

## 2.2 Работа № 1

### Статические характеристики двигателя независимого возбуждения

#### Цель работы

Изучение **режимов работы** двигателя (двигательного, рекуперации, торможения противовключением, динамического торможения), экспериментальное исследование **статических** (механических, электромеханических) и энергетических **характеристик** двигателя в различных схемах включения (при изменении напряжения на якоре, при изменении тока обмотки возбуждения, при введении добавочного сопротивления в цепь якоря), определение **статических коэффициентов** его структурной схемы.

#### 1 Порядок выполнения работы

1.1 Ознакомиться с электрооборудованием лабораторной установки. Изучить описание стенда (см. гл.1, п. 2.1).

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

1.3 Настроить систему электропривода для выполнения исследований (см. п. 1.7, п.2.1.4).

1.4 В настроенной системе электропривода при неизменном напряжении на выходе преобразователя  $U_{Z1}$   $U_{ТП} = U_{ТП} = \text{const}$  и введенном в цепь якоря **добавочном сопротивлении  $RQ$**  снять статические характеристики при изменении момента  $M_C$ :

$$I_{я}, U_{я}, n, i_{в} = f(M_C);$$

а также рассчитать и построить энергетическую характеристику

$$\eta = f(M_C).$$

1.5 Снять статические характеристики п. 1.4 при неизменном напряжении  $U_{ТП} = U_{ТП} = \text{const}$  и закороченном добавочном сопротивлении в цепи якоря  $RQ = 0$ .

1.6 Снять статические характеристики п. 1.4 при неизменном напряжении  $U_{ТП} = U_{ТП} = \text{const}$ , закороченном добавочном сопротивлении в цепи якоря  $RQ = 0$  и токе возбуждения  $i_{в2} < i_{вн}$ .

1.7 Снять статические характеристики п. 1.4 при номинальном напряжении  $U_{ТП} = U_{н} = \text{const}$ , закороченном добавочном сопротивлении в цепи якоря  $RQ = 0$  и токе возбуждения  $i_{в1} = i_{вн}$ .

1.8 Снять статические характеристики п. 1.4 в схеме динамического торможения при:

а)  $i_{в} = i_{в1}; RQ = 0;$

б)  $i_B = i_{B1}$ ;  $RQ = RQ$ ;

в)  $i_B = i_{B2}$ ;  $RQ = RQ$ .

1.9 Оформить отчет по проделанной работе.

## 2 Пояснения к работе

### 2.1 Предварительные расчеты

2.1.1 Пользуясь данными электрооборудования (см. Приложение А) и заданным вариантом (см. Приложение Б), рассчитать параметры схемы ( $U$ ,  $R_{доб}$ ), обеспечивающие работу двигателя в заданной точке, и построить механические характеристики, проходящие через заданные точки.

2.1.2 Оценить максимально допустимые значения тока якоря, момента и скорости вращения исследуемого двигателя.

### 2.2 Исследование системы электропривода

Принципиальная схема лабораторной установки для исследования двигателя независимого возбуждения приведена на рисунке 10.

2.2.1 В настроенной системе электропривода (см. гл.1, п. 2.1.4 «Настройка системы электропривода») при неизменном напряжении на выходе преобразователя  $UZ1$   $U_{ТП} = U_{ТП} = \mathbf{const}$ , величина которого устанавливается по результатам предварительного расчета и уточняется у преподавателя, и **введенном в цепь якоря сопротивлении  $RQ$**  экспериментально снять статические характеристики электропривода при изменении момента статической нагрузки  $M_C$ , создаваемого нагрузочным устройством:

– скорости вращения двигателя  $n = f(M_C)$ ;

– тока якоря двигателя  $I_{я} = f(M_C)$ ;

– напряжения на якоре двигателя  $U_{я} = f(M_C)$ .

Зафиксировать ток возбуждения  $i_{B1} = i_{Bн}$ , скорость  $\omega_{01}$  двигателя при  $I_{я} = 0$  и момент на валу  $M_{B1}$ .

2.2.1.1 Для снятия характеристик включается в работу преобразователь  $UZ1$ , напряжение  $U_{ТП}$  следует постепенно увеличивать от нуля до заданного  $U_{ТП}$ .

В процессе снятия характеристик необходимо поддерживать заданную величину напряжения  $U_{ТП} = \mathbf{const}$  во всех режимах работы и контролировать ток возбуждения.

2.2.1.2 Характеристики двигателя снимать в пределах допустимых значений для всех возможных режимов работы: двигательного, идеального холостого хода, рекуперативного торможения. Кроме того, при введении добавочного

сопротивления в цепь якоря должны быть исследованы режимы короткого замыкания (моментного тормоза) и противовключения.

**ВНИМАНИЕ!** Обязательно фиксируются граничные точки перехода из одного режима работы в другой.

2.2.1.3 При исследовании режимов идеального холостого хода и рекуперативного торможения двигателя переключателем SA3 нагрузочной машины изменяется направление ее момента. Скорость двигателя возрастает.

2.2.1.4 Для перевода двигателя в режим противовключения следует увеличить момент нагрузочной машины так, чтобы он стал больше момента короткого замыкания двигателя. Направление вращения двигателя при этом изменяется. Обратите внимание, что при этом переводе нагрузочная машина переводится из генераторного в двигательный режим.

2.2.1.5 По окончании снятия характеристик

- снизить до нуля момент на валу  $M_B = 0$  (установить потенциометр RP1 модуля A14 в исходное нулевое положение);
- остановить двигатель M1 (установить потенциометр RP1 модуля A7 в исходное нулевое положение);
- отключить контактор KM1 на модуле 3.

2.2.2 Установить переключку между клеммами VS3 и VS4, закоротить добавочное сопротивление в цепи якоря  $RQ = 0$ .

Повторить п. 2.2.1.1 – 2.2.1.5 при  $U_{ТП} = U_{ТП1}$ ,  $i_{В1} = i_{ВН}$  и закороченном добавочном сопротивлении в цепи якоря  $RQ = 0$ .

2.2.3 Запустить двигатель **на холостом ходу** до скорости  $\omega = \omega_{01}$ . Уменьшая плавно ток возбуждения изменением RP1 модуля A12, повысить скорость двигателя до  $\omega_{02} = 1,1 \cdot \omega_{01}$ .

Зафиксировать ток возбуждения  $i_{В2}$  и скорость  $\omega_{02}$  двигателя при  $I_{Я} = 0$ .

Повторить п. 2.2.1.1 – 2.2.1.5 при  $U_{ТП} = U_{ТП1}$ , закороченном добавочном сопротивлении в цепи якоря  $RQ = 0$  и токе возбуждения  $i_{В2}$ .

2.2.4 Восстановить значение тока возбуждения до  $i_{В} = i_{В1}$ . Повторить п. 2.2.1.1 – 2.2.1.5 при закороченном добавочном сопротивлении в цепи якоря  $RQ = 0$ , токе возбуждения  $i_{В1}$  и **номинальном напряжении на якоре**  $U_{ТП} = U_{Н}$ .

2.2.5 Для снятия характеристик в схеме динамического торможения снять силовые переключки, соединявшие якорную цепь двигателя с преобразователем UZ1, и закоротить клеммы VS1 и VS2 (закоротить цепь якоря,  $U_{ТП} = 0$ ).

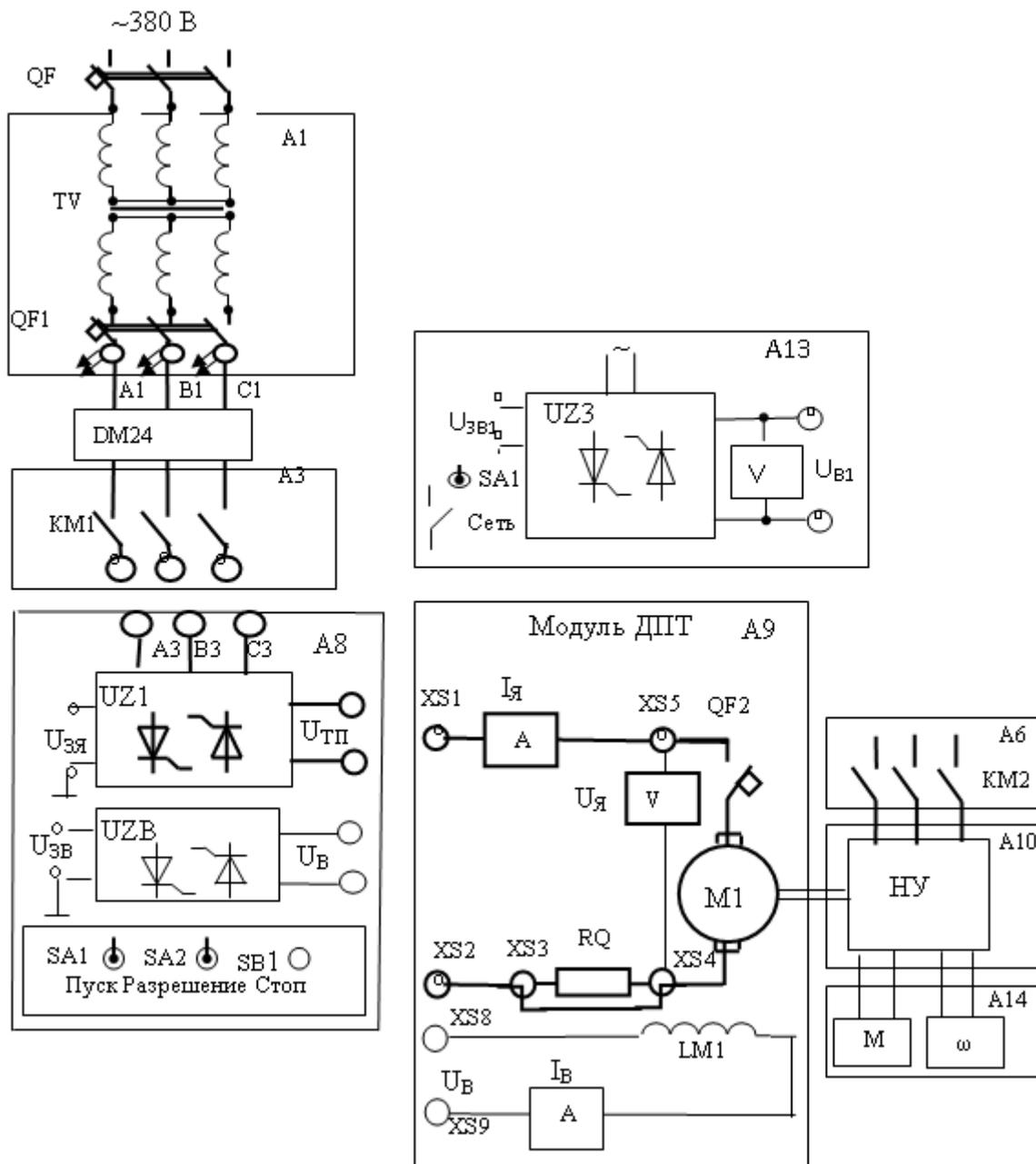


Рисунок 10 – Схема к лабораторной работе «Статические характеристики ДНВ»

Изменяя момент на валу двигателя с помощью нагрузочной машины, перевести двигатель в режим динамического торможения и экспериментально снять статические характеристики электропривода при изменении момента статической нагрузки  $M_c$ , создаваемого нагрузочным устройством:

- скорости вращения двигателя  $n = f(M_c)$ ;
- тока якоря двигателя  $I_я = f(M_c)$ ;
- напряжения на якоре двигателя  $U_я = f(M_c)$

для следующих параметров цепи якоря:

а)  $U_{\text{ТП}} = 0$ ;  $i_{\text{В}} = i_{\text{В1}}$ ;  $RQ = 0$ ;

б)  $U_{\text{ТП}} = 0$ ;  $i_{\text{В}} = i_{\text{В1}}$ ;  $RQ = RQ$ ;

в)  $U_{\text{ТП}} = 0$ ;  $i_{\text{В}} = i_{\text{В2}}$ ;  $RQ = RQ$ .

2.2.6. В режиме моментного тормоза при подаче на якорную цепь невысокого напряжения методом амперметра-вольтметра измерить невыключаемое сопротивление якорной цепи двигателя и сопротивление добавочного резистора  $RQ$ .

### 3 Содержание отчета

3.1 Привести принципиальную схему силовых цепей двигателя, в которых выполнялись исследования.

3.2 Привести предварительные расчеты.

3.3 Представить таблицы результатов экспериментов по п. 1.4 – 1.7.

3.4 Представить графики механических и электромеханических характеристик двигателя:

- естественные;
- при пониженном напряжении на якоре двигателя;
- при пониженном токе возбуждения;
- при введенном добавочном сопротивлении в цепь якоря;
- в схеме динамического торможения с независимым возбуждением.

3.5 Привести зависимость момента на валу от тока якоря для двигательного и тормозного режимов работы.

3.6 Для двигательного режима и режима рекуперативного торможения исследованных схем включения двигателя рассчитать и построить зависимости КПД двигателя от момента (или тока якоря).

3.7 На основе экспериментальных данных (для каждой из исследованных схем) рассчитать и построить энергетические диаграммы двигателя при работе его в разных режимах. Для каждой энергетической диаграммы необходимо указать режим работы двигателя, опытные значения этого режима (ток, момент, скорость и т.п.), привести расчеты составляющих диаграмм и КПД.

Привести расчеты составляющих энергетических диаграмм:

- мощность, потребляемую из сети в цепь якоря;
- мощность потерь в добавочном резисторе;
- мощность потерь в сопротивлении якоря;
- мощность на валу двигателя
- мощность механических потерь и потерь в стали якоря;
- КПД.

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

3.8 Привести структурную схему двигателя независимого возбуждения для статики и рассчитать ее статические коэффициенты для схем включения, указанных в п. 1.4 – 1.7. Результаты расчетов свести в таблицу.

### **Контрольные вопросы**

1 Каковы предельные значения тока якоря и скорости исследуемого двигателя?

2 Каков порядок включения установки в работу?

3 Как подключить отрицательную обратную связь по напряжению на якоре двигателя?

4 Почему при увеличении момента на валу скорость двигателя уменьшается?

5 Почему при ослабленном поле скорость двигателя под нагрузкой изменяется в большей степени, чем при полном поле?

6 Почему при снижении напряжения на якоре скорость двигателя уменьшается?

7 Как влияет на вид характеристик реакция якоря?

8 Как на лабораторной установке перевести исследуемый двигатель в режим рекуперативного торможения?

9 Как на лабораторной установке создать режим идеального холостого хода исследуемой машины?

10 Как перевести исследуемый двигатель в режим противовключения?

11 Как на лабораторной установке снять характеристики двигателя в режиме динамического торможения?

12 Как изменится скорость двигателя в схеме динамического торможения, если увеличить сопротивление в цепи якоря?

13 Как изменится скорость двигателя в схеме динамического торможения, если уменьшить его ток возбуждения?

14 Почему в режиме рекуперативного торможения при увеличении нагрузочного момента скорость двигателя увеличивается?

15 Как изменится ток якоря и момент на валу исследуемого двигателя при переходе из двигательного режима в режим противовключения?