

4.2 Работа № 9

Статические характеристики синхронного двигателя при питании от преобразователя частоты

Цель работы

Изучение **режимов работы** двигателя (двигательного, рекуперации), экспериментальное исследование **статических** (механических, электромеханических, регулировочных, U -образных) и динамических **характеристик** двигателя при питании от регулируемого преобразователя (при изменении амплитуды и частоты напряжения на статоре, при изменении тока обмотки возбуждения).

1 Порядок выполнения работы

1.1 Ознакомиться с электрооборудованием лабораторной установки. Изучить описание стенда.

1.2 Выполнить предварительный расчет механических характеристик и параметров системы, обеспечивающих работу в заданной точке.

1.3 Настроить систему электропривода для выполнения исследований.

1.4 При неизменном напряжении задания $U_{ВХ} = \text{const}$ и токе возбуждения $i_{В} = \text{const}$ снять статические характеристики электропривода в двигательном и генераторном режимах при **изменении момента на валу двигателя M**
 $\omega, I_{\text{сети}}, I_1, U_{\Phi}, P_1, S_1 = f(M)$.

1.4.1 Повторить п. 1.4 для трех значений тока возбуждения $i_{В}$.

1.4.2 Повторить п. 1.4 для трех значений напряжения задания $U_{ВХ}$.

1.5 При неизменном **напряжении задания $U_{ВХ} = \text{const}$** и постоянстве **момента на валу двигателя $M = \text{const}$** снять U – **образные** статические характеристики электропривода при **изменении** тока возбуждения $i_{В}$
 $I_1, U_{\Phi}, P_1, S_1 = f(i_{В})$
для трех значений момента двигателя.

1.6 По результатам предыдущих пунктов рассчитать и построить энергетические характеристики электропривода:

- КПД электропривода;
- коэффициент мощности.

1.7 Собрать схему динамического торможения СД. Снять механические $\omega = f(M)$ и электромеханические $\omega = f(I_1)$ характеристики двигателя для двух значений тока возбуждения.

Внимание! Не допускать превышение тока статора более 10 А.

1.8 Рассчитать энергетические диаграммы для двигательного режима и режима рекуперации.

1.9 Оформить отчет по проделанной работе.

2 Пояснения к работе

2.1 Принципиальная схема установки

Схема подключений силовых цепей синхронного электропривода приведена на рисунке 23.

Преобразователь частоты (модуль А7) представляет собой трёхфазный автономный инвертор с неуправляемым выпрямителем на входе. Преобразователь подключается к сети контактором КМ1. В стенде №2 для рассеивания электрической энергии в генераторном режиме исследуемой машины резисторы $RQ1$, $RQ2$, $RQ3$ собираются последовательно и подключаются к клеммам $DC2$, BR . В стенде №6 резисторы в стенде отсутствуют.

Статорные обмотки двигателя собираются по схеме звезда (клеммы $XS2$, $XS4$, $XS6$ объединяются, модуль А15) и подключаются к преобразователю частоты $UZ1$ (клемма U , V , W , модуль А7, см. рисунок 23). **Внимание! При подключении обмоток к преобразователю частоты строго соблюдать фазировку!**

Обмотка возбуждения $LM1$ подключается к возбудителю (двухзвенному преобразователю, работающему в режиме источника тока). Ток возбуждения задаётся потенциометром $RP1$ (модуль А13, см. рисунок 23).

Нагрузочное устройство включается контактором $KM2$.

Управление преобразователем частоты осуществляется с установленной непосредственно на нем кнопочной панели. О работе с кнопочной панелью данного преобразователя частоты можно подробнее ознакомиться в приложении Е.

2.2 Предварительное домашнее задание

По данным двигателя (см. приложение Л) рассчитать и построить угловую, механическую и электромеханическую характеристики синхронного двигателя при $U_C = 100$ В. Падением напряжения в обмотках статора можно пренебречь.

2.3 Настройка системы электропривода

2.3.1 Собрать схему силовых цепей синхронного электропривода (рисунок 23).

Подключение схемы электропривода к источникам напряжения производится в следующей последовательности:

- включается вводной автоматический выключатель QF , расположенный на боковой стенке стенда;
- автоматическим выключателем $QF1$ выполняется подача напряжения на цепи управления стенда;
- контактором $KM2$ включается нагрузочное устройство.

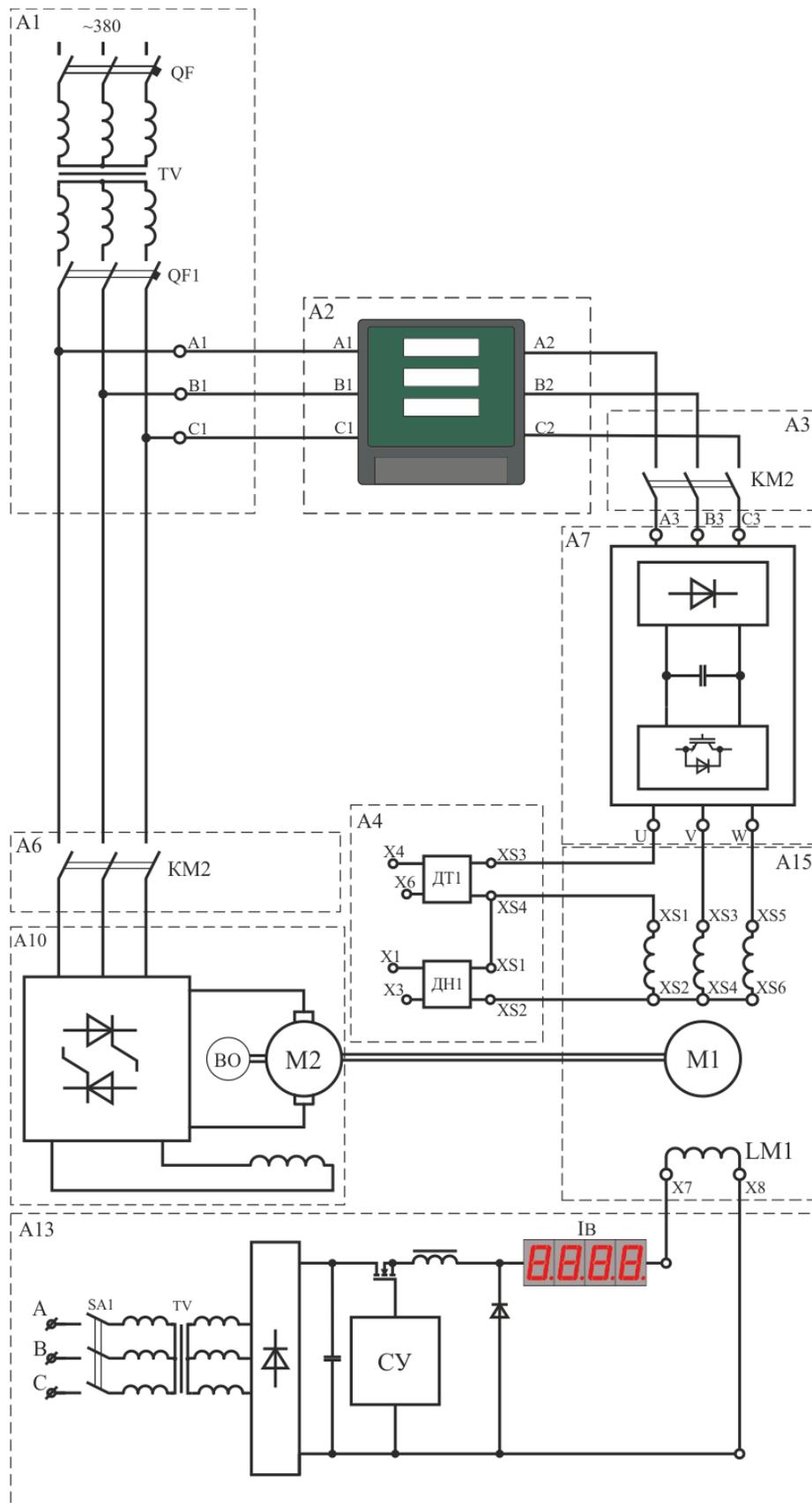


Рисунок 23 – Схема соединений для исследования синхронного электродвигателя

2.3.2 Установив тумблер SA1 «Разрешение» (модуль A7) в нижнее положение, подать напряжение питания на силовые цепи преобразователя частоты UZ1 контактором KM1 (кнопкой «ПУСК» модуля A3).

2.3.3 Подать напряжение на силовые цепи возбудителя. Для этого переключатель «СЕТЬ» (модуль A13) перевести в верхнее положение; установить ток возбуждения потенциометром RP1 (модуль A13), ограничив его допустимым по нагреву током обмотки возбуждения при неподвижном роторе 9 А. **Внимание! При прекращении лабораторных исследований или при перерыве на оформление экспериментальных данных обязательно снизить ток возбуждения до 1-2 А.**

2.3.4. Проверить функционирование преобразователя частоты UZ1.

Провести пробную автонастройку электропривода, для этого в параметр 5.12 записать значение 2 и разрешить работу привода тумблером SA1 и кнопкой разрешения работы. При успешном окончании автонастройки значение 2 в параметре 5.12 сбросится на нулевое и привод будет готов к работе. При появлении сообщения «*tunE2*» изменить фазировку подключения фаз статора. Повторить автонастройку. При успешном окончании второй автонастройки привод будет готов к работе. **При появлении сообщения об ошибке при автонастройке сообщить преподавателю.**

После окончания автонастройки запустить электропривод, изменяя заданное значение скорости вращения синхронного двигателя с кнопочной панели.

2.4 Исследование системы электропривода

2.4.1 В настроенной системе электропривода при неизменной заданной скорости вращения, и токе возбуждения $i_B = \text{const}$ экспериментально снять и построить в функции момента на валу двигателя $M_B = \text{var}$ следующие статические характеристики электропривода:

- скорости вращения синхронного двигателя $n = f(M)$;
- тока, потребляемого электроприводом из сети, $I_C = f(M)$;
- тока фазы статора двигателя $I_\Phi = f(M)$;
- напряжения (фазного) на статоре двигателя $U_\Phi = f(M)$;
- активной мощности, потребляемой статором, $P_1 = f(M)$;
- полной мощности, потребляемой статором, $S_1 = f(M)$.

Характеристики снимаются в двигательном и генераторном режимах. **Внимание! При работе на стенде №6 ввиду отсутствия сливных сопротивлений характеристики снимать только до точки идеального холостого хода.**

Напряжение сети, токи и мощности, потребляемые из сети, регистрируются измерителем мощности (модуль A2).

Для измерения напряжения, приложенного к двигателю, тока и мощности статора используются соответствующие параметры преобразователя частоты.

2.4.2 Повторить п. 2.4.1 для заданного преподавателем значения тока возбуждения.

2.4.3 Повторить п. 2.4.1 для заданного преподавателем значения скорости вращения.

2.4.4. В настроенной системе электропривода при неизменном статическом моменте нагрузки $M_C = \mathbf{const}$ (величина задаётся преподавателем), и токе возбуждения $i_B = \mathbf{const}$ экспериментально снять и построить в скорости на валу двигателя следующие статические характеристики электропривода:

- тока, потребляемого электроприводом из сети, $I_C = f(\omega)$;
- тока фазы статора двигателя $I_\Phi = f(\omega)$;
- напряжения (фазного) на статоре двигателя $U_\Phi = f(\omega)$;
- активной мощности, потребляемой статором, $P_1 = f(\omega)$;
- полной мощности, потребляемой статором, $S_1 = f(\omega)$.

2.4.5 В настроенной системе электропривода при моменте статической нагрузки $M_C = \mathbf{const}$ (величина задаётся преподавателем) и сигнале задания скорости = \mathbf{const} , изменяя только ток возбуждения $i_B = \mathbf{var}$, экспериментально снять и построить следующие статические характеристики электропривода:

- скорости вращения двигателя $n = f(i_B)$;
- тока статора двигателя $I_C = f(i_B)$;
- напряжения на статоре двигателя $U_C = f(i_B)$;
- активной мощности, потребляемой статором, $P_1 = f(i_B)$;
- полной мощности, потребляемой статором, $S_1 = f(i_B)$.

2.4.6 По результатам предыдущих пунктов рассчитать и построить энергетические характеристики электропривода:

- КПД электропривода;
- коэффициент мощности.

3 Содержание отчета

3.1 Привести функциональную схему лабораторной установки, силовые цепи выделить жирными линиями.

3.2 Представить предварительные расчеты.

3.3 Привести таблицы результатов экспериментов, расчетные формулы и результаты расчетов КПД и коэффициента мощности.

3.4 Представить статические характеристики рассмотренных систем на одном рисунке. Для анализа особенностей систем и их основных показателей необходимо одноименные зависимости систем размещать на одном рисунке, однако число кривых должно быть не более шести.

3.5 На основе экспериментальных данных рассчитать и построить энергетические диаграммы двигателя.

3.6 На основе экспериментальных данных (для каждой из исследованных схем) рассчитать и построить энергетические диаграммы двигателя при работе его в разных режимах.

3.7 Для каждой энергетической диаграммы необходимо указать режим работы двигателя, опытные значения этого режима (токи, момент, скорость и т.п.).

Привести расчеты составляющих энергетических диаграмм:

- активную мощность, потребляемую из сети (отдаваемую в сеть);
- мощность потерь в обмотке статора;
- мощность потерь в добавочных сопротивлениях статора;
- мощность потерь в стали статора (определяется в точке синхронной скорости ω_0 и принимается постоянной при неизменном напряжении сети U_1);
- электромагнитную мощность;
- мощность потерь в роторе;
- мощность на валу двигателя;
- мощность механических потерь и потерь в стали ротора;
- КПД η ;
- коэффициент мощности $\cos \varphi_1$.

На графиках энергетических диаграмм их составляющие необходимо показать с соблюдением масштаба.

3.8 В выводах по работе оценить особенности СД по сравнению с другими типами двигателей.

Контрольные вопросы

- 1 Какой характер момента на валу обеспечивает нагрузочное устройство?
- 2 Как изменится скорость двигателя, если при наличии момента на валу отключить преобразователь от сети?
- 3 Каковы предельные значения момента, тока статора и скорости вращения синхронного двигателя лабораторной установки?
- 4 По каким признакам можно оценить, что синхронный двигатель втянулся в синхронизм?
- 5 По каким приборам можно определить, что двигатель работает в режиме идеального холостого хода?
- 6 Как обеспечивается режим рекуперативного торможения синхронного двигателя?
- 7 Как зависит момент синхронного двигателя от напряжения питающей сети?
- 8 Как зависит момент синхронного двигателя от тока возбуждения двигателя?
- 9 Как зависит ток статора и $\cos \varphi$ двигателя от тока возбуждения при постоянной нагрузке на его валу?
- 10 Как в схеме лабораторного стенда снять неустойчивый участок пусковой механической характеристики двигателя?