры реле ($I_{н.к}$, $U_{н.к}$).

Приборы и оборудование:

1. Электромагнитное реле;
2. Латр;
3. Амперметр 1А;
4. Вольтметр 300В;
5. Ламповый реостат.

План работы.

1. изучить конструкции электромагнитных реле;
2. вычертить схематический эскиз конструкции одного из испытуемых реле;
3. источник питания: ЛАТР;
4. замерить растров, провал;
5. перечислить все элементы реле, создающие противодействие электромагнитной силе;
6. измерить время срабатывания реле ($t_{ср}$), время отпускания ($t_{от}$);
7. измерить параметры реле;
8. рассчитать мощность управления катушкой реле;
9. сделать вывод о исправности реле.

Схема испытания реле:

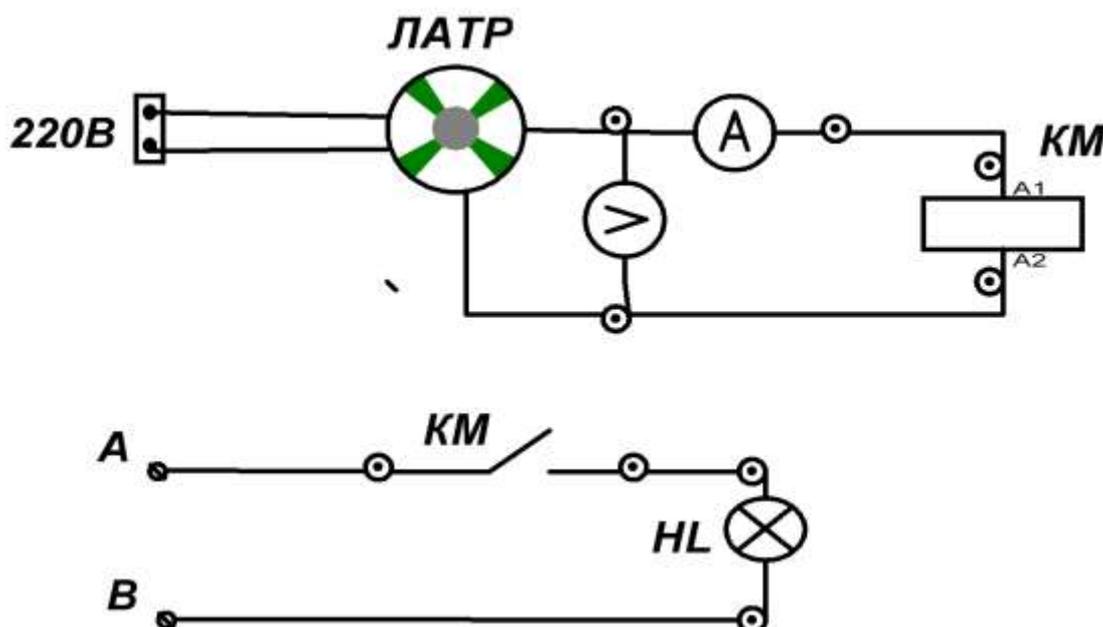


Таблица №1.

Тип реле	$I_{ср}$	$U_{ср}$	$I_{от}$	$U_{от}$	$I_{нк}$	$U_{н}$	$R_{к}$	$P_{ср}$	$P_{у}$	$t_{омн}$	Примечание
№	<i>mA</i>	<i>B</i>	<i>mA</i>	<i>B</i>	<i>mA</i>	<i>B</i>	<i>OM</i>	<i>Bm</i>	<i>Bm</i>	<i>сек</i>	
1											
2											
3											
Ср.зн.											

$I_{ср}$, $U_{ср}$ – ток и напряжение срабатывания реле;

$I_{от}$, $U_{от}$ – ток и напряжение отпускания реле;

$I_{нк}$ - номинальное значение тока катушки;

$U_{н}$ - номинальные значения напряжения катушки;

$P_{у} = U_{н} * I_{нк}$ - мощность управления катушкой реле;

$R_{к} = \text{сопротивление катушки}$, $I_{нк} = I_{ср} * K_{зап}$;

$K_{зап}$ - коэффициент запаса (=2);

$U_{н} = I_{нк} * R_{к}$.

Лабораторная работа № 3

Тема: Исследование токового реле типа РТ.

Цель работы:

1. изучить конструкцию реле и принцип действия;
2. научиться производить проверку реле;
3. научиться применять токовое реле в схемах защиты и управления в функции тока.

Приборы и оборудование:

1. Реле тока;
2. ЛАПР;
3. Амперметр 1А;
4. Ламповый реостат.

План работы.

1. проверить шкалу тока реле типа РТ мгновенного действия;
2. ознакомиться с конструкцией реле, техническими данными и произвести осмотр контактов, спиральных пружин, контактного мостика;
3. подобрать необходимую аппаратуру для проверки шкалы согласно схеме;
4. собрать схему для испытания реле и после проверки преподавателем, собрать ее в работе;
5. установить указатель шкалы реле на ток установки I_u ; постепенно увеличивать ток нагрузки и зафиксировать I_{mp} (ток трогания);
6. уменьшая ток нагрузки, зафиксировать наибольший ток I_v (возврата), при котором произойдет отключение электрической цепи;
7. проверить все шкалу установок реле;
8. результаты наблюдений и вычислений внести в таблицу №1;
9. переключить катушки токового реле на параллельное соединение и произвести аналогичные испытания.

Схемы испытаний реле тока типа РТ-40/2

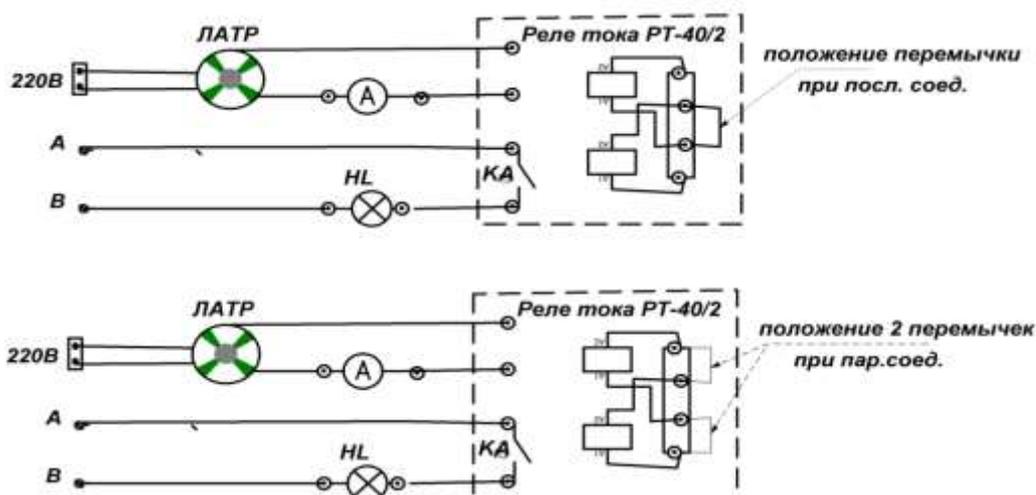


Таблица №1

№	Наблюдаются		
	I_y	I_{mp}	I_e
	A	A	A

$K\phi = I_e / I_{mp}$ - коэффициент возврата

Лабораторная работа №4

Тема: Исследование реле напряжения.

Цель работы:

1. изучить устройство реле и принцип действия;
2. научиться производить проверку реле;
3. научиться применять реле в схемах нулевой защиты и в схемах автоматического управления.

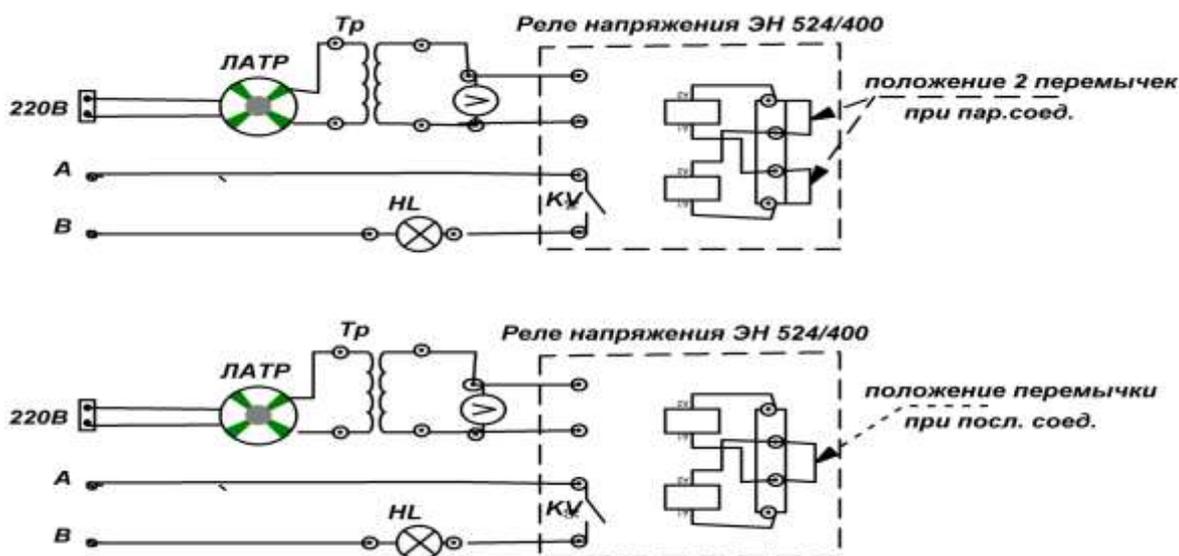
Приборы и оборудование:

1. Реле напряжения;
2. Латр;
3. Вольтметр 600В;
4. Ламповый реостат;
5. Повышающий трансформатор (по указанию преподавателя).

План работы.

1. проверить шкалу реле напряжения;
2. ознакомиться с конструкцией реле, техническими данными и произвести осмотр контактов, спиральных пружин, контактного мостика;
3. подобрать необходимую аппаратуру для проверки шкалы реле напряжения;
4. собрать схему для испытания реле и, после проверки руководителем, опробовать ее в работе;
5. установить указатель шкалы на напряжение установки (U_y); постепенно увеличивая напряжение до включения контактов, зафиксировать $U_{cp.}$;
6. уменьшая напряжение, зафиксировать напряжение возврата U_v , при котором произойдет отключение;
7. проверить все шкалу установок реле;
8. результат наблюдений вычислить и внести в таблицу № 1;
9. переключить катушки на параллельное соединение и произвести аналогичные испытания;
10. сделать вывод о предельных значениях и о погрешности шкалы.

Схема испытания реле.



Последовательное соединение				Параллельное соединение					
№	U_y	U_{cp}	U_B	K_{ϵ}		U_y	U_{cp}	U_B	K_B

K_B = коэффициент возврата.

Таблица №1.

Типы реле времени	t_y	t_c	примечание
	сек	сек	
Реле времени РВ			t_y - время установки
Реле времени ВС-33			t_c – время срабатывания
Пневмореле времени РВП-72			

Лабораторная работа №7.

Тема: Изучение работы бесконтактных коммутационных устройств.

Цель работы:

1. изучение устройства и принципа действия бесконтактных коммутационных устройств;
2. приобрести умения по монтажу схем управления магнитных пускателей с коммутационным устройством, типа БВК-24.

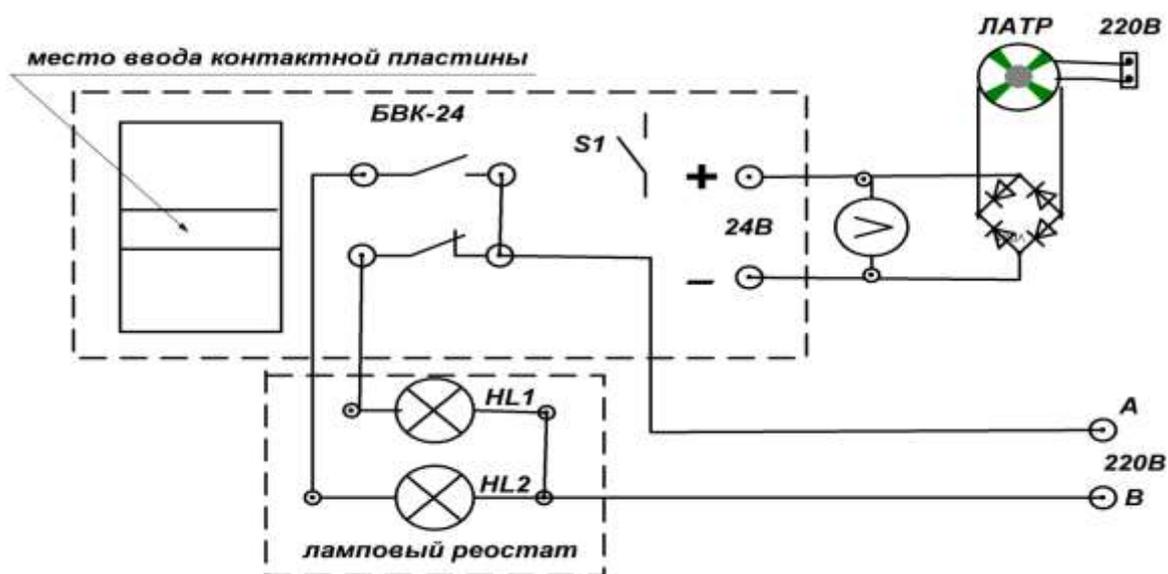
Приборы и оборудование:

1. БВК-24;
2. Латр;
3. Вольтметр 75В;
4. Ламповый реостат;
5. Выпрямительный блок.

План работы.

1. изучить устройство и принцип действия БВК-24;
2. дать описание работы коммутационного устройства;
3. собрать схему выпрямителя для питания БВК-24;
4. собрать схему питания лампового реостата и после проверки преподавателем, включить в электрическую сеть и опробовать в работе, путем введения в прорез БВК-24 контактной металлической пластины;
5. выяснить возможные неисправности при нажатии на кнопки управления или воздействуя на БВК-24;
6. Сделать вывод по проделанной работе.

Схема проверки работоспособности БВК-24



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

Тема: Исследование характеристик генератора постоянного тока независимого возбуждения

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

Приборы и оборудование:

1. Стенд №3
2. Латр;
3. Выпрямительный блок;
4. Ламповый реостат;
5. Амперметр 5А, 1А;
6. Вольтметр 300В.

План работы:

1. Ознакомиться с конструкцией генератора и приводного двигателя; записать паспортные данные генератора, двигателя, измерительных приборов и регулирующих устройств.
2. Собрать схему по рис.1 и после проверки ее преподавателем произвести пробный пуск генератора; проверить возможность регулирования напряжения и нагрузки генератора.
3. Снять данные (табл.1) и построить характеристику холостого хода генератора;
4. Снять данные (табл.2) и построить нагрузочную характеристику генератора при номинальном токе нагрузки; построить характеристический треугольник при номинальном напряжении генератора и установить величину тока возбуждения, которая идет на компенсацию размагничивающего действия реакции якоря.
5. Снять показания (табл.3) и построить внешнюю характеристику генератора.
6. Снять данные (табл.4) и построить регулировочную характеристику генератора.
7. Составить отчет и сделать заключение о проделанной работе.

Порядок выполнения работ.

Схема соединений. Генератор постоянного тока G имеет независимое возбуждение, т. е. его обмотка возбуждения $ОВ$ электрически не соединена с обмоткой якоря и подключена к отдельному источнику постоянного тока через ЛАТР.

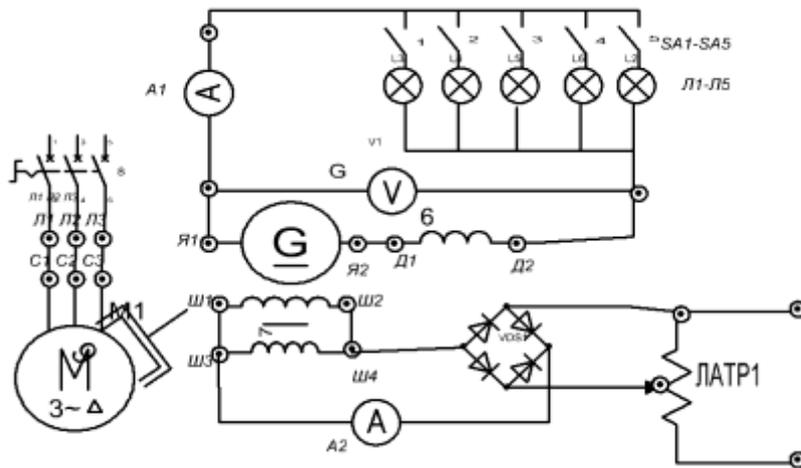


Рис.1.Схема включения генератора постоянного тока независимого возбуждения

Таблица 1

Намагничивание			Размагничивание		
Номер измерения	E_0, B	I_a, A	Номер измерения	E_0, B	I_a, A

Таблица 2

$U / U_{ном}$	1,15	1,0	0,85	0,75	0,5
U, B					
$I_a = I_{ном}, A$					
I_b, A					

Таблица 3

$I_a / I_{ном}$	1,0	0,85	0,75	0,50	0
I_a, A					
U, B					
I_b, A					

Таблица 4

Номер измерения	Увеличение тока нагрузки		Уменьшение тока нагрузки	
	I_a, A	I_b, A	I_a, A	I_b, A

Анализ результатов лабораторной работы

Обобщив результаты лабораторной работы, следует проанализировать вид полученных графиков. Так, рассматривая характеристику холостого хода, следует объяснить

причину расхождения ветвей этой характеристики при намагничивании и размагничивании генератора. Это же относится и к регулировочной характеристике.

При анализе внешней характеристики необходимо указать причины, вызывающие уменьшение напряжения на выходе генератора при увеличении нагрузки.

В заключение следует отметить, соответствуют ли номинальные параметры генератора, полученные опытным путем, его паспортным данным.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9

Тема: Исследование двигателя 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.

Приборы и оборудование:

1. Стенд №2
2. Латр – 2 шт.;
3. Выпрямительный блок 2шт;
4. Реостат 15А – 2 шт., 30А -1 шт.;
5. Амперметр 5А, 1А;
6. Вольтметр 300В.

План работы

1. Ознакомиться с конструкцией двигателя и нагрузочного устройства; записать паспортные данные двигателя и измерительных приборов.
2. Собрать схему по рис.1 и после проверки ее преподавателем произвести пробный пуск двигателя; проверить возможность регулировки частоты вращения.
3. Снять данные и построить регулировочную характеристику двигателя в режиме холостого хода.
4. Снять данные и построить рабочие характеристики двигателя.
5. Составить отчет и сделать заключение о проделанной работе.

Порядок выполнения работы

Схема соединений (рис.1) 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_B . Кроме того, в схеме имеется два реостата: PP — пусковой реостат для ограничения пускового тока и Γ_{rg} — регулировочный реостат для регулирования тока в обмотке возбуждения I_B . В качестве нагрузочного устройства предусмотрен электромагнитный тормоз ЭМТ.

Прежде чем включить двигатель в сеть, необходимо поставить рычаг пускового реостата PP в положение «Пуск», соответствующее наибольшему сопротивлению реостата, а движок (рычаг) регулировочного реостата Γ_{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).

Снимают не менее пяти показаний. Рассчитав значения потребляемой мощности (Вт)

$$P_1 = U * I$$

полезной мощности (Вт)
и КПД двигателя (%)

$$P_2 = 0,105 M_2 n$$

$$\eta = (P_2/P_1)100$$

строят рабочие характеристики двигателя в одних осях координат.

Анализ результатов лабораторной работы

При анализе результатов лабораторной работы следует объяснить криволинейный вид регулировочной характеристики двигателя, а также форму рабочих характеристик двигателя. При анализе скоростной характеристики необходимо дать количественную оценку этой характеристике, рассчитав номинальное изменение частоты вращения двигателя при сбросе нагрузки (%). Определив номинальные данные двигателя по его рабочим характеристикам, их следует сравнить с паспортными данными двигателя.

Особенностью пуска двигателей последовательного 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 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.

Таблица 1

Номер измере-	U, B	I, A	$n, об/мин$	$M_2, Н-м$	$P, Вт$

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 $I = 1,2 I_{ном}$. 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) и заносят их в табл.1. Затем определяют полезную мощность двигателя.

По данным табл.1 строят рабочие характеристики двигателя в одних осях координат.

Характеристика $n — f(I_B)$. 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 $\Gamma_{рг}$ наибольшее сопротивление. Затем постепенно уменьшают сопротивление $\Gamma_{рг}$ до тех пор, пока ток в обмотке возбуждения не достигнет значения $I_B \sim 0,5 I_{ном}$ что соответствует коэффициенту регулирования $k_{рcr} = 0,5$. После этого, не меняя сопротивление $\Gamma_{р1,}$, постепенно разгружают двигатель. При этом измеряют частоту вращения и ток возбуждения и заносят их значения в табл.2.

Таблица 2

Параметр	Номер измерения				
	1	2	3	4	5
$n, об/мин$					
I, A					

Затем строят график зависимости $n = f(I_a)$.

Анализ результатов лабораторной работы

Анализируя результаты лабораторной работы, необходимо в первую очередь установить соответствие номинальных данных исследуемого двигателя, полученных опытным путем, его паспортным параметрам. Далее следует проанализировать рабочие характеристики двигателя. Необходимо отметить наиболее целесообразную область применения двигателей постоянного тока последовательного возбуждения, исходя из их рабочих свойств.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 11

Тема: Измерение электрических величин при исследовании силового трансформатора.

Цель: Ознакомиться с устройством трансформатора; усвоить практические приемы лабораторного исследования трансформатора методом холостого хода и короткого замыкания.

Приборы и оборудование:

1. Трансформатор (по указанию преподавателя).
2. Латр;
3. Ваттметр;
4. Амперметр 5А;
5. Вольтметр 300В – 1 шт. 75В – 1 шт.

План работы

1. Ознакомиться с устройством трансформатора; записать его паспортные данные, а также данные измерительных приборов и регулятора напряжения.
2. Собрать схему опыта холостого хода трансформатора и после проверки ее преподавателем выполнить опыт холостого хода.
3. Собрать схему опыта короткого замыкания трансформатора и после проверки ее преподавателем выполнить опыт короткого замыкания.
4. Составить отчет и сделать заключение о проделанной работе.

Порядок выполнения работы

Опыт холостого хода.

В качестве первичной обмотки используют обмотку низшего напряжения НН. Всего делают не менее пяти замеров через приблизительно одинаковые интервалы тока холостого хода, изменяя подводимое к трансформатору напряжение от $0,5 U_{НОМ}$ до $1,15 U_{НОМ}$. Показания измерительных приборов заносят в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Номер измерения и вычисления	Измерения				Вычисления		
	$U_{1x}, В$	$I_{1x}, А$	$P_{1x}, Вт$	$U_{2x}, В,$	$I_{1ном}$	$I_{1x}/I_{1ном}$	K_{mp}

Опыт короткого замыкания. При опыте короткого замыкания трансформатора (рис. 1.2) напряжение обычно подводят к обмотке ВН, номинальное значение тока в которой меньше, чем в обмотке НН. В некоторых случаях это позволяет включать ваттметр в первичную цепь без трансформатора тока. Вторичную обмотку трансформатора замыкают накоротко медным проводом достаточного поперечного сечения, чтобы не создавать во вторичной цепи трансформатора значительного электрического сопротивления.

Опыт короткого замыкания проводят в такой последовательности: устанавливают рубильник РНО на нулевую отметку, а затем, включив рубильник, медленно посредством РНО повышают напряжение, изменяя значение тока короткого замыкания от 0 до

$1,2I_{ном.}$. Показания измерительных приборов (U_k , I_k и P_k), снятые через приблизительно одинаковые интервалы тока короткого замыкания, а также результаты вычислений заносят в табл.1.2.

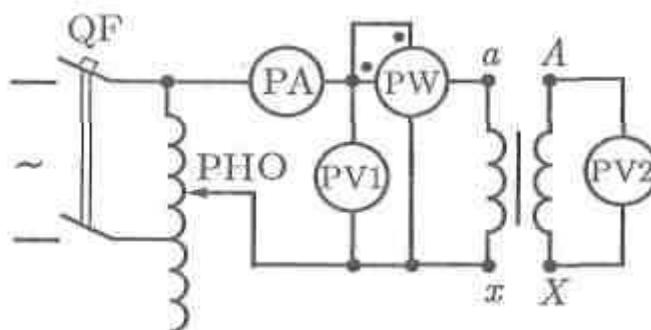


Рис. 1.1. Схема включения однофазного трансформатора при опыте холостого хода

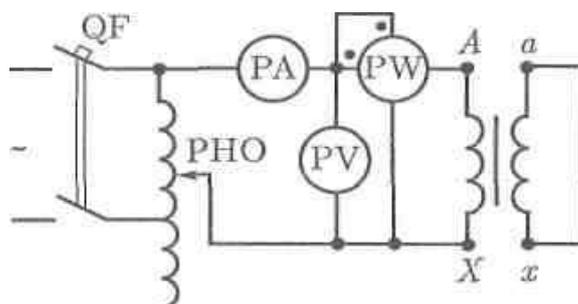


Рис. 1.2. Схема включения однофазного трансформатора при опыте короткого замыкания
Таблица 1.2

Номер измерения и вы-	Измерения			Вычисления	
	U_{I_k}, B	$I_k = I_{ном}, A$	$P_k Вт$	$U_{I_k} / U_{I_{ном}}, \%$	$\cos \varphi_k$

Анализ результатов лабораторной работы

1. Определите, на сколько процентов возрастают магнитные потери в исследованном вами трансформаторе при увеличении первичного напряжения на 10 % сверх номинального.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 12

Тема: Исследование параллельной работы трехфазных трансформаторов

Цель: Изучение условий включения трансформаторов на параллельную работу и принципа распределения нагрузки между параллельно работающими трансформаторами; приобретение практических навыков по включению трехфазных трансформаторов на параллельную работу; получение подтверждения теоретическим сведениям о распределении нагрузки между трансформаторами, включенными на параллельную работу.

Приборы и оборудование:

1. Трансформатор – 2шт.(по указанию преподавателя).
2. Ламповый реостат;
3. Ваттметр;
4. Амперметр 1А – 3шт;
5. Вольтметр 300В – 1 шт;
6. Переключатель.

План работы

1. Ознакомиться с конструкцией трансформаторов и нагрузочного устройства; записать паспортные данные трансформаторов и данные измерительных приборов.

2. Собрать схему по рис.1; после проверки ее преподавателем включить схему на холостом ходу (при выключенных лампочках и SQ1).

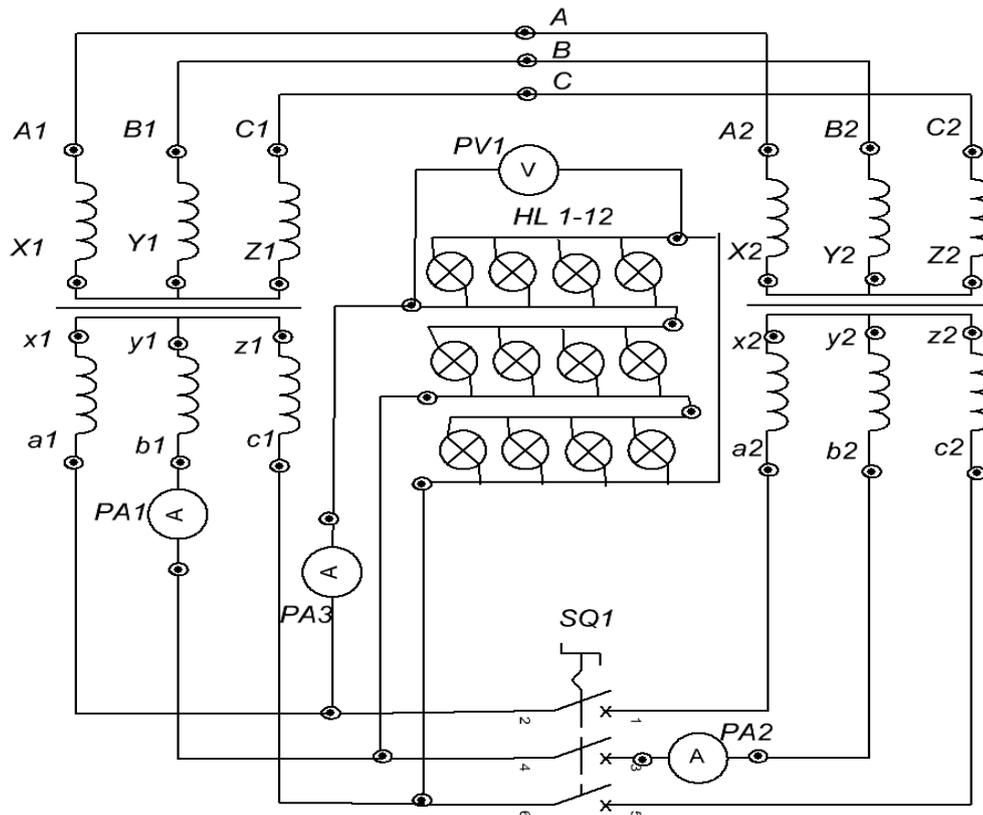


Рис.1. Схема включения трехфазных трансформаторов на параллельную работу

3. Снять показания приборов и записать в таблицу 1.
4. При включенном выключателе SQ1 измерить напряжение на с1 и с2, а1 и а2, если показания вольтметра равны 0, то трансформаторы можно включать на параллельную нагрузку (включить SQ1).
5. Снять показания амперметров (нагрузка выключена, SQ1 включен). Это уравнительные токи.
6. Подключить нагрузку к трансформаторам при помощи выключателей лампочек.
7. Для 5 разных нагрузок, но равномерных по фазам, снять показания и записать в таблицу 2.

Таблица 1

№	Снять показания									Вычисляются				
	U_{AB}	U_{BC}	U_{AC}	$U_{aв1}$	$U_{вс1}$	$U_{ас1}$	$U_{aв2}$	$U_{вс2}$	$U_{ас2}$	U_{AB}^I	$U_{aв1}^I$	$U_{aв2}^I$	K_1	K_2

Примечание: $K_1 = U_{AB}^I / U_{aв1}^I$, $U_{AB}^I = (U_{AB} + U_{BC} + U_{AC})/3$, $U_{aв1}^I = (U_{aв1} + U_{вс1} + U_{ас1})/3$

Таблица 2

№	Снять показания					Вычисляются				
	I_1	I_2	I_3	$U_{ав}$	I_y	β_1	β_2	S_1	S_2	S_3

Примечание: $\beta_1 = I_1 / I_{ном1}$, $\beta_2 = I_2 / I_{ном2}$, $S_1 = \sqrt{3} U_{ав} I_1$, $S_2 = \sqrt{3} U_{ав} I_2$, $S_3 = \sqrt{3} U_{ав} I_3$, $S_{1mp} = 40 \text{ ВА}$, β_1 – коэффициент нагрузки.

Анализ результатов лабораторной работы

1. При анализе результатов лабораторной работы основное внимание уделяют вопросу распределения нагрузки между параллельно работающими трансформаторами.
2. Составить отчет и сделать заключение о проделанной работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 13

Тема: Исследование однофазного автотрансформатора при разных коэффициентах трансформации.

Цель:

1. Изучить конструкцию и принцип действия автотрансформатора;
2. Определить мощности автотрансформатора: номинальную, расчетную, электрически передаваемую мощность;
3. Исследовать автотрансформатор при разных коэффициентах трансформации.

Приборы и оборудование:

1. Автотрансформатор (по указанию преподавателя).
2. Амперметр 5А- 2 шт.;
3. Вольтметр 300В – 1 шт. 75В – 1 шт.
4. Ламповый реостат;
5. Переключатель.

План работы

1. Ознакомиться с конструкцией автотрансформатора и его техническими данными;
2. В зависимости от параметров автотрансформатора подобрать необходимые приборы;
3. Собрать схему для исследования при разных коэффициентах трансформации;
4. После проверки схемы руководителем включить автотрансформатор в сеть и опробовать его в работе;
5. Снять данные с приборов для построения характеристики $S_{\text{э}}/S_{\text{нр}}=f(Ka)$;
6. Произвести вычисления по формулам: $S_{\text{э}}= U_2 I_1$; $S_{\text{нр}}=U_2 I_2$; $I_{12}= I_2-I_1$;
 $Ka=W_{AX}/ W_{ax}=U_1/U_2$;
7. Сделать вывод о исправности автотрансформатора методом сравнения с паспортными данными, а также определить экономически выгодный коэффициент трансформации.

Схема для испытания автотрансформатора

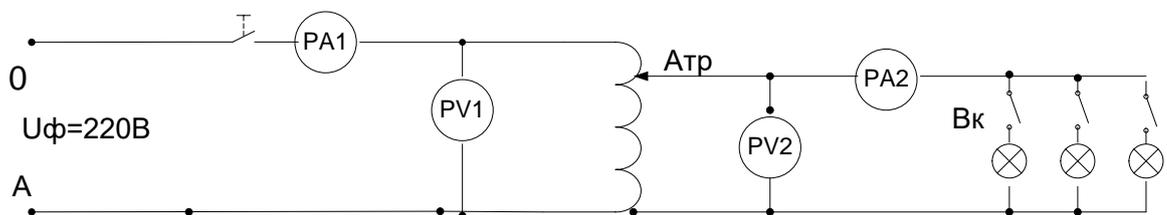


Таблица №1

№ П/ П изм.	Измеряются				Вычисляются					Примечание
	I_1	I_2	U_{1x}	U_{2x}	Ka	I_{12}	$S_{\text{э}}$	$S_{\text{нр}}$	$S_{\text{э}}/S_{\text{нр}}$	$S_{2\text{ном}} = U_{2\text{ном}} I_{2\text{ном}}$
	А	А	В	В		А	ВА	ВА	ВА	
										$S_{\text{э}}$ – эл. перед мощность $S_{\text{нр}}$ – прох. мощность Место для формулы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 14

Тема: Исследование трехфазного асинхронного двигателя методом непосредственной нагрузки

Цель: Изучить конструкцию трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, усвоить приемы экспериментального исследования асинхронного двигателя методом непосредственной нагрузки.

Приборы и оборудование:

1. Стенд №4;
2. Латр;
3. Ваттметр;
4. Амперметр 5А;
5. Вольтметр 300В;
6. Выпрямительный блок;
7. Реостат 30Ом.

План работы

1. Ознакомиться с конструкцией двигателя и устройством для его нагрузки; записать паспортные данные двигателя и данные измерительных приборов и регулировочных устройств.

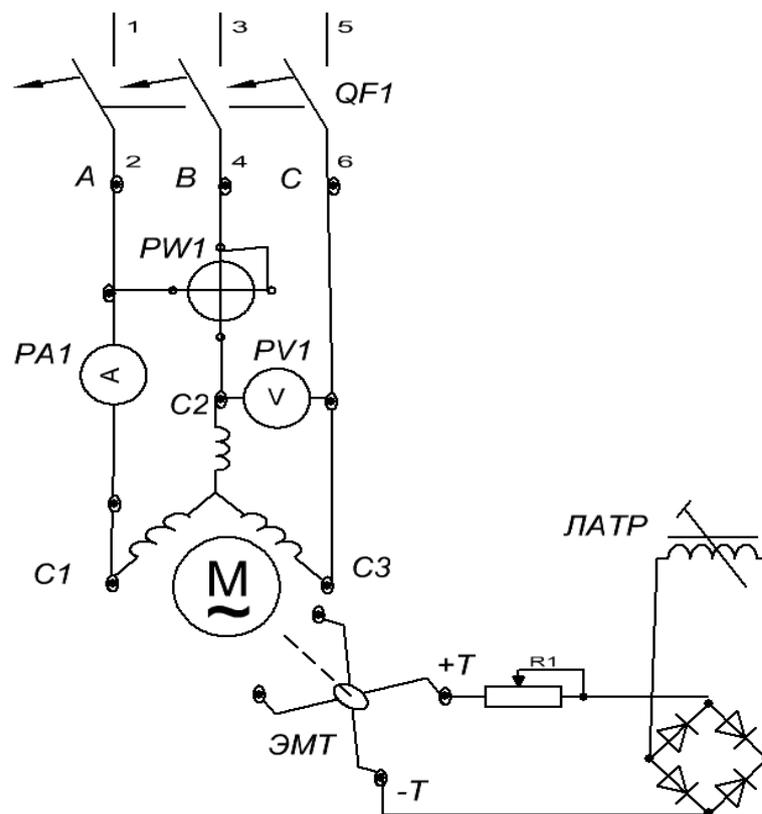


Рис.1. Схема включения трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором

1. Собрать схему по рис.1 и после проверки ее преподавателем произвести пуск двигателя.
2. Вывести двигатель на номинальный холостой режим $n = 1500$ об/мин.

3. С помощью электромагнитного тормоза (увеличить напряжение ЛАТРома) начать нагружать двигатель. Снимать показания при перемещении указателя нагрузки через каждое деление, снять данные и построить рабочие характеристики двигателя.
4. Данные записать в таблицу 1.
5. Составить отчет и сделать заключение о проделанной работе.

Таблица 1

Номер изм-ния	Измерения					Вычисления				
	$U_1, В$	$I_1, А$	P_1	$n_2,$	$M_2,$ $Нм$	$P_1 Вт$	$P_2,$ $Вт$	$\eta, \%$	$\cos \varphi_1$	s
1					0					
2					3,1					
3					6					
4					8,9					
5					11,1					

Примечание: Полезная мощность двигателя — мощность на валу (Вт)

$$P_2 = 0,105M_2n_2,$$

где n_2 — частота вращения ротора, об/мин; M_2 нагрузочный момент, Н • м;

Потребляемая мощность из сети: $P_1 = U_1 I_1$

КПД двигателя

$$\eta = (P_2 / P_1) 100;$$

коэффициент мощности

$$\cos \varphi_1 = P_1 / \sqrt{3} * U_1 I_1;$$

скольжение

$$s = (n_1 - n_2) / n_1$$

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 15

Тема: Опытное изучение реверсивной схемы включения трехфазного асинхронного двигателя

Цель:

1. Опытным путем изучить реверсирование асинхронного двигателя;
2. Научиться применять реверсивную схему магнитного пускателя для электрического торможения противовключением асинхронного двигателя.

Приборы и оборудование:

1. Стенд №6;
2. Магнитный пускатель реверсивный;
3. Реле времени;
4. Кнопочная станция;
5. Переключатель;
6. Реле скорости..

План проведения работы:

1. Ознакомиться со стендом и записать паспортные данные асинхронного двигателя и релейно-контакторной аппаратуры;
2. Включить фазные обмотки асинхронного двигателя в Y;
3. Катушки магнитных пускателей включить в электрическую сеть под номинальное напряжение;
4. Собрать схему №1 и после проверки преподавателем включить а сеть; зафиксировать направление вращения;
5. Собрать схему №2: после проверки преподавателем включить ее в сеть и отметить направление вращения;
6. Собрать схему №3 электрического торможения и после проверки преподавателем включить ее в электрическую сеть; запустить двигатель
7. Нажать на кнопку (SB_2) и снять показания электросекундомера, при включенном тумблере SA_2 ;
8. Повторить опыт 6 и 7 при отключенном SA_2 ;
9. Данные испытаний занести в таблицу №1;
10. Составить отчет и сделать заключение по работе.

Анализ результатов лабораторной работы

Проанализировать полученные данные, подготовить ответы на следующие вопросы:

1. Чем отличается схема №1 от №2 и какая цель преследуется наличием двух схем?
2. Чем осуществляется торможение в схеме №3?
3. Для чего в схеме №3 применяют два пускателя?

Таблица №1.

№	t_1	Включены		Вращение ротора по инерции
	сек	KM_1	KM_2	
1				$SA_2 \sim$ включен
2				SA_2 - выключен

Схема №1

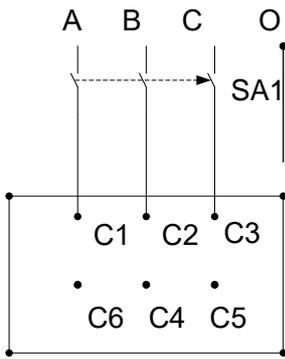


Схема №2

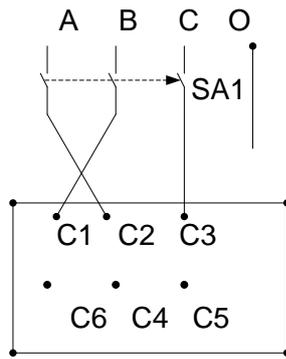


Схема №3

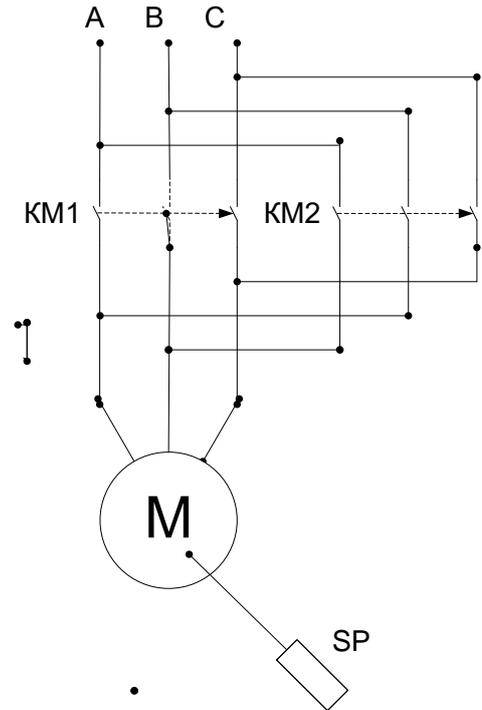
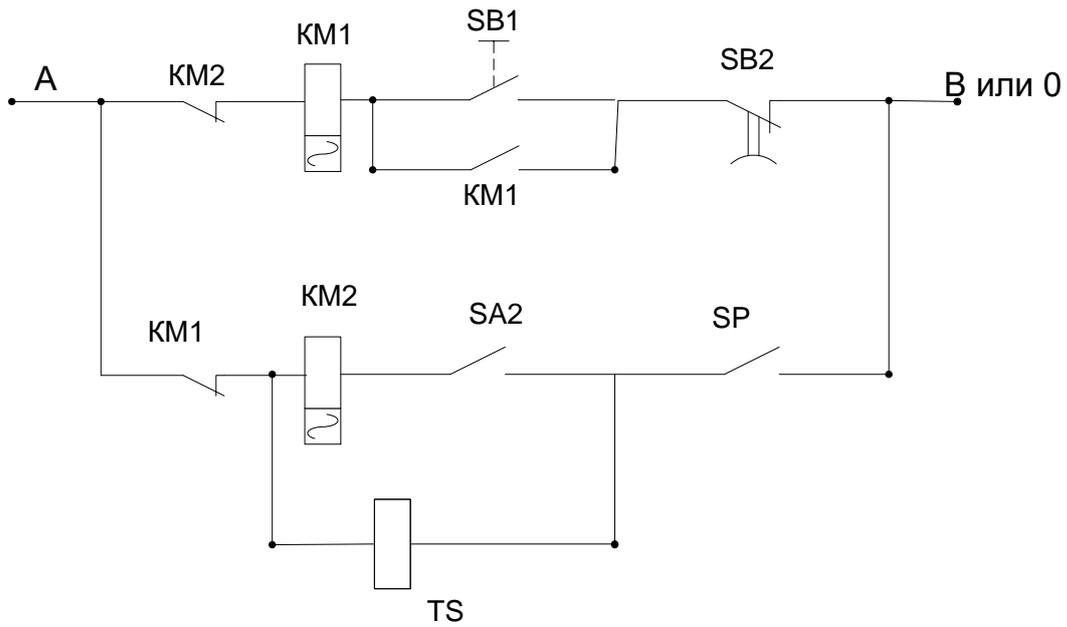


Схема №4



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 16

Тема: Опытное изучение способов пуска трехфазных асинхронных двигателей.

Цель работы: Получить экспериментальное подтверждение теоретическим сведениям о пусковых свойствах трехфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором, а также приобрести практические навыки в сборке схем и пуске этих двигателей.

Приборы и оборудование:

1. Стенд №7;№8;

ПУСК ДВИГАТЕЛЕЙ возможен следующими способами:

1. Непосредственным включением в сеть.
2. При помощи включенных в цепь реакторов.
3. При помощи автотрансформатора.
4. Пуск «звездой» с последующим переключением на «треугольник»(при нормальной работе «треугольником»).
5. При помощи реостата, включенного в цепь ротора.

План работы

1. Изучить все схемы и способы пуска АД с КР и ФР (рис.1,2,3,4,5).
2. Собрать схему по рис.4 и после проверки ее преподавателем осуществить пуск двигателя прямым включением в сеть.
3. Осуществить пуск двигателя сначала «звездой», затем «треугольником» (схема 4).
4. Замерить сопротивление пускового реостата (схема 5).
5. Осуществить пуск двигателя из трех различных положений реостата. Наблюдения записать в таблицу 1.
6. Составить отчет и сделать заключение о проделанной работе.

Рис.1, 2, 3.

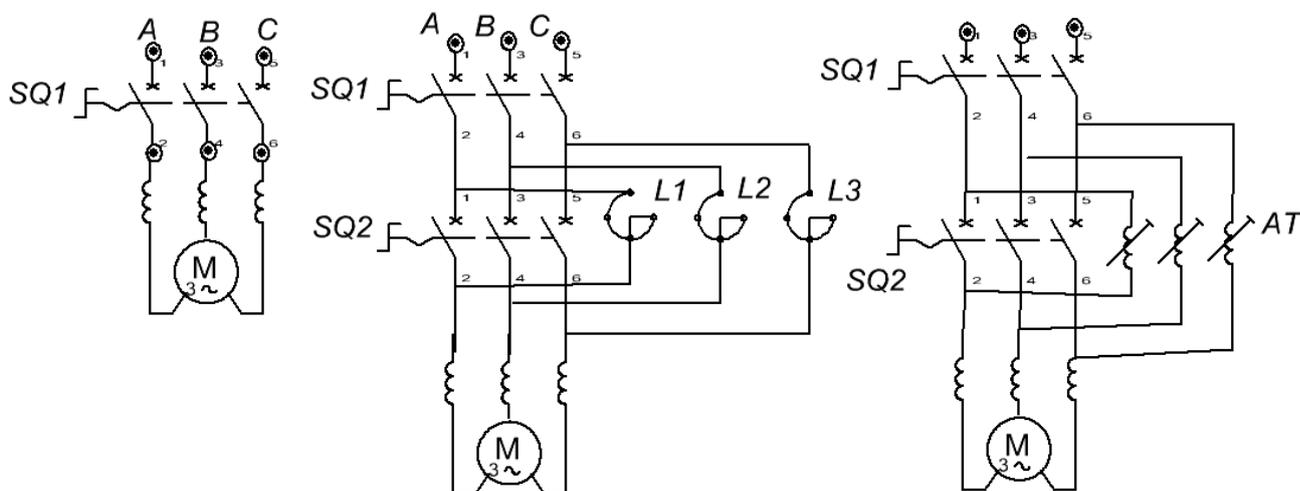


Рис.4,5

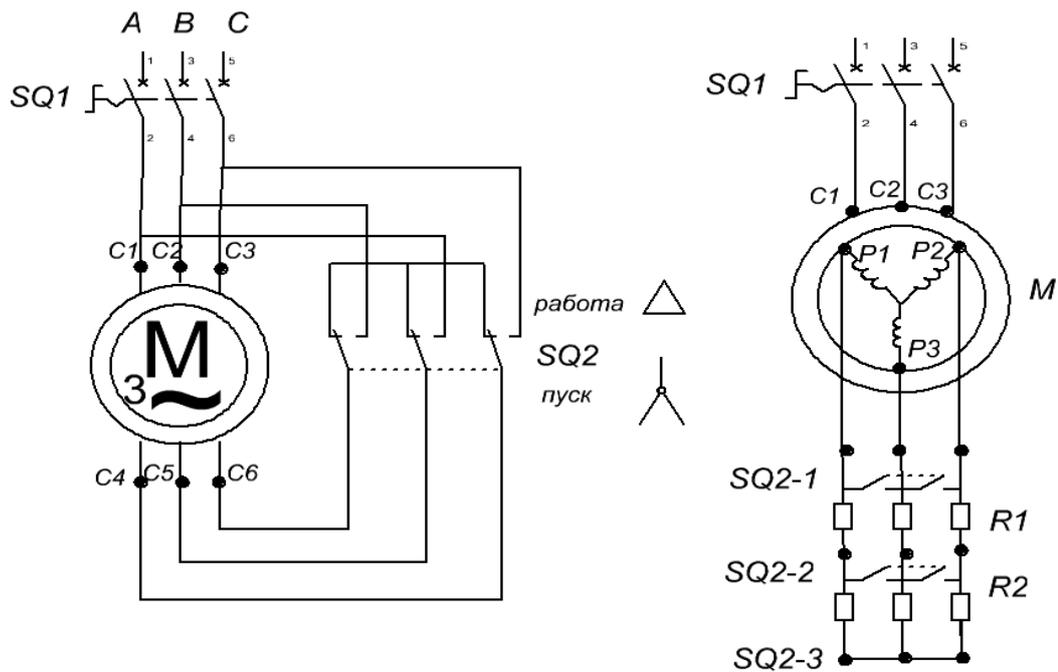


Таблица 1

№	Схема 4				Схема 5								
	I_{Π}^*	I_{Π}^{Δ}	$U_{\text{ср}}^*$	$U_{\text{ср}}^{\Delta}$	$I_{\text{пуск}}^1$	$I_{\text{пуск}}^2$	$I_{\text{пуск}}^3$	n^1	n^2	n^3	R_1	R_2	R_3
	A	A	A	B	A	A	A	об ⁻¹	об ⁻¹	об ⁻¹	ом	ом	ом
1.													

Анализ результатов лабораторной работы

Необходимо дать сравнительную оценку пусковым свойствам асинхронного двигателя при различных методах пуска. При этом следует иметь в виду основные пусковые параметры двигателя — начальные пусковой ток и пусковой момент, полученные в результате экспериментов.

При выводах о достоинствах и недостатках методов пуска необходимо учитывать еще и такие показатели, как сложность пусковой операции и ее экономичность, имея в виду стоимость дополнительных устройств.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 17

Тема: Исследование трехфазного асинхронного двигателя в однофазном и конденсаторном режимах

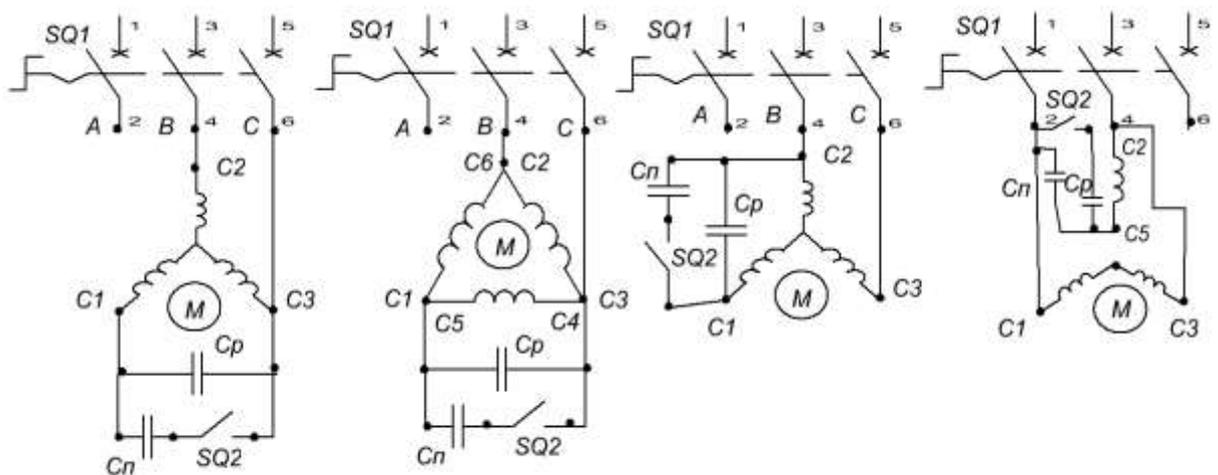
Цель работы. Приобрести практические навыки в сборке схем включения трехфазного асинхронного двигателя в однофазную сеть; получить экспериментальное подтверждение сведений о свойствах трехфазного асинхронного двигателя, работающего в однофазном и конденсаторном режимах.

Приборы и оборудование:

1. Стенд №8;
2. Блок конденсаторов.

Схемы, применяемые для включения 3-ф. двигателя в однофазную сеть:

Рис.1,2,3,4.



Рабочую емкость конденсаторов рассчитывают:

$$C_p = 2800 I_{\text{ном}}/U \text{ (для рис.1); } \quad C_p = 4800 I_{\text{ном}}/U \text{ (для рис.2);}$$

$$C_p = 1600 I_{\text{ном}}/U \text{ (для рис.3); } \quad C_p = 2740 I_{\text{ном}}/U \text{ (для рис.4);}$$

Пусковая емкость определяется по : $C_{\text{п}} = (2,5 - 3) C_p$;

$I_{\text{ном}}$ (А) – номинальный ток двигателя в трехфазной сети;

U (В) – напряжение сети; C_p (мкФ) -рабочая, $C_{\text{п}}$ (мкФ)- пусковая (отключаемая) емкость, при пуске двигателя под нагрузкой.

Выбор конденсаторов по номинальному напряжению: рис.1,2 – $U_k = 1,15U_c$,

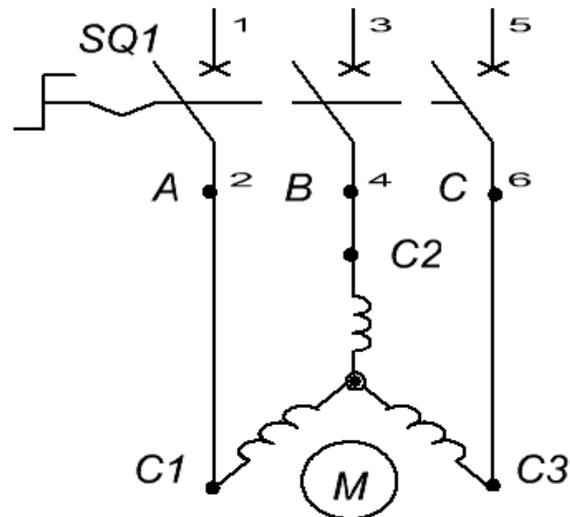
Рис.3 - $U_k = 2,2U_c$, рис.4 - $U_k = 1,3U_c$

План работы

1. Определить схему соединения фазных обмоток, если напряжение сети 220В.

2. Соединить фазные обмотки и собрать схему 5.
3. После проверки схемы преподавателем, подключить схему к сети, проверить работоспособность.

Рис.5



4. Отключить одну фазу, подключить вновь двигатель. Сделать выводы.
5. Выбрать одну из схем 1,2,3,4., по которой фазные обмотки будут находить под номинальным напряжением 220В.
6. Рассчитать по соответствующей формуле емкость C_p конденсатора.
7. Собрать схему для работы 3ф. двигателя в конденсаторном режиме в однофазной сети. После проверки преподавателем, включить в сеть.
8. Составить отчет и сделать заключение о проделанной работе.

Рекомендуемая литература

1. Кацман М.М. Электрические машины. - М.: Высшая школа, 2001.
2. Кацман М.М. Руководство к лабораторным работам по электрическим машинам и электроприводу. - М.: Высшая школа, 2008.
3. Кацман М.М. Электрические машины и электропривод автоматических устройств. - М.: Высшая школа, 2002.
4. Чунихин А.А. Электрические аппараты. - М.: Энергоиздат, 2008.