

SA2, а емкость конденсатора в интегральном канале – переключателем SA4. Для подачи сигнала на регулятор (с клеммы X2 задатчика интенсивности) в прямом канале используются входные клеммы X3, а для подключения обратной связи – входные клеммы X4. Выходной сигнал регулятора выведен на клемму X5. Регулятор тока якоря реализован на базе операционного усилителя DA3, резисторов R4 – R6, конденсатора C2. Коэффициент пропорционального канала регулятора изменяется с помощью переключателя SA5, а емкость конденсатора в интегральном канале – переключателем SA6. Для подачи сигнала на регулятор (с клеммы X5 регулятора DA2) в прямом канале используются входные клеммы X6, а для подключения обратной связи по току – входные клеммы X7. Выходной сигнал регулятора тока выведен на клемму X8, которая соединяется с клеммой Uзя модуля A8 «Тиристорный преобразователь».

Модуль A8 «Тиристорный преобразователь». На мнемосхеме модуля расположены лицевая панель тиристорного преобразователя Mentor II, силовые клеммы и клеммы цепей управления преобразователем, разъемы для подключения энкодера и персонального компьютера для программирования, изображена принципиальная схема силовых цепей. Силовые цепи преобразователя UZ1 выполнены по трехфазной мостовой двухкомплектной схеме с отдельным управлением тиристорными группами (BRIDGE 1 и BRIDGE 2). Входное напряжение переменного тока подается на силовые клеммы A3, B3, C3, а выходное напряжение постоянного тока выведено на клеммы Uтп. Тиристорный преобразователь имеет также встроенный управляемый возбудитель (BRIDGE 3), выполненный по двухфазной мостовой схеме. Напряжение постоянного тока встроенного возбудителя выведено на силовые клеммы Uв. Напряжение управления преобразователем подается на клеммы Uзя, для управления выходным напряжением встроенного возбудителя предусмотрены входные клеммы Uзв. Кроме того, на лицевую панель выведены внутренние дискретные сигналы управления преобразователем: переключатель SA1 «Пуск», переключатель SA2 «Разрешение» и кнопка SB1 «Стоп – Сброс». Как правило, выходные силовые клеммы тиристорного преобразователя подключают напрямую к силовым клеммам XS1 и XS2 якорной цепи модуля A9 «Модуль ДПТ», либо последовательно через силовые клеммы XS3 и XS4 датчика тока ДТ1 модуля A4 «Датчики».

Модуль A9 «Модуль ДПТ». На мнемосхеме изображены якорная цепь и цепь обмотки возбуждения двигателя постоянного тока (ДПТ). Силовое напряжение постоянного тока подается на клеммы XS1 и XS2 цепи якоря. Для измерения тока якоря и напряжения на якоре двигателя на лицевую панель модуля выведены цифровой амперметр Iя и цифровой вольтметр Uя. Кроме того, для регистрации тока якоря с помощью осциллографа на модуле имеется встроенный датчик тока якоря ДТЯ, который имеет выходные клеммы X4, X5. На выходную клемму X4 выведен сигнал датчика тока якоря через сглаживающий фильтр Ф2. Также на мнемосхеме имеется датчик напряжения ДН, который имеет силовые входные клеммы XS6 и XS7, входные клеммы X6 и X7, делитель напряжения на резисторах R1- R3. Силовые входные клеммы XS6 и XS7 датчика напряжения подключаются к силовым клеммам XS5 и XS4 якорной цепи двигателя. Входные клеммы X6 и X7 предназначены для

подключения сигнала тахогенератора BR – с клемм X8 и X9. Добавочный резистор RQ в якорной цепи двигателя M1 может как ограничить опасные броски тока якоря двигателя (например, при неправильном знаке подключения обратной связи по току якоря), так и обеспечить исследование искусственных механических и электромеханических характеристик двигателя. Для исключения добавочного сопротивления из якорной цепи следует закоротить переключкой силовые клеммы XS3 и XS4. Напряжение возбуждения Uв подается на клеммы XS8 и XS9, на которые выведены концы обмотки возбуждения LM1. В цепь возбуждения включен цифровой амперметр Iв и датчик тока возбуждения ДТВ, выходной сигнал которого выведен на клемму X10.

Модуль А10 «Преобразователь нагрузочной машины» предназначен для питания двигателя M2 нагрузочной машины. На мнемосхему выведена лицевая панель тиристорного преобразователя Mentor II. На лицевой панели модуля изображены принципиальные схемы якорной цепи и цепи возбуждения двигателя нагрузочной машины. Тиристорный преобразователь UZ2 выполнен также по трехфазной мостовой двухкомплектной схеме с отдельным управлением тиристорными группами. Управление преобразователем осуществляется с помощью модуля А14 «Модуль нагрузочной машины».

Модуль А11 «Аналоговый ввод-вывод» предназначен для управления лабораторным стендом от персонального компьютера. На мнемосхеме модуля изображены четырехканальный аналого-цифровой преобразователь (АЦП) с входными клеммами А1...А4, ЭВМ, двухканальный цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) с выходными клеммами А5...А6, разъем для подключения компьютера СОМ 1. На модуле также имеются четыре независимых блока клемм с одинаковым потенциалом.

Модуль А12 «Аналоговые регуляторы» предназначен для использования в замкнутой системе регулирования электроприводом. С помощью трехпозиционного тумблера SA1 на потенциометр RP1 подается разнополярное напряжение постоянного тока, а с выхода потенциометра – сигнал задания в схему управления электроприводом. Изменение напряжения на выходе потенциометра осуществляется плавным поворотом ручки RP1. Для регистрации или измерения выходных сигналов схемы управления электроприводом на лицевой панели модуля предусмотрены специальные клеммы. Выходной сигнал потенциометра выведен на клемму X1. Темп изменения выходного напряжения задатчика интенсивности DA1 изменяется с помощью ручки потенциометра RP2. Выходной сигнал задатчика интенсивности выведен на клеммы X2. Регулятор скорости (напряжения) реализован на базе операционного усилителя DA2, резисторов R1- R4, конденсатора C1, блока ограничения выходного напряжения AQ1. Уровень ограничения меняется с помощью переключателя SA3. Коэффициент пропорционального канала регулятора изменяется с помощью переключателя SA2, а емкость конденсатора в интегральном канале – переключателем SA4. Для подачи сигнала на регулятор (с клеммы X2 задатчика интенсивности) в прямом канале используются входные клеммы X3, а для подключения обратной связи – входные клеммы X4. Выходной сигнал регулятора выведен на клемму

X6. Регулятор тока возбуждения реализован на базе операционного усилителя DA3, резисторов R5- R8, конденсатора C2. Коэффициент пропорционального канала регулятора изменяется с помощью переключателя SA5, а емкость конденсатора в интегральном канале – переключателем SA6. Для подачи сигнала на регулятор (с клеммы X6 регулятора DA2) в прямом канале используются входные клеммы X7, а для подключения обратной связи по току – входные клеммы X8. Выходной сигнал регулятора тока выведен на клемму X10, которая соединяется с клеммой Uупр модуля A13 «Тиристорный возбудитель» или – с клеммой Uв модуля A8 «Тиристорный преобразователь».

Модуль A13 «Тиристорный возбудитель» предназначен для питания обмотки возбуждения двигателя. На мнемосхеме показан двухфазный тиристорный преобразователь UZ3. Напряжение управления подается на входные клеммы Uупр, а выходное напряжение постоянного тока выведено на клеммы Uв, а его значение измеряется цифровым вольтметром, расположенным справа от выходных клемм. Для работы возбудителя необходимо запитать схему питания его системы управления, включив тумблер «Сеть». Для управления возбудителем предусмотрен переключатель SA1 «Разрешение». При срабатывании внутренней защиты возбудителя на лицевой панели модуля загорается светодиод «Защита».

Модуль A14 «Модуль нагрузочной машины» предназначен для управления нагрузочной машиной. На лицевую панель модуля выведены цифровые приборы: M для измерения момента двигателя и ω для измерения угловой скорости вращения двигателя. Переключатель SA1 служит для выбора режима работы нагрузочной машины. В верхнем положении, т.е. в сторону M, нагрузочная машина работает в режиме источника момента. В нижнем положении переключателя SA1, т.е. в сторону ω , нагрузочная машина работает в режиме поддержания скорости. Переключатель SA2 предназначен для скачкообразного наброса-сброса нагрузки. Переключатель SA3 определяет условное направление вращения двигателя нагрузочной машины – «Вперед», «Назад», «Стоп». Напряжение управления Uупр, т.е. задание момента (скорости) двигателя нагрузочной машины изменяется с помощью потенциометра RP1. В исходном положении ручка потенциометра RP1 должна быть выведена до упора влево (против хода часовой стрелки)! Также на лицевой панели модуля изображена мнемосхема преобразователя частоты импульсов в напряжение (ПЧН). Сигнал импульсного датчика скорости – энкодера (BQ) – выведен на клеммы A, B, Z и на разъем UR. Выходные клеммы Uдс предназначены для подключения обратной связи по скорости и подключаются к входным клеммам регулятора скорости DA2 модуля A7 «Регуляторы цепи якоря».

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА СТЕНДА

Функциональная схема стенда (рис. 1.3) соответствует принципиальной схеме комплектного лабораторного электропривода, изображенной на лицевой панели стенда (рис. 1.2.1– 1.2.14).

Якорная обмотка электродвигателя М1 через автомат QF2, добавочный резистор RQ и цифровой амперметр Iя подключена к выходным клеммам XS1, XS2 тиристорного преобразователя UZ1. Обмотка возбуждения LM двигателя подключена к источнику постоянного напряжения 220 В.

Первичные цепи преобразователя UZ1 подключаются к трехфазной сети 380 В через цифровой измеритель мощности. Цепи управления преобразователя (клеммы Uзя) подключаются к выходным клеммам регулятора тока РТ DA3(клемма X8), который выполнен пропорционально-интегральным и настраивается изменением сопротивления R6 и емкости конденсатора С2. На входе регулятора тока РТ DA3сравниваются сигнал задания на требуемый ток якоря (с выхода регулятора скорости РС) и сигнал отрицательной обратной связи по току якоря (с выхода датчика тока ДТ1).

Регулятор РС DA2 внешнего контура регулирования скорости вращения двигателя также пропорционально-интегральный и настраивается изменением сопротивления R3 и емкости конденсатора С1. На входе РС DA2сравниваются сигналы с выхода задатчика интенсивности ЗИ DA1 и датчика скорости ДС, подключенного через преобразователь ПЧН к энкодеру ВQ1.

В настроенной системе управления ограничение тока якоря требуемым допустимым значением производится с помощью блока ограничения БО AQ. Это достигается путем изменения уровня насыщения в регуляторе РС DA2 с помощью переключателя SA3.

Необходимая по величине скорость вращения двигателя задается на входе задатчика интенсивности ЗИ DA1 с помощью потенциометра RP1, а по направлению – с помощью трехпозиционного переключателя SA2. Требуемый темп разгона и замедления электропривода устанавливается с помощью резистора RP2 в задатчике интенсивности ЗИ DA1.

Подключение схемы электропривода к источникам силового напряжения производится в следующей последовательности: сначала тумблером «Сеть» включается напряжение питания собственных нужд (система управления, цифровые приборы, питание регуляторов), затем кнопкой «Пуск» модуля А6 включается питание нагрузочного устройства, потом кнопкой «Пуск» модуля А3 включается питание преобразователя UZ1.

ДОМАШНЯЯ ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

1. Пользуясь принципиальной электрической схемой стенда электропривода постоянного тока (рис. 1.2), начертить электрическую схему присоединений элементов, обеспечивающую работу электропривода в соответствии с функциональной схемой (рис. 1.3). Указать номера соединяемых клемм и последовательность включения коммутируемых аппаратов.

2. На основании функциональной схемы (рис. 1.3) составить структурную схему электропривода. По паспортным данным элементов электрооборудования стенда (см. приложение 1) определить и указать на структурной схеме параметры (коэффициенты усиления и постоянные времени) звеньев, образующих неизменяемую часть системы регулирования.

3. Считая регуляторы скорости и тока пропорционально-интегральными, построить предельные механическую и электромеханическую характеристики электропривода. При этом принять максимальное напряжение задания, снимаемое с потенциометра $RP1$, $U_z = 5$ В, а максимальный уровень ограничения в регуляторе скорости $U_{р\max} = 5$ В. Сопоставить предельные характеристики с паспортными данными двигателя $M1$ и тиристорного преобразователя $UZ1$.

4. Определить желаемые величины параметров ПИ-регуляторов тока якоря и скорости. Можно пользоваться аппроксимированными частотными характеристиками и стандартными оценками.

НАСТРОЙКА СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

1. Проверить функционирование элементов схемы управления якорной цепи (модуль А7). Для этого при отключенном напряжении питания преобразователя $UZ1$:

- закортить соответствующими переключателями конденсаторы в регуляторах PT и PC ;
- отсоединить выходные клеммы датчиков тока $ДТЯ$ и скорости $ДС$ от соответствующих входных зажимов регуляторов PT и PC ;
- включить тумблером «Сеть» питание схемы управления;
- установить ручку переключателя $SA1$ в положение + или –;
- проверить функционирование элементов схемы управления (модуль А7 «Регуляторы цепи якоря»), наблюдая с помощью осциллографа или вольтметра изменение напряжений на выходных зажимах $ЗИ DA1$, $PC DA2$ и $PT DA3$ при изменении с помощью потенциометра $RP1$ и переключателя $SA1$ входного напряжения. Убедиться в возможности регулирования уровня установившегося значения и темпа изменения напряжения на выходе $ЗИ DA1$, регулировки уставки блока ограничения $БО AQ$, изменения величин коэффициентов усиления Π -каналов и постоянных времени I -каналов в регуляторах $PC DA2$ и $PT DA3$;
- выбрать такие значения переменных резисторов $R3$ и $R6$ в Π -регуляторах PC и PT , чтобы для любых значений $RP1$ наблюдалась пропорциональность приращений напряжений на выходах PC и PT напряжению на выходе датчика интенсивности $ЗИ$;
- воздействуя на $RP2$, добиться времени нарастания (и спадания) сигнала на выходе Π -регулятора $PT DA3$ при переключении $SA1$ в пределах 2...4 с. Переходные процессы изменения напряжений на выходах $ЗИ DA1$, $PC DA2$ и $PT DA3$ должны быть по времени протекания равны между собой.

2. Проверить функционирование элементов схемы управления в цепи возбуждения (модуль А12) по аналогии с предыдущим пунктом.

3. Проверить функционирование тиристорного преобразователя $UZ1$ на холостом ходу. С этой целью:

- закоротить конденсаторы C1 и C2 в регуляторах РС DA2 и РТ DA3;
- подключить схемы управления якорной цепи и цепи возбуждения к соответствующим клеммам (U_{зя} и U_{зв}) модуля А8;
- установить ручку потенциометра RP1 задания напряжения якоря в исходное нулевое положение (модуль А7);
- установить ручку потенциометра RP1 задания напряжения возбуждения в исходное нулевое положение (модуль А12);
- подключить к тиристорному преобразователю якорную цепь и обмотку возбуждения, соединив соответствующие клеммы на модулях А7, А8;
- ввести в цепь якоря добавочное сопротивление RQ;
- включить автоматический выключатель QF2 в якорной цепи двигателя
- включить питание преобразователя UZ1 кнопкой «Пуск» модуля А3, при этом включается контактор КМ1 (о включенном состоянии контактора КМ1 сигнализирует красный светодиод, расположенный над кнопками «Пуск», «Стоп» модуля А3 на лицевой панели стенда);
- проверить функционирование преобразователя UZ1, наблюдая с помощью цифрового вольтметра в цепи якоря изменение выходного напряжения при изменении входного напряжения, вызванного воздействием на SA1 и RP1. Для запуска преобразователя включить переключатель «Разрешение» и «Пуск» на лицевой панели модуля А8.;
- закончив проверку, отключить питание преобразователя UZ1 кнопкой «Стоп» модуля А3 (отключается контактор КМ1, красный светодиод гаснет).

4. Проверить функционирование двигателя М1 при питании его от преобразователя UZ1 и отсутствии на валу момента статической нагрузки. С этой целью:

- убедившись в отсутствии напряжения на выходе преобразователя UZ1, включить автоматический выключатель QF2 в якорной цепи двигателя;
- подсоединить обмотку возбуждения LM1 двигателя к внутреннему возбудителю тиристорного преобразователя – клеммы Uв;
- задать номинальный ток возбуждения с помощью переключателя SA1 и потенциометра RP1 модуля А12;
- включить питание нагрузочного устройства кнопкой «Пуск» модуля А6 (включается контактор КМ2);
- убедившись в наличии введенного в якорную цепь резистора RQ, включить питание преобразователя UZ1 кнопкой «Пуск» модуля А3;
- проверить функционирование двигателя М1, оценивая изменение угловой скорости вращения его вала при изменении напряжения на выходе UZ1 воздействием на ручку потенциометра RP1 модуля А7;
- установить потенциометр RP1 модуля А7 в исходное нулевое положение, остановить двигатель М1;
- отключить питание преобразователя UZ1 и преобразователя нагрузочного устройства соответствующими кнопками «Стоп» на модулях А3 и А6.

5. Определить знак обратной связи по току якоря и сделать ее отрицательной. С этой целью:

- подключить осциллограф к выходным клеммам датчика тока якоря ДТЯ;

– убедившись в наличии введенного в якорную цепь добавочного резистора RQ (он нужен для ограничения опасных бросков тока якоря при неправильном знаке подключения обратной связи по току), включить цепь питания преобразователя UZ1. При этом цепи питания нагрузочного устройства не включаются;

– установить ток возбуждения равный нулю;

– плавным изменением положения ручки потенциометра RP1 установить ток в якорной цепи двигателя (0,2...0,3) In. Так как возбуждения у двигателя нет, а ток якоря двигателя M1 ограничен, то вал его вращаться не должен;

– подключить одну из выходных клемм датчика тока якоря ДТ1 (клеммы X4, X6) к общему (нулевому) проводу регуляторов, а вторую клемму временно подключить к свободному входу регулятора тока РТ DA3. Если при этом ток якоря двигателя уменьшится, то обратная связь отрицательная. В противном случае следует отсоединить выходные клеммы датчика тока якоря от входных цепей регулятора тока и повторить опыт для другой полярности подсоединения датчика тока ко входу регулятора тока;

– отключить схему якорной цепи двигателя M1 (т.е. сначала с помощью потенциометра RP1 установить ток якоря равным нулю, затем кнопкой «Стоп» модуля А3 отключить цепи преобразователя UZ1), после чего закортить ограничивающий резистор RQ в цепи якоря.

6. Настроить замкнутый контур регулирования тока якоря, т.е. экспериментально по виду переходной функции подобрать оптимальные величины параметров R6 и C2 в регуляторе тока. Для этого:

– убедившись, что напряжение на выходе регулятора тока РТ DA3 равно нулю, включить цепи питания преобразователя UZ1 кнопкой «Пуск» модуля А3. При этом цепи нагрузочного устройства остаются отключенными, а якорь двигателя M1 должен быть неподвижен;

– настроить пропорциональный канал в регуляторе тока РТ выбором оптимального значения сопротивления резистора R6. Настройку производить по переходной функции замкнутого контура регулирования тока, начиная с минимального значения коэффициента усиления пропорционального канала в РТ DA3. Скачок входного сигнала можно создавать переключателем SA1, при этом постоянная времени датчика интенсивности ЗИ DA1 должна быть минимальной, а регулятор скорости РС DA2 – пропорциональным. Уставку сигнала задания следует принять такой, чтобы ток якоря на установившемся участке переходной функции не превышал 0,5 In. Выходную координату следует наблюдать на выходе датчика тока ДТЯ с помощью осциллографа. Критериями оптимизации переходной функции принимаются минимум колебательности (или перерегулирования) и максимум быстродействия контура регулирования тока якоря;

– настроить интегральный канал в регуляторе тока РТ DA3. Для этого следует ввести конденсатор C2 и, сняв серию переходных функций замкнутого контура регулирования тока с ПИ-регулятором тока, выбрать оптимальное значение емкости этого конденсатора;

– зафиксировать выбранные в ходе настройки оптимальные величины R6 и C2. Сопоставить оптимальные и расчетные (полученные в ходе домашней

подготовки к работе) настройки регулятора РТ DA3: по величине параметров (коэффициенты усиления П-канала и постоянные времени И-канала) и по показателям переходной функции замкнутого контура регулирования тока якоря (величине перерегулирования по току и по времени достижения максимума тока якоря).

7. Установить ток упора якоря двигателя в пределах (1...2) I_n (в соответствии с указанием преподавателя). Для этого при условиях опыта, соответствующих предыдущему пункту:

- с помощью переключателя SA3 установить минимальный уровень насыщения регулятора скорости РС DA2;
- с помощью переключателя SA1 и потенциометра RP1 подать на вход РС DA2 максимальный входной сигнал;
- увеличивая постепенно уставку SA3, установить на выходе замкнутого контура регулирования тока якоря при невращающемся двигателе М1 и ПИ-регуляторе РТ DA3 заданный ток упора. В дальнейшем уставку блока ограничения изменять не следует.

8. Определить знак обратной связи по скорости и сделать ее отрицательной.

Для этого:

- подключить осциллограф к выходным клеммам датчика скорости ДС;
- собрать схему разомкнутой по скорости системы регулирования. При этом, чтобы избежать опасно высоких угловых скоростей вращения двигателя М1, временно закортотить конденсатор С2 в регуляторе тока РТ DA3;
- включить электропривод и с помощью переключателя SA1 и потенциометра RP1 установить в режиме холостого хода скорость вращения двигателя М1 в пределах (0,2...0,3) от номинальной;
- подключить одну из выходных клемм датчика скорости ДС к общему (нулевому) проводу регуляторов, а вторую клемму кратковременно подключить к свободному входу регулятора скорости РС DA2. Если при этом скорость вращения двигателя уменьшится, то обратная связь по скорости отрицательная. В противном случае следует отсоединить выходные клеммы датчика скорости от входных цепей регулятора скорости и повторить опыт для другой полярности подсоединения датчика скорости ко входу регулятора скорости.

9. Настроить замкнутый контур регулирования скорости, т.е. по виду его переходной функции экспериментально подобрать оптимальные величины параметров R3 и C1 в регуляторе скорости. Для этого:

- настроить пропорциональный канал в регуляторе скорости РС DA2 выбором оптимального значения сопротивления резистора R3. Настройку производить по переходной функции замкнутого контура регулирования скорости, начиная с минимального значения коэффициента усиления пропорционального канала в РС DA2. Скачок входного сигнала можно создавать переключателем SA1, при этом постоянная времени задатчика интенсивности ЗИ должна быть минимальной, а регулятор скорости РС DA2 – пропорциональным. Уставку сигнала задания следует принять настолько малой, чтобы в переходном процессе регулятор скорости не выходил на режим ограничения (и, следовательно, ток якоря двигателя не достигал предельного установившегося значения). Этому условию удовлетворяет обычно величина сигнала задания

(0,1...0,2) от уставки, соответствующей номинальной скорости вращения двигателя;

– настроить интегральный канал в регуляторе скорости РС DA2. Для этого следует ввести конденсатор С1 и, сняв серию переходных функций замкнутого контура регулирования скорости с ПИ-регулятором скорости, выбрать оптимальное значение емкости этого конденсатора;

– зафиксировать выбранные в ходе настройки оптимальные величины R3 и С1. Сопоставить оптимальные и расчетные (полученные в ходе домашней подготовки к работе) настройки регулятора РС DA2: по величине параметров (коэффициенты усиления П-канала и постоянные времени И-канала) и по показателям переходной функции замкнутого контура регулирования скорости якоря (величине перерегулирования по скорости и по времени достижения максимума скорости).

10. Установить с помощью резистора RP2 такой темп нарастания и спадания сигнала на выходе датчика интенсивности ЗИ DA1, чтобы при разгоне электропривода от нуля до номинального значения скорости вращения двигателя динамическая составляющая тока якоря не превышала (0,4...0,6) от номинального значения тока якоря. В дальнейшем уставку темпа разгона привода в датчике интенсивности изменять не следует.

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

1. В настроенной системе электропривода при фиксированном значении момента статической нагрузки $M_c = \text{const}$ (величина его задается преподавателем), изменяя только сигнал задания скорости $U_{вх}$, экспериментально снять следующие статические характеристики электропривода:

- скорости вращения двигателя $n = f(U_{вх})$;
- тока якоря двигателя $I_{я} = f(U_{вх})$;
- напряжения на якоре двигателя $U_{я} = f(U_{вх})$;
- напряжения на выходе регулятора тока $U_{рт} = f(U_{вх})$;
- напряжения на выходе регулятора скорости $U_{рс} = f(U_{вх})$.

2. При тех же условиях опыта снять энергетические характеристики электропривода:

- активной мощности, потребляемой из сети $P = f(n)$;
- реактивной мощности, потребляемой из сети $Q = f(n)$;
- полной мощности, потребляемой из сети $S = f(n)$;
- механической мощности на валу двигателя $P_{в} = f(n)$.

Величины мощностей P , Q и S регистрируются измерителем мощности (модуль А2). Мощность на валу $P_{в}$ определяется произведением скорости вращения двигателя n на момент статической нагрузки M_c .

3. По результатам предыдущего пункта рассчитать и построить энергетические характеристики электропривода:

- КПД электропривода от скорости;
- коэффициента мощности от скорости.

4. В настроенной системе электропривода при неизменном сигнале задания, величина которого уточняется у преподавателя, экспериментально снять

статические характеристики электропривода при изменении момента статической нагрузки:

- механическую $n = f(Mc)$;
- электромеханическую $n = f(Iя)$;
- внешнюю $Uя = f(Mc)$;
- регуляторные $Uрт = f(Mc)$ и $Uрс = f(Mc)$.

5. При тех же условиях опыта снять экспериментально энергетические характеристики электропривода:

- активной мощности, потребляемой из сети $P = f(Mc)$;
- реактивной мощности, потребляемой из сети $Q = f(Mc)$;
- полной мощности, потребляемой из сети $S = f(Mc)$.

6. По результатам предыдущего пункта рассчитать и построить энергетические характеристики электропривода:

- КПД электропривода от момента статической нагрузки;
- коэффициента мощности от момента статической нагрузки.

7. В настроенной системе электропривода снять осциллограммы разгона электропривода на холостом ходу до скорости, соответствующей сигналу задания в п.1:

- напряжения на выходе датчика интенсивности ЗИ $Uзи = f(t)$;
- тока якоря двигателя $Iя = f(t)$;
- скорости вращения двигателя $n = f(t)$.

Обработав осциллограммы, указать показатели процесса: максимальное значение тока якоря $Iм$ при разгоне, время $tм$ достижения током якоря максимальной величины $Iм$ и время переходного процесса $tпп$ разгона электропривода.

8. В настроенной системе электропривода снять осциллограммы переходных процессов, вызванных скачкообразным приложением момента статической нагрузки:

- тока якоря двигателя $Iя = f(t)$;
- скорости вращения двигателя $n = f(t)$.

Величину момента статической нагрузки принять такой же, как в п.1, а величину сигнала задания – как в п.4.

Обработав осциллограммы, указать показатели процесса:

- динамическое падение скорости в переходном процессе $\Delta nд$;
- время достижения скоростью этой величины динамического падения $tм$;
- величину статической ошибки по скорости $\Delta nс$;
- время переходного процесса $tпп$;
- максимум тока якоря во время процесса $Iм$.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

В отчет по лабораторной работе включить:

- результаты домашней подготовки к работе (пункты 1...4);
- сравнительные показатели настроек (расчетной и экспериментальной) регуляторов тока и скорости (пункты 5 и 8 «Настройки системы электропривода»);

- результаты исследования электропривода (пункты 1...8 «Исследования системы электропривода»).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. С какой целью и на каких этапах настройки схемы должны быть закорочены конденсаторы С1 и С2 в регуляторах РС и РТ?
2. Какими должны быть начальные уставки всех регулировок в схеме управления: сигнала задания (потенциометр RP1), коэффициентов усиления П-каналов в регуляторах (резисторы R3 и R6), емкости конденсаторов С1 и С2, блока ограничения БО в РС?
3. С какой целью и на каких этапах настройки системы электропривода в цепь якоря двигателя М1 ОБЯЗАТЕЛЬНО вводится добавочный резистор RQ? На каких этапах настройки его можно закоротить?
4. В каких случаях и почему недопустимо включать якорные цепи двигателя М1 раньше, чем цепи его возбуждения? В каких случаях это делать можно и как тогда исключаются возможные аварийные режимы?
5. Можно ли в тиристорном преобразователе в цепях его питания сменить прямую последовательность подключенных фаз АВС на обратную АСВ?
6. Почему перед любым отключением исследуемого электропривода обязательно требуют, чтобы уставка задания нагрузки в нагрузочной машине была обязательно выведена?
7. Обобщив ответы на предыдущие вопросы, перечислите меры безопасности при включении и настройке лабораторного стенда.
8. Как экспериментально на стенде выставить и проверить величину коэффициента усиления П-канала?
9. Как экспериментально на стенде проверить величину постоянной времени И-канала в регуляторе?
10. С какой целью статическая характеристика регулятора скорости выполнена с насыщением?
11. Как определить знак обратной связи по току в контуре регулирования тока якоря?
12. Как определить знак обратной связи по скорости в контуре регулирования скорости?
13. Какие показатели процессов нужно обеспечить при настройке регулятора тока?
14. Какие показатели процессов необходимо обеспечить при настройке регулятора скорости?
15. С помощью каких узлов формируется прямоугольная токовая диаграмма при разгоне лабораторного электропривода?
16. Как определить масштабы осциллографируемых величин?
17. Как выставить требуемую величину тока упора двигателя?
18. Укажите особенности пользования нагрузочным устройством при снятии экспериментальной механической характеристики настроенной системы электропривода при работе ее на участке поддержания скорости и на участке ограничения тока якоря двигателя.