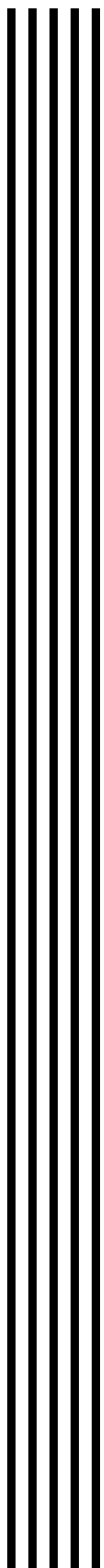


Министерство образования и науки Украины
Севастопольский национальный технический университет



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к лабораторным работам по дисциплине
ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ
РАБОТ НА СУДАХ

для студентов и магистрантов специальностей
7.092203, 8.092203 – Электромеханические системы
автоматизации и электропривод
всех форм обучения

Севастополь
2009



УДК 629.12:62-83(075.8)

Методические указания к лабораторным работам по дисциплине **«ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ РАБОТ НА СУДАХ»** для студентов специальностей 7.092203, 8.092203 всех форм обучения/ Разраб. В.Н. Мартынов. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2009. - 25 с.

Целью методических указаний является оказание помощи студентам при подготовке и выполнении лабораторных работ по дисциплине **«ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ РАБОТ НА СУДАХ»**.

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры Судовых и промышленных электромеханических систем, протокол № 5 от 18.11.2009 г.

Допущено учебно-методическим центром СевНТУ в качестве методических указаний.

Рецензент: В.П. Попов, канд. техн. наук, доцент.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

МОНТАЖ СХЕМЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПОСТОЯННОГО ТОКА

1. Цель работы

1.1. Ознакомиться с составом и последовательностью работ (операций) при включении судового электропривода постоянного тока.

1.2. Изучение работы пускателя ПП-2100 (принципиальная схема пускателя представлена на рисунке 1.1.).

1.3. Получить практические навыки по сборке схемы электропривода, проверке правильности включения, подготовке электропривода к пуску и пуску собранной схемы.

2. Теоретический раздел

Пускатель ПП-2100 предназначен для осуществления пуска и остановки электропривода постоянного тока небольшой мощности.

Корпус пускателя снабжен кнопками «пуск» (SBS1) и «стоп» (SBT1).

Для ограничения величины пускового тока схемой предусмотрено на время пуска введение одной ступени пускового сопротивления R1.

Электропривод снабжен защитной от перегрузки (тепловой защитой), функции которой выполняет тепловое реле ТРТ, нагревательный элемент которого (КК1) включен в цепь главного тока (в цепь якоря двигателя), а контакты этого реле (КК1-1) включены в цепь катушки контактора КМ1.

Для защиты электродвигателя от короткого замыкания (КЗ) установлен автоматический выключатель QF1, а для защиты от КЗ цепи управления установлены предохранители FU1, FU2.

3. Порядок выполнения экспериментальных исследований

3.1. Ознакомиться с принципиальной схемой пускателя (рисунок 1.1.), электродвигателя (рисунок 1.2.).

3.2. Произвести осмотр элементов системы электропривода в соответствии с правилами подготовки электропривода к пуску.

3.3. Замерить величину сопротивления изоляции обмоток электродвигателя и пускателя.

3.4. Ознакомиться с расположением элементов схемы электропривода на лабораторном стенде (рисунок 1.3.).

3.5. Собрать схему электропривода.

3.6. Произвести пробный пуск электропривода.

3.7. Произвести пробные пуски с различным направлением действия серийной обмотки и при ее отсутствии.

4. Содержание отчета

- 4.1. Принципиальная схема пуска электродвигателя постоянного тока с одной ступенью пускового сопротивления и краткое описание ее работы.
- 4.2. Таблица показаний контрольно-измерительных приборов.
- 4.3. Выводы по работе.

5. Контрольные вопросы

- 5.1. Нормы сопротивления изоляции электрических машин и аппаратуры управления согласно правил Морского Регистра.
- 5.2. Объяснить влияние на работу электродвигателя постоянного тока согласного и встречного включения серийной обмотки.
- 5.3. Функции теплового реле КК в данной схеме.
- 5.4. Какие виды защиты предусмотрены в данном электроприводе.
- 5.5. Устройство и принцип работы дифференциального реле, используемого в схеме данного пускателя.
- 5.6. Какое влияние окажет обрыв в цепи шунтовой обмотки электродвигателя?
- 5.7. Назначение стабилитрона в схеме пускателя.

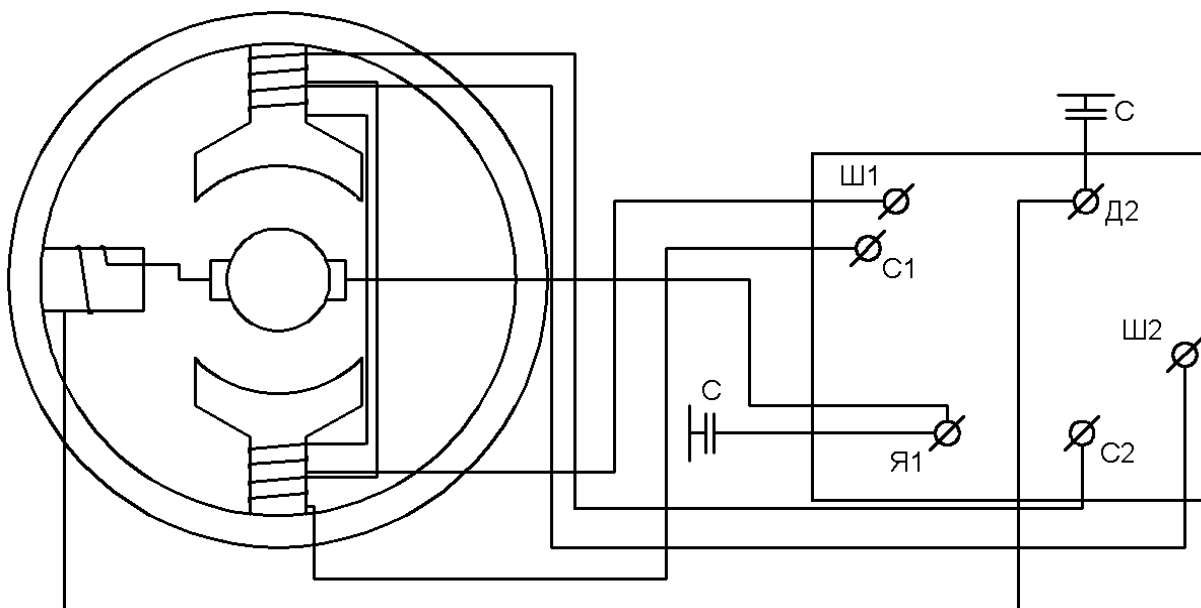


Рисунок 1.1 – Схема соединений электродвигателя постоянного тока

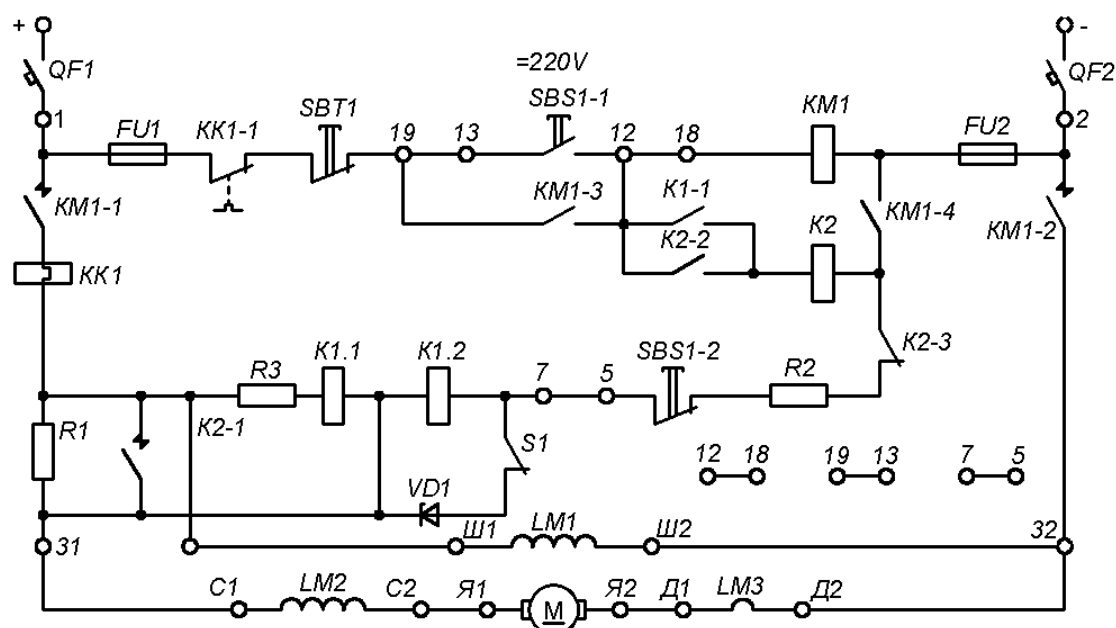


Рисунок 1.2. – Принципиальная схема пускателя ПП - 2100

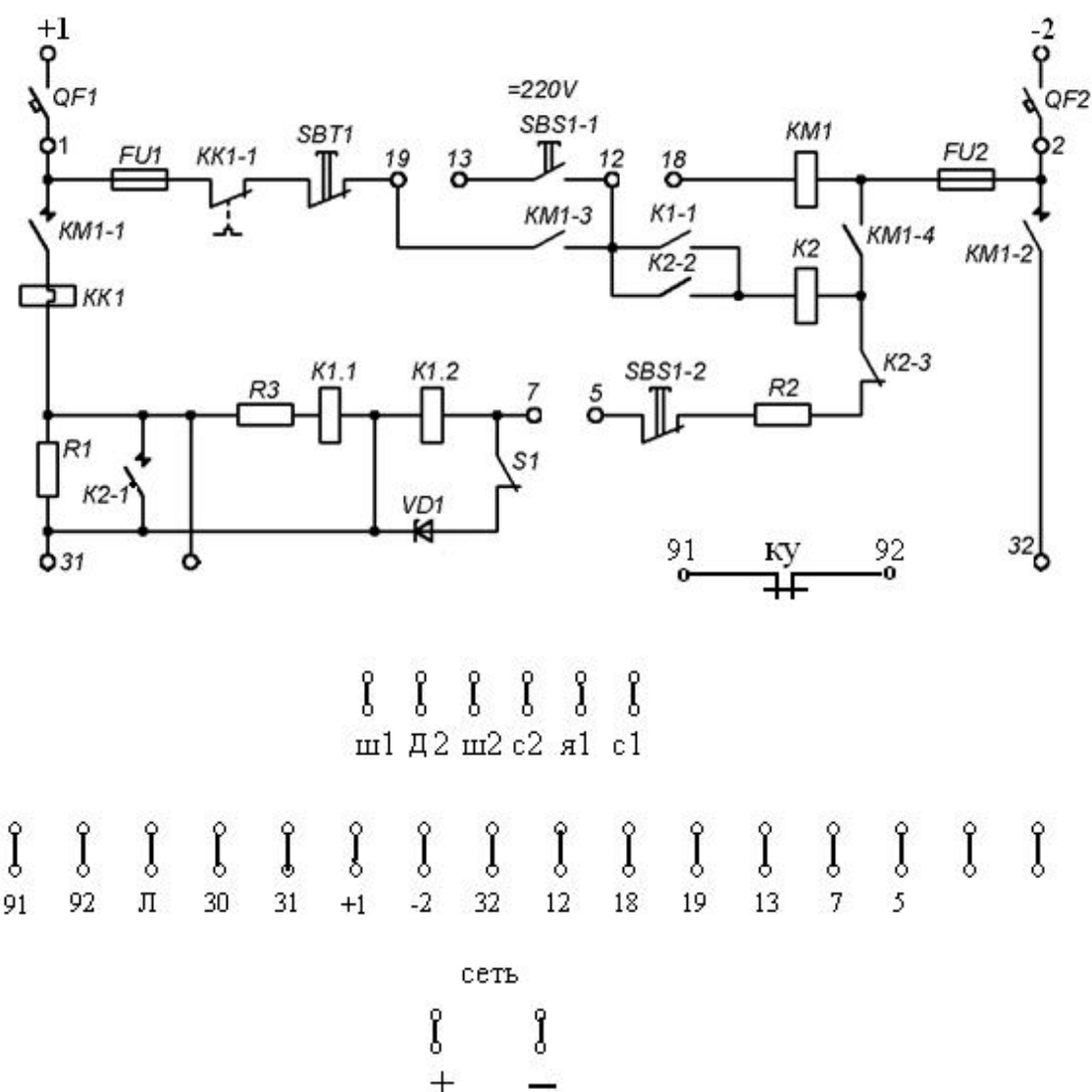


Рисунок 1.3 – Расположение элементов на лабораторном стенде

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

МОНТАЖ СХЕМЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

1. Цель работы

1.1. Ознакомиться с составом и последовательностью работ (операций) при включении судового электропривода переменного тока.

1.2. Получить практические навыки по согласованию обмоток машин переменного тока (рисунок 2.1.).

1.3. Получить практические навыки по сборке схемы электропривода, проверке правильности включения обмоток асинхронного электродвигателя и схемы электропривода.

1.4. Ознакомиться с правилами подготовки к пуску и пуску электропривода.

2. Теоретический раздел

Необходимость согласования трехфазных обмоток, т.е. определения условных начал и концов всех фаз, встречается при перемотке электрических машин, после ремонта и при монтаже.

При неправильном, «вывернутом» включении одной из фаз при работе машины вместо кругового магнитного поля образуется эллиптическое магнитное поле. Такое поле можно представить суммой двух круговых полей – прямого и обратного. Обратное круговое поле создает противодействующий момент в асинхронных двигателях, в результате чего, все характеристики машины значительно ухудшаются, нормальная работа машины становится невозможной.

Совершенно недопустима работа трехфазных машин с «вывернутой» фазой и в генераторном режиме, так как в этом случае нарушается симметрия линейных э.д.с. генератора, что приводит к нарушению нормальной работы потребителей. В самом генераторе обратное магнитное поле, возникающее при неправильном включении обмотки статора, приводит к значительному увеличению потерь и является причиной опасных напряжений, индуцируемых в обмотке возбуждения.

Трехфазная обмотка выполняется симметричной. Это значит, что если каждую из фаз по отдельности подключить к источнику постоянного тока так, чтобы условные начала H_1 , H_2 , H_3 , сдвинутые в пространстве на 120° эл., имели одинаковые полярности, например (+), то магнитные поля всех трех фаз относительно собственных осей будут иметь также одинаковые направления (рисунок 2.1). Назовем направления этих полей (относительно осей обмотки) положительными. Из рисунка 2.1 видно, что если к источнику тока подключить только одну фазу (1), то ее поле взаимоиндукции относительно положительных направлений полей других фаз будет отрицательным. Например, составляющая поля фазы 1 по оси фазы 3 равна Φ_{13} и направлена против Φ_3 . Также точно Φ_{12} направлена против Φ_2 .

Таким образом, каждая из фаз с двумя другими фазами должна быть включена встречно. Таким образом, одноименные зажимы в обмотках

асинхронных (и синхронных) машин определяются по принципу симметрии, а не суммирования потоков взаимоиндукции.

Обычно трехфазная обмотка асинхронной или синхронной машины имеет шесть выводов, поэтому предварительно необходимо определить при помощи омметра (или другим способом) выводы, принадлежащие одной и той же фазе (рисунок 2.2). Далее, для согласования обмоток применяются методы, изложенные ниже.

1. Метод, основанный на явлении электромагнитной индукции. Назовем один из выводов фазы 1 (рисунок 2.2) условно «началом». Подключим к фазе 1 источник постоянного тока, а к любой другой фазе – гальванометр. При включении рубильника замечаем полярность э.д.с. другой фазы. Вывод со знаком (-) соответствует «началу» фазы (потоки встречно). При отключении фазы 1 «началу» соответствует «плюс». Таким же образом находится «начало» следующей фазы.

2. Метод, основанный на изменении знака сопротивления взаимоиндукции (рисунок 2.3).

Две любые фазы подключаются последовательно к источнику переменного тока. Измеряется полное сопротивление. Затем выводы одной из фаз меняются местами, и вновь изменяется полное сопротивление. Наибольшее сопротивление соответствует случаю, когда к сети подключены «начала» фаз. Затем выводы маркируются, и к одной из маркированных фаз подключается последовательно третья фаза. Таким же образом маркируется и она.

Если к сети подключены «начала», то ток в фазах проходит в противоположных относительно «начал» направлениях. Из предыдущего ясно, что именно в этом случае потоки взаимоиндукции фаз суммируются и сопротивление взаимоиндукции максимально.

3. Третий метод основан на измерении э.д.с. взаимоиндукции одной из фаз потока двух других, соединенных последовательно.

Из рисунка 2.4 видно, что если к сети переменного тока подключены «начала» фаз (2,3), то результирующий магнитный поток взаимоиндукции с первой фазой станет равным нулю. Таким образом, индуктируемая в первой фазе э.д.с. также будет равна нулю. Если же к сети подключить «начало» и «конец» фаз, то на зажимах фазы (1) возникнет э.д.с. После маркировки двух фаз к одной из них последовательно подключается третья и затем маркируется аналогичным образом. Вольтметр в этом случае подключается на свободную фазу.

Примечание: во всех случаях подводимое к обмотке напряжение должно быть низким, чтобы ток не превышал номинального значения для данной обмотки. В двигателях с фазным ротором цепь ротора необходимо разомкнуть.

3. Порядок выполнения экспериментальных исследований

3.1. Ознакомиться с принципиальной схемой прямого пуска асинхронного электродвигателя (рисунок 2.5).

3.2. Ознакомиться с расположением элементов схемы электропривода на лабораторном стенде (рисунок 2.6).

3.3. Определить «начала» и «концы» обмоток асинхронного двигателя.

3.4. Собрать схему электропривода.

- 3.5. Произвести пробный пуск электропривода.
- 3.6. Произвести пробные пуски с правильным и неправильным (ошибочным) соединением обмоток АД.

4. Содержание отчета

- 4.1. Принципиальная схема прямого пуска АД и краткое описание ее работы.
- 4.2. Таблица показаний контрольно-измерительных приборов при согласовании обмоток АД.
- 4.3. Таблица показаний контрольно-измерительных приборов при правильном и ошибочном включении обмоток АД.

5. Контрольные вопросы

- 5.1. Почему в пускателе переменного тока тепловые реле установлены в 2-х фазах (а не в одной, или трех фазах)?
- 5.2. С какой целью кнопка «пуск» блокируется контактом КМ1-4?
- 5.3. Каким образом изменяется направление вращения АД?
- 5.4. Поясните, почему при последовательном соединении 2-х фаз изменяется их полное сопротивление, когда к сети подключены одноименные или разноименные выводы?
- 5.5. Поясните, почему при последовательном соединении 2-х фаз изменяется ЭДС, индуцируемая в 3-ей фазе, когда к сети подключены одноименные или разноименные выводы?
- 5.6. Почему токи в фазах двигателя разные при неправильном (ошибочном) включении обмоток статора двигателя?
- 5.7. Каким образом обозначается наличие дугогасящих устройств контактов.
- 5.8. Почему отклонения прибора (рисунок 2.2) наблюдаются только в момент замыкания или размыкания рубильника?
С какой целью включается реостат в цепь двух фаз двигателя?

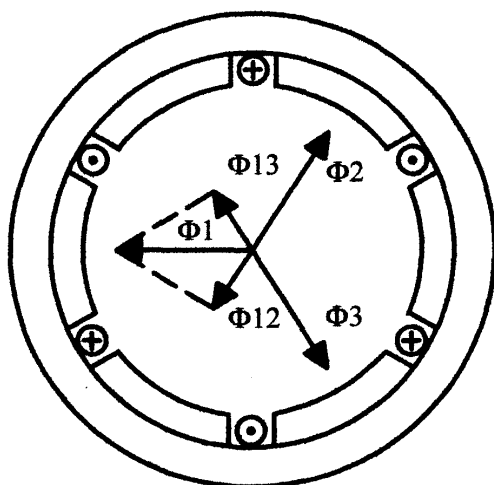


Рисунок 2.1

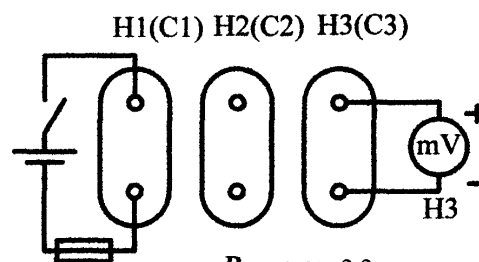


Рисунок 2.2

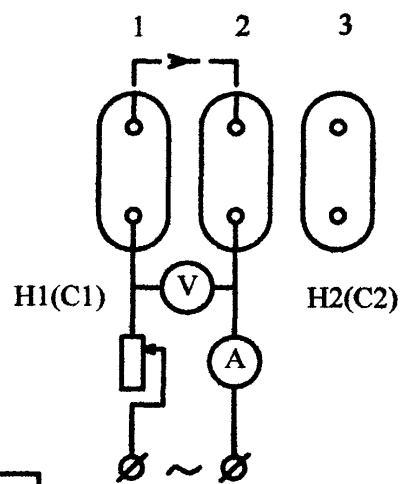


Рисунок 2.3

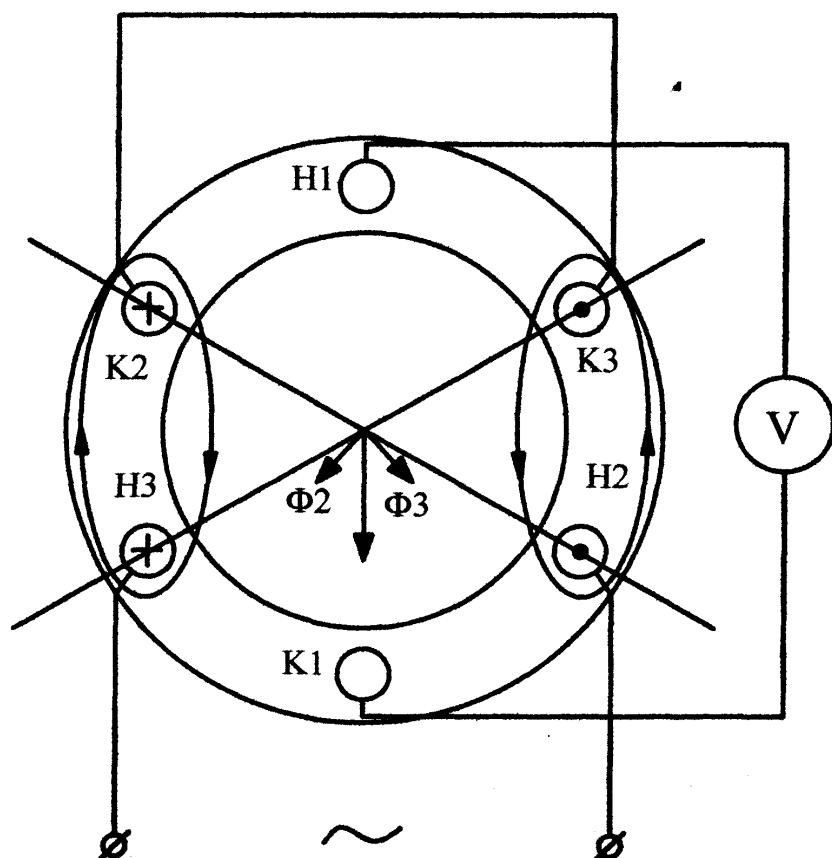


Рисунок 2.4

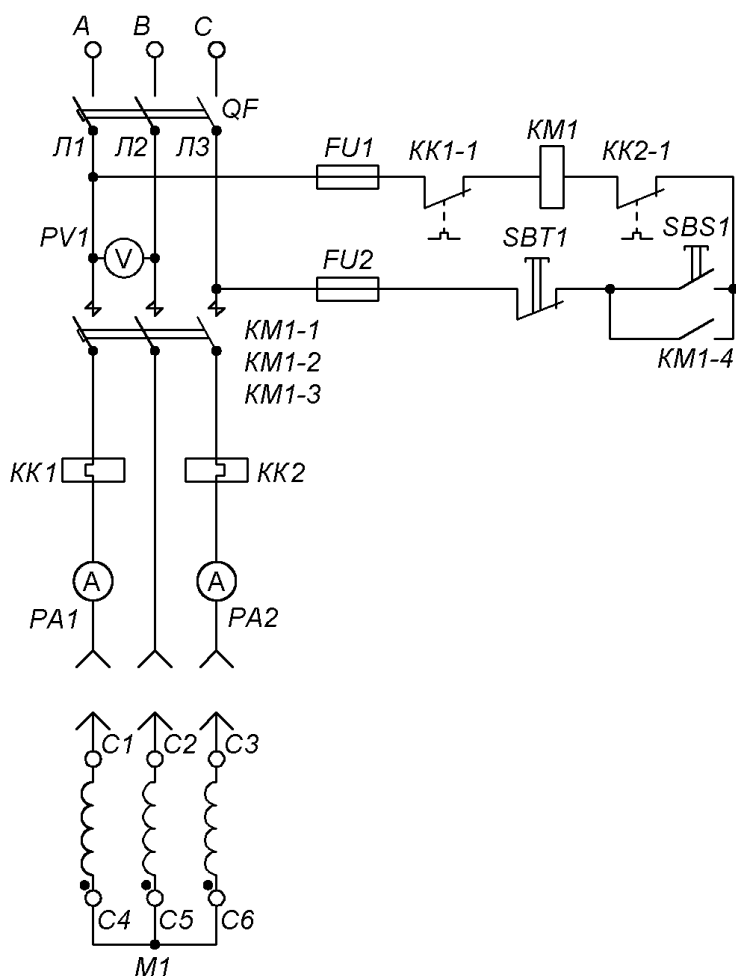


Рисунок 2.5 – Принципиальная схема пускателя

Монтажная схема пускателя
контактор вместе с тепловыми реле

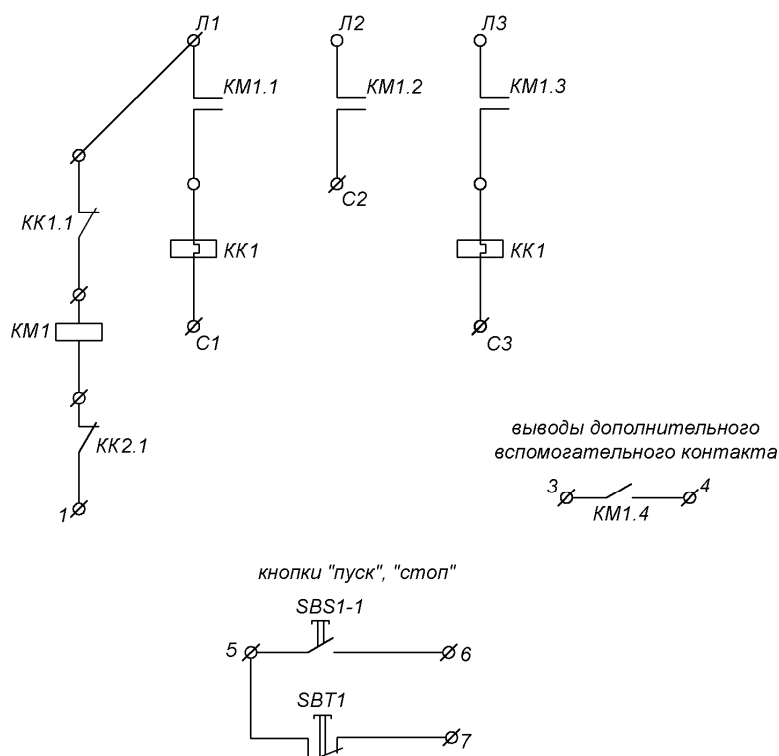


Рисунок 2.6 – Расположение элементов пускателя на лабораторном стенде

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

ИСПЫТАНИЕ УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ «ЭЛЕКТРОН» СУДОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

1. Цель работы

- 1.1. Ознакомиться с принципиальной схемой устройства «Электрон».
- 1.2. Ознакомиться с устройством аппарата, назначением кнопок, переключателей, сигнальных устройств.
- 1.3. Приобрести навыки с правилами включения прибора и приведения его в рабочее состояние.
- 1.4. Приобрести навыки по использованию прибора для контроля сопротивления изоляции судовых электрических сетей.

2. Теоретический раздел

Надёжность работы электрических машин, аппаратов и других элементов электроэнергетической системы в значительной степени зависит от состояния изоляции между различными фазами и между фазами корпусом судна. Устройство автоматического контроля изоляции должно реагировать на понижение изоляции каждой фазы ниже заданной величины, подавая звуковой или световой сигнал. Оно должно допускать изменения уставки срабатывания в широком диапазоне.

Устройство контроля сопротивления изоляции «Электрон 1» предназначено для автоматического контроля сопротивления изоляции сетей переменного тока до 400 В с изолированной нулевой точкой. Встроенный прибор (мегомметр) обеспечивает измерение сопротивления изоляции в пределах 0 – 1 Мом. Устройство работает как при наличии напряжения в системе, так и при его отсутствии. Оно выполнено на бесконтактных элементах. Схема устройства состоит из двух частей: измерительной и сигнализирующей. Измерительная часть питается выпрямленным напряжением обмотки трансформатора. Нажатием кнопки включения прибора указанное напряжение через внутреннее сопротивление измерительного прибора, подключаемого в момент измерения, подаётся с контролируемой сети. Ток утечки в измерительной цепи обратно пропорционален сопротивлению изоляции контролируемой сети. По показаниям мегомметра определяется величина сопротивления изоляции.

При снижении сопротивления изоляции изменяется падение напряжение на сопротивлениях установок, которое является входным сигналом триггеров. Поступающий сигнал через стабилитроны вызывает опрокидывание первого триггера. После этого разряжается конденсатор C_6 , что ведет к опрокидыванию второго триггера и подаче сигнала на лампу и звонок. Схема приведена на рисунке 3.1.

Т – четырехобмоточный трансформатор;

К – реле;

S1 – кнопка включения прибора;



S2 – кнопка контроля изоляции;
 S3 – переключатель;
 VT1–VT4 – транзисторы;
 C1-C7 – конденсаторы;
 R1-R34 – резисторы;
 V3,V4,V10-V13 – стабилитроны;
 Н – сигнальная лампа.

3. Порядок выполнения работы

- 3.1. Ознакомиться с принципиальной схемой устройства «Электрон».
- 3.2. Подать питание на устройство.
- 3.3. Проверить величину уставки на снижение сопротивления изоляции с выходом на звуковую и световую сигнализацию.
- 3.4. Произвести замер сопротивления изоляции нескольких вариантов электрических сетей.
- 3.5. Проверить исправность устройства нажатием кнопки.
- 3.6.

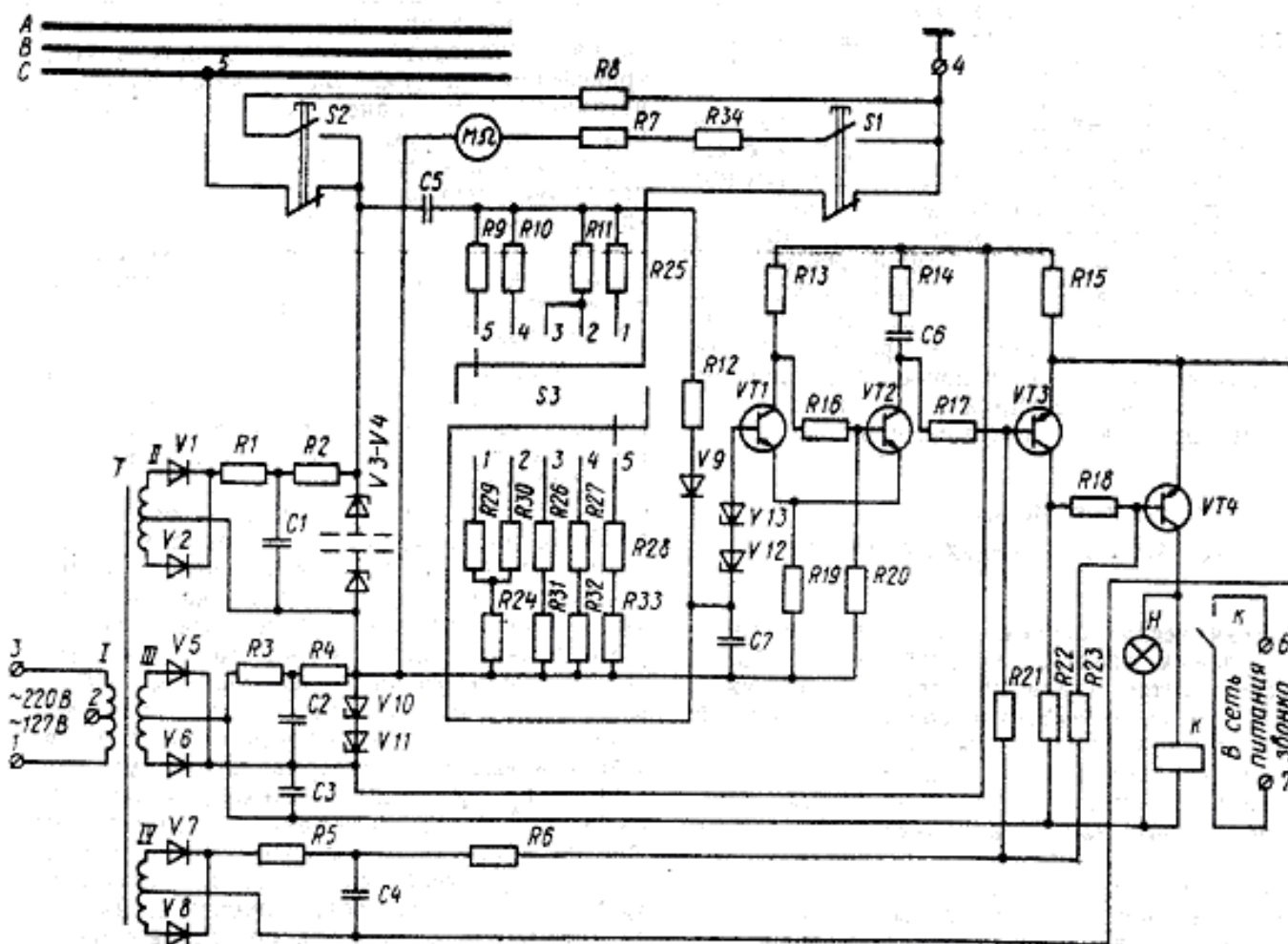


Рисунок 3.1 – Принципиальная схема устройства «ЭЛЕКТРОН»

4. Содержание отчета

- 4.1. Краткое описание принципиальной схемы устройства
- 4.2. Составить таблицу контрольных измерений сопротивления изоляции
- 4.3. Выводы по работе

5. Контрольные вопросы

- 5.1. Нормы сопротивления изоляции судовых электрических сетей согласно Правил Регистра.
- 5.2. Как изменить уставку звуковой и световой сигнализации при снижении величины сопротивления изоляции?
- 5.3. Почему показания прибора не зависят от того, находится ли контролируемая сеть под напряжением или обесточена?
- 5.4. Основные режимы работы устройства «Электрон».

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРУПП СОЕДИНЕНИЯ ОБМОТОК ТРАНСФОРМАТОРА

1. Цель работы

1.1. Ознакомиться с возможными группами соединения обмоток трансформаторов.

1.2. Приобретение практических навыков по определению группы соединения обмоток трансформаторов.

2. Теоретический раздел

Определение групп соединения трансформаторов необходимо при включении их на параллельную работу или в схему, где фаза вторичной э.д.с. существенное значение. Обычно группа соединения указывается на щитке трансформатора. Однако в условиях эксплуатации она может быть изменена. Определение группы соединения требуется после намотки трансформаторов, особенно малой мощности, в которых направление намотки изолированных катушек проследить затруднительно.

Выводы обмотки высшего напряжения обозначаются буквами А – х, В – у, С – z, а низшего соответственно а – х, b – у, с – z. Нулевая точка обозначается буквой О.

Под группой соединения понимается сдвиг векторов э.д.с. между выводами (обозначенными одинаковыми буквами) обмоток высшего и низшего напряжений, выраженный в делениях циферблата часов. При этом вектор э.д.с. обмотки высшего напряжения должен быть направлен на цифру 12. Рисунок 4.1. соответствует пятой группе соединения.

Однофазные трансформаторы могут иметь две группы соединения – двенадцатую, когда э.д.с. обмоток относительно соответствующих зажимов совпадает по фазе; и шестую, когда э.д.с. находится в противофазе. Трехфазные трансформаторы могут иметь двенадцать групп. В стране стандартизированы (ГОСТ 11677-85) группы

$$\frac{Y}{Y} - 0; \quad \frac{Y}{\Delta} - 11; \quad \frac{Y}{\Delta} - 11$$

Метод

определения

групп соединения однофазных трансформаторов основан на общих положениях, изложенных в [1]. Например, в схеме рисунка 4.2. совпадение полярностей э.д.с. на зажимах (А – х) и (а – х) при включении источника постоянной э.д.с. укажет на то, что трансформатор имеет двенадцатую группу соединения. В противном случае трансформатор будет иметь группу соединения шесть.

Определение группы соединения по величине полного индуктивного сопротивления индуктивно связанных контуров показано на рисунке 4.3.

Группа «двенадцать» при соединении, указанном на рисунке 4.3., соответствует наибольшему сопротивлению. В этом случае магнитные потоки

взаимоиндукции при протекании тока в одинаковых направлениях (относительно зажимов А – а) совпадает. Если направление тока в одной из обмоток поменять, то при группе 12 общее сопротивление окажется меньше.

Из сравнения полных сопротивлений при различных соединениях обмоток делается вывод о группе соединения однофазного трансформатора.

Группу соединения однофазного трансформатора можно определить также по измерению суммарной э.д.с. обмоток (рисунок 4.4.). Действительно, как видно из рисунка 4.4., при группе соединения 4.4. (направления э.д.с. E_1 и E_2 относительно зажимов (А – х) и (а – х) совпадают), вольтметр покажет разность э.д.с., при группе 6 – сумму.

$$U = E_1 - E_2 = E_2(K-1) = U_2(K-1).$$

При применении последнего метода необходимо:

- а) произвести соединение, указанное на рисунке 12;
- б) подвести к обмотке высшего напряжения напряжение, не превышающее номинального;
- в) измерить напряжение на обеих обмотках, определив коэффициент трансформации К;
- г) измерить суммарное напряжение и сделать заключение о номере группы соединения однофазного трансформатора.

Метод определения группы соединения трехфазных трансформаторов основан на измерении суммарной э.д.с. обмоток высшего и низшего напряжения.

При этом:

- а) производятся соединения по рисунку 4.5.;
- б) к обмотке высшего напряжения подводится симметричное трехфазное напряжение, не превышающее номинального значения;
- в) производится измерение линейных напряжений обмоток ОВН и ОНН и определяется коэффициент трансформации;
- г) производится измерение суммарных напряжений между зажимами Вв, Сс и сВ.

Далее на основании таблицы, приведенной в [1, с.126-127] делается заключение о группе соединения трехфазных трансформаторов. При группе соединения 11 и 5 необходимо ещё выполнение добавочного условия:

$$U_{св} = U_{сс}.$$

Предварительно при помощи фазоуказателя необходимо убедиться в том, что обмотки ОВН и ОНН имеют одинаковую последовательность чередования фаз.

3. Порядок выполнения экспериментальных исследований

- 1 Определить группу соединения однофазного трансформатора:
 - а) по отклонению гальванометра;
 - б) по величине индуктивного сопротивления;
 - в) по измерению суммарной э.д.с. обмоток.
- 2 Определить группу соединения трехфазного трансформатора по измерению суммарной э.д.с. обмоток.
- 3 Предложить собственный метод определения группы соединения с использованием фазометра или ваттметра.

4. Содержание отчета

По каждому из пунктов 1 – 2 вычертить схему включения, описать кратко последовательность действий и сопутствующие им физические процессы, записать измеряемые величины и сделать выводы о группе соединения трансформатора.

5. Контрольные вопросы

1. Почему для параллельного включения трансформаторов необходима тождественность групп соединения обмоток?

2. Нарисовать векторную диаграмму пятой группы соединения обмоток трехфазного трансформатора?

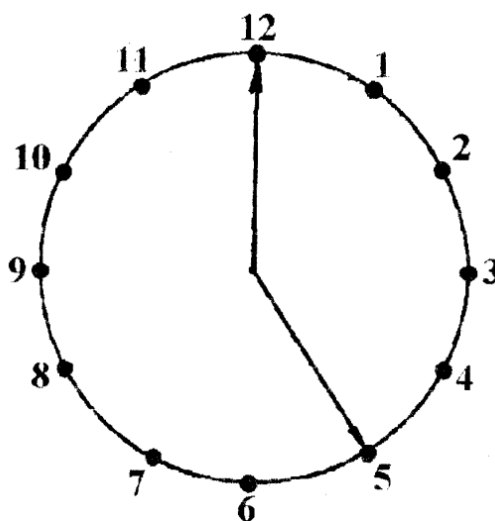


Рисунок 4.1

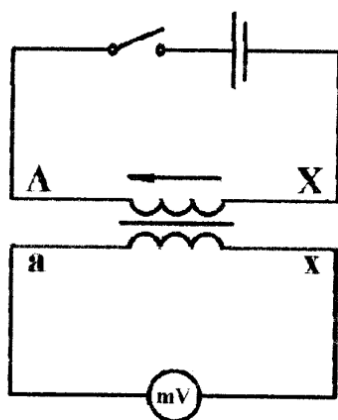


Рисунок 4.2

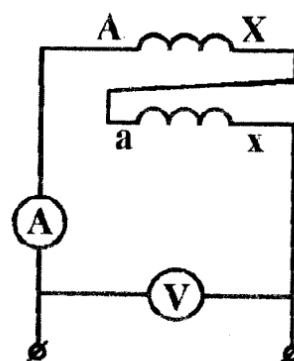


Рисунок 4.3

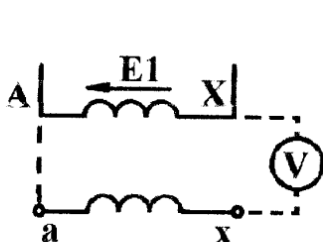


Рисунок 4.4

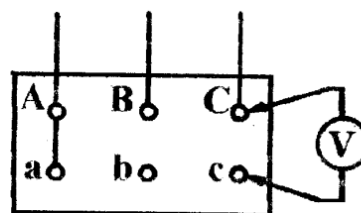


Рисунок 4.5

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ТРАНСФОРМАТОРОВ ПРИ НЕНОМИНАЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЯХ И ЧАСТОТЕ

1. Цель работы

1.1. Определить последствия в работе трансформатора, к которым приводят отклонения напряжения и частоты.

1.2. Приобретение практических навыков по определению допустимых значений отклонения напряжения и частоты.

2. Теоретический раздел

Напряжение или частота для какого-либо трансформатора (или другого прибора, аппарата переменного тока с ферромагнитным сердечником) могут отличаться от номинальных, например, в следующих случаях:

- 1 При ошибочном включении в сеть с другими значениями U, f .
- 2 При вынужденном (аварийном) изменении напряжения или частоты генератора.
- 3 При замене вышедшего из строя оборудования нештатным.

Опасность отклонения параметров сети от номинальных состоит в возможном нарушении изоляции трансформаторов (пробой при чрезмерном увеличении напряжения) или в возможном ее перегреве, что может быть связано с увеличением тока сверх номинального.

Значительное изменение тока цепей со сталью связано с их нелинейностью. Действительно, напряжение и частота связаны с магнитной индукцией сердечника известной зависимостью:

$$B = \frac{1}{4,44W} \cdot \frac{U}{f},$$

а зависимость магнитной индукции, в свою очередь, связана с намагничивающей силой ($I \cdot W$) кривой намагничивания (рисунок 5.1.). Из рисунка 5.1. видно, что незначительное увеличение напряжения, то есть незначительное увеличение магнитной индукции может привести к аварийному увеличению намагничивающего тока, что может быть причиной выхода из строя трансформатора даже без нагрузки.

По схеме рисунка 5.2. можно наглядно продемонстрировать изменение тока холостого хода при ошибочном включении трансформатора в сеть с напряжением 220 В вместо 127 В (380В вместо 220В).

В обмотку трансформатора включаются два амперметра последовательно. Пределы изменения одного из них (A) должны быть такими, чтобы можно было измерить ток холостого хода при номинальном напряжении. Пределы измерения другого должны быть примерно 50-100 раз больше. При включении трансформатора на повышенное (кратковременно!) напряжение амперметр A_1 шунтируется, по амперметру A_2 находится новое значение тока холостого хода.

Представляет практический интерес определить пределы отклонения напряжения ΔU и частоты Δf , при которых ток холостого хода достигает



номинального значения, так что нагрузка трансформатора становится невозможной. Схема такого опыта дана на рисунке 5.9. В одном из опытов изменяется напряжение трансформатора при неизменной номинальной частоте и снимается зависимость: $I_0 = f(U)$.

В другом опыте изменяется частота при неизменном номинальном напряжении и снимается зависимость: $I_0 = f(f)$.

Если на осях ординат рисунков 5.4., 5.5. отложить номинальный ток, то найдем предельные отклонения напряжения и частоты ΔU , Δf . Эти значения необходимо выразить в относительных единицах $\frac{\Delta U}{U_n}$, $\frac{\Delta f}{f_n}$ и запомнить, так как для всех трансформаторов данной серии они приблизительно одинаковы.

Наконец, полезно также убедиться в том, что при пропорциональном изменении напряжения и частоты

$$\frac{U}{f} = \frac{U_n}{f_n} = \text{const}$$

ток холостого хода остается приблизительно постоянным.

3. Порядок выполнения экспериментальных исследований

1 Определить изменение тока холостого хода трансформатора при увеличении напряжения с $U_n = 127\text{В}$ до $U = 220\text{В}$ (ошибочное включение) опыт приводится в соответствии с рисунком 201 Сравнить ток холостого хода при повышенном напряжении с номинальным током.

2 Определить предельное повышение напряжения трансформатора при котором ток холостого хода достигает номинального значения $I = I_n$ (рисунок 21,22).

3 Определить предельное понижение частоты трансформатор, при котором ток холостого хода достигает номинального значения (рисунок 21,23).

4 Определить ток холостого хода трансформатора **при** отклонении напряжения вниз и вверх от номинального при

$$\frac{U}{f} = \frac{U_n}{f_n} = \text{const}$$

4. Содержание отчёта

По каждому из пунктов 1-4 вычертить схему включения, описать кратко последовательность опытов и объяснить полученные результаты.

5. Контрольные вопросы

1 Какое влияние на работу трансформатора оказывает изменение тока холостого хода?

2 Приборы какой системы и с какими пределами нужно применять при проведении данной работы?

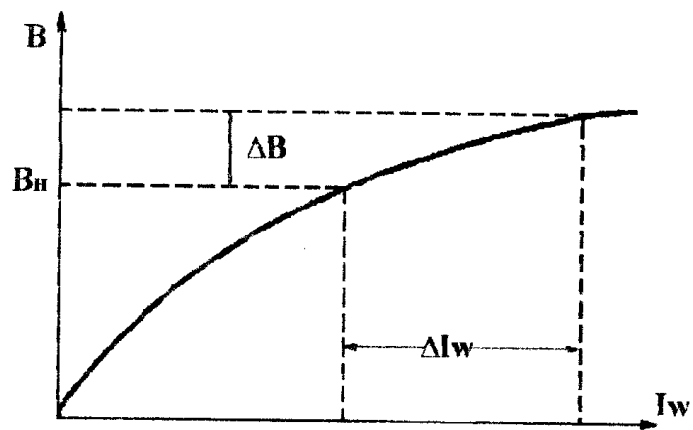


Рисунок 5.1

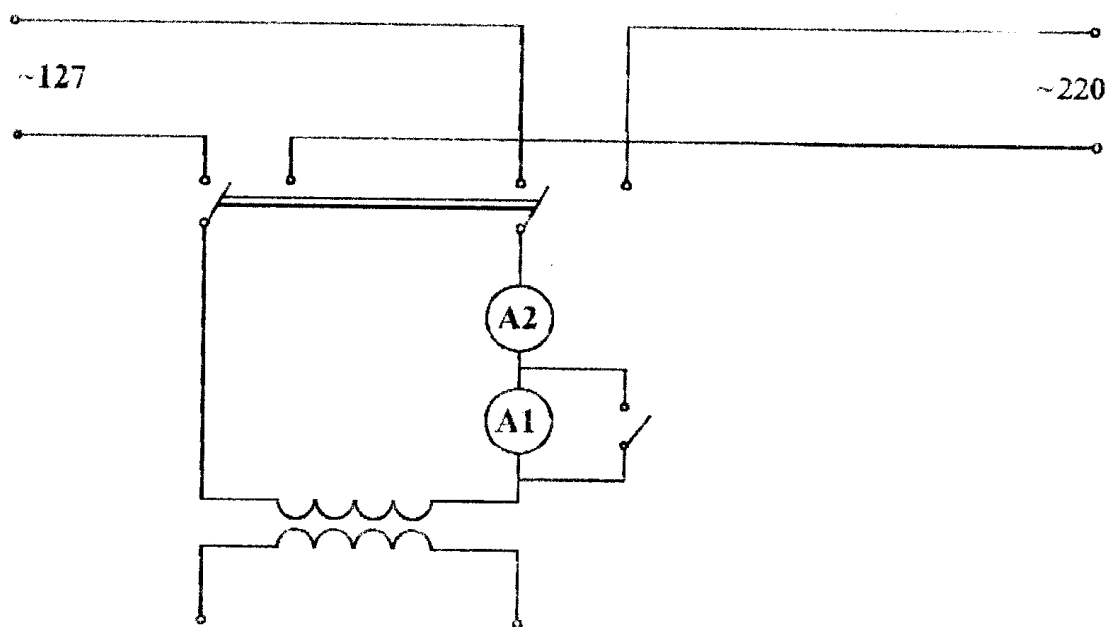


Рисунок 5.2

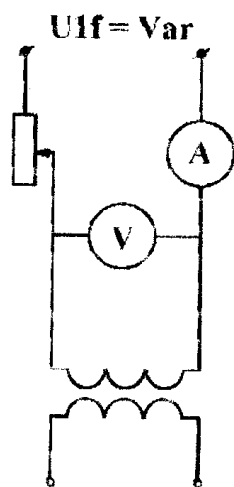


Рисунок 5.3

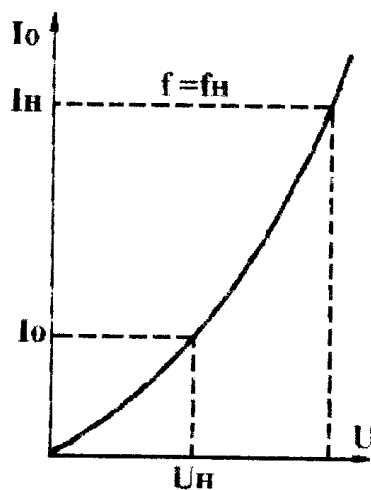


Рисунок 5.4

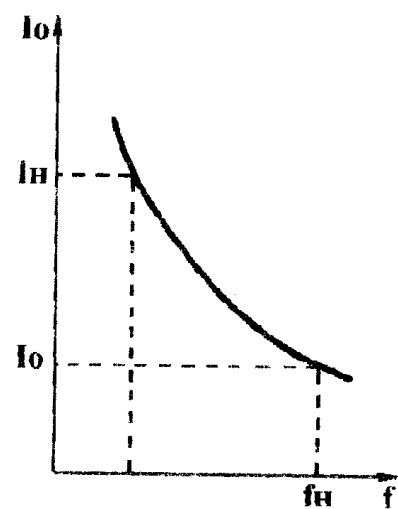


Рисунок 5.5

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

СОГЛАСОВАНИЕ ОБМОТОК МАШИН ПОСТОЯННОГО ТОКА

1. Цель работы

- 1.1. Ознакомиться с назначением и расположением обмоток возбуждения на статоре машины постоянного тока (МПТ).
- 1.2. Приобретение практических навыков по согласованию обмоток МПТ.

2. Теоретический раздел

Согласование обмоток машин постоянного тока требуется производить при монтаже, после ремонта или разборки схемы, если маркировка зажимов нарушена. Ошибочное включение какой-либо из обмоток приводит к нарушению нормальной работы машины, а иногда и к аварии.

Согласование обмоток независимо от их назначения и конструктивного выполнения основано на известных законах электротехники.

На рисунке 5 изображены две индуктивно связанные катушки. Магнитные поля взаимоиндукции катушек при включении их в сеть могут или суммироваться или вычитаться. Если магнитные поля взаимоиндукции катушек суммируются, то их зажимы, имеющие одинаковое направление тока (внутрь катушки или из катушки) называются одноименными, условно началами или концами. Это определение не общепринято. Иногда одноименные зажимы определяются не по принципу совпадения магнитных потоков, а по другим принципам, например, в обмотках статоров синхронных и асинхронных машин одноименные зажимы определяются по принципу симметрии. Определив одноименные зажимы, можно подключать катушки с наперед заданной взаимной ориентацией магнитных потоков. Практически методы определения одноименных зажимов основаны на законе электромагнитной индукции.

$$e = -W \frac{d}{dt} \Phi, \quad (1)$$

а также на втором законе Кирхгофа для индуктивно связанных цепей, из которого следует, что общее индуктивное сопротивление двух последовательно соединенных катушек равно

$$X = X_1 + X_2 \pm 2 \cdot X_m, \quad (2)$$

где X_1 ; X_2 - индуктивное сопротивление катушек;

X_m – сопротивление взаимоиндукций;

Если потоки суммируются, то последний член правой части входит со знаком плюс.

Одноименные зажимы можно определять также по взаимодействию магнитного поля катушек с полем постоянного магнита известной полярности и, наконец, по направлению намотки.

Метод определения одноименных зажимов, основанный на законе электромагнитной индукции, состоит в следующем.



Собирается схема, согласно рисунку б, в момент включения катушки на источник постоянной э.д.с. ток возрастает, вместе с током возрастает и магнитный поток. В соответствии с (1) в катушке индуктируется э.д.с., направление которой (минус) противоположно направлению тока (рисунок б). Магнитный поток взаимной индукции индуктирует э.д.с. и во второй катушке, направление которой определяется по вольтметру магнитоэлектрической системы. Одноименными зажимами будут зажимы, имеющие одинаковую полярность индуктируемой э.д.с. Зажимы полярности «плюс» можно условно назвать «началами» катушек. На рисунке б они обозначены точками.

В момент включения «плюсовой» зажим первой катушки совпадает с «плюсом» источника, а плюсовой зажим второй катушки определяется по отклонению вольтметра. Если наблюдение производить в момент отключения, то индуктируемая э.д.с. изменит направление на противоположное. При этом вольтметр на рисунке 5 при прежней разметке одноименных зажимов отклонится в противоположную сторону.

Э.д.с. источника постоянного тока необходимо выбирать такой, чтобы ток в катушке не превышал его номинального значения.

Метод определения одноименных зажимов, основанный на формуле (2) состоит в следующем.

Собирается схема в соответствии с рисунком 7. К последовательно соединенным катушкам подводится через вольтопонижающее устройство переменный ток. По току и напряжению находится полное сопротивление катушек. Затем зажимы одной из катушек меняются местами, и вновь определяется сопротивление цепи. Наибольшее сопротивление соответствует случаю, когда магнитные потоки взаимной индукции суммируются. В этом состоянии зажимы катушек с одинаковыми направлениями токов (в катушку или из катушки) являются одноименными.

В определенных случаях разметку зажимов производить не требуется, а необходимо только определить взаимную ориентацию потоков взаимной индукции, проверить согласование катушек.

Определение одноименных зажимов по взаимодействию магнитного поля катушки с полем постоянного магнита или по направлению намотки, если это удастся проследить, особых пояснений не требует.

Определение одноименных зажимов обмоток позволяет правильно собрать схему машины (аппарата) до ее включения в работу. Однако в некоторых случаях удобно производить согласование обмоток при работающей машине, о чем сказано ниже.

Магнитные потоки обмотки якоря и дополнительных полюсов должны быть направлены встречно. На неработающей машине необходимо пользоваться методами, основанными на уравнениях (1) и (2). При работающей машине шунтирование правильно включенной обмотки дополнительных полюсов приводит к увеличению (возникновению) искрения под щетками нагруженной машины.

При нейтральном положении щёток обмотка якоря не должна иметь индуктивной связи с обмоткой возбуждения. При изменении потока возбуждения

неработающей машины (включение и отключение) вольтметр (милливольтметр), подключенный к якору, не должен давать показания.

При работающей машине проверку согласования обмоток возбуждения возможно произвести путем шунтирования последовательной обмотки возбуждения. При этом, если обмотки были включены согласно, то в генераторе уменьшится напряжение на зажимах якоря, в двигателе возрастёт скорость вращения.

3. Порядок выполнения экспериментальных исследований

1 Произвести определение одноименных зажимов и правильность включения последовательной (СО) и параллельной (ШО) обмоток возбуждения (рисунок 8). В зависимости от назначения машины «правильным» может быть включение как с суммированием, так и вычитанием потоков.

2 Произвести определение одноименных зажимов и правильность включения обмотки якоря и обмотки дополнительных полюсов. При правильном включении магнитные потоки якоря и дополнительных полюсов должны быть направлены встречно.

3 Произвести определение одноименных зажимов и правильность включения компенсационной обмотки и обмотки дополнительных полюсов. Потоки этих обмоток при правильном включении направлены согласно.

4 Произвести установку щеток на нейтраль. При нейтральном положении щеток обмотка якоря не должна иметь индуктивной связи с обмоткой возбуждения. При изменении потока возбуждения (включение и отключение) вольтметр (милливольтметр) подключенный к якору, не должен давать показания.

Примечание. При выполнении пунктов 1-4 на неработающей машине пользоваться методами, основанными на уравнениях (1) и (2).

При работающей машине согласование обмоток по П1 возможно произвести путем шунтирования последовательной обмотки возбуждения. При этом, если обмотки были включены согласно, то в генераторе уменьшится напряжение на зажимах якоря, в двигателе – возрастет скорость вращения.

По п.2. При шунтировании правильно включенной обмотки дополнительных полюсов увеличится (возникает) искрение под щётками нагруженной машины.

По п.4. Нейтральное положение щёток соответствует максимальной э.д.с. холостого хода генератора.

4. Содержание отчета

По каждому из пунктов 1-4 вычертить схему включения обмоток и приборов. Описать кратко производимые действия и сопровождающие их физические процессы, проанализировать показания приборов и сделать заключение: «обмотки включены согласно» при «встречно», «правильно» или «неправильно».

5. Контрольные вопросы

- 1 Как включена последовательная обмотка генератора, если при ее шунтировании напряжение генератора уменьшается?

- 2 Как отразится на работающем двигателе сдвиг щеток с нейтральной в ту и другую сторону?

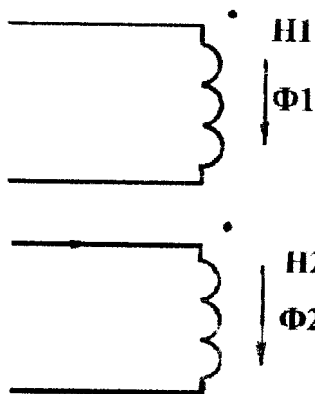


Рисунок 6.1

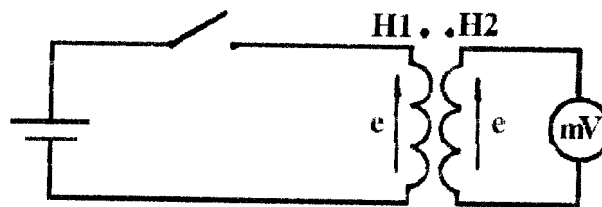


Рисунок 6.2

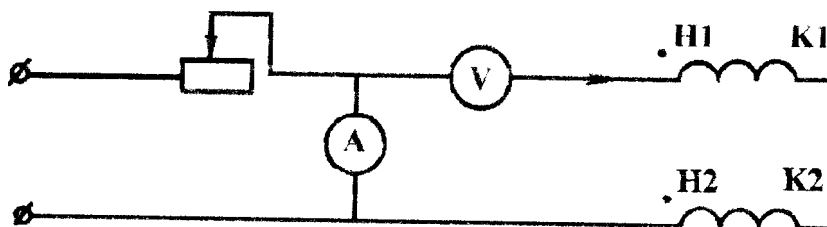


Рисунок 6.3

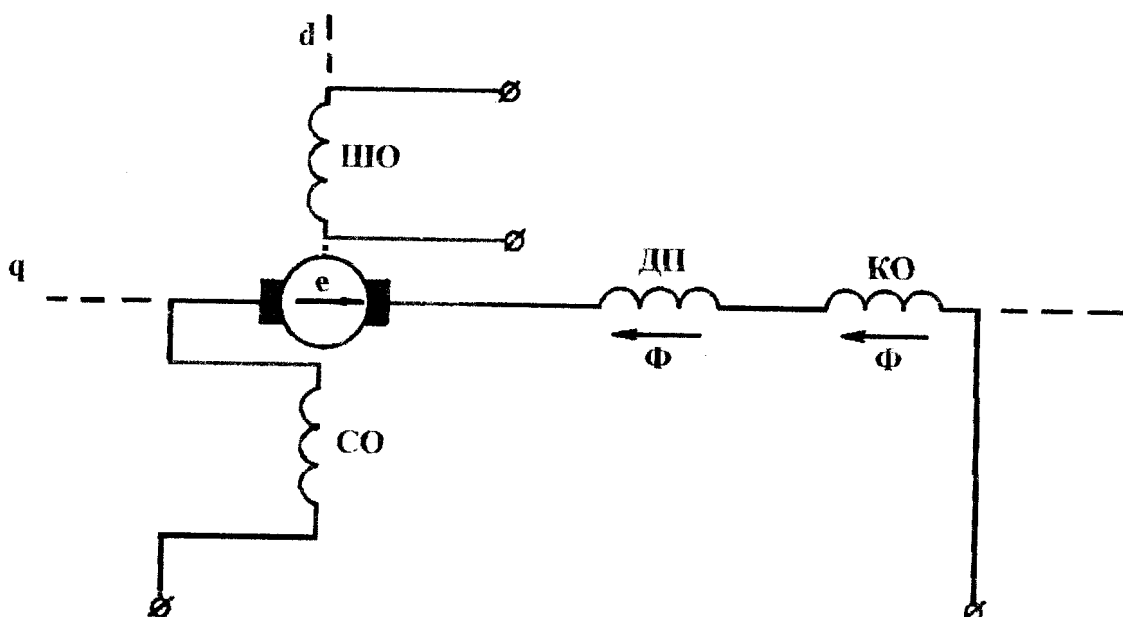


Рисунок 6.4

Библиографический список

1. Правила технической эксплуатации морских и речных судов. Электрооборудование. ЮжНИИМФ. – Киев: КНДЗ 31.2.002.07-96. – 112 с.
2. Справочник судового электромеханика и электрика/ Н.И. Роджеро. 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1986. – 448 с.
3. Гандин Б.Д. Технология электромонтажных работ на судах/Б.Д. Гандин и др. – Л.: Судостроение, 1983. – 240с.
4. Гемке Р.Г. Неисправности электрических машин /Под. ред. Р.Б. Румянцева. 9 – изд., перераб. и доп. – Энергоатомиздат, - Л. 1989. – 336с.

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа № 1.....	3
Лабораторная работа № 2.....	6
Лабораторная работа №3.....	11
Лабораторная работа №4.....	14
Лабораторная работа №5.....	17
Лабораторная работа №6.....	20
Библиографический список.....	24