

Лабораторная работа 4

ИССЛЕДОВАНИЕ ТИРИСТОРНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Цель работы. Изучить регулировочные и стабилизирующие свойства тиристорного электропривода и приобрести практические навыки в сборке схемы и регулировке этого электропривода.

Программа работы. 1. Ознакомиться с элементами электропривода ЭТО1 и записать паспортные данные электропривода и электродвигателя.

2. Собрать схему электропривода по рисунку 2.34 и после проверки ее преподавателем опробовать электропривод в работе.

3. Провести испытания электропривода с целью опытной проверки следующих параметров:

диапазона регулирования частоты вращения;

номинальной мощности электропривода при максимальной частоте вращения;

колебания частоты вращения при изменении тока якоря электродвигателя от 0,1 до 1,0 $I_{я.н}$ при частоте вращения якоря $0,08n_n$ и при частоте вращения n_n .

4. Составить отчет и сделать заключение о проделанной работе.

Подготовка к работе. 1. Повторить теоретический материал: принцип построения замкнутых систем автоматизированного электропривода; особенности применения тиристорных в автоматизированном электроприводе; структурную схему и принцип работы тиристорного электропривода постоянного тока серии ЭТО1; принципиальную схему блока силовых вентилях (БСВ); назначение элементов блока, схему и работу тахометрического моста.

2. Подготовить в рабочей тетради таблицу для занесения результатов опытов.

Указания по выполнению работы. Неревверсивный однофазный тиристорный электропривод постоянного тока ЭТО1 предназначен для приведения в движение рабочих органов механизмов и плавного регулирования их частоты вращения. Электропривод ЭТО1 выполнен по системе управляемый преобразователь — электродвигатель с применением отрицательной обратной связи по частоте вращения якоря электродвигателя.

Электропривод (см. рис. 2.34) состоит из управляемого тиристорного преобразователя УТП, сглаживающего дросселя $L1$, электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения M и датчика скорости ЗС. Кроме того, в схеме (см. рис. 2.34) использованы регулятор напряжения РНО и электромагнитный тормоз ЭМТ. Два последних устройства необходимы для выполнения опытов по исследованию электропривода.

Управляемый тиристорный преобразователь УТП состоит из полупроводникового усилителя УП (рис. 2.35), системы импульсно-фазового управления СИФУ, блока питания БП и блока силовых вентилях БСВ, преобразующего переменное напряжение сети 220 В в регулируемое выпрямленное напряжение. Основные элементы БСВ: однофазный неуправляемый выпрямительный мост $VD1...VD4$, тиристор VS и тахометрический мост (рис. 2.36).

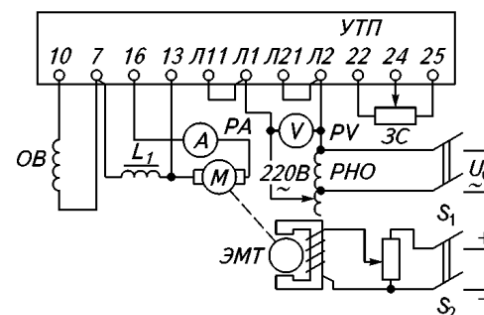


Рис. 2.34. Схема включения электропривода ЭТО1

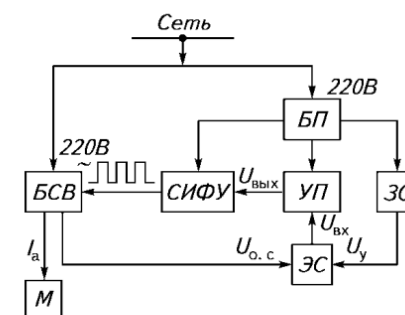


Рис. 2.35. Структурная схема электропривода ЭТО1

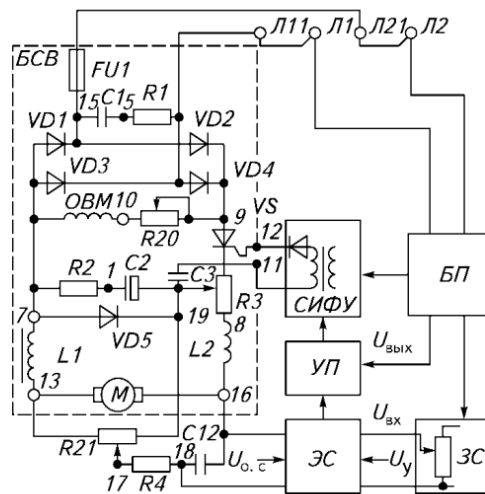


Рис. 2.36. Принципиальная схема блока силовых вентилей электропривода ЭТО1

Полупроводниковый усилитель УП представляет собой однокаскадный усилитель, усиливающий управляющий сигнал. Система импульсно-фазового управления СИФУ состоит из генератора пилообразного напряжения и формирователя импульсов прямоугольной формы, предназначенных для отпириания тиристора VS. Блок питания БП предназначен для создания постоянного напряжения, необходимого для электропитания блоков, осуществляющих управление электроприводом УП, СИФУ и задатчика скорости ЗС. Этот блок состоит из трехобмоточного силового трансформатора (одна первичная обмотка и две вторичные), двух выпрямительных неуправляемых мостов и двух конденсаторных фильтров.

От ЗС на вход элемента сравнения ЭС подается управляющий сигнал U_y , который создает на входе полупроводникового усилителя УП напряжение $U_{вх}$. После усиления этот сигнал преобразуется в напряжение $U_{вых}$, которое воздействует на систему импульсно-фазового управления СИФУ. В результате этого воздействия на выходе СИФУ появляются импульсы прямоугольной формы положительной полярности и определенной фазы α . Эти импульсы поступают на управляющий электрод тиристора VS блока силовых вентилей БСВ. Изменения значения $U_{вх}$ влияют на фазу α прямоугольных импульсов, управляющих тиристором VS, что в конечном итоге ведет к изменению среднего значения выходного напряжения блока БСВ, т. е. к изменению напряжения, подводимого к цепи якоря электродвигателя.

В электроприводе ЭТО1 применена отрицательная обратная связь по частоте вращения. Сигнал обратной связи $U_{o.c.}$, значение которого пропорционально частоте вращения якоря электродвигателя, подается на элемент сравнения ЭС, так что напряжение $U_{вх}$, поступающее на вход усилителя УП, определяется разностью двух сигналов: сигнала управления U_y от задатчика скорости ЗС и сигнала обратной связи $U_{o.c.}$:

$$U_{вх} = U_y - U_{o.c.} \quad (2.67)$$

Наличие отрицательной обратной связи по частоте вращения способствует стабилизации частоты вращения электродвигателя и обеспечивает его устойчивую работу при изменениях нагрузки.

Блок силовых вентилей БСВ (см. рис. 2.36) имеет два выхода: неуправляемый (точки 7 и 9) для питания обмотки возбуждения OB электродвигателя и управляемый (точки 7 и 11) для питания цепи якоря электродвигателя. Неуправляемый диод VD5 так же, как и дроссель L1, способствует уменьшению пульсаций выпрямленного напряжения. К блоку БСВ относится также тахометрический мост. Плечи этого моста образуют потенциометры R3 и R21 и обмотка якоря электродвигателя. В одну диагональ моста (точки 13 и 11) подводится напряжение постоянного тока, питающее цепь якоря электродвигателя, а с другой диагонали (точки 17 и 16) снимается напряжение сигнала обратной связи $U_{o.c.}$.

Вход блока силовых вентилей БСВ имеет два вида защиты: цепочка R1, C1 защищает блок от перенапряжений со стороны питающей сети, а предохранитель FU1 защищает блок от перегрузки и к. з.

В связи с тем что тиристор VS включен в цепь постоянного тока (после выпрямительного моста VD1...VD4), при прекращении управляющего импульса тиристор может не закрыться. Объясняется это тем, что пульсации тока из-за наличия дросселя L1 и обмотки якоря, обладающей значительной индуктивностью, много ослаблены и по окончании положительного полупериода ток в цепи не спадает до нуля. В результате тиристор может оказаться неуправляемым. Для исключения этого нежелательного явления в схеме БСВ применены цепочки R2, C2 и R3, C3, которые создают отрицательный импульс напряжения по отношению к аноду тиристора, чем обеспечивается его четкое запирающее по окончании каждой полуволны напряжения в цепи электродвигателя.

Подготовка электропривода к работе. После сборки схемы электропривода по рисунку 2.34 и проверки ее преподавателем необходимо проделать следующее: а) задатчик скорости ЗС поставить в положение, соответствующее минимальной частоте вращения; б) включить рубильник SI, установить регулятором РНО на входе

управляемого тиристорного преобразователя УТП напряжение 220 В и оставить включенным электропривод на 15 мин при минимальной частоте вращения якоря электродвигателя; в) поворачивая ручку задатчика скорости ЗС из одного крайнего положения в другое, проверить возможность регулировки частоты вращения электродвигателя; г) установить номинальную частоту вращения и нагрузить электродвигатель до номинального значения тока якоря электродвигателя.

Убедившись в работоспособности электропривода, проверяют влияние обратной связи по частоте вращения на устойчивость электропривода. Для этого размыкают цепь обратной связи, отключив резистор R21 от клеммы 13 (при этом тахометрический мост размыкается). Затем задатчиком скорости ЗС изменяют частоту вращения электродвигателя и, включив рубильник S2, проверяют устойчивость работы электропривода при нагрузке электродвигателя.

Проведение работы. Испытание электропривода (проверка диапазона регулирования частоты вращения). Включают электропривод в сеть, устанавливают наибольшую частоту вращения, затем замыкают рубильник S2, нагружают электродвигатель с помощью ЭМТ до номинального значения тока якоря и измеряют частоту вращения. Не снимая нагрузки ЗС, устанавливают минимальную частоту вращения. Измеренные значения частот вращения заносят в таблицу 2.15 и, сравнив их с максимальным n_{max} и минимальным n_{min} значениями частот вращения, указанными в паспорте, определяют отклонения опытных данных от паспортных для частот вращения электродвигателя:

максимальной

$$\Delta = \frac{n' - n_{max}}{n_{max}} \cdot 100\% \quad (2.68)$$

минимальной

$$\Delta = \frac{n' - n_{min}}{n_{min}} \cdot 100\% \quad (2.69)$$

Измерение номинальной мощности электропривода при максимальной частоте вращения. Устанавливают ЗС максимальную частоту вращения и нагружают электродвигатель до номинального тока нагрузки. Затем, измерив частоту вращения n и момент нагрузки M_2 на валу электродвигателя, определяют мощность электропривода, Вт,

$$P_n = 0,105 M_2 n. \quad (2.70)$$

Полученное значение мощности заносят в таблицу 2.15.

Проверка колебания частоты вращения при изменении тока якоря электродвигателя. Установив частоту вращения электродвигателя $n_1 = 0,08 n_n$ при нагрузке на валу, соответствующей току якоря $I_{я} = 0,1 I_{я,n}$, увеличивают нагрузку до значения тока якоря $I_{я,n}$, при этом измеряют частоту вращения n_2 . Полученные данные заносят в таблицу 2.15 и определяют отклонение частоты вращения при $I_{я} = I_{я,n}$ относительно первоначально установленной n_1 , %,

$$\gamma = \frac{n_2 - n_1}{n_1} \cdot 100\% \quad (2.71)$$

Устанавливают частоту вращения n_n при нагрузке, соответствующей $0,1 I_{я,n}$, и повторяют опыт, определив частоту вращения n' при номинальной нагрузке электродвигателя. Данные измерений заносят в таблицу 2.15 и определяют отклонение частоты вращения от первоначально установленной n_n , %.

Таблица 2.15

Диапазон регулирования частоты вращения, мин ⁻¹	$n' =$	$n_{max} = \dots$ $n_{min} = \dots$	$\Delta n_{max} = \dots \%$ $\Delta n_{min} = \dots \%$
Номинальная мощность при максимальной частоте вращения, Вт	$P_n =$	$P_n = \dots$	$\gamma =$
Колебания частоты вращения при изменении тока якоря, %	$\gamma_{0,08} = \dots$ $\gamma_n = \dots$	± 5 ± 10	$\gamma_{0,08} - 5 = \dots$ $\gamma_n - 10 = \dots$

Примечание. Для электропривода ЭТО1-4МУ4 допущены колебания частоты вращения до +15 %.

$$\gamma = \frac{n' - n_n}{n_n} \cdot 100\% \quad (2.72)$$

Параметры электропривода, полученные опытным путем, сравнивают с соответствующими параметрами, указанными в паспорте электропривода, и делают вывод о соответствии опытных данных электропривода его паспортным данным по каждому параметру отдельно.

Отчет о проделанной работе должен содержать структурную схему электропривода ЭТО1 и принципиальную схему блока силовых вентилях БСВ, таблицу 2.15 и выводы по результатам сравнения опытных данных с паспортными данными электропривода ЭТО1.