

2.5 Работа № 4

Статические характеристики системы «Генератор-двигатель»

Цель работы

Исследование регулировочных свойств, статических характеристик и энергетики установившихся режимов работы двигателя постоянного тока независимого возбуждения, питающегося от электромашинного генератора, определение основных показателей регулирования координат системы Г–Д.

1 Порядок выполнения работы

1.1 Ознакомиться с электрооборудованием лабораторной установки.

1.2 Выполнить предварительный расчет параметров системы, обеспечивающих работу в заданной точке. Рассчитать основные показатели регулирования скорости в системе Г – Д.

1.3 Собрать и настроить систему электропривода (рисунок 14) для выполнения исследований.

1.4 В настроенной системе электропривода при изменении тока возбуждения генератора $i_{вГ}$ снять регулировочные характеристики

$$\omega, U_{я}, U_{с}, I_{с}, P_{с} = f(i_{вГ}),$$

при работе на холостом ходу и при работе с заданным моментом $M_{зАд}$, а также рассчитать и построить энергетические зависимости от скорости

$$\eta_{Г-д}, k\mathbf{m} = f(\omega).$$

1.5 Снять статические характеристики электропривода при неизменном токе возбуждения генератора $i_{вГ}$ при изменении момента $M_{с}$:

$$\omega, I_{я}, U_{я}, U_{с}, I_{с}, P_{с} = f(M_{с}),$$

проходящие через точки:

- по результатам предварительных расчетов $\omega_{зАд}, M_{зАд}$;
- **максимальной** скорости $\omega_{макс}, M_{зАд}$;
- **минимальной** скорости $\omega_{мин}, M_{зАд}$.

1.6 Снять также механическую характеристику двигателя при $U_{я} = \mathbf{const}$ при изменении M .

1.7 Рассчитать и построить зависимости КПД и коэффициента мощности системы от момента на валу $\eta_{Г-д}, k\mathbf{m} = f(\omega)$.

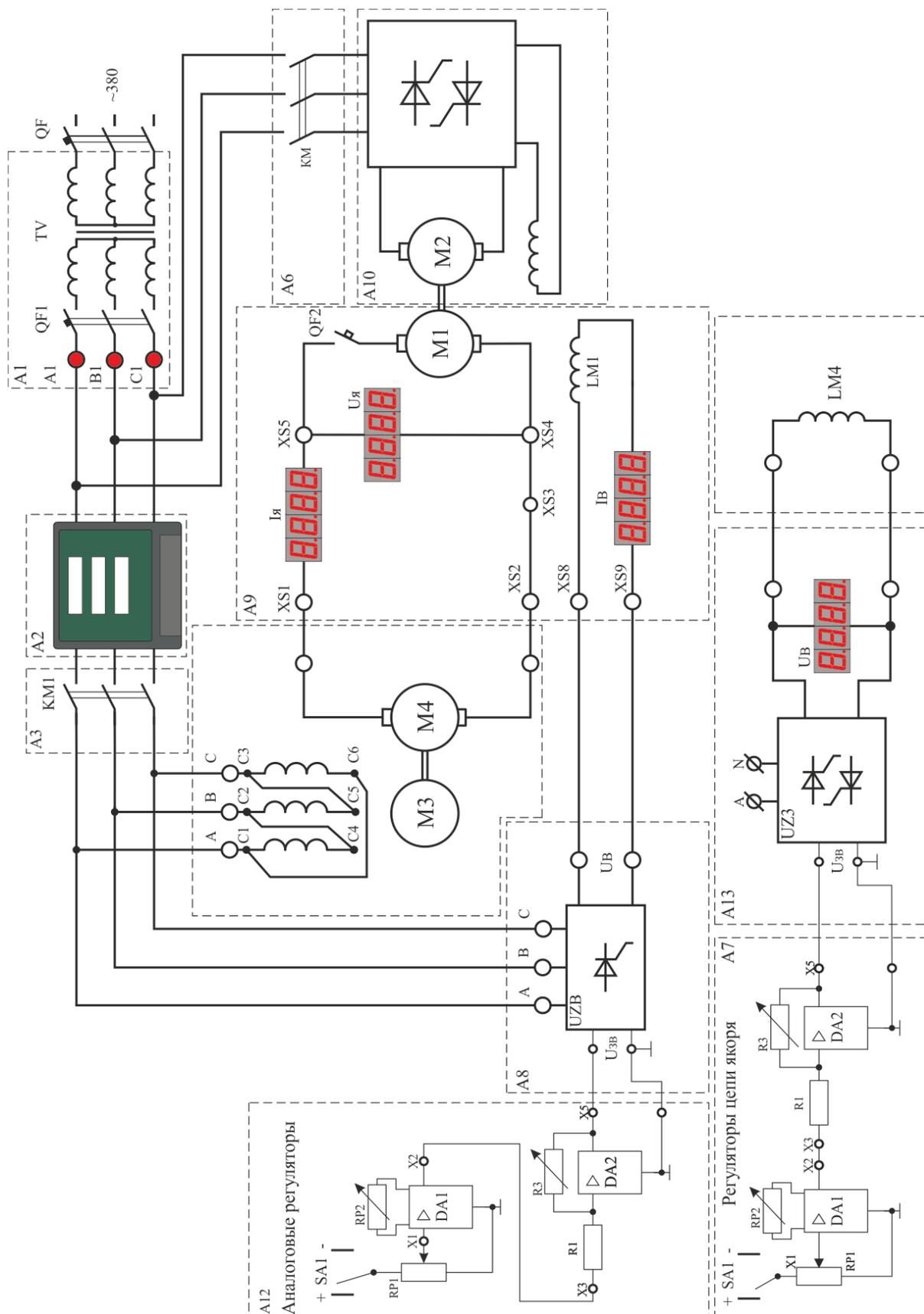


Рисунок 14 – Схема к лабораторной работе 4
«Исследование системы Г –Д»

2 Пояснения к работе

2.1 Описание лабораторной установки

Для исследований используется лабораторный стенд постоянного тока №1. Схема установки приведена на рисунке 14.

Источником постоянного тока для питания обмотки якоря исследуемого двигателя в системе Г – Д является электромашинный генератор М4, приводимый во вращение приводным асинхронным двигателем М3 с короткозамкнутым ротором. Приводной двигатель М3 генератора М4 подключается контактором КМ1 к сети переменного тока через трансформатор питания стенда *TV*.

Обмотка возбуждения генератора *LM4* получает питание от тиристорного возбудителя *UZ3* с одноименного модуля (модуль А13).

Управление тиристорным возбудителем *UZ3* осуществляется потенциометром *RP1*, подающим сигнал задания на задатчик интенсивности *DA1* модуля А12 «АНАЛОГОВЫЕ РЕГУЛЯТОРЫ».

Якорная цепь двигателя М1 получает питание от электромашинного генератора М4, обмотка возбуждения двигателя *LM* – от тиристорного возбудителя *UZB*, установленного комплектно с преобразователем *Simoreg* (модуль А8). Управление тиристорным возбудителем *UZB* осуществляется потенциометром *RP1*, подающим сигнал задания на задатчик интенсивности *DA1* модуля А7 «РЕГУЛЯТОРЫ ЦЕПИ ЯКОРЯ».

В том случае, если диапазона регулирования напряжения задатчика интенсивности не будет хватать для обеспечения диапазона регулирования напряжений силовой цепи, к задатчику интенсивности подключается регулятор *DA2* в режиме усилителя (И-канал отключен, П-канал установлен в положение 1).

Уровни напряжений задания регистрируются цифровыми индикационными приборами, расположенными на модулях А7 и А12.

2.2 Предварительные расчеты

2.2.1 На основании данных электрооборудования (см. Приложение А) рассчитать ЭДС генератора, напряжение на якоре двигателя и ток якоря, обеспечивающие работу системы Г–Д в заданной точке (для своего варианта), рассчитать и построить механическую характеристику, проходящую через эту точку.

2.2.2 Рассчитать диапазон регулирования скорости в разомкнутой системе Г – Д.

2.3 Настройка системы Г–Д

2.3.1 Собрать схему установки (рисунок 14).

2.3.2 Последовательность включения элементов стенда:

- включить автоматический выключатель питания лабораторного стенда;
- включить автоматический выключатель $QF1$;
- включить контактор $KM2$ питания нагрузочной машины;
- включить контактор $KM1$, при этом приводится во вращения приводной асинхронный двигатель и подается питание на тиристорные возбудители генератора и двигателя;

2.3.3 Выполнить проверку работоспособности элементов лабораторного стенда:

- убедиться в работоспособности задающих приборов: для этого при выключенном силовом питании изменять потенциометром $RP1$ (модуль $A12$) задание $U_{зв}$ и наблюдать за изменением задания на цифровом индикационном приборе, аналогично производится проверка задающих приборов модуля $A7$;

- убедиться в работоспособности устройства (модуль $A14$): для этого установить потенциометр управления $RP1$ в крайнее левое положение и включить переключатель $SA1$ в режим поддержания момента, переключателями $SA2$ и $SA3$ выбрать направление вращения и разрешить работу нагрузочного устройства, установив незначительно задание убедиться, что агрегат начинает плавно разгоняться. **Внимание! Не допускайте значительного разгона нагрузочного устройства;**

- убедиться в работоспособности приводного двигателя: для этого запустить приводной двигатель $M3$, контактором $KM1$, при этом он должен прийти во вращение;

- плавным изменением $RP1$ (модуль $A12$) проверить работу генератора, при увеличении напряжения задания растет ЭДС генератора, при реверсе с помощью $SA1$ ЭДС генератора меняет знак на противоположный;

- постепенным увеличением напряжения генератора увеличивать скорость двигателя, контролируя показания приборов (напряжение и ток якоря, скорость двигателя);

- с помощью нагрузочной машины создать нагрузку на валу, контролируя показания момента и тока якоря, убедиться, что все приборы показывают положительные значения. Если это условие не выполняется, снизить напряжение на якоре до нуля, отключить силовые цепи якоря, возбудителя и нагрузочного устройства и провести необходимые переключения.

2.4 Исследование статических характеристик системы Г–Д

2.4.1 Регулировочные характеристики

2.4.1.1 В настроенной системе электропривода при включенном автомате $QF2$ потенциометром $RP2$ (модуль $A12$) постепенно увеличивая напряжение управления тиристорным возбудителем $UZ3$, постепенно увеличивать ток возбуждения генератора, напряжение на якоре двигателя $U_{я}$ (убедиться, что

перемычка между клеммами XS3 и XS4 установлена, добавочное сопротивление в цепи якоря закорочено $RQ = 0$), выставить на якоре двигателя максимальное напряжение.

Величина максимального напряжения устанавливается равной номинальной величине или по конструктивным особенностям стенда менее номинального $U_{\text{я}} = U_{\text{Г1}} \leq U_{\text{н}}$ и уточняется у преподавателя. Двигатель разгонится при этом до максимальной скорости $\omega_{\text{макс}}$ при ее регулировании изменением напряжения на якоре $U_{\text{я}} = \text{var}$.

При изменении напряжения задания $U_{\text{зя}}$ и тока возбуждения $i_{\text{вГ}}$ генератора экспериментально снять изменение параметров электропривода (регулирующие и статические характеристики) при его работе **на холостом ходу**:

- скорости вращения двигателя $n = f(i_{\text{вГ}})$;
- момента на валу $M_{\text{с}} = f(i_{\text{вГ}})$;
- тока якоря двигателя $I_{\text{я}} = f(i_{\text{вГ}})$;
- напряжения на якоре двигателя $U_{\text{я}} = f(i_{\text{вГ}})$;
- напряжения сети переменного тока $U_{\text{с}} = f(i_{\text{вГ}})$;
- тока из сети $I_{\text{с}} = f(i_{\text{вГ}})$;
- активной мощности из сети $P_{\text{с}} = f(i_{\text{вГ}})$.

В ходе снятия характеристики снизить ток возбуждения до нуля, реверсировать с помощью переключателя SA1 и далее увеличивать отрицательный ток возбуждения до тех пор, пока напряжение на якоре не достигнет значения $-U_{\text{Г1}}$.

С целью выявления влияния гистерезиса в магнитной цепи генератора на вид регулировочной характеристики изменение тока возбуждения должно быть монотонным:

- при снятии восходящей ветви характеристики ток должен только возрастать, при снятии нисходящей ветви только убывать;
- после достижения указанного выше значения напряжения на якоре начать снижение отрицательного напряжения управления, дойти до нуля, реверсировать SA1 и дойти до номинального напряжения на якоре.
- при снятии характеристики необходимо зафиксировать характерные режимы: моментного тормоза, противовключения, динамического и рекуперативного торможений.

2.4.1.2 При номинальном токе возбуждения двигателя $i_{\text{в}} = \text{const}$ установить напряжение на якоре $U_{\text{я}} \approx 0,2 \cdot U_{\text{н}}$, нагрузить двигатель моментом $M_{\text{в}} = M_{\text{зад}}$ и замерить ток якоря $I_{\text{язад}}$, соответствующий заданному моменту $M_{\text{зад}}$.

Повторить п. 2.4.1.1, поддерживая $I_{\text{я}} = \text{const}$.

2.4.1.3 По окончании опыта построить зависимости:

- напряжения на якоре и скорости двигателя от тока возбуждения генератора $\omega, U_{\text{я}} = f(i_{\text{вГ}})$;
- момента на валу и активной мощности из сети – от скорости двигателя $P_{\text{с}}$,

$$M_c = f(\omega);$$

- рассчитать и построить энергетические зависимости от скорости $\eta_{Г-д}$, $k_m = f(\omega)$.

2.4.2 Механические характеристики

2.4.2.1 Снять статические характеристики электропривода при неизменном токе возбуждения генератора $i_{вГ}$ и при изменении момента M_c
 $\omega, I_{я}, U_{я}, U_c, I_c, P_c = f(M_c)$.

Механические характеристики следует снять для значений напряжения на якоре (тока возбуждения генератора), обеспечивающих работу двигателя в заданных точках;

- по результатам предварительных расчетов;
- максимальной скорости двигателя и заданном токе якоря;

Значение минимальной скорости определить опытным путем, для чего создать режим моментного тормоза с двойным значением заданного тока якоря, а затем, не изменяя ток возбуждения генератора, разгрузить двигатель до заданного тока. Значение скорости в этом режиме соответствует минимальной.

Механические характеристики системы снимаются при постоянном значении тока возбуждения генератора в двигательном режиме и режиме рекуперативного торможения.

2.4.2.2 По окончании опыта построить механические характеристики, рассчитать жесткость каждой из них и оценить точность регулирования скорости разомкнутой системы Г–Д и сравнить с расчетным значением.

Рассчитать и построить зависимости КПД и коэффициента мощности системы от момента на валу.

3 Содержание отчета

3.1 Привести принципиальную схему лабораторной установки, выделив жирными линиями силовые цепи.

3.2 Представить предварительные расчеты.

3.3 Привести таблицы результатов экспериментов, расчетные формулы и результаты расчетов КПД, $\cos\varphi$, жесткости и диапазона регулирования.

3.4 Представить механические характеристики на одном рисунке, указать значения максимальной и минимальной скоростей.

3.5 Привести графики статических зависимостей, построенных в результате исследований.

3.6 Рассчитать и построить энергетические диаграммы системы, на которых в масштабе указать:

- активную мощность, потребляемую из сети;
- мощность потерь в электромашинном агрегате;

- мощность, поступающую на двигатель;
- мощность потерь в двигателе;
- мощность на валу.

Для каждой диаграммы указать КПД и коэффициент мощности. Диаграммы строятся для двигательного режима и режима рекуперативного торможения.

3.7 В выводах по работе оценить основные показатели регулирования скорости, указать способы улучшения этих показателей.

Контрольные вопросы

1 Оценить предельные значения тока якоря и скорости исследуемого двигателя.

2 Как осуществить пуск двигателя в системе Г–Д?

3 Как определить минимальную скорость двигателя в системе Г–Д?

4 Почему механическая характеристика двигателя в системе Г–Д мягче, чем естественная характеристика двигателя?

5 Изменится ли точность регулирования скорости при изменении тока возбуждения генератора?)

6 В каком режиме работы двигателя постоянного тока в системе Г–Д коэффициент мощности системы равен нулю?

7 В каком режиме работы системы коэффициент полезного действия системы равен нулю?

8 Укажите на регулировочных характеристиках системы Г–Д $U_r = f(I_B)$, $\omega = f(I_B)$ снятых при постоянстве тока якоря, режимы работы двигателя.