

## **Техническое описание лабораторного комплекса «Управление энергосберегающими режимами электроприводов в технологиях»**

### **1. Исполнение**

Лабораторный стенд напольного исполнения, в виде металлического стола с тремя металлическими выдвижными ящиками, с надстроенной лицевой панелью для индикации состояния и параметров режимов и штыревыми измерительными разъемами на мнемонической электрической силовой схеме лицевой панели. Силовая и контрольная часть на оборотной стороне стола в закрытом исполнении. Освещение стола и панели люминесцентное на кронштейнах со светильником. Электромеханическая часть отдельная в напольном исполнении. Ввод каждого стенда гибким пятипроводным кабелем от трехфазной сети переменного тока с изолированной нейтралью напряжением ~380В, частотой 50Гц.

### **2. Состав электротехнического оборудования каждого стенда**

Стол электрооборудования:

- шины трехфазные на вводе после УЗО и в цепи статора асинхронной машины для обеспечения возможности ее прямого пуска, реакторного пуска, частотного пуска, плавного пуска посредством выбора контакторов в выходной цепи соответствующих устройств;
- 5 автоматических трехполюсных выключателя 25А с характеристикой отключения «С» или эквивалентные аппараты, необходимые для подачи питания в систему управления нагрузочным агрегатом, в преобразователь частоты, в устройство плавного пуска, в реакторную цепь, в цепь прямого включения двигателя от трехфазных шин на вводе;
- 4 контактора с катушкой 220 В, с тепловой защитой 16А с приставками НЗ на каждом или другой подобный аппарат, предназначенный для выбора режима (устройства) управления асинхронной машиной;
- реактор коммутационный в цепи статора асинхронной машины или любой эквивалентный элемент для моделирования пусковых режимов асинхронных двигателей 1 кВт в длинной кабельной линии и исследования реакторного пуска;
- щитовые измерительные приборы (класс точности не хуже 2,5) прямого, трансформаторного или шунтового включения:
  - на вводных шинах: амперметр щитовой переменного тока от 0 до 20А, вольтметр щитовой от 0 до 400В переменного напряжения;
  - в цепи статора асинхронной машины амперметр щитовой от 0 до 10А переменного тока, вольтметр щитовой от 0 до 400В;
  - на вводе в систему управления нагрузочным агрегатом постоянного тока: в амперметр щитовой от 0 до 10А переменного тока, вольтметр щитовой от 0 до 400В;
  - в цепи якоря нагрузочного агрегата постоянного тока: амперметр щитовой постоянного тока от минус 40А до плюс 40А, вольтметр щитовой постоянного напряжения со шкалой до 300 В;
  - в цепи возбуждения нагрузочного агрегата постоянного тока: амперметр щитовой постоянного тока от минус 5А до 5А, вольтметр щитовой постоянного напряжения со шкалой до 300 В;
- цифровая индикация оборотов двигателя с характеристиками:
  - измерение значений датчиков с унифицированным сигналом тока от 4 до 20 мА;
  - масштабирование измеренного значение входного сигнала от 4 до 20мА.

- индикация аварии в случае выхода измеренных значений за пределы от 4 до 20мА;
- возможность вычисления квадратного корня;
- функция запрета изменения настроек;
- питание от токовой петли (2-х проводная схема подключения).
- 4 переключателя двухпозиционных кулачковых до 16А для выбора режимов управления асинхронной машиной путем подачи питания на соответствующие катушки контакторов;
- блок питания постоянного напряжения 24 В, ток не менее 0,5А для питания вторичного оборудования и контроллерной техники;
- модули аналогового ввода (не менее 8 аналоговых вводов) с интерфейсом RS485 (Modbus RTU) с характеристиками:
  - 8 универсальных каналов аналогового ввода;
  - типы входных сигналов: термопреобразователи сопротивления, термопары, унифицированные сигналы напряжения и тока;
  - унифицированные сигналы: 4-20 мА, 0-20 мА, 0-5 мА, +/-50мВ, 0-1 В;
  - напряжение питания: ~220 В и =24 В.
- модули аналогового вывода (не менее 8 аналоговых выходов) с интерфейсом RS485 (Modbus RTU) с характеристиками:
  - 8 универсальных каналов аналогового вывода;
  - выходные унифицированные сигналы: 4-20 мА, 0-20 мА, 0-5 мА, +/-50мВ, 0-1 В;
  - напряжение питания: ~220 В и =24 В.
- модуль дискретных входов/выходов (8 входов 24V, 8 выходов типа реле до 4А) с интерфейсом RS485 (Modbus RTU) с характеристиками:
  - 8 каналов дискретного ввода, групповая изоляция;
  - входные сигналы =24 В, от датчиков р-п-р, п-р-п типа или «сухого контакта»;
  - частота измерений: до 1 кГц, минимальная длительность импульса 0.5 мс;
  - счетчик импульсов для каждого канала;
  - 8 выходных элементов типа: Р – э/м реле 4 А ~250 В или =24 В;
  - встроенный источник питания датчиков: =24 В, 180 мА;
  - напряжение питания: ~220 В.
- измерительные преобразователи тока (Т201 и Т201DC) и напряжения (АЕDC857 и Е855В) на ввод в стенд, в цепь статора асинхронной машины, в якорную цепь машины постоянного тока, в цепь возбуждения машины постоянного тока, либо другие устройства в перечисленные узлы поддерживающее преобразование постоянного и переменного тока и напряжения в унифицированный сигнал тока 4-20мА с пределами измерения не ниже 40А и 400В по первичной цепи;
- цифровые счетчики учета потребляемой электроэнергии на вводе, в цепи статора и в цепи нагрузочного агрегата, многотарифные с архивами 1 мин., 10 мин., 60 мин., 1 сут. с интерфейсом RS485 и считывающей головкой в комплекте по исполнению и характеристикам;
- мультиметр цифровой типа Mastech М 890G или эквивалент;
- осциллограф цифровой двухканальный с трансформаторной развязкой, с делителями 1х1 и 1х10 и USB интерфейсом серии АК ИП 4115/1а;
- пирометр общетехнический инфракрасный АК ИП-9301;
- 2 преобразователя интерфейсов USB-RS485 для отдельной интерфейсной шины счетчиков и отдельной шины средств автоматики с размещением на рейку DIN35мм с оптической развязкой;
- генератор унифицированного сигнала тока 4-20 мА для калибровки нормирующих преобразователей и модулей аналогового ввода;

- штыревые (штекер – встраиваемое гнездо) измерительные разъемы на мнемонической электрической схеме лицевой панели стенда к узлам питания, нагрузки, цепей управления, устройствам ввода вывода, узлам преобразователей;
- светосигнальная аппаратура в коммутационных устройствах (контакты, автоматические выключатели, ввод) и цепях управления и сигнализации устройства плавного пуска;
- звуковая сигнализация 220 В типа ЗД-47 с подключением питания через реле модуля дискретного ввода-вывода;
- Ethernet разъем на лицевой панели стенда от панельного контроллера;
- разъем типа DB9 на лицевой панели стенда для интерфейсов счетчиков и вторичного оборудования;
- кабели интерфейсных цепей с опрессовкой или лужением;
- многожильные гибкие монтажные кабели внутри стенда с опрессовкой или лужением;
- маркировка и кабельный журнал всех соединений в столе электрооборудования и электромеханической части.

#### Силовая преобразовательная техника:

- комплектный преобразователь частоты с интерфейсом RS485 (Modbus RTU) и выносной панелью управления для асинхронного двигателя производства ООО «ЧЭАЗ-ЭЛПРИ» ЭПВ-V для асинхронного двигателя 1 кВт с векторным и скалярным управлением и выносной панелью;
- комплектное устройство плавного для плавного пуска асинхронного двигателя 1 кВт;
- цифровой тиристорный электропривод постоянного тока ЭПУ7 производства ООО «ЧЭАЗ-ЭЛПРИ» для управления нагрузочным агрегатом на основе машины постоянного тока (напряжение якоря и возбуждения 220V, мощность двигателя 1,2 кВт) с понижающим трансформатором 380/220 или эквивалентный электропривод с характеристиками:
  - тиристорные двухкомплектные силовые выпрямительные модули в цепи якоря;
  - функция управления по цепи возбуждения машины постоянного тока;
  - функция рекуперации энергии в сеть;
  - цифровая система управления по якорю и по возбуждению двигателя постоянного тока с возможностью задания графика нагрузки во времени;
  - интерфейс связи с системой верхнего уровня RS485 (Modbus RTU);
  - обеспечение полосы пропускания частот замкнутого по скорости контура регулирования не менее 20 Гц;
  - средняя наработка на отказ для блока управления не менее 8000 ч;
  - работоспособность при отклонениях напряжения питающей сети от плюс 10 до минус 15 % от номинального значения, при отклонениях частоты питающей сети на 2 % от номинального значения;
  - обеспечение работы двигателей в режимах: длительном (S1), кратковременном (S2) и повторно-кратковременном (S3) по ГОСТ 183-74.
  - кратность рабочей перегрузки относительно номинального тока якорной цепи до 2 в течение времени не более 10 с и до 4 в течение 1 с;
  - предусмотренные защиты:
    - от недопустимого понижения (в том числе от обрыва фазы по причине сгорания предохранителей) сетевого напряжения в цепи управления;
    - от перегрева преобразователя;

- от неисправности (обрыва или короткого замыкания) в цепи тахогенератора - кроме случая подключения с обратной связью по ЭДС;
- от превышения допустимого времени токовой перегрузки якорной цепи;
- от пробоя тиристоров и от исчезновения (в том числе по причине сгорания предохранителей) сетевого напряжения в силовой (якорной) цепи;
- от превышения максимального тока якорной цепи;
- от обрыва цепи возбуждения двигателя (в том числе по причине сгорания предохранителей) - кроме случая подключения с обратной связью по ЭДС;
- от неправильного чередования фаз питающей сети в цепи управления.

Панельный программируемый логический контроллер:

- функция ПЛК и графической панели оператора в одном корпусе;
- щитовое исполнение;
- программирование в стандарте МЭК 61131 в среде CoDeSys;
- сенсорный экран управления не менее 7”;
- дополнительные кнопки управления со светодиодной индикацией;
- программное переключение режимов работы универсальных интерфейсов RS-232/RS-485;
- разъемные клеммы для RS-485 и CAN;
- индикация состояния обмена по последовательным интерфейсам на лицевой панели;
- встроенный интерфейс Ethernet;
- встроенная операционная система Linux;
- поддержка протоколов обмена ModBus (RTU, ASCII, TCP), OВЕН, CAN-open;
- возможность работы напрямую с портами контроллера для подключения нестандартных устройств;
- встроенные часы, для систем управления с учетом реального времени;
- возможность расширения памяти на внешней SD-карте для архивирования данных;
- диапазон напряжений питания от 9 до 30 В постоянного тока; Переменный ток: 90...245 В, 47...63 Гц;
- условия эксплуатации -20 +50 градусов Цельсия, с относительной влажностью 95% при 35 градусах Цельсия;
- устойчивость к воздействию помех в соответствии с ГОСТ Р 51522 для оборудования класса А.

### **3. Электромеханическая часть каждого стенда:**

- двигатель асинхронный серии АДЧР 80 МВ4,  $P_n = 1 \text{ кВт}$ ,  $U_n = \sim 380 \text{ В}$ , синхронная скорость 1500 об/мин или эквивалент сопоставимой мощности и исполнения, рассчитанный для работы в составе частотно-регулируемого электропривода с глубоким диапазоном регулирования;

- двигатель постоянного тока серии БПСТ со встроенным тахогенератором с электромагнитным возбуждением с возможностью двухзонного управления ( $P_n = 1,2 \text{ кВт}$ ,  $U_a = 220 \text{ В}$ ,  $U_b = 220 \text{ В}$ , пределы скоростей  $n = 1500/3750 \text{ об/мин}$  с управлением по якорю и по возбуждению соответственно) или эквивалент сопоставимой мощности и исполнения с тахогенератором;

- монтажный фланец на платформе с опорами для муфтового сопряжения двигателей;
- муфта соединительная асинхронного двигателя и двигателя постоянного тока;

- силовые (типа TDM 3P+PE+N 16A или эквивалент) и сигнальные (типа DB9 с винтовой фиксацией) разъемы для соединения электромашиного агрегата со столом электрооборудования;
- исполнение электромеханической части напольное с перфорированными металлическими чехлами у открытых вращающихся частей.

**4. Периферийные связи и программное обеспечение в целом для лабораторного комплекса:**

- разъемы типа 3P+PE+N 16A расширения силовых шин в аналогичные точки смежных стендов кабельным соединением (длина не менее 5 метров);
- разъемы типа DB9 с винтовой фиксацией или иное решение для расширения интерфейсных шин аналогичные точки смежных стендов кабельным соединением (длина не менее 5 метров);
- совместимость программного обеспечения преобразователей интерфейсов, конфигурационных программ устройств с Windows XP, Vista, 7.

**5. Гарантийный срок эксплуатации:**

- 12 мес. с момента ввода в эксплуатацию, но не более 18 мес. с момента продажи.