

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)**

**Типажи и эксплуатация технологического
оборудования**
Лабораторные работы

Составитель:
к.т.н., доцент кафедры АТ
Смирнов Д. Н.

Владимир 2021

Лабораторная работа № 1

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ФРИКЦИОННОЙ МУФТЫ СЦЕПЛЕНИЯ

Цель работы: Изучение принципов работы электромагнитных фрикционных муфт. Исследование работы многодисковой электромагнитной фрикционной муфты управления.

Общие указания

Электромагнитные муфты управления используются для соединения и разъединения ведущего и ведомого валов, регулирования частоты вращения и момента, а также для защиты приводов от перегрузок в случае поломки оборудования.

На предприятиях автомобильного транспорта электромагнитные муфты управления находят широкое применение в технологическом оборудовании. В диагностических стендах с беговыми барабанами электромагнитные муфты используются для подключения инерционных масс, в электрических гайковертах для регулирования момента затяжки резьбовых соединений, в электрических подъемниках, тельферах, кранах и конвейерах - для уменьшения времени выбега, в обкаточных стендах - для подключения ДВС к нагрузке и т.д.

На автомобилях электромагнитные муфты используют в качестве механизма сцепления, а также для подключения вспомогательного оборудования к силовой установке.

Простейшая конструкция электромагнитной фрикционной муфты представлена на рис. 1. Постоянное напряжение U подводится к щеткам, скользящим по контактным кольцам 1, соединенным с выводами обмотки 2. Обмотка имеет цилиндрическую форму и окружена магнитопроводом 3 ведущей части муфты. Направляющая втулка 7 имеет выступ 6, который входит в лаз 8 ведомой полумуфты 5, которая может перемещаться вдоль оси, оставаясь соединенной с валом 10.

В обесточенном состоянии пружина 9 упирается в направляющую втулку 7, жестко закрепленную на валу 10, и отодвигает подвижную часть полумуфты 5 вправо. При этом поверхности трения (диски 4) не соприкасаются, и ведомый вал 10 разобщен с ведущим валом 11.

При подаче на обмотку управляющего напряжения возникает магнитный поток Φ . На полумуфты 3 и 5 выполненные из магнитомягкого материала, начинает действовать электромагнитная сила, притягивающая их друг к другу. Таким образом, полумуфты и обмотка представляют собой электромагнит. Между дисками 4, жестко соединенными с полумуфтами 3 и 5, возникает сила нажатия, обеспечивающая необходимую силу трения и их надежное сцепление.

Элементарный момент трения $dM_{TP} = K_{TP} P_{y0} \pi R_{BT} dR$,
где $R_{уд}$ - давление на поверхности трения, Па; $K_{тр}$ - коэффициент трения; R - текущий радиус поверхности трения, м. Результирующий момент, развиваемый муфтой,

$$M_{TP} = \int_{R_{BT}}^{R_{ви}} dM_{TP} = 2\pi K_{TP} P_{y0} \frac{R_{ви}^3 - R_{BT}^3}{3} = \frac{2}{3} \pi K_{TP} P_{y0} R_{BT} (1 - \beta)^3,$$

где $\beta = \frac{R_{BT}}{R_{ви}}$,

$R_{ви}$, R_{BT} внешний и внутренний радиусы трущихся поверхностей дисков 4, обычно $\beta = 0,3 - 0,8$.

В процессе пуска момент, который должен быть передан муфтой, возрастает, так как кроме статического, момента нагрузки M_n необходимо передать динамический момент $M_{дин}$. При этом проскальзывание поверхностей трения должно быть небольшим, иначе они могут выйти из строя из-за нагрева до высокой температуры. В режиме пуска

$$M_{TP} = M_H + M_{дин} = M_H + I \frac{d\omega}{dt} = M_H K_3$$

где I - момент инерции подвижных частей, $\text{кг}\cdot\text{м}^2$; ω - угловая частота вращения, $1/\text{с}$; K_3 - коэффициент запаса, учитывающий возрастание момента муфты при пуске. Значение K_3 для различных видов нагрузок приведено ниже:

Вид нагрузки K_3

Металлорежущие станки.....1,25 - 2,5

Краны, подъемники.....3-5

Центробежные насосы.....2-3

Воздуходувки.....1,25-2

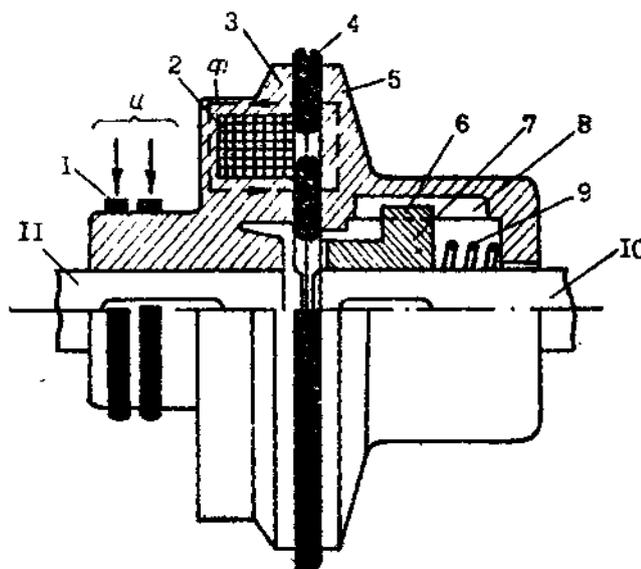


Рис.1. Электромагнитная фрикционная муфта:

I- контактные кольца; 2 - обмотка; 3 - магнитопровод ведущей части муфты; 4 - диски сцепления; 5 - подвижный магнитопровод ведомой части муфты; 6 - выступ направляющей части втулки; 7 - направляющая втулка; 8 - паз ведомой полумуфты; 9 - пружина; 10 - ведомый вал; II- ведущий вал

При большом передаваемом моменте для уменьшения габаритных размеров муфты применяется многодисковая система (рис. 2). Диски 4 связаны с ведущей частью полумуфты 3 и могут свободно перемещаться вдоль направляющих 5. Диски 6, связанные с электромагнитом ведомой части, также могут перемещаться по направляющим 2. В данной конструкции магнитный поток, создаваемый обмоткой 7 не проходит через диски, в замыкается через ведомую полумуфту-магнитопровод 8 и якорь 1, что позволяет уменьшить зазор электромагнита.

Момент, развиваемый такой муфтой

$$M_{TP} = M_d(n-1),$$

где M_d - момент трения одной пары дисков; n - общее число дисков.

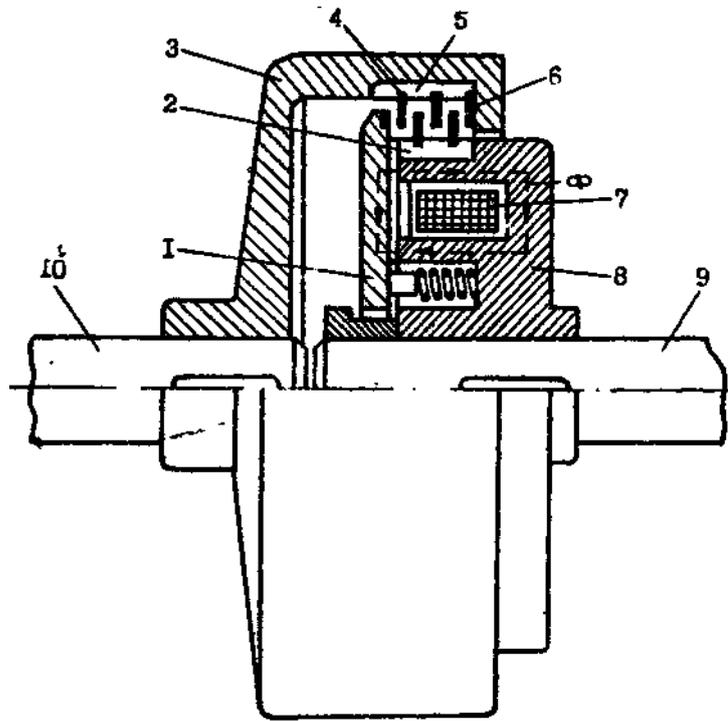


Рис.2. Многодисковая электромагнитная фрикционная муфта; 1 - якорь; 2 - направляющие ведомой муфты; 3 - ведущая полумуфта; 4 - ведущие диски; 5 - направляющие ведущей полумуфты; 6 - ведомые диски; 7 - обмотка; 8 - ведомая полумуфта-магнитопровод; 9 - ведомый вал; 10 - ведущий вал

Видоизменением электромагнитной муфты является электромагнитный тормоз. В обесточенном состоянии пружина создает необходимое давление на диски трения, и вал надежно заторможен. Для освобождения вала необходимо подать напряжение на электромагнит, преодолевающий силу пружины. При остановке вращающегося вала вся кинетическая энергия превращается в тепло.

$$I \frac{\omega_0^2}{2} = M_{TP} \alpha_{TP} = C m n (\theta_{доп} - \theta_0),$$

где I – момент инерции подвижных частей; ω_0 – начальная угловая скорость; M_{TP} – момент трения; α_{TP} – угол поворота вала, при котором происходит торможение; C – удельная теплоемкость материала дисков; m – масса диска; n – число дисков; $\theta_{доп}$ – допустимая температура материала диска; θ_0 – температура окружающей среды. Таким образом, можно рассчитать параметры электромагнитного тормоза с точки зрения нагрева.

При включении фрикционной электромагнитной муфты различают три этапа. Первый этап - с момента подачи напряжения до момента соприкосновения дисков. Длительность этого этапа определяется только параметрами самой муфты.

Второй этап – с момента соприкосновения дисков до окончания их проскальзывания относительно друг друга. Для определения длительности второго этапа рассмотрим уравнения движения ведущих и ведомых частей

$$I_1 \frac{d\omega_1}{dt} = M_d - M_{TP}; I_2 \frac{d\omega_2}{dt} = M_{TP} - M_H,$$

где I_1 и I_2 - моменты инерции ведущей и ведомой частей; ω - угловая скорость ведущей части передачи; ω_2 - угловая скорость ведомой части передачи; M_d - момент, развиваемый электродвигателем; M_{TP} - момент трения в муфте; M_H - момент нагрузки на ведомой части муфты.

Введем скорость скольжения ω_c ведущей части относительно ведомой $\omega_c = \omega_1 - \omega_2$. Тогда уравнение движения системы примет вид

$$\frac{d\omega_c}{dt} = \frac{1}{I_1} M_\partial - \left(\frac{1}{I_1} - \frac{1}{I_2} \right) M_{TP} + \frac{1}{I_2} M_H,$$

где I – момент инерции всех движущихся частей; m_2 - момент двигателя; M_H - момент сопротивления.

На третьем этапе (разгон) ведущая и ведомая части муфты жестко связаны. Время разгона определяется уравнением

$$I \frac{d\omega}{dt} = M_\partial - M_{TP}$$

Временем включения муфты называется промежуток времени от момента подачи напряжения на электромагнит до достижения вращающим моментом 0,9 установившегося значения.

Время включения возрастает с увеличением габаритов муфты, постоянной времени электромагнита хода якоря, числа дисков и обычно находится в пределах от 0,07 до 0,3 с. Время отключения представляет собой промежуток времени от обесточивания электромагнита до спада вращающего момента до 0,05 номинального значения. Это время увеличивается с ростом габаритных размеров муфты, магнитного потока и колеблется от 0,1 до 0,4 с.

При отключении муфты на контактах коммутирующего аппарата возникает дуга, которая замедляет процесс отключения и вызывает сильную эрозию контактов. При быстром обрыве дуги возможно возникновение перенапряжения и пробой обмотки. Для облегчения процесса отключения обмотка имитируется разрядным резистором.

Описание лабораторной установки

Общий вид лабораторной установки представлен на рис. 3. Установка состоит из легкого основания 1, на котором укреплен асинхронный электродвигатель 2. Крутящий момент от электродвигателя на электрический генератор 7 передается через упругую муфту 3, электромагнитную фрикционную муфту 4 и электромагнитный фрикционный тормоз 6. Генератор 7 укреплен на опорах 5 балансирно. Реактивный момент генератора уравнивается с помощью цилиндрических пружин 8.

Принципиальная электрическая схема лабораторной установки показана на рис. 4. Генератор переменного тока G через диодный выпрямительный мост $VD1$ - $VD6$ отдает мощность в нагрузку, состоящую из ламп накаливания $EL1$ - $EL20$, которые поочередно подключаются выключателями $SA1$ - $SA10$. Мощность в нагрузке $P=IU$ определяется с помощью амперметра PA и вольтметра PV . Возбуждение генератора осуществляется кнопкой SB через резистор R от внешнего источника питания. Стабилизация напряжения генератора в цепи нагрузки выполняется полупроводниковым регулятором напряжения.

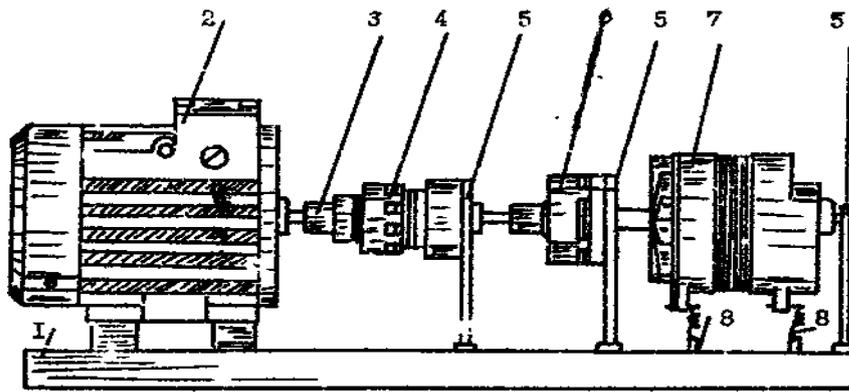


Рис.3. Общий вид лабораторной установки: 1 - основание; 2- асинхронный электродвигатель; 3 - упругая муфта; 4 - электромагнитная муфта; 5 - опора, 6 - электромагнитный тормоз; 7 - генератор переменного тока; 8 - цилиндрическая пружина

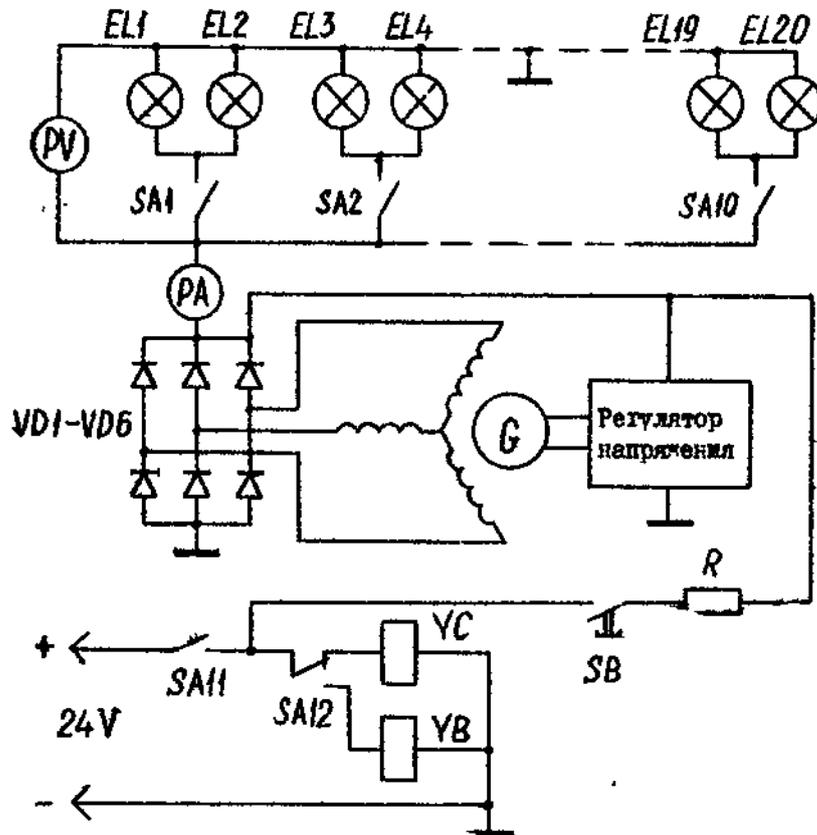


Рис.4. Принципиальная электрическая схема лабораторной установки

Генератор G к приводному электродвигателю подключается фрикционной электромагнитной муфтой YC, а тормозится фрикционным электромагнитным тормозом YB с помощью переключателя SA12. Питание к фрикционной электромагнитной муфте YC и фрикционному электромагнитному тормозу YB подается от внешнего источника тока напряжением 24 В выключателем SA11 .

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучить правила техники безопасности при выполнении лабораторной работы.
2. Внимательно ознакомиться с описанием лабораторной работы.
3. Включить электромагнитный фрикционный тормоз YB, для чего необходимо

- установить выключатель SA11 в положение "Сеть", а переключатель SA12 в положение "Тормоз", (см. рис. 4).
4. Включить в сеть приводной электродвигатель.
 5. Перевести переключатель SA12 из положения "Тормоз" в положение "Муфта".
 6. Возбудить генератор G, для чего нажать и отпустить кнопку SB.
 7. Поочередно подключая нагрузку EL (лампочки накаливания), выключателями SA1-SA10 снять показания амперметра PA, вольтметра PU, измерителя крутящего момента в тахометра
 8. Данные замеров занести в таблицу.
 9. Вычислить мощность, отдаваемую генератором в нагрузку, Вт: $P=IU$, где I - ток в нагрузке, А; U - напряжение на нагрузке, В.
 10. Вычислить мощность, потребляемую генератором от электродвигателя, Вт:

$$N = \frac{M_{кр}n}{0.974}$$

где $M_{кр}$ - крутящий момент на корпусе генератора, кг*м; n - частота вращения вала генератора, мин-1.

11. Вычислить КПД генератора для различных нагрузок;

$$\eta = P / N$$

12. Построить графики зависимостей:

$$M_{кр} = f(P); \eta = f(P).$$

Форма отчёта

Цель работы.

Краткие теоретические сведения.

Схема электромагнитной фрикционной муфты (см. рис. 2).

Электрическая схема лабораторной установки (см. рис. 4).

Таблица экспериментальных данных.

Графики зависимостей:

$$M_{кр} = f(P); \eta = f(P).$$

7. Выводы.

Вопросы для самопроверки

1. Для каких целей используются электромагнитные муфты сцепления?
2. Объясните принцип действия электромагнитной фрикционной муфты сцепления.
3. Как работает электромагнитный фрикционный тормоз?
4. Как определить вращающий момент, который может передать фрикционная электромагнитная муфта сцепления?
5. Какие этапы работы электромагнитной фрикционной муфты сцепления Вам известны?
6. Для каких целей используется электромагнитный фрикционный тормоз?
7. Как защитить обмотку электромагнита муфты от электрического пробоя?

Библиографический список

1. Чунихин А.А. Электрические аппараты. М.: Энергоатомиздат, 1988. 719 с.
2. Поляков В.С., Барабин И.Д. Муфты. Л.: Машиностроение, 1973. 336 с.

Лабораторная работа №2

ИССЛЕДОВАНИЕ СХЕМ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ ДЛЯ ЗАРЯДКИ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

Цель работы: Изучение схем выпрямителей, используемых для заряда аккумуляторных батарей. Исследование внешних характеристик выпрямителей.

Общие указания

Различные типы выпрямителей в условиях автотранспортных предприятий используются в качестве зарядных устройств аккумуляторов, источников питания технологического оборудования, электронных блоков диагностической аппаратуры, гайковёртов с регулируемым моментом затяжки резьбовых соединений, сварочных аппаратов и т.д.

По числу фаз первичной обмотки трансформатора различают выпрямители однофазного и трехфазного тока.

Основные схемы выпрямителей однофазного тока: однополупериодная, двухполупериодная с нулевым выводом; мостовая.

Схемы выпрямителей трехфазного тока: с нулевым выводом форматора; трехфазная мостовая схеме (Ларионова) и др.

1. Однополупериодная схема

Простейшей выпрямительной схемой является однополупериодная схема, которая изображена на рис. 1, а. Она содержит трансформатор Т, в цепь вторичной обмотки которого включены последовательно диод VD и сопротивление нагрузки R_d . Рассмотрим работу схемы.

Рассмотрим работу схемы.

При идеальном трансформаторе и синусоидальном напряжении U_1 питающей сети напряжение на концах вторичной обмотки U_2 также синусоидальное. Кривые напряжения U_1 и U_2 изображены на рис. 1, б. Если диод обладает нулевым сопротивлением в проводящем направлении, то при положительной полуволне напряжения в нагрузке будет протекать ток, мгновенное значение которого определяется формулой

$$i_d = u_2 / R_d.$$

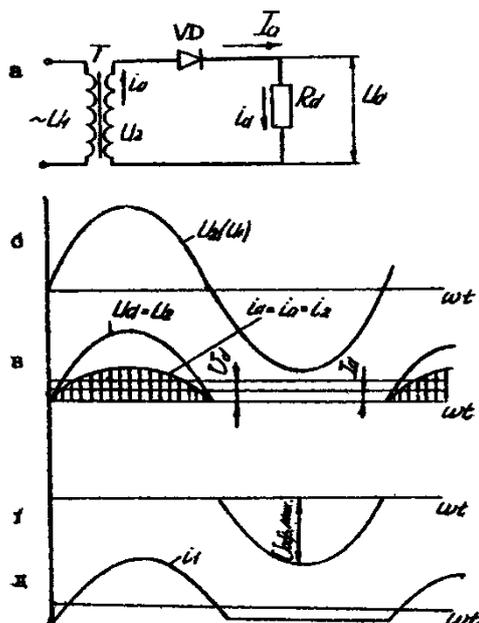


Рис.1. Однополупериодное выпрямление:
а – электрическая схема; б, в, г, д –
диаграммы токов напряжений.

При обратной полярности напряжения вторичной обмотки трансформатора диод будет обладать бесконечно большим сопротивлением и ток в нагрузке будет равен нулю. Ток в нагрузке протекает только в одном направлении. Форма кривой тока i_d и напряжения U_d на нагрузке показана на рис. 1, в.

Когда диод проводит ток, к нагрузке прикладывается напряжение, представляющее собой положительные полуволны синусоиды вторичной обмотки трансформатора, значение которого определяется выражением

$$u_d = i_d R_d = u_2.$$

Среднее значение выпрямленного напряжения на нагрузке определяется из выражения

$$U_d = \sqrt{2} U_2 / \pi = 0.45 U_2,$$

где U_2 - эффективное напряжение вторичной обмотки трансформатора.

Отсюда

$$U_2 = \pi U_d / \sqrt{2} = 2.22 U_d,$$

т.е. эффективное напряжение вторичной обмотки трансформатора в 2,22 раза превышает выпрямительное напряжение на нагрузке.

Когда диод VD не проводит тока, напряжение на нагрузке равно нулю и все напряжение вторичной обмотки трансформатора приложено к диоду (рис. I, г). Максимальное значение обратного напряжения на диоде равно максимальному значению напряжения вторичной обмотки трансформатора:

$$U_{обр.мах} = \sqrt{2} U_2$$

или

$$U_{обр.мах} = \pi U_d.$$

Таким образом, максимальное обратное напряжение на диоде в π раз превышает выпрямленное напряжение на нагрузке.

В однополупериодной схеме трансформатор, нагрузка и диод включены последовательно, в связи с чем мгновенные значения тока в этих элементах совпадают: $i_a = i_2 = i_d = U_2 / R_d$.

Приведенная на рис.1.в форма кривой тока $i_a = i_2 = i_d$ показывает, что ток схемы пульсирует. Среднее значение (постоянная составляющая) этого тока может быть подсчитано по формуле $I_d = U_d / R_d$.

Для расчета трансформатора необходимо знать эффективные токи I_1 и I_2 первичной и вторичной обмоток.

Эффективное значение тока вторичной обмотки трансформатора определяется по формуле

$$I_2 = \pi I_d / 2 = 1.57 I_d,$$

т.е. эффективный ток вторичной обмотки более чем в 1,5 раза превышает выпрямленный ток.

Форма кривой тока первичной обмотки трансформатора показана на рис. I, д. Так как постоянная составляющая тока вторичной обмотки не трансформируется в цепь первичной обмотки, то ток первичной обмотки повторяет по форме переменную составляющую тока вторичной обмотки.

Эффективное значение тока первичной обмотки трансформатора

$$I_1 = \frac{1}{n_{TP}} \sqrt{I_2^2 - I_d^2} = \frac{1.21 I_d}{n_{TP}},$$

где n_{TP} - коэффициент трансформации трансформатора.

После нахождения токов и напряжения трансформатора могут быть определены мощности обмоток трансформатора. Мощность вторичной обмотки

$$P_2 = U_2 I_2 = 2.22 U_d \cdot 1.57 I_d \approx 3.5 P_d,$$

где P_d - мощность нагрузки

$$P_d = I_d U_d.$$

мощность первичной обмотки

$$P_1 = U_1 I_1 = n_{TP} 2.22 U_d \frac{1.27 I_d}{n_{TP}} = 2.7 P_d.$$

Увеличение расчетной мощности вторичной обмотки в 3,5 раза по сравнению с мощностью нагрузки объясняется тем, что до этой обмотки кроме активного тока основной частоты протекает постоянная составляющая тока.

В связи с неравенством мощностей обмоток габаритные размеры трансформатора (сечение сердечника, размеры окна) определяются по так называемой типовой мощности.

Для однополупериодной схемы выпрямления типовая мощность трансформатора $P_T = (3,35-3,5) P_d$, т.е. типовая мощность трансформатора, определяющая его габариты, в 3,35 - 3,5 раза превышает мощность нагрузки, что свидетельствует о плохом использовании трансформатора в схеме.

2. Двухполупериодная схема с нулевым выводом

Двухполупериодная схема (рис. 2, а) содержит трансформатор Т, вторичная обмотка которого имеет дополнительный вывод от средней точки, два диода VD1 и VD2 и нагрузку R_d . Эта схема представляет собой сочетание двух однополупериодных схем, работающих на общую нагрузку.

На рис.2.б показана форма кривых напряжений на верхней и нижней полуобмотках трансформатора, равных по величине и противоположных по фазе.

В первый полупериод синусоидального напряжения, когда полярность напряжения трансформатора совпадает с указанной на рис.2.а, диод VD1 пропускает ток в нагрузку в направлении, указанном сплошными стрелками, к диоду VD2 приложено обратное напряжение, и ток через него не проходит.

Во второй полупериод полярность напряжения на обмотках трансформатора меняется. Поэтому ток будет проходить через диод VD2 и нагрузку. Диод VD1 в это время находится под обратным напряжением и тока не пропускает. Ток в нагрузке протекает в одном и том же направлении в течение обоих полупериодов. Форма кривой тока и напряжения на нагрузке приведены на рис. 2, в.

Среднее значение выпрямленного напряжения на нагрузке определяется из выражения

$$U_d = \frac{2\sqrt{2}U_2}{\pi} = 0.9U_2,$$

где U_2 – эффективное напряжение одной из вторичных обмоток трансформатора.

Отсюда $U_2 = 1.11U_d$, т.е. напряжение вторичной полу-обмотки должно быть в 1,11 раза больше постоянной составляющей выпрямленного напряжения.

Ток в нагрузке (постоянная составляющая) равен сумме средних токов диодов

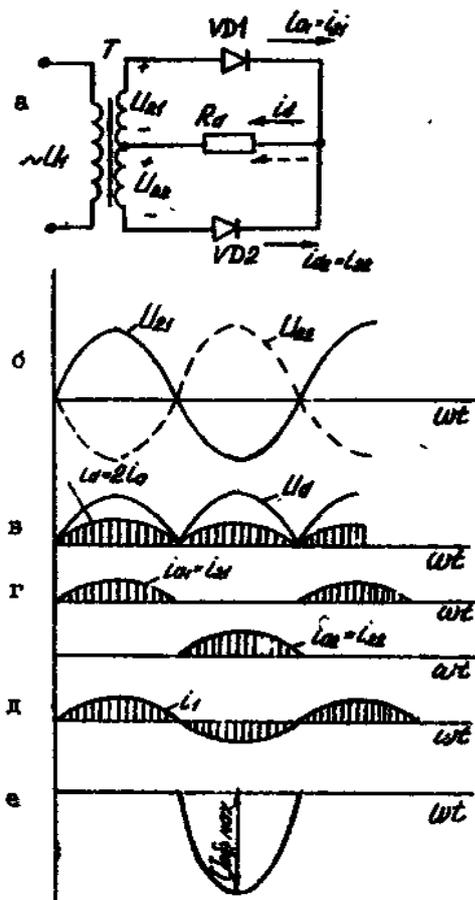


Рис.2. Двухполупериодное выпрямление нулевым выводом: а – электрическая схема; б, в, г, д, в – диаграммы токов и напряжений.

$$I_d = 2I_a = U_d / R_a.$$

Токи во вторичных полуобмотках трансформатора и диодах VD1 и VD2 протекают поочередно (рис. 2, г), вследствие чего использование обмоток трансформатора оказывается неудовлетворительным.

В первичной обмотке трансформатора протекает чисто переменный синусоидальный ток (рис. 2, д).

Кривая напряжения на диоде приведена на рис. 2, е.

Максимальное обратное напряжение, приложенное к каждому из диодов, равно

$$U_{обр.мах} = 2\sqrt{2}U_2 = \pi U_d.$$

Эффективное значение тока во вторичной обмотке трансформатора определяется по формуле $I_2 = \pi I_d / 4$.

Типовая (расчетная) мощность трансформатора $P_{TP} = 1,48P_d$.

Снижение типовой мощности и лучшее использование трансформатора в двухполупериодной схеме объясняется чисто переменным током первичной обмотки и отсутствием намагничивания сердечника трансформатора постоянной составляющей тока вторичных обмоток.

3. Однофазная мостовая схема

Однофазная мостовая схема (рис. 3, а) содержит трансформатор и четыре диода VD1 - VD4, собранные по схеме моста. Питающее напряжение вторичной обмотки трансформатора включено в одну из диагоналей моста. В другую диагональ моста включено сопротивление

Форма кривой напряжений U_2 вторичной обмотки трансформатора изображена на рис. 3, б.

При положительной полуволне синусоиды напряжение U_2 и ток $I_2 = I_d$ протекают через диод VD1, сопротивление нагрузки R_d и диод VD3 в направлении, показанном сплошными стрелками. Диоды VD2, VD4 в этот момент ток не пропускают и находятся под обратным напряжением. Во второй полупериод, когда потенциал верхнего конца обмотки становится отрицательным, а потенциал нижнего конца – положительным, ток протекает через диод

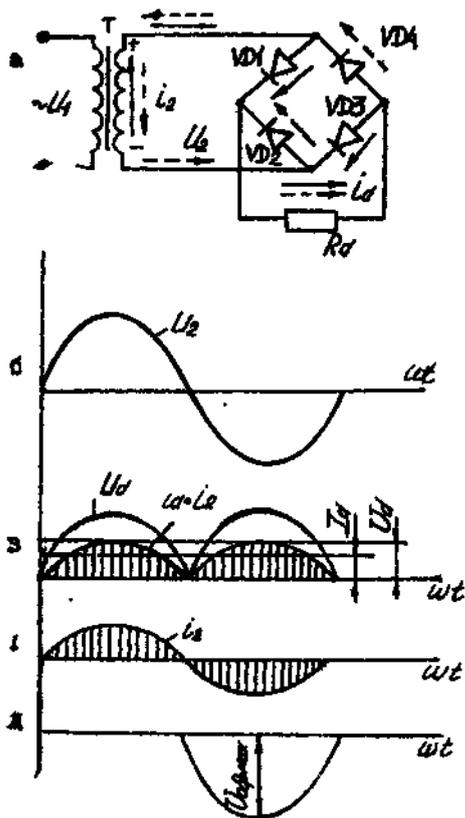


Рис.3. Однофазная мостовая схема выпрямления: а - электрическая схема; б,в,г,д - диаграммы токов и напряжений

VD2, сопротивление нагрузки R_d и диод VD4 в направлении, указанном пунктирными стрелками. Диоды VD1 и VD3 в этот полупериод тока не пропускают. Форма кривых тока и напряжения на нагрузке показана на рис. 3, в.

Ток вторичной обмотки трансформатора I_2 (рис. 3, г) протекает в течение всего периода, что обеспечивает хорошее использование трансформатора в схеме.

Кривая напряжения на диоде приведена на рис. 3, д. Когда диод проводит ток, напряжение на нем равно нулю, а когда не проводит, то к нему приложено напряжение вторичной обмотки трансформатора.

В мостовой схеме выпрямления справедливы для токов и напряжений следующие

$$U_d = 0.9U_2; U_2 = 1.11U_d; I_d = 2I_d = I_2.$$

соотношения:

Обратное напряжение на диоде

$$U_{обр.макс} = \pi U_d / 2,$$

т.е. обратное напряжение в мостовой схеме в два раза меньше, чем в двухполупериодной схеме.

Ток вторичной обмотки трансформатора в мостовой схеме чисто синусоидален, и эффективное значение его по отношению к постоянной составляющей тока нагрузки

$$I_2 = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} I_d = 1.11I_d.$$

определяется выражением

Ток первичной обмотки трансформатора

повторяет по форме ток вторичной обмотки

$$I_1 = I_2 / n_{TP} = 1.11I_d / n_{TP}.$$

Типовая (расчетная) мощность трансформатора в мостовой схеме меньше чем в ранее рассмотренных схемах:

$$P_T = (P_1 + P_2) / 2 = 1.23P_d$$

где

$$P_1 = P_2 = 1.11U_d \cdot 1.11I_d = 1.23P_d.$$

4. Трехфазная схема выпрямления с нулевым выводом

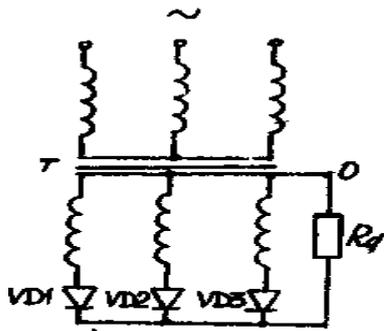


Рис.4. Трехфазная схема выпрямления с нулевым выводом

Первичная и вторичная обмотки трансформатора могут быть соединены либо в звезду, либо в треугольник.

К преимуществам трехфазной мостовой схемы следует отнести меньшую типовую

$$U_{обр. max} = U_{d max} \cdot$$

мощность трансформатора по сравнению с другими выпрямительными схемами и хорошее использование диодов по напряжению

Для сравнения в табл. 1 приведены основные параметры выпрямительных схем при работе на активную нагрузку для идеальных диодов и трансформатора.

Особенности работы выпрямителей с аккумуляторами в качестве нагрузки

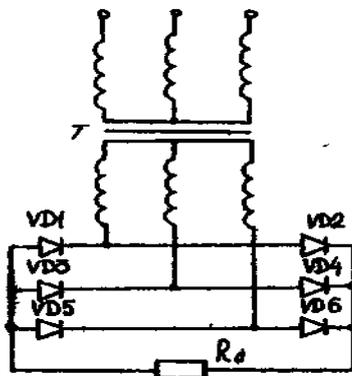


Рис.5. Трехфазная мостовая схема (схема Ларионова)

Трехфазная схема выпрямления с нулевым выводом (рис. 4) содержит трехфазный трансформатор Т, три диода VD1 - VD3 и сопротивление нагрузки R_d. Первичная обмотка трансформатора может быть соединена в звезду или треугольник, а вторичная - только в звезду. Нулевая точка звезды соединяется с одним из зажимов нагрузки. Общая точка катодов - с другим зажимом

5. Трехфазная мостовая схема (схема Ларионова)

Трехфазная мостовая схема (рис. 5) содержит трехфазный трансформатор Т, шесть диодов VD1 - VD6 и нагрузку R_d.

Упрощенно схему замещения аккумулятора можно представить в виде последовательно соединенных ЭДС аккумулятора ϵ_{GB} и его сопротивления R_{GB} (рис. 6, а).

Вследствие наличия ЭДС аккумулятора E_{GB}, являющейся встречной относительно выпрямленного напряжения U_d отдельные интервалы работы выпрямителя мгновенное значение напряжения на аккумуляторе по абсолютному значению выше мгновенного значения напряжения выпрямителя (рис. 6, б).

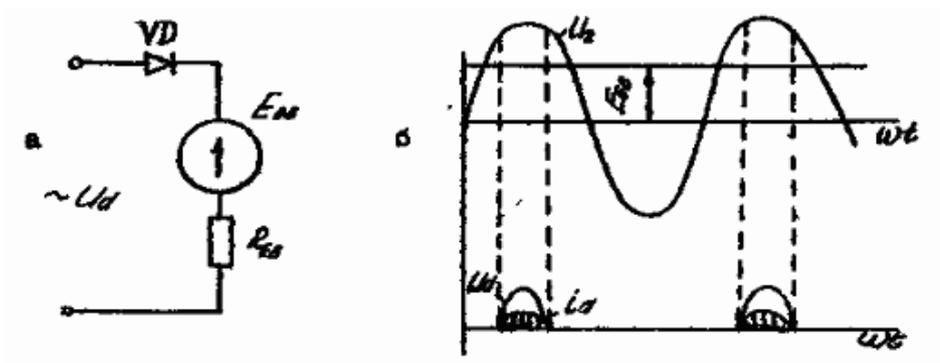


Рис.6. схема замещения аккумулятора: а - при однополупериодном выпрямлении; б - формы токов и напряжений при зарядке аккумуляторов

Описание лабораторной установки

Лабораторная установка состоит из осциллографа и панели, на которой расположены следующие электрические элементы: трансформатор, полупроводниковые диоды, нагрузочный реостат, вольтметр, амперметр, аккумулятор. Выводы электрических элементов выведены на клеммные зажимы.

Схемы выпрямления	Параметры трансформатора				Параметры диодов		
	U_2/U_1	I_2/I_d	I_1/I_d	P_T/P_d	$U_{обр.max}/U_d$	I_a/I_d	I_{amax}/I_d
Однополупериодная	2.22	1.57	$\frac{1.21}{n_{TP}}$	3.5	π	1	π
Двухполупериодная с нулевым выводом трансформатора	1.1	$\frac{\pi}{4}$	$\frac{1.11}{n_{TP}}$	1.48	π	$\frac{1}{2}$	$\frac{\pi}{2}$
Однофазная мостовая	1.1	1.11	$\frac{1.11}{n_{TP}}$	1.23	$\frac{\pi}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{\pi}{2}$
Трехфазная с нулевым выводом трансформатора	0.855	$\sim \frac{1}{\sqrt{3}}$	$\frac{\sqrt{2}}{3n_{TP}}$	1.35	2.09	$\frac{1}{3}$	1,21
Трехфазная мостовая (схема Ларионова)	0.437	~ 0.817	$\frac{0.817}{n_{TP}}$	1,05	1,05	$\frac{1}{3}$	$\frac{\pi}{3}$

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучить правила техники безопасности при выполнении лабораторной работы.
2. Внимательно ознакомиться с описанием лабораторной работы,

3. Собрать однополупериодную, двухполупериодную с нулевым выводом и мостовую схемы выпрямления.
4. Снять и построить внешние характеристики $U_d=f(I_d)$ выпрямителей.
5. Зарисовать для различных схем выпрямителей осциллограммы: тока i_1 и напряжения u_1 в первичной обмотке трансформатора; тока i_2 и напряжения u_2 во вторичной обмотке трансформатора; тока i_d и напряжения u_d на активной нагрузке R_d и на аккумуляторе R_{GB} .
6. торе R_{GB} .

Форма отчета

1. Цель лабораторной работы.
2. Краткие теоретические сведения.
3. Электрические схемы выпрямителей.
4. Таблицы экспериментальных данных.
5. Графики внешних характеристик выпрямителей.
6. Осциллограммы токов и напряжения.
7. Выводы.

Вопросы для самопроверки

1. Какие схемы выпрямителей Вам известны?
2. Каков принцип действия однофазной однополупериодной схемы выпрямления?
3. Каковы особенности работы однофазной двухполупериодной схемы выпрямления?
4. Как работает однофазная мостовая схема выпрямления?
5. Какие схемы используются для выпрямления трехфазного тока?
6. Дайте сравнительную оценку различных схем выпрямления.
7. Каковы особенности работы выпрямителей при зарядке аккумуляторных батарей?
8. Нарисуйте электрическую схему замещения аккумулятора.
9. Какое значение максимального обратного напряжения на диодах для различных схем выпрямления?
10. Каков коэффициент использования мощности трансформатора для различных схем выпрямителей?

Библиографический список

1. Здрон А.Г. Выпрямительные устройства стабилизации и заряда аккумуляторов. М.: Энергоатомиздат, 1988. 142 с.
2. Богословский А.С. Силовые полупроводниковые выпрямители. М.: Военное издательство Министерства обороны СССР. 1965, 208 с.