СОСТАВ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА

Лабораторный стенд для исследования электрических машин переменного тока содержит в своем составе: трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором, нагрузочное устройство с блоком управления, источник питания, статический преобразователь частоты, гасящий резистор к статическому преобразователю, мультиметры, комплект соединительных проводов и перемычек.

1. Трехфазный асинхронный двигатель

Трехфазный асинхронный двигатель с ротором типа «беличья клетка», рис. 1, имеет следующие технические характеристики:

- номинальное напряжение – 400/690 В, 50 Гц;
- номинальный ток – 2,6/1,5 А;
- номинальная мощность – 1,1 кВт;
- cosφ=0,83;
- номинальная скорость – 2820 об/мин.

Рис. 1. Трехфазный асинхронный двигатель

2. Нагрузочное устройство с блоком управления

Нагрузочное устройство представляет собой серводвигатель с блоком управления. Блок управления обеспечивает автоматическое и ручное управление моментом и скоростью на валу серводвигателя, имитацию различного вида нагрузки на валу при управлении с персонального компьютера, имеет встроенные гальванически развязанные измерители напряжения и тока, цифровые дисплеи скорости и момента, цепи автоматического контроля температуры исследуемой электрической машины.

Внешний вид нагрузочного устройства (серводвигателя) приведен на рис. 2, где приняты следующие обозначения: 1 – кабель питания нагрузочного устройства; 2 – кабель блока управления; 3 – защитный кожух.

Основные технические характеристики нагрузочного устройства: питание от трехфазной сети с напряжением 220 В; номинальная полная мощность $S = 5\,\text{кВА}$; номинальный ток $I_{\text{н}}$ =7 А; максимальная частота вращения вала $n_{\text{макс}} = \pm 4000\,\text{об/мин}$; максимальный момент на валу $M_{\text{макс}}$=30 Нм; передаточное число встроенного датчика скорости 65536 имп/оборот.

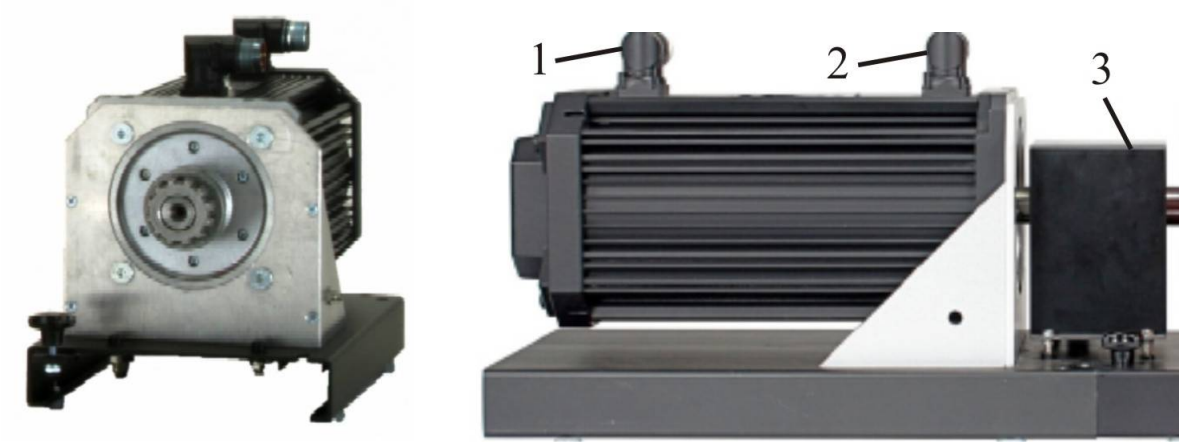

Рис. 2. Нагрузочное устройство (серводвигатель)

Лицевая панель блока управления показана на рис. 3, где приняты обозначения:

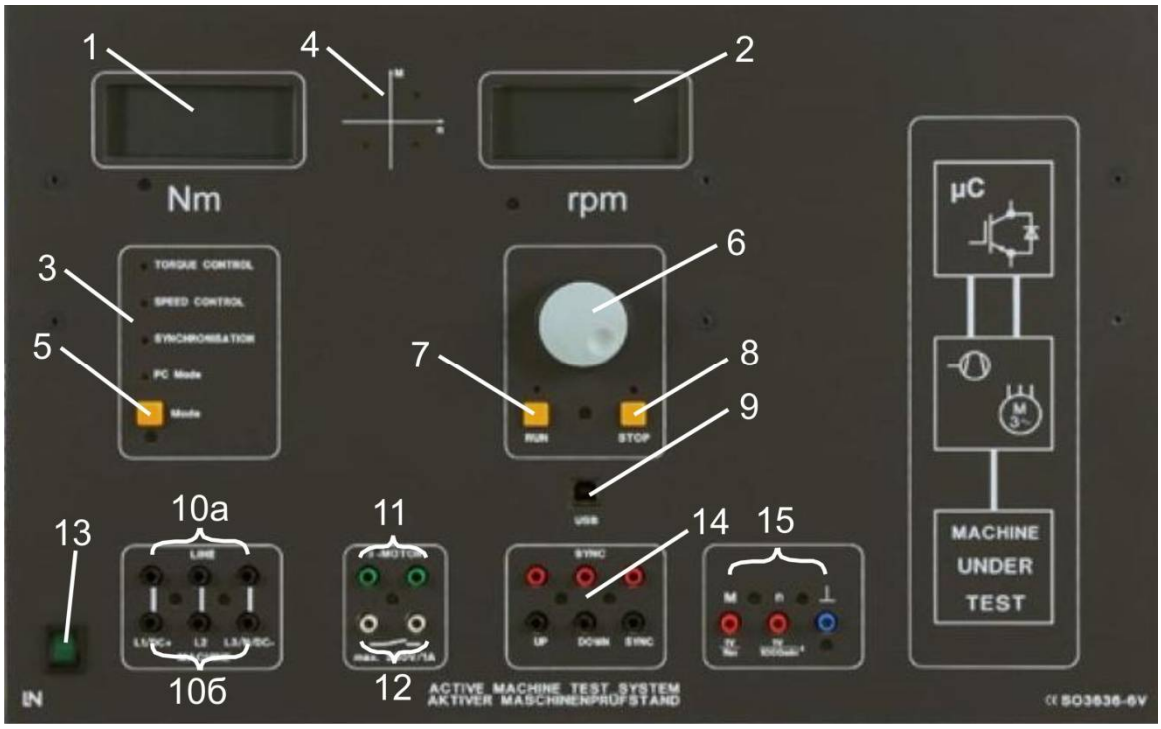

Рис. 3. Блок управления нагрузочным устройством

1 – цифровой дисплей момента исследуемой электрической машины;

2 – цифровой дисплей скорости исследуемой электрической машины;

3 – дисплей выбора режима управления;

4 – 4-х квадрантный дисплей, отображающий текущий квадрант, в котором работает электрическая машина;

5 – кнопка смены режима управления. Режим управления может быть изменен только при нажатой кнопке STOP (поз. 8). Когда работа происходит в режиме ручного управления (персональный компьютер PC не подключен), могут быть выбраны только режимы Torque Control (управление моментом), Speed Control (управление скоростью) или Speed Control winy Synchronization (управление скоростью с синхронизацией). Когда подключен PC, управление автоматически переключается в режим PC Mode (управление с PC);

6 – вращающаяся ручка настройки скорости или момента (в зависимости от выбранного режима управления – по скорости, или по моменту);

7 – RUN – кнопка, активизирующая выбранный режим управления;

8 – STOP – кнопка, отключающая выбранный режим управления (на валу серводвигателя нет момента);

9 – USB порт для подключения к персональному компьютеру;

10a – клеммы подключения ДПТ к источнику питания;

10b – клеммы подключения к обмоткам ДПТ (при соответствующем соединении происходит измерение напряжения и тока в обмотках – максимальный постоянный ток 10 А, переменный ток 7 А, постоянное напряжение 600 В, переменное напряжение 400 В, эти параметры отображаются на экране PC).

11 – клеммы, к которым подключается датчик температуры исследуемой машины (если температурный режим машины нарушен, термодатчик срабатывает и нагрузка электрической машины отключается, машина может работать без нагрузки до снижения температуры);

12 – реле защиты (максимальная нагрузка 230 В, 1 А). Если не установлен защитный кожух (поз. 3, рис. 2), реле находится в разомкнутом состоянии и не позволяет запустить электрическую машину.

13 – кнопка включения питания блока управления.

14 – входы синхронизации (в лабораторных работах не используются)

15 – аналоговые выходы, напряжение на которых пропорционально величине текущей скорости и момента. Выход, отображающий скорость имеет передаточное число 1000 об/мин на 1 В напряжения. Выход, отображающий момент – 0,2 В на 1 Нм, приложенного момента.

На задней панели блока управления находятся разъемы и кабели, для соединения блока с нагрузочным устройством.

Основные режимы управления

Torque Control mode (режим управления моментом)

В этом режиме нагрузочное устройство нагружает исследуемую электрическую машину не зависящим от скорости моментом, который регулируется вращающейся ручкой 6, а его значение отображается на дисплее. Режим обеспечивается во всем диапазоне разрешенных скоростей. Рекомендуется для снятия характеристик машин постоянного тока. Режим активен при нажатой кнопке RUN (горит зеленый светодиод). Кнопка STOP может быть использо-

вана для выключения нагрузки. В этом случае нагрузочное устройство не создает момент навалу испытуемой машины. Валы нагрузочного устройства и испытуемой машины вращаются синхронно до выключения испытуемой электрической машины.

Speed Control mode (режим управления скоростью)

При использовании этого режима могут быть получены характеристики машины во всех 4-х квадрантах. Скорость устанавливается ручкой 6 и может изменяться в диапазоне от -4000 до +4000об/мин. При нажатии кнопки RUN происходит автоматическая синхронизация скорости вала испытуемой электрической машины и нагрузочного устройства. Текущие значения скорости и момента постоянно отображаются на двух жидкокристаллических дисплеях. Кнопка STOP может быть использована для выключения нагрузки. В этом случае нагрузочное устройство не прикладывает момент к валу машины. Валы нагрузочного устройства и машины вращаются синхронно до выключения электрической машины.

PC mode (режим управления с персонального компьютера)

Если компьютер подключен к блоку управления нагрузочным устройством и открыта программа ActiveServo, оборудование автоматически переключается в режим PC mode. Управление скоростью или моментом, путем вращения ручки 6, блокируется. Назначение кнопок RUN и STOP то же, что и в предыдущих режимах.

3. Источник питания

Источник предназначен для питания цепей постоянного тока (DC), переменного тока (AC) и трехфазных цепей электрических машин.

Лицевая панель источника показана на рис. 4.

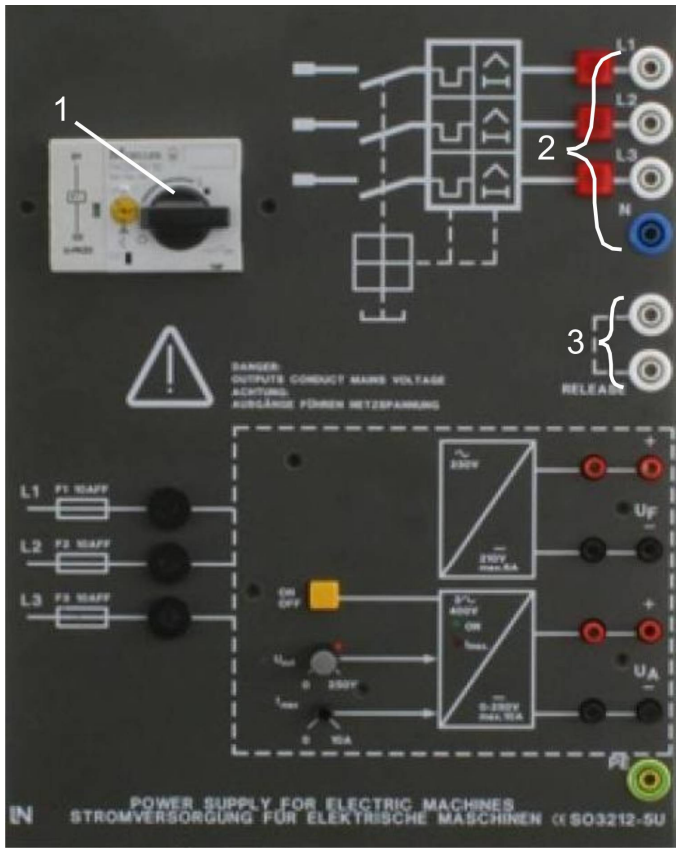

Рис. 4. Лицевая панель источника питания

Основные элементы:

1. Главный переключатель.

2. Выходные клеммы трехфазного источника с лампами индикации.

3. Вход аварийного отключения источника.

Вход аварийного отключения 3 обычно подключается к реле защиты 12 блока управления серводвигателем, рис. 3. При возникновении аварийного режима реле размыкается, и источник питания выключается. Если аварийный вход 3 не используется, клеммы 3 замыкаются перемычкой.

4. Аналогово-цифровой мультиметр

Аналогово-цифровой мультиметр, рис. 5 – измерительный прибор, созданный специально для работы с электрическими машинами и силовой электроникой. Он работает в режимах амперметра, вольтметра, ваттметра и фазометра. Измеряемое максимальное действующее напряжение – 600 В, ток – 20 А, предел ограничения по току – 150 А на 20 мс.

Рис. 5. Внешний вид лицевой панели и элементы индикации мультиметра

1. Тумблер включения питания.

2. Входы измерения напряжения и тока.

3. Кнопки выбора измеряемого параметра, который отображается на дисплее.

4. Элементы настройки яркости и контрастности дисплея.

5. Вращающаяся ручка для выбора измеряемой величины или меню управления.

6. Кнопка установки параметров – SET.

7. Кнопка выбора размера – SIZE.

8. Кнопка выбора режима дисплея (аналоговый или цифровой) – A/D.

9. USB и RS232 порты для соединения с персональным компьютером PC.

На дисплее отображаются следующие измеряемые величины:

U – напряжение; *I* – ток; *P* – активная мощность; *Q* – реактивная мощность; *S* – полная (кажущаяся) мощность; cosφ – коэффициент мощности.

Для отображения измеряемой величины нужно нажать соответствующую ей кнопку 3. Одновременно на дисплее может быть отображено до 4-х измеряемых величин.

Мультиметр может работать в следующих режимах:

RMS – измерение среднеквадратичного (действующего) значения;

Mean – измерение среднего арифметического значения (постоянное напряжение и ток);

Average – измерение среднего по модулю значения переменного напряжения или тока;

Peak-to-peak – измерение от пика до пика.

По умолчанию мультиметр работает в RMS режиме. Для смены режима необходимо нажать кнопку 6 – SET.

5. Переключатель треугольник/звезда

Устройство изображено на рис. 6 и позволяет переключением ручки 1 перекоммутировать схему соединения обмоток двигателя. Сетевое напряжение подается на входные клеммы 2, выходные клеммы 3 соединяются непосредственно с обмотками двигателя.

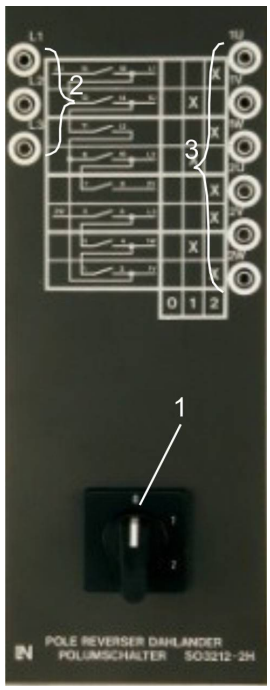

Рис. 6. Переключатель треугольник/звезда

6. Частотный преобразователь

Лицевая панель преобразователя и гасящего резистора показана на рис. 7. Технические характеристики:

- номинальное трехфазное входное напряжение 400/500 В;
- частота входного напряжения 50/60 Гц;
- номинальный входной ток 3,6/2,9 А
- диапазон регулирования частоты выходного напряжения 0 – 1000 Гц;
- выходная мощность 0,75 кВт.

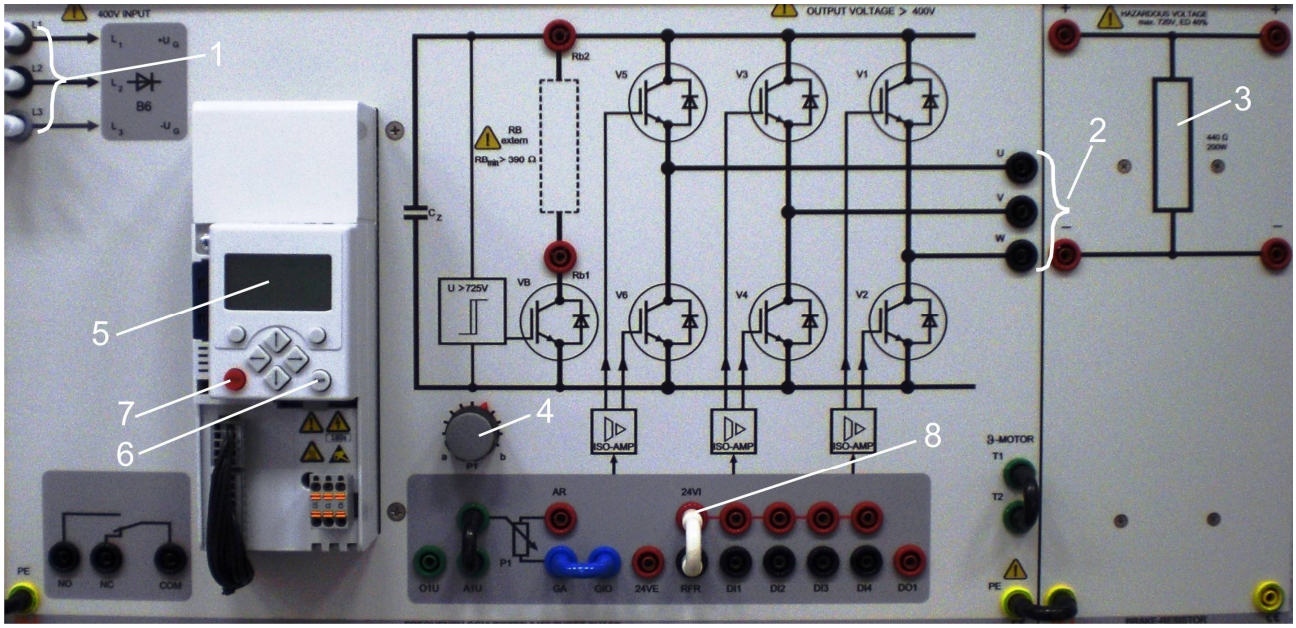

Рис. 7. Частотный преобразователь с гасящим резистором

1. Клеммы входного трехфахного напряжения.
2. Клеммы выходного трехфазного напряжения.
3. Гасящий резистор.
4. Ручка регулировки частоты выходного напряжения.
5. Дисплей, отображающий текущие обороты двигателя.
6. Кнопка RUN (включение выходного напряжения).
7. Кнопка STOP (выключение выходного напряжения).
8. Перемычка RFR (используется при первоначальном запуске).